COD. FISC. e p. IVA 02635320043
R.E.A. n. 224203 della C.C.I.A.A. di Cuneo
Capitale Sociale 15.600 € i.v.

E-mail: info@ecolavservice.com
Tel. 011.9715345
Fax 011.9715598

ecolav Service S.r.l.

Sede legale:
Via Vittorio Emanuele II n. 296 - 12042 BRA (CN)

Sede operativa:
Via Vinovo n. 12 - 10022 CARMAGNOLA (TO)

CONSULENZE IN MATERIA DI ECOLOGIA E DI SICUREZZA SUL LAVORO

Impianto di depurazione di Canove di Govone

Realizzazione di un nuovo reparto di trattamento chimico-fisico dei rifiuti liquidi

Progetto definitivo

- Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici -

TIMBRO E FIRMA

Dott. Ing. EDOARDO PEIRETTI n. 12655S

Ing. EDOARDO PEIRETTI
per ECOLAV SERVICE Srl

SOMMARIO

SEZIONE I – MATERIALI E FORNITURE 5
ART. 1 Rispondenza e coordinamento rispetto alle norme 5
ART. 2 Materiali e forniture in genere 5
ART. 3 Cementi, aggiunte, aggregati, additivi, acciaio 7
ART. 4 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito 18
ART. 5 Qualifica del conglomerato cementizio 21
ART. 6 Norme di riferimento per il calcestruzzo ed il calcestruzzo armato 23
ART. 7 Calcestruzzo per uso non strutturale 24
ART. 8 Calcestruzzo C28/35 classe di esposizione XC2-XA1 24
ART. 9 Strutture in acciaio 26
ART. 10 Pannelli di lamiera coibentata 35
ART. 11 Ghiaia naturale 35
ART. 12 Sabbia granita di cava 35
ART. 13 Misto granulare anidro 36
ART. 14 Misto cementato 36
ART. 15 Leganti bituminosi di base e modificati 37
ART. 16 Conglomerati bituminosi a caldo 47
ART. 17 Tubazioni in acciaio 62
ART. 18 Tubazioni in acciaio inossidabile 64
ART. 19 Tubazioni in polietilene per fognature in pressione 65
ART. 20 Tubazioni in PEAD per acqua tecnica 67
ART. 21 Guarnizioni 69
ART. 22 Coibentazione tubazioni 69
ART. 23 Tracciamento termico delle tubazioni 70
ART. 24 Grigliati in PRFV 71
ART. 25 Valvole a ghigliottina 72
ART. 26 Trattamento di risanamento e protezione calcestruzzo delle vasche oggetto di intervento 72
ART. 27 Dissabbiatore longitudinale aerato in vasca metallica 77
ART. 28 Misuratori di portata elettromagnetici 79
ART. 29 Misuratori di livello radar 80
ART. 30 Sistema misura pH 81
ART. 31 Elettropompe sommerse alimentazione chimico-fisico 81
ART. 32 Elettropompe sommerse rilancio a linee comparto biologico 82
ART. 33 Elettropompa sommersa estrazione sabbie 83
ART. 34 Attrezzatura di sollevamento pompe sommerse 84
ART. 35 Pompa di rilancio fanghi 84
ART. 36 Miscelatore sommerso equalizzazione iniziale 85
ART. 37 Elettromiscelatore reattore correzione pH 86
ART. 38 Elettromiscelatore reattore coagulazione 87
ART. 39 Elettromiscelatori reattore flocculazione 88
ART. 40 Skid dosaggio reagenti chimici 89
ART. 41 Sistema di preparazione e dosaggio soluzione polimerica completamente attivata 91
ART. 42 Flange piane 91
ART. 43 Leggi e normative relativi agli impianti elettrici 91
ART. 44 Caratteristiche tecniche dei materiali - consegna ed esecuzione dei lavori 94

ART. 45 Canalizzazioni 95
ART. 46 Conduttori 96
ART. 47 Tipologia dei cavi elettrici 98
ART. 48 Cavi di rete Ethernet 99
ART. 49 Cavo RS 485 centraline e sagnali A.I.- A.O. 100
ART. 50 Prese sezionamento utenze 100
ART. 51 Protezione delle condutture elettriche 100
ART. 52 Dispositivi di protezione delle condutture 101
ART. 53 Dispositivi automatici ad interruttore 102
ART. 54 Dispositivi a fusibile 103
ART. 55 Quadri elettrici 105
ART. 56 Componenti elettrici dei quadri 108
ART. 57 Impianto di terra 115
SEZIONE II – DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI 116
ART. 58 Lavorazioni e forniture comprese nell'Appalto 116
ART. 59 Lavorazioni e forniture non comprese nell'Appalto 116
ART. 60 Realizzazione delle opere in progetto 116
ART. 61 Sistemazione area 117
ART. 62 Rispondenza dei lavori al progetto 117
ART. 63 Rispondenza dei materiali al progetto 117
ART. 64 Tracciamenti 117
ART. 65 Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette 117
ART. 66 Predisposizione luoghi di lavoro e allestimento cantiere 118
ART. 67 Interferenze 119
ART. 68 Scavi in genere 120
ART. 69 Realizzazione dello scavo di posa condotte 123
ART. 70 Rinterri 124
ART. 71 Demolizione di pavimentazioni stradali 124
ART. 72 Modalità di esecuzione delle pavimentazioni stradali 125
ART. 73 Materiale di risulta, smaltimenti, spianamenti 126
ART. 74 Apparecchi idraulici – disposizioni generali 126
ART. 75 Collegamenti idraulici di processo 127
ART. 76 Norme generali sulle tubazioni 128
ART. 77 Letto di posa, rinfianco e riempimento dello scavo delle condotte 131
ART. 78 Posa delle condotte non in pressione 132
ART. 79 Posa delle condotte in pressione 134
ART. 80 Posa in opera del calcestruzzo 135
ART. 81 Stagionatura 141
ART. 82 Acciaio 142
ART. 83 Controlli in corso d'opera 143
ART. 84 Controlli supplementari della resistenza a compressione 145
ART. 85 Prove di carico 145
ART. 86 Esecuzione delle opere in acciaio 146
ART. 87 Impianto elettrico 150
ART. 88 Impianto strumentale 152
ART. 89 Montaggio e messa in funzione impianti elettrici 153
ART. 90 Posa di cavi di energia e dei conduttori di terra 154
ART. 91 Criteri di posa dei circuiti e delle condutture 156
ART. 92 Collaudo dell'impianto elettrico 165
ART. 93 Interferenze con altre imprese 167
ART. 94 Trasporti 167

SEZIONE I – MATERIALI E FORNITURE

ART. 1 Rispondenza e coordinamento rispetto alle norme

I riferimenti normativi relativi alla presente Sezione ed alle successive si intendono costituiti dagli strumenti normativi (leggi nazionali, norme comunitarie, norme tecniche e di settore, etc.) in vigore alla data di pubblicazione del bando di gara per l'affidamento dei lavori in esame. Pertanto, qualora alcuni riferimenti normativi esplicitati nel seguito risultino superati alla suddetta data di pubblicazione del bando di gara, l'Impresa Appaltatrice è comunque tenuta all'osservanza delle leggi e delle norme tecniche e di settore vigenti, conformandosi alle stesse e tenendo conto delle obbligazioni dalle stesse derivanti nell'organizzazione del lavoro e nelle proprie valutazioni economiche.

Le prescrizioni del presente capitolato integrano e sono integrate dai documenti progettuali allegati. Laddove siano presenti incongruenze tra i diversi documenti sopra citati, l'Impresa provvederà a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori ed alla Stazione Appaltante, attenendosi alle indicazioni da questi fornite in merito alla risoluzione delle problematiche evidenziate, fermo restando il fatto che, in presenza di soluzioni tecniche alternative, sarà comunque adottata quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona pratica esecutiva.

Ai fini del presente Capitolato, si precisa che per "regola d'arte" si intende il complesso delle regole tecniche cui l'Appaltatore deve attenersi per assicurare uno standard minimo di accettabilità del prodotto, in termini di utilizzabilità, durata, affidabilità e sicurezza. Dette regole tecniche sono costituite da:

- le norme tecniche inserite in dispositivi di legge;
- normative tecniche richiamate nel presente Capitolato e negli elaborati progettuali (es. norme UNI, CEI ecc.);
- norme di settore elaborate ad esempio da associazioni di categoria, linee guida, norme internazionali, ecc. rintracciabili nella letteratura tecnica specializzata.

ART. 2 Materiali e forniture in genere

Relativamente ai materiali, alle apparecchiature ed agli elementi tecnici in genere oggetto del presente Appalto, l'Appaltatore potrà reperire gli stessi nei siti e presso i produttori che riterrà opportuni purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ogni fornitura risponda alle caratteristiche tecniche e prestazionali indicate nel seguito.

I materiali e le finiture da impiegarsi nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalla legge e dai regolamenti vigenti in materia e dovranno inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato speciale o degli altri atti contrattuali o del Progetto.

Nel caso di prodotti industriali, la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Essi dovranno inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione con la precisazione che, ove il richiamo nel presente Capitolato speciale fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi riferita alla norma sostitutiva e ciò salvo diversa specifica indicazione.

I materiali previsti nello scopo della legge n. 791 del 1977 e successive modifiche ed integrazioni e per i quali esiste una norma relativa dovranno essere muniti di marchio IMQ o altro marchio di conformità rilasciato da laboratorio riconosciuto o di autocertificazione del costruttore; i materiali non previsti nello scopo della predetta legge e senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186 del 1-3-1968 e successive modifiche e integrazioni.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, ove a ciò attrezzato, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato speciale o dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati sia formati in opera e sulle forniture in genere. Tali prove si potranno effettuare sui materiali esistenti in sito, su tutte le forniture previste, su tutti quei materiali che si utilizzeranno per la completa esecuzione delle opere appaltate, materiali confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

In mancanza di una normativa specifica di Capitolato, la Direzione Lavori ha la facoltà di dettare le norme di prova necessarie.

Le prove previste da specifiche disposizioni di legge dovranno essere effettuate solo presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati conformemente a quanto indicato dalle norme stesse.

Per tutti i tipi di prova, l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera e le attrezzature necessarie e dovrà predisporre le eventuali opere provvisionali in qualità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime.

Tutti gli oneri diretti ed indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni e da quelle di legge, compresi quelli necessari per il prelievo, il confezionamento ed il trasporto dei campioni e provini di materiali da sottoporre a prove, nonché i costi di esecuzione di queste ultime si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali e rimangono a carico dell'Appaltatore.

Tutti i materiali e le provviste riconosciuti come non idonei ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori oppure mancanti delle previste o prescritte certificazioni saranno rifiutati e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituiti con altri rispondenti ai requisiti richiesti.

L'impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione da parte della Direzione Lavori non pregiudica in nessun caso i diritti della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di propria iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o adotti modalità di lavorazione più accurate, egli non avrà comunque diritto ad aumenti dei prezzi o delle quantità. Le stime economiche saranno sviluppate come se i materiali avessero dimensioni, qualità e posa stabiliti dal contratto.

Qualora venga ammessa dalla Stazione Appaltante una qualche riduzione o diminuzione nella qualità o nella consistenza di alcuni materiali (in quanto non pregiudizievole all'idoneità dell'opera), la Direzione Lavori potrà applicare una adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

Nel caso in cui, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito di prove, l'Appaltatore non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per danni che dovessero derivargli o per spese che dovesse sostenere; egli potrà tuttavia richiedere una congrua proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori. Per contro, se il perdurare del ritardo risultasse di pregiudizio alla Stazione Appaltante, l'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori, dovrà prestarsi a far effettuare le prove in esame presso un altro Istituto, sostenendone i relativi oneri. Qualora invece l'esito delle prove pervenga con ritardo per motivi attribuibili alla condotta dell'Appaltatore ed i lavori debbano essere sospesi (anche parzialmente), spirato il termine ultimativo prescritto dalla Direzione Lavori, saranno applicate le penali per il ritardo nel compimento dei lavori.

In mancanza di riferimenti si richiamano, per l'accettazione, le norme contenute nel Capitolato generale d'appalto che qui si intendono integralmente trascritte, purché le medesime non siano in contrasto con quelle riportate nel presente Capitolato speciale, e si richiama altresì la normativa specifica vigente (leggi speciali, normative comunitarie, norme UNI, CEI, CNR, ICITE, DIN, ISO).

Per quanto riguarda le apparecchiature elettriche od elettromeccaniche, l'Appaltatore fornirà dispositivi conformi, alla data di fornitura delle apparecchiature, alle prescrizioni ed agli standard vigenti stabiliti da leggi, normative comunitarie e norme tecniche o di settore.

Per quel che concerne i materiali da costruzione, questi dovranno in ogni caso risultare conformi ai disposti del D.Lgs. 106/2017, al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011) ed al D.M. 17/01/18 ove applicabili.

ART. 3 Cementi, aggiunte, aggregati, additivi, acciaio

Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.
Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.
Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Controlli sul cemento

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui sopra.
Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.
Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.
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 negli 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 preconfezionamento installato nel cantiere stesso.
Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.
L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.
Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate 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 D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra sarà a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

Aggiunte

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

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.
La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.
Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N, R	0.4
CEM IIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.
Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:
fumo di silice ≤ 7% rispetto alla massa di cemento.
Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del calcolo del valore k specificato nel seguito.
Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente, il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto ≤0,45 k = 2,0
- per un rapporto acqua/cemento prescritto >0,45 k = 2,0 eccetto k = 1,0 per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.
L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE.
Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.
La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m^3. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nei paragrafi successivi. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 kg/m^3. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica sempre maggiore di 2600 kg/m^3.
Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:
- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO_3 da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente dal fatto che l'aggregato sia grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possegga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui ai paragrafi successivi. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, dette prove devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Percentuali di impiego di aggregati di riciclo

Origine del materiale da riciclo	**Classe del calcestruzzo**	**Percentuale di impiego**
Demolizioni di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a. (frammenti di cls ≥ 90%, UNI En 933-11)	≤ C20/25	fino al 60%
	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C45/55	≤ 20%

Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati – da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili o quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto e migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.
Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.
Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.
Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.
Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione.

Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X

XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Al fine di ottenere il corretto rapporto a/c e la classe di lavorabilità prevista si dovranno impiegare nel calcestruzzo additivi superfluidificanti conformi alla norma UNI EN 934-2, per quanto riguarda sia le caratteristiche chimico-fisiche sia quelle prestazionali.
Il dosaggio degli additivi dovrà essere conforme a quello dichiarato nelle schede tecniche del produttore.
Nel caso in cui una miscela richieda un dosaggio superiore a tali limiti per garantire le prestazioni richieste fino alla fine dello scarico della betoniera, si dovrà passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione e l'alterazione dei tempi di presa del calcestruzzo.

Additivi aeranti

In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo dovranno essere utilizzati specifici additivi aeranti, come prescritto dalle normative UNI EN 206-1 :2006 e UNI 11104:2004, al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni di cui ai successivi punti relative al contenuto di aria occlusa.

Additivi ritardanti

Additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori, per:
• particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
• getti in particolari condizioni climatiche (es. periodo estivo);
• opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

Additivi acceleranti

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

Antievaporanti

Eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI da 8656 a 8660.
L'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione; egli deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

Disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.
Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla Norma UNI 8866 parti 1 e 2, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 40 mm), rotoli tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17-01-2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).
L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Valori massimi di composizione chimica secondo D.M. 17/01/2018

Tipo di Analisi	**CARBONIO[a] %**	**ZOLFO %**	**FOSFORO %**	**AZOTO[b] %**	**RAME %**	**CARBONIO EQUIVALENTE[a] %**
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
a = è permesso superare il valore massimo di carbonio dello 0,03% in massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% in massa. **b** = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

Proprietà meccaniche secondo il D.M. 17/01/2018

Proprietà	**Valore caratteristico**
fy (N/mm^2)	≥ 450 α

ft (N/mm^2)	≥ 540 α
ft/fy	≥ 1,15 β ≤ 1,35 β
Agt (%)	≥ 7,5 β
fy/fy,nom	≤ 1,25 β
	α *valore caratteristico con p = 0,95* β *valore caratteristico con p = 0,90*

In aggiunta a quanto sopra riportato, si richiedono le seguenti caratteristiche aggiuntive tipo SISMIC:

Proprietà aggiuntive

Proprietà	**Requisito**
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Diametro nominale (d) mm	**Diametro massimo del mandrino**
Ø < 12	4 d
12 ≤ Ø ≤ 16	5 d
16 < Ø ≤ 25	8 d
25 < Ø ≤ 40	10 d

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.
La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.
Il valore della tensione σ_{max} sarà 270 N/mm^2 (0,6 fy,nom). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm^2 per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm^2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2 x 10^6.

Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc.).
La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e deformazione massima di trazione e compressione come da tabella seguente:

Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
d ≤ 16	5 d	± 4
16 < 25	10 d	± 2,5
25 ≤ d	15 d	± 1,5

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018.

Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

Aderenza e geometria superficiale

Ai fini della qualificazione, i prodotti in barre e in rotolo devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam-test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.
Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.
Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004:
- il valore dell'area relativa di nervatura f_r, per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura f_p, per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, deve risultare compreso entro i limiti di seguito riportati:

		Barre	Rotoli
per 5 ≤ Ø ≤ 6 mm	f_r ovvero f_p ≥	0,035	0,037
per 6 < Ø ≤ 12 mm	f_r ovvero f_p ≥	0,040	0,042
per Ø > 12 mm	f_r ovvero f_p ≥	0,056	0,059

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero delle dentellature.

Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nello stesso decreto.
Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall' "Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.
Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 17/01/2018.
Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva:

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

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.
Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. In particolare il Direttore dei Lavori dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio e quella riportata sui certificati consegnati.
La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.
Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Controllo di accettazione

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.
Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.
Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.
Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento e, in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.
I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo al D.M. 17/01/18, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

Valori di accettazione in cantiere - barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y *minimo*	425 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
f_y *massimo*	572 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
A_{gt} *minimo*	≥ 6.0%	per acciai B450C
A_{gt} *minimo*	≥ 2.0%	per acciai B450A
f_t / f_y	1,13≤ *ft/fy* ≤ 1,37	per acciai B450C
f_t / f_y	*ft/fy* ≥ 1,03	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y *minimo*	425 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
f_y *massimo*	572 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
A_{gt} *minimo*	≥ 6.0%	per acciai B450C
A_{gt} *minimo*	≥ 2.0%	per acciai B450A
f_t / f_y	1,13≤ *ft/fy* ≤ 1,37	per acciai B450C
f_t / f_y	*ft/fy* ≥ 1,03	per acciai B450A
Distacco del nodo	≥ Sez. nom. Ø maggiore × 450 × 25%	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro.
Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento.
L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.
Inoltre il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio tecnico centrale.
I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al
D.M. 17/01/18, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico
centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso

dei requisiti previsti dal D.M. 17/01/18, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di accettazione prescritti al presente paragrafo. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove da effettuarsi presso il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato delle prove di accettazione in cantiere, siano effettivamente quelli prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove contenente l'indicazione delle strutture cui si riferisce ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. 17/01/18 e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:
– l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
– una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
– l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
– il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
– la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
– la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
– l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
– le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
– i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.
I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

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.
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"; in particolare si ha:

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e
φ ≤ 16 mm	4 φ
φ > 16 mm	7 φ

Trasporto, stoccaggio e lavorazione

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.

Le barre di armatura, le reti saldate e le gabbie di armatura prefabbricate devono essere trasportate, stoccate, piegate e posizionate in modo da non subire alcun danno.
Prima della messa in opera deve essere esaminato lo stato della superficie delle armature per assicurare che esse siano prive di sostanze nocive che possono danneggiare l'acciaio, il calcestruzzo o l'aderenza fra i due materiali.
Le armature devono essere tagliate e piegate secondo quanto specificato nelle norme internazionali o nazionali al riguardo. La piegatura deve, di regola, essere effettuata con metodi meccanici, a velocità costante, senza strappi, con l'aiuto di mandrini, in modo che la parte piegata abbia curvatura costante. Se la temperatura ambiente è inferiore ai valori specificati nelle norme possono essere necessarie ulteriori precauzioni.
Di regola vanno evitati danni meccanici (per esempio intagli o fessure), rottura delle saldature in gabbie di armature prefabbricate e in reti saldate, depositi superficiali che alterino le proprietà di aderenza, mancanza di identificazione delle armature, riduzione della sezione per corrosione oltre determinati valori limite ammissibili.
Eventuali saldature dovranno essere eseguite solamente sugli acciai da armatura saldabili e saranno eseguite e controllate da personale appositamente istruito sulla saldatura di armature. Sarà cura dell'Appaltatore controllare che la saldatura sia eseguita nel rispetto di norme internazionali o nazionali. Se esiste un rischio di fatica, la saldatura delle armature deve essere conforme a requisiti particolari indicati in norme specifiche.
L'esecuzione ed il controllo delle giunzioni saldate devono essere conformi ad appositi requisiti previsti dalle norme nazionali od internazionali già citate in precedenza.
I metodi di saldatura permessi includono la saldatura elettrica a scintillio, a resistenza, ad arco (con elettrodi rivestiti o sotto gas protettivo) oppure saldature a gas ad alta pressione.
In generale, le barre di armatura non devono essere saldate nei punti di piegatura o nelle immediate vicinanze.
La lunghezza e la posizione delle giunzioni per sovrapposizione devono essere conformi al progetto e ai disegni. Se le lunghezze delle barre consegnate in cantiere non corrispondono ai disegni, le modifiche devono essere introdotte solo con l'approvazione della Direzione Lavori.
L'assemblaggio delle armature deve essere sufficientemente robusto da assicurare che le barre non si spostino dalla posizione prescritta durante il trasporto, il posizionamento e il getto del calcestruzzo. Il ricoprimento specificato per le armature deve essere mantenuto mediante l'uso di supporti e distanziatori approvati. Alle armature deve essere impedito qualunque spostamento e la loro posizione deve essere controllata prima del getto. Nelle zone fortemente armate deve essere prevista una spaziatura delle barre sufficiente a consentire la corretta compattazione del calcestruzzo.

ART. 4 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

Classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}).

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai

paragrafi seguenti. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.
La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di ¼ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento

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

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

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

(a_{gh}) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
(a_m) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

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

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

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

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.
I termini utilizzati sono:
c => dosaggio per m^3 di impasto di cemento;
cv => dosaggio per m^3 di impasto di cenere volante;
fs => dosaggio per m^3 di impasto di fumo di silice;
K_{cv} ; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104.

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga, al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere, la lavorabilità prescritta.
Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato, la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato, la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare, la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita attraverso:

ART. 1 il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

ART. 2 la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Eccezion fatta per strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.
Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:
- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

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

Acqua di bleeding

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

Contenuto d'aria

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

Prescrizioni per la durabilità

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

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

ART. 5 Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:
1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) corrisponde alla produzione limitata di calcestruzzo direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 17/01/2018 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare" effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).
Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato, l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:
- materiali che si intende utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI EN 1097-6;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 17/01/2018 al punto 11.2.8 laddove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.
Di conseguenza, in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

ART. 3 calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;

ART. 4 calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;

ART. 5 calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante e devono disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.
Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.
Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI CEI EN ISO/IEC 17021. Quale riferimento per tale certificazione, devono essere considerate le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione, le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.
È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ogni carico di calcestruzzo recapitato in cantiere dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- nome dell'impianto di produzione del calcestruzzo;
- numero di serie della bolla di consegna;
- data e ora del carico (ossia del primo contatto fra cemento e acqua);
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome e ubicazione del cantiere;
- 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;
- tipi e quantitativi di aggiunte e di additivi;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati;
- proprietà particolari.

A richiesta, il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori. Inoltre l'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato.

ART. 6 Norme di riferimento per il calcestruzzo ed il calcestruzzo armato

D.M. 17/01/18 Norme Tecniche per Costruzioni **Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato** **Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale** **Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza** **D.Lgs. 106/2017 e Regolamento UE 305/2011**	
UNI EN 206-1	*Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità*
UNI 11104	*Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1*
UNI EN 197-1	*Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni*
UNI 9156	*Cementi resistenti ai solfati*
ISO 9001	*Sistema di gestione per la qualità. Requisiti*
UNI EN 12620	*Aggregati per calcestruzzo*
UNI 8520 Parte 1 e 2	*Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti*
UNI EN 1008	*Acqua d'impasto per il calcestruzzo*
UNI EN 934-2	*Additivi per calcestruzzo*
UNI EN 450	*Ceneri volanti per calcestruzzo*
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	*Fumi di silice per calcestruzzo*
UNI EN 12350-2	*Determinazione dell'abbassamento al cono*
UNI EN 12350-5	*Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse*
UNI EN 12350-7	*Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco*
UNI 7122	*Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata*
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	*Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione*
prEN 13791	*Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera*
UNI EN 12504-1	*Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione*

EN 10080	*Acciaio per cemento armato*
UNI EN ISO 15630 -1/2	*Acciai per cemento armato: Metodi di prova*
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	*Progettazione delle strutture in c.a.*
UNI ENV 13670	*Execution of concrete structures*
UNI 8866	*Disarmanti*

ART. 7 Calcestruzzo per uso non strutturale

Per la regolarizzazione del piano di fondazione delle strutture (gettate in opera o prefabbricate) e per i getti di completamento non armati sarà impiegato calcestruzzo per uso non strutturale con le seguenti caratteristiche:

- classe di consistenza al getto S4;
- diametro massimo degli aggregati 32 mm;
- classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4;
- classe di resistenza a compressione minima C12/15.

Il suddetto getto di calcestruzzo non strutturale per la regolarizzazione del piano di fondazione delle strutture avrà spessore di almeno 10 cm e deborderà dal filo esterno delle fondazioni di almeno 10 cm.

Per la sagomatura delle tramogge e degli strati di pendenza sarà impiegato calcestruzzo per uso non strutturale preconfezionato, conforme alla norma UNI EN 206, alleggerito con aggregati leggeri conformi alla UNI EN 13055-1 (argilla), in classe di consistenza S4, classe di esposizione XC2-XA1, classe di resistenza caratteristica a compressione LC 25/28, D1,8 (intervallo di massa volumica 1700÷1800 kg/m³).

ART. 8 Calcestruzzo C28/35 classe di esposizione XC2-XA1

Per la realizzazione dei manufatti in progetto, sarà impiegato calcestruzzo a prestazione garantita con le seguenti caratteristiche minime, definite in accordo alla UNI EN 206-1:

- *calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in terreni debolmente aggressivi con un tenore di solfati compreso tra 2000 e 3000 mg/kg, in classe di esposizione XC2-XA1 (UNI 11104), R_{ck} 35 N/mm^2, cemento MRS a moderata resistenza ai solfati in accordo alla UNI 9156, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, D_{max} 32 mm, Cl 0.4.*

PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1: MRS;
A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo
B0) In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.17/01/18) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un **Sistema di Controllo della Produzione (FPC)** effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.
B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
B2) Classi di esposizione ambientale: XC2-XA1
B3) Rapporto a/c max: 0.55
B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)
B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m^3)
B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 Kg/m^3
B7) Aria intrappolata: max. 2,5%
B9) Diametro massimo dell'aggregato: 25 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
B10) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
B11) Classe di consistenza al getto S4/S5 oppure slump di riferimento 23 ± 3cm
B12) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Prescrizioni per la struttura
C1) Copriferro nominale: 35 mm.
C2) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni.
C3) Acciaio B450C conforme al D.M. 17/01/2018:

Proprietà	**Requisito**
Limite di snervamento f_y	≥450 MPa
Limite di rottura f_t	≥540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	≥7,5%
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y\ misurato}/ f_{y\ nom}$	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
Controllo radiometrico**	
* = prove periodiche annuali ** = controllo per colata	

ART. 9 Strutture in acciaio

Lo scopo del presente articolo è quello di fissare i requisiti tecnici generali per l'acquisizione dei materiali, per la realizzazione, il controllo e la fornitura delle strutture in acciaio.

Normativa di riferimento

La presente specifica è basata su leggi, norme e regolamenti vigenti:

- *D.M. 17 Gennaio 2018* : "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni ";

Esecuzione

UNI 552 – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;
UNI 3158 – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;
UNI ENV 1090-1 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;
UNI ENV 1090-2 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;
UNI ENV 1090-3 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;
UNI ENV 1090-4 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;
UNI ENV 1090-6 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;
UNI EN ISO 377 – Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;
UNI EN 10002-1 – Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);
UNI EN 10045-1 – Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;
UNI EN 20898-2 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;
UNI EN 20898-7 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;
UNI 5592 – Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;
UNI EN ISO 4016 – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

Profilati cavi

UNI EN 10210-1 – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;
UNI EN 10210-2 – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;
UNI EN 10219-1 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;
UNI EN 10219-2 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

Prodotti laminati a caldo

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

UNI EN 10025-2 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
UNI EN 10025-3 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;
UNI EN 10025-4 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;
UNI EN 10025-5 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
UNI EN 10025-6 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

Zincatura

UNI EN ISO 1461:2009 – Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – Specificazioni e metodi di prova;
UNI EN ISO 14713-1:2010 – Rivestimenti di zinco – Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi – Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione;
UNI EN ISO 14713-2:2010 – Rivestimenti di zinco – Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi – Parte 2: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo.

Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni.
Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:2017, UNI EN ISO 6892-1:2016, UNI EN ISO 148-1:2016.
Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-
S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S460 MH/MLH	460	530	-	-

Acciaio per strutture saldate

Composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle nuove norme tecniche.

Processo di saldatura e qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.
I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto in tale norma, 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 ISO 14732:2013. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.
Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.
Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2017; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.
Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.
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 rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009 ed UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici ed UNI EN 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.
Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve rispondere a particolari requisiti.
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). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella seguente.
La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati[1]
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
[1] Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

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

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole addizionali:
- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura ftk (nominale) e la tensione di snervamento fyk (nominale) deve essere maggiore di 1,10 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento media fy,media deve risultare inferiore ad 1,20 fy,k per acciaio S235 e S275, oppure ad 1,10 fy,k per acciai S355 S420 ed S460;
- 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

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli raggruppabili per lotti di produzione.
Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5.
Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.
Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, fatto salvo quanto prescritto ed obbligatoriamente applicabile per i prodotti di cui a norme armonizzate in regime di cogenza, il fabbricante deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.
La documentazione deve essere riferita ad una produzione relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque ≥ 500 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25.
Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.
Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su 30 saggi appositamente prelevati da almeno 3 lotti diversi.
La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento fabbricante deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.
Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.
Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1,

UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.
Per quanto concerne f_y e f_t, i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.
I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025 oppure delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 ed UNI EN 10219 per i profilati cavi ed alle UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per gli acciai inossidabili.È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.
I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.
La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

Verifica periodica della qualità

Il laboratorio incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante effettua periodicamente a sua discrezione, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettua per ciascun tipo non meno di 15 prove a trazione, sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti, sia da saggi appositamente accantonati dal fabbricante in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.
Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.
Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.
Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.
Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale, e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.
Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.
Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.
Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025 oppure delle tabelle di cui alle norme europee della serie UNI EN 10210 ed UNI EN 10219 per i profilati cavi ed alle UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 per gli acciai inossidabili.

Controlli nei centri di trasformazione

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto τu.Rd della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma UNI EN 1994-1. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.
Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di prelavorazione di componenti strutturali

In generale, il centro di prelavorazione deve rispettare le prescrizioni relative ai centri di trasformazione.
Nell'ambito del processo produttivo si effettuano esclusivamente lavorazioni di spianatura dei rotoli, di taglio, foratura e piegatura.
Il Direttore Tecnico del centro di prelavorazione deve assicurare che le lavorazioni adottato non alterino le caratteristiche meccaniche originarie.
Qualora i prodotti realizzati dai centri di prelavorazione siano forniti ad una officina di produzione di carpenteria metallica o ad una officina di produzione di elementi strutturali in serie, quest'ultima verifica il processo di produzione del centro di prelavorazione.

Officine per la produzione di carpenterie metalliche e verifiche del direttore dei lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.
Detti controlli in officina devono essere effettuati in ragione di almeno 1 prova ogni 30 t di acciaio della stessa categoria, proveniente dallo stesso stabilimento, anche se acquisito in tempi diversi, avendo cura di prelevare di volta in volta i campioni da tipi di prodotti o spessori diversi.
I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, ovvero le prescrizioni delle tabelle del D.M. 17/01/18 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.
Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.
Deve, inoltre, essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate, e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.
Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio e fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.
Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.
Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:
- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.
Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda alle Norme Tecniche sulle Costruzioni, ove applicabili.

Officine per la produzione di bulloni e di chiodi e verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
I controlli in stabilimento sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina in numero di almeno 1 prova a trazione su bullone o chiodo ogni 1000 prodotti.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi dell'attestato dell'avvenuto deposito della documentazione presso il Servizio Tecnico Centrale.
I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.
Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.
Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.
Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle,

etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.
Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.
A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:
- *Elementi di Carpenteria Metallica*: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.
- *Lamiere grecate e profili formati a freddo*: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- *Bulloni e chiodi*: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- *Giunzioni meccaniche*: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.
I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera. Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.
Se un risultato è non conforme, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.
Se i tutti risultati validi della prova sono maggiori o uguali del previsto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.
Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, un ulteriore campionamento, di numerosità doppia rispetto a quanto precedentemente previsto in relazione alle varie tipologie di prodotto, deve essere effettuato da prodotti

diversi del lotto in presenza del fabbricante o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

ART. 10 Pannelli di lamiera coibentata

Per il tamponamento della struttura di protezione della pompa di rilancio dei fanghi sedimentati saranno impiegate lastre in doppia lamiera sagomata coibentata (tipo ISOLPACK Star o equivalente) di tipo autoportante in acciaio zincato preverniciato.
Spessore pacchetto 100 mm, spessore lamiere 5/10+4/10 mm unite per sovrapposizione.
Compresi tagli, adattamenti, sfridi, sormonti, idonei fissaggi alla sottostante struttura, ogni assistenza edile necessaria.
Resistenza al carico neve / vento secondo relazione di calcolo strutturale.
Le lastre saranno dotate frontalmente di elemento di testata sagomato a protezione del coibente.
Compresi tagli, adattamenti, sfridi, sormonti, idonei fissaggi alla sottostante struttura, ogni assistenza edile necessaria. Posa in opera mediante foratura dei pannelli e inserimento di fissaggio meccanico specifico ed omologato dal produttore per applicazione su orditura metallica di supporto, costituito da viti autofilettanti ø mm 6,3 in acciaio zincato passivato con rondella cava incorporata, cappellotti, guarnizioni in paradrite e vipla.

ART. 11 Ghiaia naturale

La ghiaia naturale da utilizzarsi quale strato di sotto-fondazione e/o riempimento a tergo delle fondazioni stesse, per il risanamento del fondo e per la formazione del letto di posa e ricoprimento delle condotte, non dovrà essere suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile e non plasticizzabile) e sarà altresì priva di radici e di sostanze organiche. In generale, la granulometria, se non indicata esplicitamente negli elaborati progettuali, sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori: in ogni caso, il materiale dovrà essere tale da garantire stabilità e ridottissimi cedimenti secondari e dovrà essere posato e lasciato stabilizzare per tutto il tempo necessario ad escludere apprezzabili assestamenti successivi che possano inficiare le sovrastrutture previste.
Il materiale dovrà inoltre presentare gli spigoli arrotondati (dovrà quindi essere preferibilmente materiale di fiume) e dovrà essere posato con particolare cura, al fine di non intaccare le strutture di fondazione e le tubazioni.
Qualora l'Appaltatore non rispetti tali prescrizioni, è da ritenersi unico responsabile dei successivi ammaloramenti e danneggiamenti che le strutture o le tubazioni potranno subire per fenomeni di assestamento del materiale riportato.

ART. 12 Sabbia granita di cava

La sabbia granita di cava da utilizzarsi per la formazione del letto di posa e ricoprimento delle tubazioni non dovrà essere suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile e non plasticizzabile) e sarà altresì scevra di materie terrose, radici e sostanze organiche. In generale, la granulometria, se non indicata esplicitamente negli elaborati progettuali, sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori: in ogni caso, il materiale dovrà essere tale da garantire stabilità e ridottissimi cedimenti secondari e dovrà essere posato e lasciato stabilizzare per tutto il tempo necessario ad escludere apprezzabili assestamenti successivi che possano inficiare le sovrastrutture previste.
Il materiale dovrà essere posato con particolare cura, al fine di non intaccare le condotte e di conseguire il grado di compattazione prescritto. Qualora l'Appaltatore non rispetti tali prescrizioni, è da ritenersi unico

responsabile dei successivi ammaloramenti e danneggiamenti che le strutture o le tubazioni potranno subire per fenomeni di assestamento del materiale riportato.

ART. 13 Misto granulare anidro

Per la formazione dello strato di fondazione di pavimentazioni bituminose sarà impiegato misto granulare anidro composto di grossa sabbia e ciottoli di dimensioni non superiori ai cm 12, assolutamente scevro di materie terrose ed organiche e con minime quantità di materie limose o argillose.

ART. 14 Misto cementato

Il riempimento delle trincee di posa delle condotte al di sotto di strade statali o provinciali sarà realizzato con misto cementato,
conglomerato idraulico ottenuto dalla miscelazione di misto granulare frantumato (di pietrisco), cemento ed acqua.

Caratteristiche dei materiali impiegati

Inerti:
- provenienti da ghiaie e sabbie di cava;
- percentuale di materiale frantumato compreso tra il 90% e il 100% in peso sul totale degli inerti;
- dimensione massima degli elementi inferiore a 40 mm;
- perdita in peso Los Angeles (LA) < 30%;

Legante:
Cemento di tipo Portland 32.5R dosato in una percentuale compresa tra il 3% e il 4% sul peso degli inerti asciutti.
Acqua:
Il dosaggio d'acqua avviene in funzione dell'umidità naturale dell'aggregato in modo tale da assicurare il contenuto ottimale della stessa e con una variazione compresa entro il +/- 2% sul peso della miscela.

Caratteristiche meccaniche

Resistenza a compressione 7gg Rc 2.5 – 5.0 (MPa)
Resistenza a trazione (brasiliana) 7gg Rt >0.25 – 0.50 (MPa)

Posa in opera
Il piano di posa dovrà essere adeguatamente livellato e costipato al fine di assicurare le idonee condizioni di portanza. Per la stesa saranno impiegate vibrofinitrici meccaniche. Il costipamento sarà effettuato con rulli lisci vibranti, rulli gommati o rulli misti di idonee masse e dimensioni. La stesa è vietata con temperature superiori a 30°C e con temperature inferiori a 0°C; va assolutamente evitata la stesa sotto la pioggia. Con temperature estive si dovrà bagnare abbondantemente il piano di posa e proteggere con teli idonei il conglomerato cementizio durante il trasporto per impedire l'evaporazione dell'acqua di impasto. Di norma i giunti di ripresa devono essere a sezione verticale (terminando la stesa a ridosso di una tavola o pannello). Al completamento

delle opere di costipamento e finitura si provvederà allo spargimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% di bitume dosandola 1-2 kg/mq con successiva applicazione di sabbia.

ART. 15 Leganti bituminosi di base e modificati

Saranno impiegati esclusivamente prodotti provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo.
Dovranno in particolare essere conformi alle norme:

- UNI EN 12591 (Bitumi e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali),
- UNI EN 13808 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro di riferimento delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose),
- UNI EN 13924-1 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi speciali per pavimentazioni stradali - Parte 1: Bitumi duri per applicazioni stradali),
- UNI EN 13924-2 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi speciali per applicazioni stradali - Parte 2: Bitumi per applicazioni stradali multigradi)
- UNI EN 14023 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri),
- UNI EN 15322 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro di riferimento delle specifiche dei leganti bituminosi fluidificati e flussati).

Definizioni

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking).
I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali.
I bitumi da modificare con additivi sono denominati di “base modifica”e chiamati “BM”.
I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (cfr. tabella 0-C).
I bitumi modificati sono prodotti in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica “BM” con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- Bitume con modifica “MEDIUM” (caratteristiche sono riportate nella tabella 0-A)
- Bitumi con modifica “HARD” (caratteristiche riportate nelle tabelle 0-B, C, D)

Gli additivi sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche

La tabella sinottica 25.2-A che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica 25.2-B i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella 0-C, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TABELLA 0-A: LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab. 0-B)
Bitume tal quale per usi diretti	0	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	0	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	0	B	CBM
Bitume Hard	0-A	C	CBH(°°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP,ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	0-B	D	MTF, CBRF
Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	0-C	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	0	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	0	A.C.F.	CBR(°°°), CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto
Fibre di natura minerale (vetro) o miste	0-A	MST	CBD, TSC, MT,CBMD,CBMU,ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo		MST	MTF
Leganti sintetici		LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti
(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB
(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura)

TABELLA 0-B: CONGLOMERATI BITUMINOSI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBM	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Medium"
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fono-assorbente monostrato
CBMD	Conglomerato bituminoso micro-drenante per usura
CBDC	Conglomerato bituminoso drenante calcareo
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBMU	Conglomerato bituminoso micro-usura
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
ECD	Conglomerato bituminoso ecodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
MTF	Microtappeti a freddo
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature

Sigla	Campi di applicazione
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD,CBDC
MAMT	Mano di attacco per MT, CBMU
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP(lastra in cls ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

TABELLA 0-C: ADDITIVI

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tabella 0 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo. Nella Tabella 25.3 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 0 - Bitume "A" (50/70)

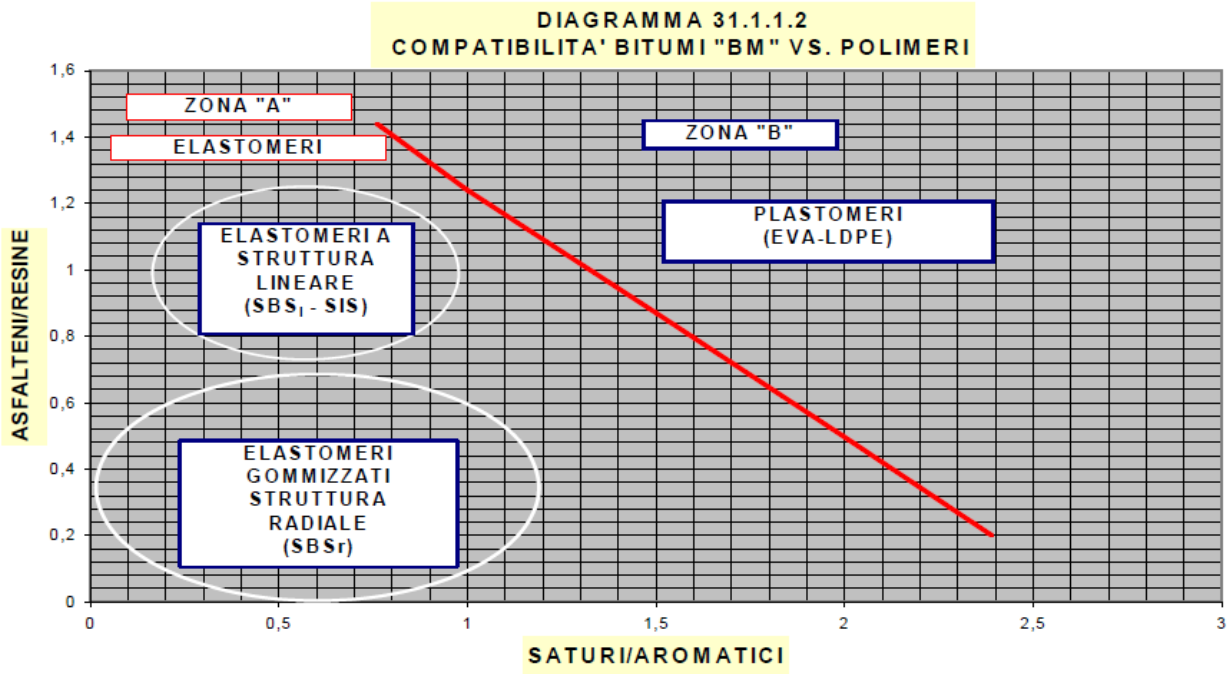
Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	$\leq$ -6
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	$\geq$ 99
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 10 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	$\geq$ 0.05 $\leq$ 0,2
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	$\leq$ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	$\geq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	$\leq$ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

Caratteristiche del bitume di base "BM" per la modifica con polimeri

Per i leganti bituminosi semisolidi di base BM si indicano 8 caratteristiche più i frazionamenti chimici riferiti agli asfalteni, polari (resine), aromatici, saturi determinati mediante analisi TLC/FID Iatroscan. Per questi ultimi, i valori dei rapporti asfalteni/resine e saturi/aromatici dovranno essere tali da rientrare nel quadrante di

compatibilità riportato nel diagramma seguente, inoltre si dovrà rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento, obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite ai rapporti dei frazionamenti chimici del diagramma.



Nella tabella e nel diagramma di cui sopra sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica "BM" quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.
I prelievi devono essere eseguiti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58 (Bitume e leganti bituminosi - Campionamento di leganti bituminosi).
La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 0 comporta l'applicazione delle penalità indicate nel seguito.

TABELLA 0: Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 10 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

Leganti bituminosi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica 25.2-C).
Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati.

Nel seguito si indicano le 9 caratteristiche dei bitumi modificati "Medium" siglati: "B" e "D", e le 10 caratteristiche per quelli a modifica "Hard" siglati "C".
Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.
Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.
L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Certificazione di qualità
I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16/05/1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30/05/1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

Bitumi modificati con additivi
I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.
La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:
Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 0)
Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 8-A, B, C, D)
I bitumi con modifica " MEDIUM " possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica "HARD", utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° salvo diversa indicazione della Committente.
I bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 0-A, B, C, D.
Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.
Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato,le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle 0-A, B, C, D.
In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione.

Bitumi con modifica "MEDIUM"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati:

TABELLA 0: BITUME "MEDIUM"- LEGANTE "B"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -10
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 100 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.10 - ≤ 0,3
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 65
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI 12067-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 8

(*) Rolling Thin Film Oven Test

Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" - CBH (Vedi tavola sinottica 25.2-A), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono.

TABELLA 0-A: BITUME HARD - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 100 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.15 - ≤ 0,40
Ritorno elastico a 25° C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Resistenza a fatica, G*sinδ, 1.0kPa (0.145 psi), a10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003	≥ 9
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,8

Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 5

(*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 0-B: BITUME HARD - LEGANTE "D"(**)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ -10
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 100 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.05 - ≤ 0,20
Ritorno elastico a 25° C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

(*) Rolling Thin Film Oven Test
(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

TABELLA 0-C: BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ -10
Viscosità dinamica a 160°C (gradiente di velocità = 100 s^{-1})	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.70 - ≤ 2,00
Ritorno elastico a 25° C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a 180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 15

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

(*) Rolling Thin Film Oven Test

I bitumi hard devono inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer).

La metodologia è con sistema piatto-piatto (25mm di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio (τ =200Pa con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec. I valori di G* (modulo complesso) e δ (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati:

TABELLA 0-D: BITUME HARD - LEGANTE "D"(**)

Temperatura (°C)	Fuso G* (Pa)		Fuso δ (°)	
5	3000000	7000000	2	10
10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69
45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti "F1" e "F2" nella tavola sinottica 25.2-A andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

TABELLA 0: EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	" F1 " a rapida rottura (RR55)	" F2 " a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	≤ 45	≤ 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	≥ 55	≥ 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	≤ 2	≤ 6
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	≥ 55	≥ 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3 / 10	5 / 12

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	" F1 " a rapida rottura (RR55)	" F2 " a media rottura (RM55)
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	≤ 220	≤ 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	≥ 35	≥ 35

Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB "Normali", CBM "Medium" e CBH "Hard" per strati di Base – in zone ad alto traffico), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF - in zone ad alto traffico) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR – impiego indispensabile in ogni caso).

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 0

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, ý = 100 s-1 (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74).

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume.
L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Modificanti strutturali (MST)
Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi. Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)
Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBMD, MT, ECD), l'aggiunta della fibra è obbligatoria.
La composizione chimico-fisica delle fibre di vetro è riportata in tabella sottostante.
A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.
L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.
Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.
Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

TABELLA 0-A: Composizione Chimica
Vetro "E" (Filato di vetro)

	%	tolleranze
SiO2	54	± 0,5
Al2O3	14,4	± 0,5
Fe2O3	0,25	± 0,15
TiO2	0,25	± 0,15
CaO	22,1	± 0,4
MgO	0,6	± 0,1
SrO	0,15	± 0,1
Na2O	0,51	± 0,15
K2O	0,38	± 0,15
B2O3	6,8	± 0,4
SO3	0,035	± 0,005

TABELLA 0-B: caratteristiche meccaniche

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	7/15
Superficie specifica fibra	cm^2 /g	2700

Resistenza alla trazione	GPa	1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

ART. 16 Conglomerati bituminosi a caldo

Definizioni

Nell'ambito del presente capitolato si applicano le definizioni seguenti:

- **Conglomerato bituminoso prodotto a caldo**: conglomerato bituminoso nel quale i granuli di aggregato hanno granulometria continua o una discontinuità granulometrica tale da formare una struttura interbloccante;
- **Strato**: elemento di una pavimentazione posato in una singola operazione;
- **Strato superficiale d'usura**: strato superiore della pavimentazione che è a contatto con il traffico;
- **Strato di collegamento (binder)**: parte della pavimentazione tra lo strato superficiale d'usura e lo strato di base;
- **Strato di base**: elemento strutturale principale di una pavimentazione; lo strato di base può essere posato in uno o più strati, descritti come base "superiore", base "inferiore", ecc;
- **Strato di risagomatura**: strato di spessore variabile applicato a un manto o superficie esistente al fine di ottenere il profilo necessario per un ulteriore strato di spessore consistente;
- **Conglomerato bituminoso preesistente fresato (materiale da integrazione)**: si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Generalità

I conglomerati bituminosi a caldo devono essere prodotti e forniti in conformità alla norma UNI EN 13108-1 (Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo) e alle specifiche e i requisiti indicate riportate nel presente capitolato, secondo il metodo fondamentale (o secondo metodo) della norma UNI EN 13108-1.

Devono essere utilizzati solo materiali costituenti la cui idoneità sia stata accertata. L'accertamento dell'idoneità deve risultare da uno o più documenti tra i seguenti:

- norma europea
- benestare tecnico europeo

In assenza di tali documenti, ad esempio per additivi quali fibre organiche o organiche e pigmenti, l'accertamento di idoneità può essere dimostrato con:

- specifiche di materiale basate su una storia dimostrabile di impiego soddisfacente in conglomerati bituminosi, fornendo evidenza della loro idoneità, derivante dalla pratica.

Legante: il legante deve consistere in bitume per applicazioni stradali conforme alla norma UNI EN 12591 (Bitumi e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali), bitume modificato conforme alla norma UNI EN 14023 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri) o bitume duro conforme alla norma UNI EN 13924-1 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi speciali per pavimentazioni stradali - Parte 1: Bitumi duri per applicazioni stradali), o conformi alla UNI EN 13924-2 (Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi speciali per applicazioni stradali - Parte 2: Bitumi per applicazioni stradali multigradi).

Aggregato grosso: l'aggregato grosso deve essere conforme alla norma UNI EN 13043 (Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico), come appropriato per l'impiego previsto.

Aggregato fine: l'aggregato fine deve essere conforme alla norma UNI EN 13043, come appropriato per l'impiego previsto.
Aggregato in frazione unica: l'aggregato fine deve essere conforme alla norma UNI EN 13043, come appropriato per l'impiego previsto.
Filler: l'aggregato fine deve essere conforme alla norma UNI EN 13043, come appropriato per l'impiego previsto.
Conglomerato bituminoso di recupero: le proprietà del conglomerato bituminoso di recupero devono essere dichiarate in conformità della norma UNI EN 13108-8 (Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 8: Conglomerato bituminoso di recupero) e devono soddisfare i requisiti appropriati per l'impiego previsto. Le dimensione al setaccio superiore dell'aggregato relativo al conglomerato bituminoso di recupero non deve eccedere la dimensione al setaccio superiore della miscela. Le proprietà dell'aggregato del conglomerato bituminoso di recupero devono soddisfare i requisiti specificati per l'aggregato di miscela.
Additivi: la natura e le proprietà di tutti gli additivi devono essere dichiarate e devono essere conformi all'accertamento dell'idoneità precedentemente indicato.

Impiego di conglomerato bituminoso di recupero
Nel prospetto 0-A seguente si riportano i limiti di composizione dei conglomerati per l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero, facendo riferimento a miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" l'altro a modifica "Hard".

Prospetto 0-A

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB "Normali"	Strato di base	≥ 75	< 25	3 – 5 (*)
	Strato di collegamento (binder)	≥ 85	≤ 15	-----
	Strato superficiale d'usura	≥ 90	≤ 10	-----
CBM "Medium"	Strato di base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Strato di collegamento (binder)	≥ 75	≤ 25	-----
	Strato superficiale d'usura	≥ 80	≤ 20	-----
CBH "Hard"	Strato di base	≥ 80	≤ 20	3 – 5 (*)
	Strato di collegamento (binder)	≥ 85	≤ 15	-----
	Strato superficiale d'usura	≥ 90	≤ 10	-----

(*) in zone ad alto traffico

Si può usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc) per lo strato di usura.
Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F..
I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.
Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Aggregati
Ciascuna fornitura di aggregati dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 e relativa dichiarazione di prestazione.
Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiatita, allungata o lenticolare.
L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.
I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.
Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.
Il valore della percentuale di frantumato è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: minimo 65% di inerte frantumato
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): 100% di inerte frantumato, escluso quello proveniente da eventuali integrazioni
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: 100% di inerte frantumato escluso inerti non naturali
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: 100% di inerte frantumato escluso inerti non naturali

Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.
Il valore di della percentuale di frantumato è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: minimo 60%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): minimo 65%
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: minimo 80%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali o sintetiche.

Resistenza alla frammentazione - Prova Los Angeles
La resistenza alla frammentazione va determinata secondo la norma UNI EN 1097-2 (Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 2: Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione).
Il valore della perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: < 25% in peso
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): < 25% in peso

- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: < 20% in peso
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: < 20% in peso

Resistenza al gelo e disgelo

La resistenza al gelo e disgelo va determianta secondo la norma UNI EN 1367-1 (Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 1: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo).

Il valore della sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature, in riferimento alla perdita di massa, è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: < 2%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): < 2%.
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: < 1%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: < 1%.

Resistenza all'abrasione

La resistenza all'abrasione va determinata secondo la norma UNI EN 1097-9 (Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 9: Determinazione della resistenza all'usura per abrasione da pneumatici chiodati - Prova scandinava)[1]

Il valore della perdita di resistenza all'abrasione è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: < 30%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): < 30%.
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: < 20%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: < 20%

Strati di usura: Valore di levigabilità VL e VLmix.

I valori di levigabilità vanno determinati secondo la norma UNI EN 1097-8 (Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 8: Determinazione del valore di levigabilità).

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere ≥ 40.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di VL ≤ 40

Il valore VLmix, degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 2 mm per ciascuna pezzatura impiegata.

Calcolo del VLmix,:

a) Si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm.
b) La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm.
c) Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
d) Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione va determinato secondo la norma CNR fascicolo IV/1953.

Il valore del Coefficiente di imbibizione eseguito sulle singole pezzature è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

[1] La prova si applica agli aggregati aventi granulometria compresa fra 11,2 mm e 16,0 mm.

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: < 0.015
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): < 0.015
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: < 0.015
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: < 0.015.

Coefficiente di forma

Il coefficiente di forma va determinato secondo la norma UNI EN 933-4 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 4: Determinazione della forma dei granuli - Indice di forma); il coefficiente di appiattimento va determinato secondo la norma UNI EN 933-3 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 3: Determinazione della forma dei granuli - Indice di appiattimento).
Il valore dei coefficienti di forma "SI" e di appiattimento "FI" è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito: ≤ 10%.

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: ≤ 10%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): ≤ 10%.
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: ≤ 10%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: ≤ 10%.

Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia va determinato secondo la norma UNI EN 933-8 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 8: Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia).
Il valore dell'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini è indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: >70%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): >70%
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: >70%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: >70%

Spogliamento in acqua

Per lo strato con funzione di usura lo spogliamento in acqua va determinato secondo la norma UNI EN 12697-11 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 11: Determinazione dell'affinità tra aggregato e bitume).
Per lo strato con funzione di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0%.
In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

Additivi-filler

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il ΔPA deve essere > 5°C, secondo la norma UNI EN 13179-1 (Prove sugli aggregati complementari (filler) utilizzati nelle miscele bituminose - Parte 1: Prova con anello e biglia).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
  - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005).

Requisiti per la miscela

La formulazione del conglomerato deve essere dichiarata e documentata.
Nella composizione, la miscela del conglomerato bituminoso deve soddisfare i requisiti ripostati nel seguito.
Nel seguito vengono indicati i requisiti, da intendersi fra loro alternativi:

- resistenza alla deformazione permanente;
- resistenza alla deformazione permanente nella prova di compressione triassiale;

La scelta del metodo per la verifica di conformità della resistenza a deformazione permanente compete alla Direzione Lavori, salvo specifiche prescrizioni riportate negli elaborati di progetto.

Granulometria

La granulometria deve essere espressa come percentuale in massa sull'aggregato totale. I setacci da utilizzare devono essere o il gruppo di setacci base più il gruppo 1 o il gruppo di setacci base più il gruppo 2, secondo la norma UNI EN 13043; non è consentita alcuna combinazione di dimensioni di setacci presi dal gruppo 1 e dal gruppo 2. I setacci fra la dimensione massima e i 2 mm devono pertanto essere presi fra i seguenti:

- gruppo di setacci base più il gruppo 1, in mm: 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5;
- gruppo di setacci base più il gruppo 2, in mm: 4; 6,3; 8; 10; 12,5; 14; 16; 20; 31,5;

i requisiti per la granulometria sono espressi in termini di valore massimo e minimo (fuso granulometrico) per le percentuali di passante ai setacci: 1,4D; D; 2 mm; 0,063 mm; dove D è la dimensione al setaccio superiore dall'aggregato nella miscela, secondo le seguenti tabelle:

prospetto 1 **Limiti generali della composizione ottimale: gruppo setacci base più gruppo 1**

D	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
Setaccio mm	Passante al setaccio in % in massa						
1,4 *D* a)	100	100	100	100	100	100	100
D	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100
2	Da 50 a 85	Da 15 a 72	Da 10 a 72	Da 10 a 60	Da 10 a 50 b)	Da 10 a 50 b)	Da 10 a 50
0,063	Da 5,0 a 17,0	Da 2,0 a 15,0	Da 2,0 a 13,0	Da 2,0 a 12,0	Da 0 a 12,0	Da 0 a 11,0	Da 0 a 11,0

a) Ove il setaccio calcolato come 1,4 *D* non sia un numero esatto nella serie ISO 565/R 20, deve essere adottato il setaccio più prossimo presente nel gruppo.
b) Per l'applicazione in aeroporti la percentuale massima di passante al setaccio da 2 mm può essere aumentata al 60%.

prospetto 2 **Limiti generali della composizione ottimale: gruppo setacci base più gruppo 2**

D	4	6 (6,3)	8	10	12 (12,5)	14	16	20	32 (31,5)
Setaccio mm	Passante al setaccio in % in massa								
1,4 *D* a)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100	Da 90 a 100
2	Da 50 a 85	Da 15 a 72	Da 10 a 72	Da 10 a 60	Da 10 a 55	Da 10 a 50 b)	Da 10 a 50 b)	Da 10 a 50 b)	Da 10 a 50
0,063	Da 5,0 a 17,0	Da 2,0 a 15,0	Da 2,0 a 13,0	Da 2,0 a 12,0	Da 2,0 a 12,0	Da 0 a 12,0	Da 0 a 12,0	Da 0 a 11,0	Da 0 a 11,0

a) Ove il setaccio calcolato come 1,4 *D* non sia un numero esatto nel gruppo di base più la serie del gruppo 2, deve essere adottato il setaccio più prossimo presente nel gruppo.
b) Per l'applicazione in aeroporti la percentuale massima di passante al setaccio da 2 mm può essere aumentata al 60%.

Il valore di D deve essere conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- gruppo setacci base+gruppo 1:
  - conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: D = 32 mm
  - conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): D = 22 mm

- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: D = 11 mm
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: D = 16 mm

- gruppo setacci base+gruppo 2:
  - conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: D = 32 mm
  - conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): D = 20 mm
  - conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: D = 12 mm
  - conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: D = 16 mm

Contenuto dei vuoti

I provini devono essere preparati in conformità alla norma EN 13108-20 punto 6.5; la compattazione dei provini deve essere eseguita secondo il riferimento C.1.3 del prospetto C.1 della norma UNI EN 13108-20 (compattazione a impatto – 2x75 colpi – norma UNI EN 12697-30). Differenti modalità di compattazione, adeguatamente motivate, devono essere concordate con la Direzione Lavori.
Il contenuto dei vuoti deve essere determinato in conformità alla norma EN 13108-20 punto D.2.
Il contenuto di vuoti deve essere un valore compreso fra i valori massimo e minimo indicati negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: Vmin = 5,0%; Vmax = 8,0%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): Vmin = 4,0 %; Vmax = 7,0%
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: V_{min} = 3,0%; V_{max} = 6,0%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: V_{min} = 4,0%; V_{max} = 7,0%.

Rivestimento e omogeneità

Il conglomerato bituminoso deve risultare omogeneo nell'aspetto con l'aggregato completamente rivestito di legante e non deve esservi alcuna evidenza di formazione di grumi di aggregato fine.

Resistenza all'abrasione degli pneumatici chiodati

I provini devono essere preparati in conformità alla norma EN 13108-20 punto 6.5; la compattazione dei provini deve essere eseguita con compattatore giratorio secondo i riferimenti da C.1.4 a C.1.13 del prospetto C.1 della norma UNI EN 13108-20, secondo le specifiche degli elaborati di progetto o le disposizioni della Direzione Lavori.
Differenti modalità di compattazione, adeguatamente motivate, devono essere concordate con la Direzione Lavori.
La resistenza all'abrasione degli pneumatici chiodati deve essere determinata in conformità alla norma EN 13108-20 punto D.4.
La resistenza all'abrasione dei pneumatici chiodati deve essere conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto.

Contenuto di legante

Il contenuto **minimo** di legante, espresso in percentuale di massa della miscela totale, deve essere conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: > 3,5%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): > 3,5%
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: > 4,5%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: > 4,0%

Il contenuto **massimo** di legante, espresso in percentuale di massa della miscela totale, deve essere conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: < 4,5%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): < 4,5%

- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: < 5,5%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: < 5,0%

Temperatura della miscela

Per tutti i punti dell'impianto di produzione, le temperature massime della miscela, misurate secondo la norma EN 12697-13, devono essere inferiori ai limiti riportati nella seguente tabella:

Applicazione stradale del legante	Temperatura °C
20/30	Da 160 a 200
30/45	Da 155 a 195
35/50, 40/60	Da 150 a 190
50/70, 70/100	Da 140 a 180
100/150, 160/220	Da 130 a 170
250/330, 330/430	Da 120 a 160

La temperatura del conglomerato bituminoso al momento della **consegna** deve essere in ogni caso superiore a 130° C e deve essere dichiarata dal produttore.

La temperatura del conglomerato bituminoso al momento della **compattazione** deve essere compresa fra 130° C e 150° C.

Quando si utilizzano bitumi modificati, bitumi duri o additivi, possono essere applicabili temperature differenti, a condizione che siano conformi a quelle documentate e dichiarate nel certificato di marcatura CE.

Conformità

La conformità del conglomerato bituminoso prodotto a caldo ai requisiti della norma UNI EN 13108-1 e ai valori dichiarati deve essere dimostrata mediante:

- prove iniziali di tipo in conformità alla norma EN 13108-20
- controllo di produzione di fabbrica da parte del produttore incluso la valutazione del prodotto in conformità alla norma EN 13108-21

Documenti da presentare per accettazione del prodotto

L'Appaltatore, preventivamente alla fornitura di conglomerato bituminoso, deve presentare alla Direzione Lavori la seguente documentazione, propedeutica all'accettazione del prodotto da impiegare per la realizzazione delle opere in progetto:

- certificazione del controllo di produzione di fabbrica (FPC) sulla base di sorveglianza continua
- prove iniziali di tipo
- marcatura CE e dichiarazione di prestazione del conglomerato bituminoso
- marcatura CE e dichiarazione di prestazione degli aggregati
- marcatura CE e dichiarazione di prestazione del bitume

Le informazioni seguenti devono accompagnare il simbolo di marcatura CE:

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione
- nome o marchio di identificazione e indirizzo del produttore
- l'anno in cui la marcatura è stata applicata
- numero del certificato CE di conformità o del certificato FPC
- riferimento alla norma EN 13108-1
- descrizione del prodotto
- informazioni sulle caratteristiche essenziali pertinenti elencate nel prospetto ZA.1b della norma EN 13108-1 che devono essere dichiarate, presentate come:
  - valori dichiarati o designazioni normalizzate in combinazione ai valori dichiarati
  - NPD (Nessuna Prestazione Dichiarata)

L'opzione NPD non può essere utilizzata quando la caratteristica è soggetta a un livello di soglia.

Si riporta l'esempio di informazioni sulla marcatura CE presente nella norma EN 13108-1:

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, costituita dal simbolo "CE" indicato nella Direttiva 93/68/CEE* *Numero di identificazione dell'organismo di certificazione*
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore* *Ultime due cifre dell'anno di applicazione della marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato bituminoso prodotto a caldo per strade ed altre aree soggette a traffico** CB 16 usura 70/100 impianto euro asphalt S24	*N° della norma europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione normalizzata* *Nome dell'impianto* *Codice di identificazione del conglomerato*
Requisiti generali + requisiti fondamentali Contenuto di vuoti*) - massimo $V_{max\,7}$ (7,0%) - minimo $V_{min\,2}$ (2,0%) Sensibilità all'acqua*) $ITSR_{90}$ (90%) Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati*): Abr_{A40} (40 ml) Reazione al fuoco Euroclasse Cfl*) Temperatura della miscela Da 140 °C a 180 °C Granulometria (passante) Setaccio da 22,4 mm 100% Setaccio da 16 mm 95% Setaccio da 11,2 mm 88% Setaccio da 5,6 mm 62% Setaccio da 2 mm 40% Setaccio da 0,500 mm 33% Setaccio da 0,250 mm 22% Setaccio da 0,063 mm 5,8% Contenuto di legante $B_{min\,6,0}$ (6,0%) Rigidezza - minima $S_{min1\,800}$ (1 800 MPa) - massima $S_{max9\,000}$ (9 000 MPa) Resistenza alla deformazione permanente*) - dispositivo di grandi dimensioni: profondità di ormaiamento proporzionale P_5 (5,0%) - dispositivo di piccole dimensioni: inclinazione traccia delle ruote $WTS_{AIR10,0}$ (10 mm) - dispositivo di piccole dimensioni: profondità di ormaiamento proporzionale $PRD_{AIR9,0}$ (9,0%) *) Condizioni di prova dimostrativa selezionate in conformità alla EN 13108-20.	*e* *Informazioni sulle caratteristiche soggette a regolamentazione che dovrebbero conciliarsi con il prospetto ZA.1a. Tuttavia il produttore desidera dichiarare il valore di prestazione effettivo in aggiunta alla categoria o classe specificata nella presente norma europea.*

Per grandezze che siano state dichiarate NPD (Nessuna Prestazione Dichiarata) sulla dichiarazione di prestazione e per le quali il presente capitolato individua dei limiti di accettazione, il produttore deve fornire specifica dichiarazione riportante i valori di dette grandezze, relativamente ai conglomerati bituminosi che intende impiegare.

Documento di trasporto

Il documento di trasporto deve contenere almeno le seguenti informazioni di identificazione:

- nome del produttore e indicazione dell'impianto di miscelazione
- codice di identificazione del conglomerato
- designazione della miscela: CB D usura/binder/base/risagomatura legante
  - dove: CB: indica "conglomerato bituminoso"
    D: dimensione del setaccio superiore
    usura/binder/base/risagomatura: è il tipo di conglomerato
    legante: indicare la designazione del legante utilizzato.
- dettagli di eventuali additivi
- dettagli inerenti al conformità alla norma EN 13108-1
- marcatura CE.

Posa in opera

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.
Le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 - 48 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,50 Kg /m2.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali e trasversali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 m di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti, adiacenti alle strisce di segnaletica orizzontale che la delimitano.
Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità di 0,5 kg/m2 .
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
La compattazione dei conglomerati da eseguirsi mediante idonei rulli deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta termine senza interruzioni. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Requisiti per il prodotto finito

Per prodotto finito si intende uno strato di conglomerato bituminoso steso e compattato in opera. Il prodotto finito deve soddisfare i requisiti ripostati nel seguito.

Vuoti in opera

La percentuale assoluta dei vuoti valutata per conglomerati bituminosi stesi e compattati in opera va determinata secondo la UNI EN 12697-8.
Il valore della percentuale assoluta dei vuoti in opera deve essere conforme a quanto indicato negli elaborati di progetto; in assenza di indicazioni specifiche, valgono i valori riportati nel seguito:

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: ≤ 9%.
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): ≤ 8%.
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: ≤ 8%.

- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: ≤ 8%.

Regolarità della superficie di transito

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni e la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici (strato di usura) potrà essere valutata con uno sei seguenti metodi, a scelta della Direzione lavori in base a prescrizioni progettuali e all'esetension dei tratti di conglomerato bituminoso steso:

- prova del regolo
- determinazione dell'indice IRI

Regolo

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della regolarità superficiale, sia in direzione longitudinale che trasversale, mediante la prova col regolo (asta rettilinea rigida di lunghezza pari a 4 m). Il regolo, posto in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente. Negli elaborati di progetto viene indicato il limite tollerato di scostamento massimo sulla lunghezza del regolo; in assenza di indicazioni specifiche, vale il valore riportato nel seguito:

- scostamento massimo ammesso pari a 5 mm.

Indice IRI

L'indice IRI (International Roughness Index), come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment, viene calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione.

Negli elaborati di progetto viene indicato il limite tollerato dell'indice IRI; in assenza di indicazioni specifiche, vale il valore riportato nel seguito:

- Strade extraurbane principali: < 3,8 mm/m
- Strade extraurbane secondarie: < 4,5 mm/m.

Le misure profilo longitudinale dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 10° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali relativi a ciascuna "tratta omogenea" in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per "tratte omogenee" si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciscuna tratta omogenea dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

A discrezione della Direzione Lavori potrà eser richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata
Fino a 2,5 m. :	CP2,5 < 0,8 mm
Da 2,5 m. a 10 m. :	CP10 < 1,6 mm
Da 10 m. a 40 m. :	CP40 < 3,2 mm

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Controlli prestazionali e relative penali

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori.

Controlli

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere (alla stesa) ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

Ogni prelievo è costituito da due campioni: un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per le prove sui singoli componenti e sulla miscela, ogni campione è costituito da una latta di 5 kg di conglomerato bituminoso sfuso prelevato dalla vibro finitrice o da un tassello 40x40 cm prelevato successivamente alla rullatura.

Per le prove relative al prodotto finito, inteso come steso e compattato, ogni campione è costituito da n° 3 carote prelevate successivamente alla rullatura.

Per le prove sui singoli componenti e sulla miscela, potranno altresì essere eseguite a insindacabile giudizio della Direzione lavori anche sul prodotto finito.

Per i differenti conglomerati bituminosi impiegati la Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, eseguirà controlli relativi ai requisiti della miscela, di seguito riepilogati:

- granulometria;
- contenuto dei vuoti;
- rivestimento e omogeneità;
- contenuto di legante;

e controlli relativi ai requisiti sul prodotto finito, di seguito riepilogati:

- contenuto dei vuoti (vuoti residui in opera)
- regolarità della superficie di transito

Per i conglomerati bituminosi impiegati per strati aventi funzione di usura, la Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, eseguirà gli ulteriori controlli:

- resistenza alla frammentazione - Prova Los Angeles;
- resistenza al gelo e disgelo;
- resistenza all'abrasione;
- valore di levigabilità VL e VLmix;
- coefficiente di imbibizione.

In caso di non rispondenza dei suddetti parametri alle prescrizioni, potranno essere effettuate ulteriori indagini e prove a carico dell'Appaltatore, da concordare con la Direzione Lavori.

Penali

I valori di accettazione delle miscele e del prodotto finito riportati negli elaborati progettuali e nelle voci precedenti del presente capitolato sono da intendersi già comprensive delle tolleranze collegate all'esecuzione delle prove e agli eventuali passaggi intermedi che si verificano prime delle prove stesse.

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche delle miscele o nel prodotto finito potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.
Le miscele o i prodotti finiti non ritenuti accettabili sulla base dei controlli eseguiti, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.
Le detrazioni potranno essere applicate solo ed esclusivamente se, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, le nuove opere risultate non rispondenti alle norme, non costituiscono un pericolo per il transito o una deficienza tecnica intollerabile. In caso contrario l'Impresa esecutrice dovrà provvedere a propria cura e spese alla totale rimozione dei conglomerati interessati.
Tutte le detrazioni definite nel seguito sono cumulabili, fino ad un massimo complessivo del 30% del relativo prezzo di elenco.

Requisito della miscela: granulometria
Previa accettazione da parte della Direzione Lavori della miscela non conforme, verrà applicata una detrazione del 2,0% sul relativo prezzo di elenco per ognuno dei seguenti casi:

- passante al setaccio 1,4 D inferiore a 100%;
- passante al setaccio D esterno ai limiti prescritti;
- passante al setaccio 2 mm esterno ai limiti prescritti;
- passante al setaccio 0,063 mm esterno ai limiti prescritti.

Qualora la granulometria risultasse esterna alla soglia di non accettabilità appresso specificata, il lavoro non potrà essere accettato da parte della Direzione lavori e l'Impresa dovrà procedere, a proprio onere, all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla successiva stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.
Il valore della soglia di non accettabilità è :

- passante al setaccio 1,4 D: inferiore a 90%
- passante al setaccio D inferiore a 80%
- passante al setaccio 2 mm: superiore al 70% o inferiore al 5%
- passante al setaccio 0,063 mm: superiore al 14%.

Requisito della miscela: contenuto dei vuoti
Previa accettazione da parte della Direzione Lavori della miscela non conforme, verrà applicata una detrazione 3,0% sul prezzo di elenco per ogni punto percentuale, o frazione, di vuoti in più rispetto ai valori massimi prescritti o in meno rispetto ai valori minimi prescritti.

Requisito della miscela: sensibilità all'acqua
Previa accettazione da parte della Direzione Lavori della miscela non conforme, verrà applicata una detrazione del 3,0% sul relativo prezzo di elenco se il rapporto minimo di resistenza alla trazione indiretta risulta di categoria ITSR inferiore dal valore prescritto.
Qualora il valore della sensibilità all'acqua per ciascuna tratta sia superiore alla soglia di non accettabilità appresso specificata, il lavoro non potrà essere accettato da parte della Direzione lavori e l'Impresa dovrà procedere, a proprio onere, all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla successiva stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.
Il valore della soglia di non accettabilità è :

- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: $ITRS_{70}$
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: $ITRS_{70}$.

Requisito della miscela: contenuto di legante
Previa accettazione da parte della Direzione Lavori della miscela non conforme, verrà applicata una detrazione del 3,0% sul relativo prezzo di elenco per ogni punto percentuale, o frazione, in meno rispetto al valore minimo prescritto, o in più rispetto al valore massimo prescritto.

Requisito sul prodotto finito: contenuto dei vuoti
Previa accettazione da parte della Direzione Lavori del prodotto finito non conforme verrà applicata una detrazione del 4,0% sul prezzo di elenco per ogni punto percentuale, o frazione, di vuoti in più rispetto ai valori prescritti.
Qualora il valore del contenuto di vuoti in opera per ciascuna tratta sia superiore alla soglia di non accettabilità appresso specificata, il lavoro non potrà essere accettato da parte della Direzione lavori e l'Impresa dovrà procedere, a proprio onere, all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla successiva stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.
Il valore della soglia di non accettabilità è :

- conglomerato bituminoso aperto per strato con funzione di base: ≤ 13,5%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di collegamento (binder): ≤ 12,0%
- conglomerato bituminoso chiuso per strato con funzione di usura: ≤ 12,0%
- conglomerato bituminoso semichiuso per strato con funzione di usura: ≤ 12,0%.

Requisito sul prodotto finito: regolarità della superficie di transito
Nel seguito vengono riportate le penali inerenti la regoalrità della superficie di transito, differenziandole in base al metodo di controllo impiegato.

Regolo
Qualora il valore dello scostamento massimo per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 15% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.
Qualora il valore scostamento massimo per ciascuna tratta sia superiore alla soglia di non accettabilità appresso specificata, il lavoro non potrà essere accettato da parte della Direzione lavori e l'Impresa dovrà procedere, a proprio onere, all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla successiva stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.
Il valore della soglia di non accettabilità è :

- scostamento = 7,5 mm/m.

Indice IRI
Qualora il valore medio dell'indice IRI per ciascuna tratta omogenea, ovvero uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m, non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 15% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.
Qualora il valore dell'indice IRI per ciascuna tratta omogenea ovvero uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m siano superiori alla soglia di non accettabilità appresso specificata, il lavoro non potrà essere accettato da parte della Direzione lavori e l'Impresa dovrà procedere, a proprio onere, all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla successiva stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.
I valori della soglia di non accettabilità sono :

- IRI = 5,0 mm/m.
- CP2,5 = 1,6 mm
- CP10 = 3,2 mm

Resistenza alla frammentazione - Prova Los Angeles
Qualora il valore della Resistenza alla frammentazione per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 5% per ogni punto o parte di punto superiori al limite di accettazione, sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Resistenza al gelo e disgelo
Qualora il valore della Resistenza al gelo e disgelo per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 3% per ogni punto o parte di punto superiori al limite di accettazione, sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Resistenza all'abrasione
Qualora il valore della Resistenza all'abrasione per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 3% per ogni punto o parte di punto superiori al limite di accettazione, sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Valore di levigabilità VL e VLmix
Qualora il valore di levigabilità per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 3% per ogni punto o parte di punto superiori al limite di accettazione, sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Coefficiente di imbibizione
Qualora il valore del Coefficiente di imbibizione per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 3% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Coefficiente di forma
Qualora il valore del Coefficiente di forma per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 2% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Equivalente in sabbia
Qualora il valore dell'equivanete in sabbia per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 3% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con i pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Spogliamento in acqua
Qualora il valore dello spogliamento in acqua per ciascuna tratta non soddisfi le condizioni richieste, verrà applicata una detrazione del 5% sul prezzo di elenco dello strato con funzione di usura (quello a diretto contatto con gli pneumatici), previa accettazione del lavoro da parte della Direzione lavori.

Norme per la misurazione e valutazione dei lavori
Nell'ambito di un appalto a misura, le presenti norme per la misurazione e valutazione dei lavori saranno impiegate direttamente nelle voci di contabilità.
Nell'ambito di un appalto a corpo, le presenti norme per la misurazione e valutazione dei lavori saranno impiegate per la valutazione della percentuale di corpo eseguita e da contabilizzare.

I quantitativi di conglomerato bituminoso fornito e steso vengono valutati a peso. Si precisa che la determinazione del peso lordo e della tara dovrà sempre essere effettuata presso un peso pubblico o comunque accettato dalla Direzione Lavori e con la seguente frequenza:

- peso lordo: per ogni autocarro e per ogni viaggio
- tara: una al giorno per ogni autocarro utilizzato

Le pesature di cui sopra, dovranno essere effettuate in contraddittorio fra l'Impresa e il personale dell'Ente Gestore, salvo differenti disposizioni della Direzione Lavori.
Il prezzo di elenco compensa i magisteri, i costi di pesatura, anche per le eventuali maggiori distanze di trasporto occorrenti per raggiungere un peso pubblico sia durante la determinazione del peso lordo che della tara, i noli, ogni onere per la pulizia e la depolverizzazione del piano di posa, confezione e stesa dei relativi conglomerati bituminosi alle temperature prescritte, il rigoroso livellamento e cilindratura nello spessore prescritto secondo il piano stradale finito.
Si intende esclusa solo la fornitura e posa in opera del legante di ancoraggio.

ART. 17 Tubazioni in acciaio

I tubi e i raccordi in acciaio saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 10224 e UNI EN 10208, a seconda del fluido trasportato.
L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle UNI EN 10025, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:
- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm2;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

I rivestimenti esterni dovranno essere a base di polietilene oppure di poliuretano.
I rivestimenti esterni a base di polietilene sono regolamentati dalla norma UNI 9099 e dovranno avere gli spessori previsti dalla stessa norma per la Classe Rinforzata.
I rivestimenti esterni a base di poliuretano sono regolamentati dalla norma UNI EN 10290 e dovranno avere spessore minimo pari a 2000 micron.
I rivestimenti interni dovranno essere a base di resina epossidica e dovranno avere spessore non inferiore a 250 micron.
Le estremità dei tubi saranno smussate per saldatura di testa, oppure, in alternativa, presenteranno bicchiere cilindrico a saldare secondo le norme DIN 2460.
I tubi potranno essere collegati tra di loro o con altri elementi delle tubazioni mediante:
- saldatura di testa;
- giunzione filettata;
- giunzione a flange.

Per quanto riguarda le saldature di testa, le estremità da saldare dovranno essere liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo completamente nudo. La sezione e lo spessore dei cordoni di saldatura dovranno essere uniformi e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante e senza porosità o altri difetti apparenti. I cordoni di saldatura dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente con il metallo di base lungo tutta la superficie di unione. La superficie di ogni

passata, prima di eseguire quella successiva, dovrà essere pulita e liberata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.
Gli elettrodi dovranno essere di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato dovrà risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.
Tutte le superfici di giunti filettati dovranno essere controllate prima dell'accoppiamento e si dovrà avere cura di rimuovere polvere, ossido e grasso eventualmente presente. Tutti i giunti filettati, dove non è prevista la saldatura di tenuta, dovranno essere guarniti con teflon o altro idoneo materiale.
L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma o altri materiali idonei, a forma di corona circolare di spessore non minore di 5 mm. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà alla pulizia delle flange e della guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si procederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte.
I tubi saranno sottoposti a prova di pressione idraulica a freddo ed a controlli non distruttivi in conformità alle norme sopra citate.
I tubi devono essere forniti con controlli specifici e certificato di collaudo in conformità alla norma EN 10204.
La prova di tenuta deve essere idrostatica da eseguirsi in conformità alla norma UNI EN 10224. I tubi devono essere forniti con una protezione temporanea di fabbrica, in particolare con un tappo di materiale plastico inserito su entrambe le testate.
Le tubazioni devono essere marcate in modo leggibile e duraturo, utilizzando un sistema adatto che permetta di ottenere un'identificazione chiara e indelebile e utilizzando materiali compatibili con il rivestimento.
I raccordi devono essere di acciaio da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 10253/02.
Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1092-1/03.
Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e avranno superficie di tenuta a gradino secondo la UNI EN 1092-1/03.
I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettato devono essere conformi alla UNI 6609/69 e UNI 6610/69.
Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 20898-2/94 per la classe 4.8.
I tubi devono essere manipolati, stoccati e movimentati senza provocare degradazioni o danni né al rivestimento né agli smussi.
L'Appaltatore provvederà alla posa in opera delle tubazioni, adottando tutti gli accorgimenti necessari per garantire l'integrità delle stesse durante le lavorazioni e nelle normali condizioni di esercizio. Con riguardo alla posa delle condotte si intendono compensate tutte le operazioni e gli elementi tecnici (distanziali, collari, mensole, flange, giunti speciali,…) da adottare per dare l'opera finita secondo le norme tecniche e la regola dell'arte.

Tubi senza saldatura

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma UNI EN 10224.
I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma UNI EN 10224.
Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma UNI EN 10224.
I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

Norme di riferimento:
UNI EN 10224 – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura*;
UNI EN 10216-1 – *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente*;
UNI EN 10255 – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura*;
UNI EN 10208-1– *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A*;
UNI EN 10208-2 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B*.

Tubi con saldatura
Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:
UNI EN 10217-1 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;
UNI EN 10217-2 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;
UNI EN 10217-3 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;
UNI EN 10217-4 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;
UNI EN 10217-5 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;
UNI EN 10217-6 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;
UNI EN 10217-7 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.

ART. 18 Tubazioni in acciaio inossidabile

I tubi ed i raccordi in acciaio inossidabile, qualora non diversamente specificato, dovranno rispettare le Norme UNI EN 10217-7, EN 10312, EN 10088. Gli acciai impiegati per le tubazioni, di cui si intendono compensate anche le flange, la bulloneria e le saldature, dovranno essere del tipo inossidabile AISI 316L. Le tubazioni dovranno avere uno spessore uguale o superiore a quello indicato in progetto e comunque uno spessore tale da garantire la tenuta ad una pressione doppia di quella di esercizio e sufficiente a garantirne l'indeformabilità nelle situazioni di posa e fissaggio previste. Le sequenze di saldatura devono essere eseguite in modo da non dar luogo a sforzi o deformazioni anomali nelle parti da saldare. I saldatori devono essere qualificati da Istituto od Ente riconosciuto.
Le raccorderie e le giunzioni saranno del tipo a saldare, per saldatura autogena all'arco elettrico, con speciali elettrodi in acciaio austenitico, rivestiti con materiale di protezione della saldatura.
Non sono ammesse curvature a freddo o a caldo del tubo: si dovranno usare esclusivamente raccordi prefabbricati.
I tratti da saldare dovranno essere perfettamente posti in asse ed allineati e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi, con smusso a "V".
Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°.
Sono ammessi la prefabbricazione fuori cantiere di tratti con le estremità flangiate ed il successivo assemblaggio in cantiere dei tratti così flangiati, mediante bulloni pure in acciaio inox.

Per l'esecuzione di collegamenti facilmente smontabili (ad esempio tubazioni-serbatoi o altre apparecchiature) si useranno esclusivamente giunzioni a flange.
Nel caso di contaminazione ferrosa, constatata attraverso test specifici (passitest), i tubi in acciaio inossidabile, su richiesta della DL, dovranno essere sostituiti o decontaminati mediante trattamento con uno specifico prodotto per la pulizia dell'acciaio inossidabile e successivo risciacquo con acqua deionizzata (il prodotto deve essere applicato uniformemente su tutta la superficie di acciaio per evitare la formazione di chiazze).
Per quanto non specificato, si faccia riferimento alle prescrizioni relative alle tubazioni in acciaio in genere, ove applicabili.
Con riguardo alla posa delle condotte si intendono compensate tutte le operazioni e gli elementi tecnici (distanziali, collari, mensole, flange, giunti speciali,…) da adottare per dare l'opera finita secondo le norme tecniche e la regola dell'arte.

ART. 19 Tubazioni in polietilene per fognature in pressione

I tubi e i raccordi in polietilene per sistemi di scarico in pressione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma Uni EN 12201-2 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. Il produttore dei tubi deve essere dotato di sistemi di gestione della qualità aziendale secondo Uni EN ISO 9001 e risultare iscritto al Consorzio di cui all'art. 234 del D.Lgs. 152/06.
In particolare, saranno impiegati tubi in PE100RC ad elevatissima resistenza alla fessurazione a triplo strato o doppio strato coestrusi, prodotti con resina omogenea, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine, dotati di marchio di conformità alla norma UNI EN 12201-2 e alla specifica tecnica PAS 1075 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. La marcatura dovrà riportare la sigla di prodotto RC, oltre al codice della materia prima utilizzata, il marchio di qualità del prodotto e tutti gli altri elementi previsti dalla norma di riferimento.
I tubi e i raccordi devono essere certificati da I.P.P – Istituito Italiano dei Plastici – con Marchio di conformità IPP-UNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alle norme vigenti.
I tubi dovranno essere di colore nero con strisce marroni coestruse. I raccordi dovranno essere di colore nero. Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.
Tutti i tubi devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile per la loro lunghezza in modo che la marcatura non generi fessurazioni o rotture premature e che lo stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio. La marcatura deve riportare, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IPP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento di norma;
- dimensioni nominali;
- serie SDR;
- materiale e designazione;
- codice del componente PE utilizzato;
- pressione nominale PN;
- data di produzione;
- codice della materia prima utilizzata per la costruzione del componente, che dovrà corrispondere a quello citato nelle certificazioni.

Tutti i raccordi devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile per la loro lunghezza riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;

- marchio di conformità IPP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento di norma;
- dimensioni nominali/serie SDR;
- intervallo SDR di saldabilità;
- materiale e designazione;
- pressione nominale PN;
- data di produzione;
- codice della materia prima utilizzata per la costruzione del componente, che dovrà corrispondere a quello citato nelle certificazioni.

Le giunzioni dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1÷5 e devono essere realizzate, a seconda dei casi, mediante:
- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.
Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.
Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.
Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.
Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..
I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.
Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.
A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.
La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.
La saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa) dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 come applicabile ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565.
La saldatura per elettrofusione dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato in conformità alle norme UNI 10520 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento e alla pulizia della superficie di fusione del cordolo.
Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.
Le tubazioni in PEAD strutturato, di tipo corrugato, dovranno presentare caratteristiche di conformità alle norme EN 13476 e UNI-EN-ISO 9969 e rigidezza circonferenziale SN non inferiore a 8 kN/m^2; saranno

eseguite con parete interna liscia (di colore azzurro) e corrugate esternamente, mentre le giunzioni saranno a bicchiere, a manicotto e doppia guarnizione o con saldatura testa a testa.
L'installazione e il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabile, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI 11149 e UNI EN 1610. Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti.
Il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea delle installazioni interrate dovrà essere privo di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.
Con riguardo alla posa delle condotte si intendono compensate tutte le operazioni e gli elementi tecnici (distanziali, collari, mensole, flange, giunti speciali,…) da adottare per dare l'opera finita secondo le norme tecniche e la regola dell'arte.

ART. 20 Tubazioni in PEAD per acqua tecnica

I tubi in polietilene ad alta densità (PEAD) saranno realizzati in polietilene PE100-RC, a parete liscia solida. Il materiale di origine e i tubi devono essere di tipo RC (Resistant to crack) ad elevata resistenza alla crescita lenta della frattura. I tubi e i raccordi in polietilene devono essere conformi alle prescrizioni previste nelle norme UNI EN 12201-2 e UNI EN 1622 e nel D.M. 174/2004 del Ministero della Salute. I tubi e i raccordi in PEAD devono essere certificati da I.P.P – Istituito Italiano dei Plastici – con Marchio di conformità IPP-UNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alle norme vigenti.
I tubi dovranno essere di colore blu o nero con strisce blu, certificati secondo DIN PAS 1075 da organismo terzo di verifica, prodotti con resina omogenea, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine.
I raccordi dovranno essere di colore blu o nero. Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.
Tutti i tubi devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile per la loro lunghezza in modo che la marcatura non generi fessurazioni o rotture premature e che lo stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio. La marcatura deve riportare, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IPP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento di norma;
- dimensioni nominali;
- serie SDR;
- materiale e designazione;
- codice del componente PE utilizzato;
- pressione nominale PN;
- data di produzione;
- codice della materia prima utilizzata per la costruzione del componente, che dovrà corrispondere a quello citato nelle certificazioni.

Tutti i raccordi devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile per la loro lunghezza riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IPP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento di norma;
- dimensioni nominali/serie SDR;

- intervallo SDR di saldabilità;
- materiale e designazione;
- pressione nominale PN;
- data di produzione;
- codice della materia prima utilizzata per la costruzione del componente, che dovrà corrispondere a quello citato nelle certificazioni.

Le giunzioni dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1÷5 e devono essere realizzate, a seconda dei casi, mediante:
- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.
Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.
Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.
Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.
Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..
I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.
Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.
A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.
La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.
La saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa) dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 come applicabile ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565.
La saldatura per elettrofusione dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato in conformità alle norme UNI 10520 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento e alla pulizia della superficie di fusione del cordolo.
Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.
Le tubazioni in PEAD strutturato, di tipo corrugato, dovranno presentare caratteristiche di conformità alle norme EN 13476 e UNI-EN-ISO 9969 e rigidezza circonferenziale SN non inferiore a 8 kN/m^2; saranno eseguite con parete interna liscia (di colore azzurro) e corrugate esternamente, mentre le giunzioni saranno a bicchiere, a manicotto e doppia guarnizione o con saldatura testa a testa.

L'installazione e il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabile, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI 11149 e UNI EN 1610. Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti. I tubi di colore blu dovranno essere protetti dall'esposizione diretta ai raggi solari.
Il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea delle installazioni interrate dovrà essere sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.
Con riguardo alla posa delle condotte si intendono compensate tutte le operazioni e gli elementi tecnici (distanziali, collari, mensole, flange, giunti speciali,…) da adottare per dare l'opera finita secondo le norme tecniche e la regola dell'arte.

ART. 21 Guarnizioni

Le guarnizioni elastomeriche devono essere conformi alla norma UNI EN 681-1.
Per il mantenimento delle proprietà chimico - fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando in ogni caso la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta esposizione ai raggi solari.
Tutte le guarnizioni elastomeriche devono riportare le seguenti marcature:

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

Le guarnizioni impiegate devono essere chimicamente compatibili con i fluidi con cui si troveranno a contatto.

ART. 22 Coibentazione tubazioni

I materiali che saranno impiegati per isolamento dovranno essere adeguatamente protetti dagli agenti atmosferici prima e durante le operazioni di installazione.
Tutti i materiali isolanti devono essere imballati e perfettamente identificabili; devono quindi riportare sulle confezioni apposite targhette che ne evidenziano la denominazione commerciale, lo spessore, la densità e quanto altro possa servire ad identificare in modo inequivocabile il prodotto.
Prima dell'applicazione dell'isolazione necessita verificare che tutte le superfici siano pulite da scorie, ruggine, tracce di grasso etc. L'applicazione dovrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte.

Le superfici dovranno essere pulite meccanicamente con spazzolatici elettriche e applicazione di almeno due riprese di Epossipoliammidico.
L'isolamento dovrà essere applicato sulle tubazioni dopo la prova idrostatica. Nel caso in cui ciò non fosse possibile, potrà essere applicato escludendo gli attacchi saldati o flangiati che saranno isolati dopo lo svolgimento della prova idrostatica.
Quando l'isolamento è costituito da coppelle o segmenti circolari, queste dovranno essere applicate con i giunti sfalsati e strettamente uniti. Se verranno utilizzati materassini, questi dovranno fasciare strettamente le tubazioni, le giunzioni sia longitudinali che circonferenziali dovranno essere a fibre compenetrate e le reti, metalliche galvanizzate, di supporto legate fra loro.

Eventuali fessure nell'isolamento dovranno essere riempite a secco con materiale sciolto. La legatura dell'isolamento dovrà essere effettuata con filo di ferro e/o bandelle.
In corrispondenza di serbatoi, pompe etc. l'isolamento delle tubazioni dovrà terminare a contatto delle apparecchiature stesse.
In corrispondenza di flange o valvole, l'isolamento delle tubazioni dovrà terminare in modo tale da permettere lo sfilaggio dei bulloni di detti organi.
Le testate dell'isolamento in corrispondenza delle interruzioni dovranno essere perfettamente sigillate e protette con mascherine.

Materiale isolante
Il materiale isolante sarà costituito da fibra di vetro di spessore non inferiore a 50 mm e comunque con caratteristiche tali da assicurare l'isolamento di tubazioni esposte a temperature ambientali minime di -20°C (temperatura liquido trasportato di 10°C) e massime di 40°C (temperatura liquido trasportato di 25°C).

Rivestimento di finitura
Il rivestimento di finitura dell'isolamento su tubazioni ed apparecchiature varie, dovrà essere effettuato con lamierino di alluminio al 99,9% semicrudo lucido (spessore 0,8 mm).
I giunti circonferenziali e longitudinali dovranno essere eseguiti mediante sovrapposizione. I bordi liberi delle lamiere saranno sagomati in modo da ottenere l'irrigidimento. La sovrapposizione del lamierino nei giunti orizzontali deve essere disposta in senso antipluvio. La lavorazione dei giunti in corrispondenza di staffe e rulli di scorrimento deve essere tale da permettere la libera dilatazione dei tubi.
Per il rivestimento delle tubazioni e delle apparecchiature, ove non vengono usati pezzi prefabbricati, i vari elementi in lamierino di alluminio dovranno essere posati direttamente sull'isolamento sovrapponendoli sia nei giunti orizzontali che in quelli verticali in modo tale da impedire infiltrazioni d'acqua.
Il rivestimento delle curve e dei fondi bombati dovrà essere realizzato con preformati oppure a spicchi per tranciatura meccanica.
Il fissaggio del rivestimento dovrà essere effettuato con viti autofilettanti in acciaio cromato a testa fresata, le giunture circonferenziali non dovranno essere fissati con viti per consentire le dilatazioni termiche.
Deve essere garantita l'impermeabilità di tutti gli isolamenti. In particolare devono essere adottati opportuni accorgimenti atti ad impedire l'ingresso d'acqua attraverso le giunzioni delle lamiere di finitura, anche con l'utilizzazione, dove necessario, di giunti o mastici particolari.
Tutti i tagli e/o le interruzioni della finitura in corrispondenza di staffe, supporti, targhe ecc. devono essere accuratamente sigillati e protetti da opportune scossaline.
Per quanto possibile, deve essere evitata l'applicazione a contatto diretto di materiali metallici di diversa natura, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni corrosivi.
In particolare, devono essere evitati gli accoppiamenti ferro-alluminio, ferro-acciaio inossidabile, acciaio inossidabile-lamiera zincata, lamiera zincata-ferro.
Nei casi in cui inderogabili necessità impongono l'uso di materiali diversi a contatto tra loro, nella zona di contatto deve essere interposto un diaframma di carta di fibra ceramica.
Nel caso di tubazioni, valvole, apparecchiature, ecc. poste all'esterno, è da prevedersi ulteriore supporto di carta catramata da interporre tra il coibente ed il lamierino di finitura. Dove richiesto esplicitamente, prevedere anche l'eventuale siliconatura delle lamiere.

ART. 23 Tracciamento termico delle tubazioni

Sulle tubazioni di alimentazione e scarico della dissabbiatura, così come sulla coclea di estrazione delle sabbie, sarà applicato cavo scaldante autoregolante con rivestimento esterno in materiale termoplastico o fluoropolimero, con le seguenti caratteristiche:

- resistente ad una temperatura di 65 °C;

- tensione di alimentazione 230 V c.a. e opzionale di 115 V c.a.;
- potenza di 20 watt/metro.

ART. 24 Grigliati in PRFV

Grigliati a maglia aperta

Ove previsto saranno forniti ed installati pannelli di grigliato in poliestere rinforzato con fibre di vetro a struttura monolitica, realizzati con fibre di vetro continue pre-impregnate e pre-tensionate tra loro con una matrice d'impasto a base di resina poliestere chimico resistente.

Caratteristiche:

-TIPO: poliestere isoftalica autoestinguente a bassa emissione di fumi "Halogen Free". Classificata e certificata M2-F1 (secondo norma NF P 92501), classe 1 (secondo norma ASTM E-84), flame spread<25;

-COLORE: verde;

-SUPERFICIE: aperta con antisdrucciolo permanente realizzato con grani di quarzo puro integrato nella parte superiore del pannello. "Trattamento superficiale" con doppio strato protettivo di resina vinilestere. Classificato e certificato: -R13-V10 secondo norma DIN 51130;

-DIMENSIONI DELLA MAGLIA: 40x40mm (30x30mm), H=30mm;

I pannelli saranno posati su angolari in acciaio inox AISI 304 (almeno 50x75x6 mm), ancorati a sbalzo sui manufatti a mezzo di tasselli (anch'essi in acciaio inox AISI 304, 1 vite M10/30 cm). Se necessario, dovranno inoltre essere predisposti irrigidimenti ed appoggi supplementari con lo scopo di limitare, nelle usuali condizioni di carico, la freccia di flessione obbligatoriamente ad un massimo pari all'1%.

In qualunque caso si dovrà garantire adeguata superficie di appoggio del grigliato di almeno 2 cm per parte (4cm per la serie carrabile pesante). Tutti i supporti necessari dovranno essere creati utilizzando esclusivamente carpenteria in acciaio inox AISI 304.

I pannelli saranno compensati a superficie netta da ricoprirsi, senza computare eventuali sfridi dovuti ad operazioni di taglio da eseguirsi per il corretto posizionamento.

Dovrà esserne inoltre contenuto lo spostamento orizzontale, limitando il gioco fra pannello e "telaio" ad un massimo di 1cm.

Grigliati a maglia chiusa

Ove previsto, saranno forniti ed installati pannelli di grigliato in poliestere rinforzato con fibre di vetro a struttura monolitica, realizzati con fibre di vetro continue pre-impregnate e pre-tensionate tra loro con una matrice d'impasto a base di resina poliestere chimico resistente.

Caratteristiche:

-TIPO: poliestere isoftalica autoestinguente a bassa emissione di fumi "Halogen Free". Classificata e certificata M2-F1 (secondo norma NF P 92501), classe 1 (secondo norma ASTM E-84), flame spread<25;

-COLORE: grigio;

-SUPERFICIE: chiusa con triplo tessuto di vetro (stuoia/mat) con antisdrucciolo permanente realizzato con grani di quarzo puro integrato nella parte superiore del pannello. Classificato e certificato: -R13-V10 secondo norma DIN 51130;

-DIMENSIONI DELLA MAGLIA: 40mmx40mm, H=30+3 mm;

I pannelli saranno posati su angolari in acciaio inox AISI 304 (almeno 50x75x6 mm), ancorati a sbalzo sui manufatti a mezzo di tasselli (anch'essi in acciaio inox AISI 304, 1 vite M10/30 cm). Se necessario, dovranno inoltre essere predisposti irrigidimenti ed appoggi supplementari con lo scopo di limitare, nelle usuali condizioni di carico, la freccia di flessione obbligatoriamente ad un massimo pari all'1%.

In qualunque caso si dovrà garantire adeguata superficie di appoggio del grigliato di almeno 2 cm per parte (4cm per la serie carrabile pesante). Tutti i supporti necessari dovranno essere creati utilizzando esclusivamente carpenteria in acciaio inox AISI 304.

I pannelli saranno compensati a superficie netta da ricoprirsi, senza computare eventuali sfridi dovuti ad operazioni di taglio da eseguirsi per il corretto posizionamento.
Dovrà esserne inoltre contenuto lo spostamento orizzontale, limitando il gioco fra pannello e "telaio" ad un massimo di 1cm.

Laddove più pannelli di grigliato (a maglia chiusa od aperta) siano installati in posizione contigua l'uno all'altro, a copertura di vani sottostanti, dovranno essere presenti idonei riscontri o agganci (in carpenteria di acciaio inox AISI 304) tali da non consentire lo scorrimento accidentale di un pannello quando sia rimosso quello adiacente.

ART. 25 Valvole a ghigliottina

Laddove indicato negli elaborati progettuali saranno installate valvole a ghigliottina a doppio corpo semiflangiato con angoli autoflussanti e passaggio totale con le seguenti caratteristiche:

- fluido: rifiuti liquidi;
- DN80;
- corpo in ghisa;
- lama in acciaio inox AISI 316L con profilo autoflussante;
- carter superiore in acciaio;
- tenute verso l'esterno: guarnizioni in NBR posizionate nei semicorpi, complete di lama raschiante in EPGC, regolabili e reintegrabili con adeguata massa di riempimento con valvola in esercizio e tubazione in pressione al fine di consentire l'eliminazione di eventuali trafilamenti;
- tenuta lungo l'asse della tubazione: guarnizione in PUR posizionata lungo la via di corsa della lama, senza baderne;
- tenuta bi-direzionale al massimo della pressione di progetto in accordo a quanto prescritto dalla norma EN 12266-1 grado di tenuta A;
- pressione di esercizio: max 10 bar;
- rivestimento di corpo e carter con polvere epossidica applicata elettrostaticamente; spessore min. 175 µm (corpo) e 75 µm (carter);
- azionamento: volantino manuale;
- flangiatura: PN10;
- face-to-face: DIN EN 558 serie 20;

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 26 Trattamento di risanamento e protezione calcestruzzo delle vasche oggetto di intervento

Il trattamento di risanamento e protezione delle vasche oggetto di intervento (vasca accumulo acqua tecnica - riconvertita in equalizzazione iniziale e reparto chimico-fisico - e vasca equalizzazione rifiuti liquidi, compreso il canale di alimentazione) sarà articolato nelle lavorazioni di seguito descritte.

Preparazione dei supporti (interno ed esterno delle vasche)

- Idrosabbiatura e idropulizia ad alta pressione di tutte le superfici (pareti e platea), curando di ottenere un calcestruzzo a poro aperto. Al riguardo, si consiglia l'impiego di un ugello rotante per aumentare la pressione idrostatica.

Trattamento dei difetti del calcestruzzo, dei ferri dei distanziatori e delle lesioni (interno ed esterno delle vasche)

- Eliminazione di tutti i difetti del calcestruzzo come nidi di ghiaia e altro materiale estraneo al getto tramite scalpellatura ottenendo una superficie ruvida.
- Pulizia dalla ruggine degli eventuali ferri di armatura scoperti mediante spazzolatura fino a portare il ferro a lucentezza metallica (SA 2 ½).
- Trattamento dei ferri d'armatura con passivante cementizio tipo Sandtex Fixbeton Pass o equivalente curando di trattare il ferro anche sul retro.
- Apertura a "V" delle lesioni per una profondità di 3 - 4 cm e pulizia delle superfici.
- Reintegro di tutte le parti asportate con la malta impermeabilizzante strutturale resistente ai sali tipo VANDEX UNI MORTAR 1Z o equivalente, previa applicazione della boiacca di cemento a penetrazione capillare tipo VANDEX SUPER o equivalente. L'applicazione dovrà essere eseguita su un supporto bagnato a rifiuto eliminando l'acqua in eccesso. La boiacca e la successiva malta strutturale dovranno essere applicate fresco su fresco.
- I ferri dei distanziatori dovranno essere tagliati per una profondità di qualche centimetro rispetto al filo del muro. A questo proposito si dovrà scalpellare attorno alla lamella e successivamente si ripristinerà il foro con la suddetta boiacca e la malta impermeabilizzante.
- Per la sigillatura di lesioni, se si dovesse operare in controspinta idrica, si dovrà utilizzare malta impermeabilizzante a presa rapida tipo VANDEX PLUG o equivalente.

Trattamento delle riprese di getto

- Tutte le riprese di getto tra l'orizzontale e il verticale e tra verticale e verticale, se non sono state trattate precedentemente con giunti idroespansivi, dovranno essere scalpellate al fine di crearvi una canaletta profonda 4-5 cm con una superficie con asperità di almeno 0,5 cm.
- Bagnatura a rifiuto eliminando l'acqua in eccesso e applicazione a pennello della boiacca tipo VANDEX SUPER o equivalente e reintegro fresco su fresco delle parti asportate, con la malta strutturale tipo VANDEX UNI MORTAR 1Z o equivalente.

Rasatura, fondo e finitura per l'esterno

- Applicazione di fondo fissativo isolante tipo s.813 PL-Block o equivalente a base di Hydropliolite che migliora l'adesione della finitura ed ha un'alta penetrazione ed un'alta resistenza agli alcali. (Resa 11 - 13 m2/l per mano).
- Applicazione di due mani di finitura elastomerica liscia R31 IR – Flex 100 colorabile a tintometro, per conferire al supporto un'ottima barriera per la protezione contro i gas inquinanti e contro la carbonatazione dovuta alla presenza di CO2 nell' atmosfera (resa 3 -3,5 m2/kg per mano).

Impermeabilizzazione superfici interne

- Applicazione su pareti e platea di rasante impermeabilizzante tipo VANDEX POLYCEM Z 1 K o equivalente, adatto per la protezione delle superfici nei trattamenti di liquami anche in presenza di acido solfidrico, per uno spessore finito di 5 mm in due mani (consumo di 10 kg/m2). L'applicazione può essere eseguita a mano o a macchina con le normali intonacatrici disponibili in commercio. Allo

scopo occorre utilizzare un ugello del diametro di ca. 4 – 6 mm. Le superfici in calcestruzzo da trattare devono risultare solide, ruvide e umide, la forza di adesione deve essere in media di 1.5 Mpa.

- Finitura superficiale con applicazione di due riprese di un formulato epossidico bicomponente tipo PAVERESISTANT TIXO o equivalente idoneo al contatto con agenti chimici aggressivi.

Sigillatura tubazioni

Per la sigillatura delle tubazioni passanti sarà impiegato un profilo idroespansivo estrudibile tixotropico che permette di realizzare una sigillatura elastica aderendo perfettamente ad ogni tipo di supporto anche umido senza richiedere fissaggio al sottofondo, reti di contenimento o giunzioni (tipo Sandtex Buster k 2000 o equivalente). Il sigillante dovrà essere applicato con una pistola senza discontinuità e dovrà essere contrastato con un riporto di malta antiritiro di spessore superiore a 5 cm o con un nuovo getto di calcestruzzo e applicato secondo le indicazioni della scheda tecnica.

Specifiche tecniche dei prodotti per il risanamento e la protezione delle superfici in calcestruzzo

Cemento a penetrazione capillare

Cemento a penetrazione capillare composto di cemento Portland grigio, sabbie di quarzo selezionate e particolari chimici attivi per il trattamento di impermeabilizzazione strutturale di manufatti in calcestruzzo esistenti o nuovi maturati 28 gg. (tipo VANDEX SUPER Classe R3 o equivalente) che potrà essere applicato su sistemi sottoposti alla pressione idrica positiva e negativa fino a 18 atm.. Il prodotto dovrà essere omologato per resistere in ambienti aggressivi, dovrà penetrare nella struttura capillare del calcestruzzo e reagire con la calce libera cristallizzando e occludendo tutti i pori alle molecole d'acqua, dovrà essere atossico e consentire il passaggio di vapore, dovrà essere applicato su un supporto bagnato a pennello, spazzolone o a spruzzo per un consumo complessivo 1,5 kg/m². L'applicazione deve essere eseguita fresco su fresco e il prodotto dopo la presa dovrà essere tenuto bagnato per circa 5 gg.
Caratteristiche:

- Contenuto di ioni cloruro ≤ 0.05 %;
- Adesione ≥ 0.8 MPa;
- Modulo di elasticità ≥ 20 GPa;
- Durabilità termica;
- Parte 4: cicli termici secchi ≥ 0.8 MPa;
- Assorbimento capillare ≤ 0.5 kg/m² – $h^{0,5}$;
- Reazione al fuoco: classe A 1;
- Prodotto GreenLabel;

Il prodotto dovrà essere applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001, il materiale dovrà essere marcato CE.

Malta impermeabilizzante strutturale

Malta impermeabilizzante da ripristino con elevate resistenze ai solfati (classe R3), per superfici orizzontali e verticali, applicabile su sistemi sottoposti a pressione o a contropressione idrica, resistente al gelo e ai sali disgelanti, applicabile anche a spruzzo, tipo VANDEX UNI MORTAR 1Z o equivalente.
Il prodotto è impermeabile; dopo l'indurimento resiste al gelo ed al calore, restando contemporaneamente permeabile al vapore acqueo.
Caratteristiche:

- dimensione aggregati dmax: 2mm;
- resistenza a compressione: ca. 45 MPa (28 gg);
- resistenza alla trazione: ca. 7 MPa (28 gg);

- modulo elastico: ca. 32000 MPa (28 gg);
- assorbimento capillare: 0.5 kg/m² – $h^{0,5}$;

Il prodotto dovrà essere applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001, il materiale dovrà essere marcato CE.

Passivante cementizio per ferri d'armatura

Rivestimento passivante cementizio per ferri d'armatura tipo Sandtex Fixbeton Pass o equivalente, premiscelato in polvere a base di particolari leganti idraulici, resine sintetiche, inerti quarziferi e additivi chimici, utilizzato come boiacca per la protezione dei ferri d'armatura dai danni provocati dalla corrosione.
Caratteristiche:

- pH13;
- consumo teorico: 0,2 l per ml di tondino;

Il prodotto dovrà essere marcato CE e applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001.

Malta impermeabilizzante per sigillature a presa rapida

Malta impermeabilizzante per sigillature a presa rapida tipo VANDEX PLUG o equivalente, monocomponente, applicabile su calcestruzzo.
Il prodotto dovrà essere marcato CE e applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001.

Rasante impermeabilizzante

Per l'impermeabilizzazione e la protezione delle superfici interne delle vasche sarà impiegato un rivestimento impermeabilizzante PCC monocomponente, resistente all'attacco dell'acido solforico biogenico, adatto all'applicazione secondo la norma DIN 19573: 2016-03, all. A, (tipo VANDEX POLYCEM Z 1K o equivalente).
Il trattamento di impermeabilizzazione dovrà essere preceduto da un'accurata preparazione delle superfici e dei difetti del calcestruzzo. Il consumo del prodotto dovrà essere calcolato in base alla classe di esposizione.
L'applicazione potrà essere eseguita a mano o tramite intonacatrice.
Caratteristiche:

Classi di esposizione -	XC1 XC2 XC3 XC4	carbonatazione
	XD1 XD2 XD3	cloruri oltre a quelli dell'acqua marina
	XS1 XS2 XS3	cloruri dell'acqua marina
	XF1 XF2 XF3 XF4	cicli gelo/disgelo con e senza agenti deghiaccianti
	XA1 XA2 XA3	attacco chimico
	XWW1 XWW2 XWW3	attacco chimico da acque di scarico
	XWW4	attacco chimico da acido solforico biogenico (H_2S)

Resistenza alla flessione 28 gg ≥ 8 MPa;
Adesione 28 gg ≥ 2 Mpa;
Resistenza alla compressione a 7 gg ≥ 20 Mpa;
a 28gg ≥ 30 Mpa;
Permeabilità all'acqua a 1.5 atm: < 1mm;
Il prodotto dovrà essere marcato CE e applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001.

Formulato epossidico per rivestimenti chimico resistenti

Per l'impermeabilizzazione e la protezione delle superfici interne delle vasche sarà impiegato, un prodotto bicomponente a base di resine epossidiche usate in combinazione con indurenti amminici cicloalifatici, idoneo al contatto con aggressivi chimici (acidi, basi, solventi, etc.) (tipo Paviresistant Tixo o equivalente).
Caratteristiche:

- resistenza a compressione (UNI4279): 60 N/mm^2;
- resistenza a flessione (UNI 7219): 45 N/mm^2;
- resistenza a trazione (ASTM D638): 30 N/mm^2;
- durezza (ASTM D 2240): 80 Shore D;

Il prodotto dovrà essere marcato CE e applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001.

Sigillante idroespansivo

Profilo idroespansivo estrudibile tixotropico che permette di realizzare una sigillatura elastica aderendo perfettamente ad ogni tipo di supporto anche umido senza richiedere fissaggio al sottofondo, reti di contenimento o giunzioni (tipo Sandtex Buster k 2000 o equivalente). Il sigillante non dovrà essere soggetto a dilavamento, dovrà funzionare anche con acqua salata o salmastra, dovrà espandere fino a due volte il suo volume iniziale a contatto con l'acqua.
Caratteristiche:

- Aspetto: pasta tixotropica / grigio chiaro;
- Peso specifico: 1,28;
- Tempo di essicazione al tatto: < 10 ore;
- Slump (5°C): 0 mm;
- Allungamento: 380% ;
- Espansione in volume: 200%;
- Consumo: per una sez. di 1 cm2 il consumo è di 100 cc/m.

Il prodotto dovrà essere marcato CE e applicato secondo le prescrizioni della scheda tecnica, la ditta produttrice dovrà essere certificata ISO 9001.

Fondo fissativo isolante

Isolante murale a base di Hydropliolite, leggermente pigmentato, con gomme sintetiche in emulsione acquosa che conferiscono un'ottima adesione al supporto e resistenza agli alcali facilitando l'applicazione e la copertura della finitura (tipo s.813 PL – Block o equivalente). Resa 11-13 m2/l.

Finitura elastomerica

Rivestimento murale elastomerico alcali resistente a base di leganti acrilici in emulsione, formulato per la protezione dei manufatti edili (uni en 1062-1:4.1), idrorepellente ad alta traspirabilità (tipo R31 IR – Flex 100 o equivalente), indicato per il trattamento di protezione ed impermeabilizzazione di manufatti cavillati e caratterizzato da presa di sporco molto bassa (UNI 10792): (dL < = 3). Idoneo a rallentare il processo di carbonatazione dei supporti e a riflettere le radiazioni termiche del vicino Infrarosso (NIR). Resa 3,5 -4 m2/kg /mano. L'applicazione va eseguita previa stesura di mano di fondo con l'isolante murale descritto al punto precedente.
Caratteristiche:

- Classificazione per tipo chimico del legante Acrilica in emulsione acquosa;
- Riflettanza Solare TSR ASTM E903-12: E891: 85,37, E892: 84,21, G173DC: 85,18, G173HT: 84,26;
- Resistenza alla screpolatura (UNI 1062-7): Statica = A3; Dinamica < B3.1;
- Resistenza all'invecchiamento accelerato h 500 ISO 4892/3-2006: Opacizzazione: Assente, Ingiallimento: Assente, Scolorimento: Assente;

- Brillantezza (UNI EN ISO 2813:2001): Opaco;
- Finezza di macinazione UNI 1062-1:2005 (5.4): S1 Fine;
- Permeabilità al vapore d'acqua (UNI EN ISO 7793-2): Medio-Bassa;
- Permeabilità all'acqua liquida (UNI EN 1062-3): Bassa (Classe III);
- Resistenza agli alcali (UNI EN ISO 10795 App A): Resistente agli alcali;
- Resistenza spazzolatura ad umido (ISO 11998): Classe II;
- Resistenza al lavaggio (UNI 10560): Ottima Resistenza > 5000 cicli;
- Resistenza alle Muffe (UNI 9805): Idoneo ad impedire lo sviluppo di muffe;
- Presa di sporco (UNI 10792): Molto Bassa (dl<3).

ART. 27 Dissabbiatore longitudinale aerato in vasca metallica

A monte del comparto biologico sarà installato un impianto compatto di dissabbiatura longitudinale con le seguenti caratteristiche.

Descrizione

L'impianto è composto dai seguenti elementi:

- dissabbiatore longitudinale costituito a sua volta da:
  - vasca di calma per la sedimentazione di sabbie ed altre sostanze grossolane;
  - coclea longitudinale per il convogliamento delle sabbie in un apposito pozzetto di raccolta;
- coclea elevatrice inclinata per l'asportazione, la classificazione e l'asciugatura delle sabbie stesse;
- sistema d'aerazione integrato per la flottazione dei grassi presenti nel refluo;
- trappola grassi munita di dispositivi di evacuazione e pompa d'asporto degli stessi.

Il tutto è alloggiato in uno speciale contenitore completamente chiuso per preservare l'ambiente da eventuali emissioni di liquami e/o cattivi odori.

Il refluo è alimentato attraverso la bocca d'ingresso (manicotto aperto, valvola a Perrot, canaletta d'acciaio inox, ecc.) all'interno del contenitore. Qui è sottoposto ad una fase di calma che favorisce la sedimentazione delle sabbie e la flottazione delle sostanze più leggere.

Le sabbie sedimentate, tramite una coclea orizzontale, sono convogliate in un pozzetto di raccolta, dove una seconda coclea inclinata provvede all'allontanamento, alla classificazione ed all'asciugatura delle stesse, prima di depositarle all'esterno in un apposito cassonetto.

I grassi invece, una volta flottati dall'aria immessa per mezzo di un'apposita soffiante, sono convogliati in una trappola, da dove un'apposita pompa provvederà all'allontanamento degli stessi.

Impianto base

Impianto compatto per la dissabbiatura e classificazione delle sabbie costituito da: dissabbiatore longitudinale, coclea d'asporto longitudinale e coclea classificatrice per l'estrazione delle sabbie separate.

Caratteristiche tecniche:

- portata massima 40 l/s;
- grado di separazione alla massima portata 92 % con granulometria compresa tra 0,25 e 0,315 mm;

- altezza di scarico delle sabbie (da piano d'appoggio) ~ 1500 mm;

Coclea di asporto longitudinale:

- diametro 168 mm;
- lunghezza in asse 5300 mm;
- potenza installata 0,55 kW;
- tensione di alimentazione (trifase) 400 V50 Hz;
- velocità di rotazione della coclea 5,7 rpm;
- protezione del motore IP 65;
- classe di efficienza IE3 Process Performance Premium Efficiency;

Coclea classificatrice:

- diametro 168 mm;
- lunghezza in asse 5200 mm;
- potenza installata 1,1 kW;
- tensione di alimentazione (trifase) 400 V50 Hz;
- velocità di rotazione della coclea 12,0 rpm;
- protezione del motore IP 65;
- classe di efficienza IE3 Process Performance Premium Efficiency;

Aerazione classificatore sabbie:

Sistema di aerazione integrato nel classificatore sabbie longitudinale, per creare una movimentazione rotativa verticale verso la direzione di flusso delle acque reflue, costituito da:

- collettore per l'aerazione comprensivo di valvole di regolazione ed intercettazione;
- tubazioni di distribuzione aria;
- tubazioni di aerazione in acciaio inossidabile;
- tubazione di collegamento fra soffiante e dissabbiatore per una lunghezza di 20m;

soffiante a servizio dell'aerazione (compressore):

- portata aria 14,2 m³/h;
- potenza installata 0,55 kW;
- protezione del motore IP 55;

Dispositivo di evacuazione grassi:

- tipo: setto trascinato;
- potenza del motore elettrico 0,12 kW;
- tensione di alimentazione (trifase) 50 Hz 400 V;
- giri al minuto albero lento 13,5 n°/min;
- protezione del motore IP 65;

Pompa di asporto grassi:

- tipo: Monovite eccentrica;
- portata 5,5 m3/h;
- potenza del motore elettrico 1,5 kW;
- tensione di alimentazione (trifase) 50 Hz 400 V;
- giri al minuto della monovite 394 n°/min;
- protezione del motore IP 54;
- classe di efficienza IE3 Process Performance Premium Efficiency;

L'impianto comprende inoltre:

- contenitore per la sedimentazione sabbie in esecuzione fuori terra;
- flangia di ingresso DN 200 PN10 + n.1 flangia DN 80 PN10;
- flangia di scarico DN 200 PN10;
- scivolo chiuso dotato di portella d'ispezione;

- scatola di comando locale per l'azionamento dell'impianto in funzione manuale, che comprende: interruttore a chiave per l'abilitazione all'esercizio, selettore Avanti – 0 – Indietro, tasto a fungo Stop Emergenza. Questo accessorio è indispensabile qualora si preveda l'installazione del quadro di comando in posizione remota;
- scatola di comando locale per la gestione del funzionamento del dispositivo di evacuazione grassi in funzione manuale, che comprende: interruttore a chiave per l'abilitazione all'esercizio, selettore Avanti – 0 – Indietro, tasto a fungo Stop Emergenza.

Misure di ingombro:

- larghezza 1495 mm
- altezza 3222 mm
- lunghezza compresi i manicotti 6164 mm

Pesi:

- peso a vuoto 1587 Kg
- peso (completamente allagato) 10755 Kg

L'intera macchina (tranne i motoriduttori) è costruita in acciaio inossidabile 1.4307 (AISI 304L) equivalente o superiore, ed è sottoposta per intero prima dell'assemblaggio ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata.

Quadro di comando

Quadro elettrico di comando in lamiera verniciata, dimensioni indicative (L x H x W): 800 x 800 x 300 mm, contenente tutti i componenti indispensabili al funzionamento della macchina

In maggior dettaglio:

- 1 x interruttore generale montato sul frontale del quadro comandi;
- 1 x scaldiglia termostatata;
- 1 x relé di sicurezza per circuito di emergenza;
- 1 x PLC Siemens o equivalente;
- 1 x Touch Screen mod. Weintek o equivalente, montato sul frontale del quadro comandi;
- alimentazione trifase, teleruttori di comando e dispositivi per la protezione (interruttori magneto-termici e limitatori di coppia) per le coclee di asporto sabbie;

Sono inoltre, previsti in morsettiera, contatti privi di potenziale per la segnalazione verso l'esterno dello stato (marcia/fermo) ed eventuale blocco della macchina.

Documentazione tecnica

Al committente saranno concessi in uso a corredo dell'impianto, n. 1 copia in formato cartaceo ed elettronico:

- schema d'installazione;
- manuale d'uso e manutenzione;
- eventuali schemi elettrici, idraulici, e pneumatici, se previsti.

ART. 28 Misuratori di portata elettromagnetici

Laddove previsto dagli elaborati progettuali saranno installati misuratori di portata elettromagnetici (FIT 01 A/B, FIT 02, FIT 03, FIT 04, FIT 05, FIT 06) con le seguenti caratteristiche:

- DN80;
- misuratore di portata elettromagnetico versione inline;
- versione con trasmettitore resistente alla corrosione;
- versione: Flangia scorrevole a collare;
- alimentazione: 100-240VAC/24VAC/DC;
- uscita; ingresso: 4-20mA HART, lunghezza impulso/frequenza, uscita switch;
- custodia: compatta, rivestita alu;
- connessione elettrica: Pressacavo M20;
- rivestimento: PTFE 90°C;
- attacco al processo: PN16, carbonio, flangia scorrevole a collare EN1092-1;
- elettrodi: 1.4435/316L, a punta;
- taratura portata: 0.5%;
- lingua di servizio Display: Italiano;
- parametrizzazione personalizzata: Uscita 1;
- parametrizzazione personalizzata: Display; totalizzatore;
- accessori inclusi: Kit montaggio a palina;
- etichettatura: Targhette (TAG);
- curr. output 1: Volume flow;
- campo corrente 1: 4...20 mA NAMUR;
- value 0/4 mA: 0,00000 m3/h;
- value 20 mA: 750,00000 m3/h;
- IP68.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 29 Misuratori di livello radar

All'interno delle vasche di equalizzazione saranno installati misuratori di livello radar (LIT 01, LIT 02) con le seguenti caratteristiche:

- livello radar, senza contatto;
- applicazione: liquidi a base acquosa (DC> 4);
- misura affidabile: non influenzato da variazioni di prodotto, pressione, temperatura, gas;
- design sensore allagabile: IP68/NEMA6P;
- alimentazione; uscita; operatività: 2 fili; 4-20mA HART; (App) configuraz. HART/Bluetooth;
- antenna; max campo di misura: 40mm/1-1/2"; 15m, liquidi -40°C...80°C;
- attacco al processo poster.; materiale: Filetto G1 ISO228; PVDF;
- attacco al processo anter.; materiale: Filetto ISO228 G1-1/2; PVDF;
- lunghezza cavo: 10m;
- accessori inclusi: coperchio protettivo, PVDF, staffa di montaggio regolabile, 316 L.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 30 Sistema misura pH

Presso la vasca di correzione del pH, sarà installato un sistema di misura del pH (AIT 01) composto da:

- trasmettitore per misure analitiche multiparametro e multicanale con le seguenti caratteristiche:
    - slot per scheda SD;
    - relè di allarme;
    - grado di protezione IP66+IP67;
    - NEMA 4X incluso
    - ingresso del sensore: 1x sensore digitale;
    - comunicazione: 2x uscita 0/4 …20 mA, HART;
    - 2x relè per pulizia; limite;
    - alimentazione: 100…230 VAC (50/60 Hz);
    - ingresso cavo: metrico;
    - set ingresso cavo: incluso.
- supporto composto da armatura portasensore in acciaio inox V4A, montaggio a pavimento, palina verticale 1800 mm, montaggio trasversale cross-clamp 1000 mm, connessione tubo immersione: catena, platica, 5 m;
- sensore comb. pH in vetro con le seguenti caratteristiche:
    - giunto in PTFE;
    - trasmissione del segnale: digitale;
    - sistema di riferimento: Ag/AgCl, Gel, doppia camera;
    - membrana piatta;
    - tipo di elettrodo: versione base, attacco al processo NPT ¾”, punto di zero pH 7,0, sensore di temperatura NTC 30k;
    - campo di applicazione: 0-14 pH, 0…110°C;
    - riferimento sistema: giunto anello Teflon, doppia camera; 3 M KNO3, 3 M KCl, Ag/AgCl;
    - lunghezza di inserzione: 23 mm, membrana bulbo, protezione dell’elettrodo;
- cavo di misura 5 m;
- immersione armatura:
    - tubo di immersione: catena;
    - tubo di immersione, diametro, lunghezza: PVC, 40 mm, 1800 mm;
    - connessione angolo sensore: PVC, dritto;
    - sensore adattatore: NPT ¾.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall’importo a corpo dell’appalto.

ART. 31 Elettropompe sommerse alimentazione chimico-fisico

Lo svuotamento della vasca di equalizzazione iniziale e l’alimentazione del nuovo reparto di trattamento chimico-fisico sarà effettuata mediante n.2 elettropompe sommerse (P 01 A/B) con le seguenti caratteristiche.

<u>Descrizione generale</u>

Elettropompa centrifuga idonea all’installazione sommersa, con girante a canale autopulente semiaperto, completa di:

- piede di accoppiamento forato DN80;
- accessori per l’installazione:

    - attacco portaguida superiore 2” in acciaio inox AISI 304;
    - tubi guida 2” in acciaio inox AISI 304;
    - piastrine in acciaio inox AISI 304 per tassello M20;
    - catena in acciaio zincato – portata massima 0,2 t;
    - grillo zincato – portata massima 500 kg;
- cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5, 10 m;
- predisposta per valvola di flussaggio.

Dati tecnici

Portata di progetto della singola pompa:	31,25 m^3/h
Prevalenza richiesta alla portata di progetto:	5,3 m
Prevalenza geodetica:	4,5 m
Potenza nominale del motore:	1,3 kW
Numero di poli:	4
Corrente nominale:	3,1 A
Velocità nominale:	1430 rpm
Alimentazione:	400 Volt -50 Hz -3 fasi
Diametro girante:	152 mm
Mandata corpo pompa:	80 mm
Sezione materiali:	
- fusione principale:	Ghisa GG25
- albero:	Acciaio inox AISI 431
- girante:	Ghisa GG25
Tenute meccaniche:	
- interna:	ceramica/carbonio
- esterna:	carburo di tungsteno anticorrosione
Guarnizioni O-ring:	NBR

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall’importo a corpo dell’appalto.

ART. 32 Elettropompe sommerse rilancio a linee comparto biologico

Lo svuotamento della vasca di equalizzazione dei rifiuti trattati e non trattati ed il rilancio degli stessi alle quattro linee del comparto biologico saranno effettuati mediante n.2 elettropompe sommerse (P 02, P 03, P 04 e P 05) con le seguenti caratteristiche.

Descrizione generale

Elettropompa centrifuga idonea all’installazione sommersa, con girante a canale autopulente semiaperto, completa di:
- piede di accoppiamento forato DN80;
- accessori per l’installazione:
    - attacco portaguida superiore 2” in acciaio inox AISI 304;
    - tubi guida 2” in acciaio inox AISI 304;
    - piastrine in acciaio inox AISI 304 per tassello M20;
    - catena in acciaio zincato – portata massima 0,2 t;
    - grillo zincato – portata massima 500 kg;
- cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5, 10 m;
- predisposta per valvola di flussaggio.

Dati tecnici

Portata di progetto della singola pompa:	20,0 m^3/h
Prevalenza richiesta alla portata di progetto:	9,0 m
Prevalenza geodetica:	3,7 m
Potenza nominale del motore:	2,0 kW
Numero di poli:	4
Corrente nominale:	4,5 A
Velocità nominale:	1375 rpm
Alimentazione:	400 Volt -50 Hz -3 fasi
Diametro girante:	175 mm
Mandata corpo pompa:	80 mm
Sezione materiali:	
- fusione principale:	Ghisa GG25
- albero:	Acciaio inox AISI 431
- girante:	Ghisa GG25
Tenute meccaniche:	
- interna:	ceramica/carbonio
- esterna:	carburo di tungsteno anticorrosione
Guarnizioni O-ring:	NBR

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 33 Elettropompa sommersa estrazione sabbie

L'estrazione delle sabbie dal canale di alimentazione della vasca di equalizzazione esistente sarà effettuata mediante una elettropompa sommersa (P 07) con le seguenti caratteristiche.

Descrizione generale

Elettropompa centrifuga idonea all'installazione sommersa, con girante aperta e arretrata, completa di:
- piede di accoppiamento forato DN80 in HG 15,3;
- accessori per l'installazione:
  - attacco portaguida superiore 2" in acciaio inox AISI 304;
  - tubi guida 2" in acciaio inox AISI 304;
  - piastrine in acciaio inox AISI 304 per tassello M20;
  - catena in acciaio zincato;
  - grillo zincato – portata massima 500 kg;
- cavo SUBCAB 4G1,5+2x1,5, 10 m;
- predisposta per valvola di flussaggio.

Dati tecnici

Portata di progetto della singola pompa:	50,0 m^3/h
Prevalenza richiesta alla portata di progetto:	9,0 m
Prevalenza geodetica:	1,0 m
Potenza nominale del motore:	4,0 kW
Numero di poli:	4
Velocità nominale:	1380 rpm
Alimentazione:	400 Volt -50 Hz -3 fasi
Diametro girante:	175 mm
Mandata corpo pompa:	80 mm
Sezione materiali:	

- corpo: HG15,3;
- coperchio: HG 15,3;
- girante: HG 15,3;
- scatola tenuta: G25;
- camicia albero tenuta: AISI 420 T;
- guarnizioni: NBR;
- supporto motore: G25;
- motore: G25.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 34 Attrezzatura di sollevamento pompe sommerse

Per ogni gruppo di pompe o per ogni pompa (se eccessivamente distante dalle altre) saranno installate tasche per alloggio e supporto dell'attrezzatura di sollevamento, con installazione a parete in acciaio zincato, complete di accessori per il fissaggio (bulloneria in acciaio inox AISI 316).

Sarà inoltre disponibile un'attrezzatura di sollevamento (comune a tutte le pompe) composta da da bandiera ed argano (capacità 150 kg), entrambi in acciaio zincato, con marcatura CE in accordo alle Direttive Europee, costruita secondo le Norme Europee (EN 292/1, EN 292/2, e rispondenti alle DIN (15018, 15020, 15021), alle VBG (6, 9, 9a) ed NF (E 52110). L'attrezzatura di sollevamento sarà munita di gancio di sollevamento in acciaio inox AISI 316L, completo di grillo e catena (portata 500 kg).

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 35 Pompa di rilancio fanghi

I fanghi raccolti sul fondo del sedimentatore saranno rilanciati alla linea fanghi del depuratore tramite una pompa a cavità progressiva con costruzione monoblocco (P 06) con le seguenti caratteristiche:

Dati tecnici:

- Tipologia fluido: fango sedimentato;
- Concentrazione (%SS): 1,5 - 5%;
- Portata: 30 m^3/h;
- Pressione di mandata: 4 bar;
- Corpo in ghisa con flange ISO PN40, 2 porte di ispezione - aspirazione lato tenuta (M) / direzione di rotazione antioraria, vista dal lato motore – direzione di connessione corpo: verso l'alto; porte di ispezione in acciaio inossidabile AISI 316;
- Albero di comando in acciaio inox AISI 316. Giunto articolato con cuffie di protezione in NBR;
- Rotore in acciaio inossidabile AISI 329 LN Duplex;
- Statore in NBR 0-30°C;
- Tenuta meccanica singola, a molla protetta. Materiale facce: SiC/SiC/FKM predisposta alla lubrificazione;
- Motoriduttore flangiato, potenza nominale 9,2 kW, 165 rpm; 400 V – 50 Hz – trifase; IP55/F; termistori PTC; IE3;

- Verniciatura con colore blu RAL 5019, procedura C3 per ambienti corrosivi secondo ISO 12944-2;

La pompa sarà provvista di inverter integrato nel quadro di alimentazione e controllo del reparto.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (installazione di flange sulle tubazioni, guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 36 Miscelatore sommerso equalizzazione iniziale

Nella vasca di equalizzazione iniziale sarà installato un miscelatore sommerso ad asse orizzontale (MIX 01) con le seguenti caratteristiche.

Caratteristiche tecniche:

- Dimensioni vasca: 13,00 x 5,60 x 3,75 (h) m;
- Tipo: senza anello convogliatore;
- Installazione: su tubo guida;
- Miscelatori per vasca: 1;
- N.pale: 3;
- Diametro: 580 mm;
- Potenza motore: 3,7 kW;
- Configurazione: elica direttamente accoppiata a motore elettrico sommergibile;

Prestazioni con inclinazione pale 3°:

- spinta di reazione: 980 N;
- velocità di rotazione: 485 rpm;
- potenza assorbita dalla rete: 4,00 kW;

Motore:

- sincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt – 50 Hz – 12 poli;
- isolamento/protezione: classe H (+180°C) IEC 85/IP 68;
- potenza nominale: 3,7 kW;
- corrente nominale: 14 A;
- cosfi a 4/4: 0,54;
- rendimento a 4/4: 71,9 %;
- avviamento: diretto;
- raffreddamento: diretto mediante liquido circostante;
- dispositivi di monitoraggio: n.3 microtermostati nello statore;

Materiali:

- elica e accessori idraulici: acciaio inox AISI 316L;
- albero: acciaio inox AISI 431;
- carcassa statore: acciaio inox AISI 316 L;
- guida scorrimento: acciaio inox AISI 304;
- copertura camera statore: acciaio inox AISI 316L;
- tenuta meccanica: doppia integrata a cartuccia con protezione usura – esterna in WCCR/WCCR, interna in WCCR/Al2O3;
- O-ring e guarnizioni: gomma nitrilica NBR;
- telaio e viterie: acciaio inox AISI 316 L;

Ogni miscelatore, del peso di 150 kg, è completo di:

- cavo elettrico sommergibile subcab 4G2,5+2x1,5, lunghezza 10 m;
- slitta per tubo guida singolo 100 x 100 mm;

Attrezzatura di installazione:

Composta da tubo guida a sezione quadra, completa di supporti per il fissaggio a parete (superiore ed eventuale intermedio) o indifferentemente a parete o pavimento (inferiore).

Lunghezza attrezzatura: 6 m;

Sezione del tubo guida: 100x100 mm;

Materiali:

- tubo guida: acciaio inox AISI 304;
- supporto superiore: acciaio inox AISI 304;
- supporto inferiore/intermedio: acciaio inox AISI 304;
- bulloneria/catene di sostegno calibrate: acciaio inox AISI 316;
- bulloneria: acciaio inox AISI 316;

Tasca di supporto per alloggio attrezzatura di sollevamento:

- installazione a parete
- materiali:
    - supporto: acciaio zincato;
    - bulloneria, tasselli: acciaio inox AISI 316;

Attrezzatura di sollevamento:

Composta da bandiera, maniglia per rotazione ed argano con marcatura CE in accordo alle Direttive Europee, costruita secondo le Norme Europee (EN 292/1, EN 292/2) e rispondenti alle DIN (15018, 15020, 15021), alle VBG (6, 9, 9a) ed NF (E 52110).

Capacità argano: 320 kg;

Materiali:

- gru a bandiera: acciaio zincato;
- bulloneria e cavo argano: acciaio inox AISI 316.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 37 Elettromiscelatore reattore correzione pH

Nella vasca di correzione del pH sarà installato un miscelatore sommerso ad asse verticale (MIX 02) con le seguenti caratteristiche.

Caratteristiche tecniche:

- Dimensioni vasca: 2,80 x 1,65 x 3,75 (h) m;

- Tipo: ad asse verticale;
- Miscelatori per vasca: 1;
- N.pale: 4;
- Inclinazione pale: 45°;
- Diametro: 700 mm;
- Potenza motore: 2,2 kW;
- Lunghezza albero: 2800 mm;
- Diametro albero: 40 mm;
- Velocità di rotazione: 75 ÷ 110 rpm;
- Velocità periferica: 2,7 ÷ 4,0 m/s;

Motore:

- sincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt – 50 Hz – trifase, 4 poli;
- isolamento/protezione: classe F/B/IP 55;
- potenza nominale: 1,5 kW;
- tipologia riduttore: coassiale;

Materiali:

- motore: alluminio;
- riduttore: alluminio;
- giunto: SS 316 L;
- albero: SS 316 L;
- girante: SS 316 L;

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 38 Elettromiscelatore reattore coagulazione

Nella vasca di coagulazione sarà installato un miscelatore sommerso ad asse verticale (MIX 03 A/B) con le seguenti caratteristiche.

Caratteristiche tecniche:

- Dimensioni vasca: 1,00 x 0,83 x 3,75 (h) m;
- Tipo: ad asse verticale;
- Miscelatori per vasca: 1;
- N.pale: 4;
- Inclinazione pale: 45°;
- Diametro: 500 mm;
- Potenza motore: 0,75 kW;
- Lunghezza albero: 2800 mm;
- Diametro albero: 40 mm;
- Velocità di rotazione: 77 ÷ 110 rpm;
- Velocità periferica: 2,0 ÷ 2,9 m/s;

Motore:

- sincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt – 50 Hz – trifase, 4 poli;
- isolamento/protezione: classe F/B/IP 55;
- potenza nominale: 0,75 kW;
- tipologia riduttore: coassiale;

Materiali:

- motore: alluminio;
- riduttore: alluminio;
- giunto: SS 304;
- albero: SS 316 L;
- girante: SS 316 L;

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 39 Elettromiscelatori reattore flocculazione

Nella vasca di flocculazione saranno installati due miscelatori sommersi ad asse verticale (MIX 04 A/B) con le seguenti caratteristiche.

Caratteristiche tecniche:

- Dimensioni vasca: 4,10 x 2,00 x 3,75 (h) m;
- Tipo: ad asse verticale;
- Miscelatori per vasca: 2;
- N.pale: 2;
- Diametro: 800 mm;
- Potenza motore: 0,37 kW;
- Lunghezza albero: 3000 mm;
- Diametro albero: 40 mm;
- Velocità di rotazione: 20 ÷ 35 rpm;
- Velocità periferica: 0,8 ÷ 1,5 m/s;

Motore:

- sincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt – 50 Hz – trifase, 4 poli;
- isolamento/protezione: classe F/B/IP 55;
- potenza nominale: 0,37 kW;
- tipologia riduttore: coassiale;

Materiali:

- motore: alluminio;
- riduttore: alluminio;
- giunto: SS 304;
- albero: SS 316 L;
- girante: SS 316 L;

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 40 Skid dosaggio reagenti chimici

Per il dosaggio dei reagenti chimici (soluzione commerciale di idrossido di sodio al 30% e soluzione commerciale di cloruro ferrico al 41%) saranno installate due stazioni di dosaggio ciascuna provvista di una coppia di pompe (PD 01 A/B e PD 02 A/B) con le seguenti caratteristiche.

Descrizione

Stazione di dosaggio costituita da skid pompe dosatrici, da vasca di raccolta e da tramoggia da 200 l collegabile con attacchi di sicurezza anti-perdite e tubi flessibili al contenitore del reagente (IBC).

Dati tecnici

- vasca di raccolta in PEHD con un volume totale di 1300 l;
- armature circolari, rinforzate internamente in PE-HD;
- tramoggia da circa 200 l in PE-HD;
- per installazione interna a temperature fino a 35 °C;
- dimensioni esterne circa 1.840 x 1.850 x 2.098 mm (L x P x A);
- per sostanze chimiche con densità max 1,8 kg/dm3;
- per liquidi ai sensi dell'elenco dei liquidi 40-1.1 del DiBt, nonché acidi minerali fino al 20%, liscivie anorganiche (non soluzioni di sali ossidanti come ad es. ipoclorito), soluzioni di sali anorganici non ossidanti con valore del pH 6-8;
- superficie di appoggio dell'IBC inclinata in avanti nelle dimensioni di circa 1.010 x 1.620 (L x P) con griglia (resina poliestere) su costruzione portante speciale per un assorbimento massimo del carico di 2.000 kg, barra degli scontri sul lato posteriore della stazione e dadi di fissaggio sul lato anteriore;
- base pallet rialzata della vasca di raccolta con altezza di circa 100 mm;
- collegamento IBC- tramoggia con attacco rapido in PP/EPDM e tubo flessibile a spirale in PVC con spirale di rinforzo o PTFE;
- dotazioni tramoggia:
    - collegamento di svuotamento con rubinetto di intercettazione per l'attacco per tubo flessibile dell'IBC;
    - attacco sul lato di aspirazione per la stazione di dosaggio con rubinetto di intercettazione;
    - attacco per il ritorno della tubazione di scarico di sicurezza;
    - indicatore ottico di livello;
    - misurazione continua del livello mediante sensori con segnalazione di allarme;
    - tappo a vite per ispezioni;
    - raccordi di ventilazione e sfiato;
- stazione di dosaggio con le seguenti caratteristiche:
    - tubazioni in PVC con guarnizioni EPDM;
    - 2 pompe una in riserva all'altra (1 linea di dosaggio);
    - telaio PP con para schizzi trasparente ca. 1000x700x520 mm;
    - vasca di raccolta con sensore di perdita;
    - collettore unico d'aspirazione;
    - collegamenti idraulici A/M con supporto tubo 8X5mm;
    - cilindri di calibrazione con pompa a vuoto manuale;
    - valvola di sovrapressione/sicurezza con ritorno in aspirazione;

- pompa 1: 7 bar / 15 l/h, 8X5mm;
- pompa 2: 7 bar / 15 l/h, 8X5mm;
- valvola di contropressione sulla linea di iniezione;
- serie di valvole a sfera per sezionamento pompe;
- scatola di giunzione con interruttore principale per la raccolta dei segnali elettrici di comando e l'alimentazione delle pompe;
- certificazione CE secondo Direttiva Macchine;

Pompe dosatrici

Ciascuna pompa dosatrice presenterà le seguenti caratteristiche tecniche:

- display LCD illuminato ad alta visibilità ed indicazione a 3 LED visibile da ogni lato per segnalazioni di esercizio, di avvertimento e d'errore;
- fattore in caso di azionamento esterno a contatto 99:1 - 1:99;
- funzionamento batch con max. 65.536 corse/impulso start;
- immissione della concentrazione per una facile impostazione in caso di operazioni di dosaggio proporzionate alla quantità;
- impostazione della frequenza corsa ad intervalli di 1 corsa/h da 0 a 12.000 corse/h;
- impostazione elettronica continua della lunghezza corsa dallo 0 al 100% (consigliato 30 - 100%);
- connettore per interruttore di livello a due stadi;
- comando esterno tramite segnale normalizzato 0/4-20 mA con possibilità di configurazione del valore di segnale alla frequenza corsa;
- uscita 4-20 mA per la teletrasmissione di lunghezza corsa e frequenza corsa;
- alimentatore universale 100 - 230 V, 50/60 Hz;
- modulo relè opzionale 230 V, che può essere aggiunto in modo facile e sicuro anche in un secondo momento;
- modulo relè combinato opzionale 24 V, che può essere aggiunto in modo facile e sicuro anche in un secondo momento;
- valvola di sfiato manuale sulla testata;
- controllo manuale + esterno con controllo impulso + corrente analogica;
- dati tecnici:
    - portata max: 15 l/h;
    - contropressione max: 7 bar;
    - cilindrata: 0.63 ml/corsa;
    - frequenza massima: 200 corse/min;
    - dimensioni raccordi Ø est. x Ø int: 8 x 5 mm;
    - altezza di aspirazione: 4,0 m.c.a.;
    - precisione di dosaggio riproducibile: ± 2%
    - allacciamento elettrico: 100 V ± 10%; 230 V ± 10%; 50/60 Hz;
    - tipo di protezione: IP 65;
    - classe di isolamento: F;
    - Materiali
        - testata dosatrice: PVDF;
        - raccordo aspirazione/mandata PVDF;
        - guarnizioni PTFE;
        - sfere ceramica;

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 41 Sistema di preparazione e dosaggio soluzione polimerica completamente attivata

Per la preparazione ed il dosaggio del polielettrolita in emulsione, sarà installata una stazione di preparazione e dosaggio di soluzioni polimeriche completamente attivate (POL 01) costituita da camera di miscelazione, camera di maturazione e pompa dosatrice.

Caratteristiche tecniche:

- Quantità prelevata max. / in line con concentrazione 0,05 – 1,5 %: l/h 400
- Quantità prelevata max. / in line con post-diluizione: l/h 4000;
- Quantità prelevata max. come stazione di preparazione carichi con concentrazione fino a 1,5 %: l/h 1000;
- Pressione acqua grezza max.: bar 8;
- Rendimento di dosaggio polimero liquido: l/h 30;
- Contropressione max.: bar 4,5;
- Lunghezza: mm 1.200;
- Larghezza: mm 800;
- Altezza: mm 1.900;
- Attacco acqua di soluz.: DN 25;
- Manicotti di prelievo: DN 25;
- Classe di protezione IP 55;
- Tensione/frequenza: V/Hz 220-240/50-60.

Ogni onere necessario alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi tecnici oggetto del presente articolo (guarnizioni, bulloneria, supporti, etc.) si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 42 Flange piane

Ove previsto negli elaborati progettuali, sulle tubazioni di processo saranno installate flange piane PN10, conformi alle norme UNI EN 1092-1, dello stesso diametro nominale e dello stesso materiale delle tubazioni. Le flange saranno corredate delle necessarie guarnizioni e bulloneria. Ogni onere relativo alla fornitura ed alla posa in opera delle suddette flange si intende adeguatamente compensato dalle voci di elenco prezzi e dall'importo a corpo dell'appalto.

ART. 43 Leggi e normative relativi agli impianti elettrici

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186, della legge n. 46 del 5 marzo 1990, abrogata dal D.M. 37 del 2008, dal D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 (regolamento di attuazione della legge 46/1990) e successive modifiche e integrazioni.
Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM o dell'Ente che effettua il servizio telefonico;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali.

Il progetto è stato realizzato in conformità alle Norme CEI ed alle Prescrizioni Legislative vigenti, in particolare:

Leggi e decreti

Decreto - 22 gennaio 2008 - n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Legge n. 186 del 1968 - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"

Legge n. 791 del 1977 - "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione"

Decreto Legislativo n.81 del 9 aprile 2008 - riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro

Legislazione vigente per la prevenzione incendi e norme del locale Comando dei Vigili del Fuoco.

Prescrizioni e raccomandazioni USL;

Prescrizioni e raccomandazioni ENEL;

Normativa tecnica

Normativa tecnica CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), con particolare riferimento:

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali”

CEI EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza",

EN 61439-3: Quadri di distribuzione per personale non addestrato;

CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione.
Parte 2: Interruttori Automatici;

CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione
Parte 4: Contattori ed avviatori. Sezione uno: - Contattori ed avviatori elettromeccanici;

CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;

CEI EN 61008-1 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 1: Prescrizioni generali;

CEI EN 61008-2-1nterruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete;

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;

CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 62305 (CEI 81-10) Protezione contro i fulmini;

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Principi generali;

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Valutazione del rischio;

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;

CEI-UNEL 353245 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1;

CEI-UNEL 35328 Cavi per comando e segnalamento in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per

posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1;

CEI UNEL 35318 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3;

CEI UNEL 35322 Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3;

CEI-UNEL 35310 Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale Uo/U 450/750 V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1;

CEI-UNEL 35326 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1;

CEI-UNEL 35320 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3;

CEI-UNEL 35718 Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 450/750 V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3;

CEI 20-11/0-1;V1 Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50363-0 Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione –

Parte 0: Generalità;

CEI 20-13;V2 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 KV;

CEI 20-14;V2 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1kV a 3 kV;

CEI 64-8 /1~7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori;

CEI EN 60445 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori";

CEI EN 61386-21 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;

CEI EN 61386-22 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;

CEI EN 60598-1Apparecchi di illuminazione Parte 1 :Prescrizioni generali e prove;

CEI EN 60598-2-22 Apparecchi di illuminazione Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza;

CEI-UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;

UNI EN 12464 Illuminazione dei luoghi di lavoro con luce artificiale.

Oltre al rispetto di leggi e norme, l'impianto elettrico può essere soggetto ad ulteriori vincoli:

Disposizioni dell'ente distributore energia elettrica (ENEL)

Norme e tabelle UNEL e UNI per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità, di esecuzione e di collaudo, etc.

In riferimento a tali Leggi e Norme, l'Appaltatore è tenuto a fornire, indipendentemente dalle prescrizioni di questo capitolato, tutte le opere materiali che risultino necessarie per il completo adempimento delle norme e delle leggi vigenti, ciò senza alcun maggiore onere per la Stazione Appaltante.
Le tavole allegate e le modalità tecniche del presente capitolato, hanno lo scopo di indicare i lavori da eseguire e di precisare i tipi di materiale da impiegare, ma l'impresa esecutrice deve compiere tutte le opere, anche se non specificatamente indicate nei citati documenti, necessarie per dare gli impianti ultimati in ogni loro parte, secondo le buone regole d'arte.
Resta inteso che sarà comunque compreso negli oneri della ditta aggiudicataria quanto altro dovesse occorrere, anche se non espressamente indicato per semplicità, per dimenticanza o per errore, per l'esecuzione dei lavori così come si desume nella sua essenza dalle descrizioni del presente capitolato e dei relativi disegni.
Inoltre nel caso che nel capitolato si riscontrassero incongruenze, in presenza di soluzioni tecniche alternative, sarà comunque adottata quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona pratica esecutiva.
La stessa cosa dicasi per eventuali discordanze tra capitolato e disegni.
Infine, ogni qualvolta sia dubbio ogni senso della clausola contrattuale, si riconosce che sarà insindacabilmente valida l'interpretazione che di tale clausola sarà fatta dalla Direzione dell'Esecuzione.
Per ogni apparecchiatura fornita dovranno essere indicate tutte le caratteristiche: marca, tipo, modello, peso, potenza, velocità di rotazione, ecc. e saranno consegnati i relativi bollettini illustrativi con le istruzioni.
In particolare per i sistemi di regolazione automatica, dovrà essere fornito un dettaglio manuale di istruzioni per il funzionamento, uso e manutenzione.
Al termine dei lavori l'appaltatore dovrà produrre le opportune dichiarazioni di conformità secondo le leggi e la normativa vigente.

ART. 44 Caratteristiche tecniche dei materiali - consegna ed esecuzione dei lavori

Ai sensi del DM 37 del 22 gennaio 2008, dovrà essere utilizzato materiale elettrico esente da difetti qualitativi e di lavorazione, costruito a regola d'arte, sul quale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea o, ancora, che sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
L'attestato di conformità alla norma si riferisce ad un campione, mentre il marchio riguarda anche la produzione. Si ricorre alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.
La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo. In caso contrario, è necessaria una copia della documentazione specifica.
Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.
Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.
Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.
Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato speciale, potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.
Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

ART. 45 Canalizzazioni

Scatole e cassette di derivazione

In prossimità di ogni utenza, a bordo vasca, dovranno essere installate scatole di derivazione, nelle quali transiteranno le condutture provenienti dal quadro elettrico di alimentazione ed automazione; inoltre, le scatole e le cassette di derivazione saranno impiegate nella realizzazione delle reti di alimentazione ogni volta che debba essere eseguita sui conduttori una derivazione e tutte le volte che lo richiedano le dimensioni, la forma o la lunghezza di un tratto di tubazione. Tutte le giunzioni o le derivazioni saranno realizzate esclusivamente su morsetti contenuti entro scatole o cassette di derivazione. Di norma, le scatole o le cassette saranno altresì impiegate ad ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni.
Tutte le scatole di derivazione saranno contrassegnate sul coperchio (in modo che possa essere individuato rapidamente il tipo di servizio di appartenenza) e saranno provviste di morsetti di terra; tutte le scatole di derivazione dovranno essere in acciaio inox AISI 304, dotate di coperchio avente grado di protezione non inferiore a IP65. Le dimensioni delle scatole previste all'interno dell'impianto dovranno essere pari a 50x50 mm e 100x100 mm, conformemente alle indicazioni degli elaborati grafici allegati al progetto.
Al fine di non pregiudicare le caratteristiche di tenuta, nella posa delle cassette di derivazione dovrà essere posta particolare cura:

- all’ingresso tubazioni e/o condutture;
- al fissaggio;
- al collegamento a terra delle cassette metalliche.

Gli impianti appartenenti a categorie e destinazioni diverse dovranno avere cassette di derivazione distinte, oppure dovranno essere impiegate segregazioni interne con cassette appositamente predisposte.

Dati e documentazione da fornire

A fine lavori l’impresa dovrà consegnare la seguente documentazione:

- certificati di prove tipo;
- manuale di installazione e manutenzione;
- certificati IMQ dei materiali utilizzati.

Tubazioni

Per quanto riguarda l'alimentazione di singole utenze dovranno essere installate a vista (a bordo vasca) tubazioni in acciaio inox dotate di curve con grado di protezione non inferiore a IP 65. Le tubazioni previste dovranno avere diametro pari a 25-32 mm. Le tubazioni dovranno essere disposte secondo le indicazioni degli elaborati allegati al progetto.

Dati e documentazione da fornire

A fine lavori l’impresa dovrà consegnare la seguente documentazione:

- certificati di prove tipo;

- manuale di installazione e manutenzione;
- certificati IMQ dei materiali utilizzati.

Canale in acciaio inox AISI 304

A bordo vasca ed all'interno del locale tecnico dovranno essere installate delle canaline porta-cavi per l'alloggiamento delle condutture di alimentazione delle utenze. Dette canale dovranno essere realizzate in acciaio AISI 304, aventi base rettilinea chiusa liscia e dotate di coperchio di chiusura liscio. Le canaline dovranno avere rispettivamente dimensioni 75x75 mm (alloggiamento cavi segnalazioni) e 150x75 mm (alloggiamento cavi potenza) e saranno disposte secondo le indicazioni degli elaborati allegati al progetto.

Dati e documentazione da fornire

A fine lavori l'impresa dovrà consegnare la seguente documentazione:
- certificati di prove tipo;
- manuale di installazione e manutenzione;
- certificati IMQ dei materiali utilizzati.

ART. 46 Conduttori

I cavi elettrici dovranno essere contrassegnati in modo tale da individuare prontamente il servizio a cui presiedono.
Per la realizzazione delle linee principali di alimentazione del quadro principale di alimentazione e dei quadri secondari saranno utilizzati cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e di gas tossici.
I cavi suddetti saranno inoltre impiegati per le alimentazioni anche se derivate da quadri secondari, se destinati alla posa in canalizzazioni metalliche.
Tutte le linee derivate dai quadri secondari, destinate all'alimentazione degli utilizzatori, dei circuiti luce, dei circuiti prese dovranno essere inseriti in tubazioni di pead o acciaio inox AISI serie pesante (impiantistica antideflagrante) e saranno realizzati con conduttori flessibili in rame isolati in PVC non propagante l'incendio a ridotta emissione di gas tossici del tipo individuato in progetto, con tensione nominale non inferiore Vo/V = 450/750 V.
Per gli impianti di segnalazione realizzati con sistema a bassissima tensione e circuiti ausiliari, si dovranno installare conduttori isolati in PVC non propagante l'incendio a ridotta emissione di gas tossici del tipo individuato in progetto, con tensione nominale non inferiore Vo/V = 450/750 V.
Le sezioni dei conduttori sono scelte, con le modalità e sulla base della portata fissata dalle normative CEI e dalle tabelle UNEL, tra cui, in particolare:

- **CEI 20-22**
- **CEI 20-14 II**
- **CEI 20-22 II (e successive varianti ed aggiornamenti)**
- **Tabelle UNEL 35752**
- **Tabelle UNEL 35756**
- **Tabelle UNEL 35755**
- **Tabelle UNEL 35754**
- **Tabelle UNEL 36713 (e successive varianti ed aggiornamenti)**
- **IEC 332-1**
- **IEC 332-3**

Le sezioni ed i calcoli eseguiti in conformità con le norme precedentemente citate sono riportati negli schemi elettrici allegati al progetto.
La caduta di tensione dovrà essere inferiore a quella fissata dalle norme CEI.
Tutti i cavi dovranno riportare l'identificazione IMQ stampigliata con continuità sull'isolante contiguamente alle indicazioni CEI 20-22 II, e dovranno comunque essere allegati i certificati di Conformità IMQ, CESI o similmente riconosciuti, oltre alla stampigliatura della sezione e della formazione del cavo stesso.

Colorazione dei conduttori ed identificazione

Tutti i conduttori dovranno avere colorazione conforme alle normative vigenti ed in particolare alle norme:

- **CEI 64-8;**
- **UNEL 00722;**

Non dovranno mai essere impiegati conduttori di colore verde o giallo.
Il conduttore di neutro N dovrà sempre essere di colore azzurro.
Il conduttore PE dovrà sempre essere di colore giallo-verde.
I cavi multipolari avranno la colorazione della guaina prevista dalle tabelle CEI UNEL 00721-69.
In ogni caso per la colorazione dei conduttori si dovrà far riferimento alla seguente tabella:

COLORE	**DESTINAZIONE CONDUTTORE**
NERO-GRIGIO-MARRONE	Fasi circuiti di potenza 380/220 V
AZZURRO- CELESTE	Neutro circuiti 380/220 V
BIANCO	Ausiliari
ROSSO	Ausiliari PLC
ARANCIO	Interblocchi
GIALLO/VERDE	Protezione (PE)

Tutti i conduttori recheranno, all'interno della scatola di derivazione o del quadro, l'identificazione alfanumerica del circuito di appartenenza e dovranno mantenere tale identificazione dalle morsettiere dei Quadri di distribuzione fino alle utenze finali.
Le sigle alfanumeriche dovranno rispecchiare quanto riportato negli schemi elettrici allegati al progetto.

Giunzioni

Tutte le giunzioni tra conduttori dovranno essere eseguite all'interno di cassette di derivazione.
Fino alla sezione di 4 mm^2 si potranno utilizzare morsetti volanti isolati.
Per le sezioni maggiori di 4 mm^2 dovrà essere fatto uso di morsettiere fisse con morsetti unificati, fissate su profilato di appoggio secondo norma EN 50035.
La dimensione dei morsetti dovrà essere adatta al serraggio di tutti i conduttori presenti nel nodo e comunque con un minimo di:

- 2,5 mm^2 per morsetti volanti;
- 6 mm^2 per morsetti su sbarra.

I morsetti facenti parte dell'impianto di terra da montarsi su profilato (EN 50022) dovranno consentire il collegamento a terra di detto profilato e della eventuale cassetta metallica senza l'interposizione dei conduttori flessibili.
In ogni caso, per i morsetti dovranno essere rispettate le caratteristiche previste dalle normative CEI specifiche e dovrà essere prodotta documentazione di conformità stilata da IMQ, CESI o ente similmente riconosciuto.

Dati e documentazione da fornire

Prima della fine dei lavori l'impresa dovrà consegnare:

- Manuale di installazione e manuale dei cavi elettrici installati;
- Certificazione IMQ dei cavi elettrici.

ART. 47 Tipologia dei cavi elettrici

Cavi tipo FG16(O)R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318-35322-35016, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11

Condutture flessibile di rame rosso ricotto classe 5	
Isolamento in HEPR di qualità G16	
Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico	
Guaina in mescola termoplastica tipo R16	
Tensione nominale U0	600 Vca – 1800 Vcc
Tensione nominale U	1000 Vca – 1800 Vcc
Tensione di prova	4000V
Tensione massima Um	1200 Vca – 1800 Vcc
Temperatura massima di esercizio	90°C
Temperatura massima di cc per sez. fino a 240mmq	250°C
Temperatura massima di cc per sez. oltre a 240mmq	220°C
Temperatura minima di esercizio	-15°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C
Colore guaina	RAL7035

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

Cavi schermati tipo FG16(O)H2R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318-35322-35016, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11

Condutture flessibile di rame rosso ricotto classe 5	
Isolamento in HEPR di qualità G16	
Guaina in PVC + materiale non fibroso e non igroscopico	
Schermo costituito da treccia di fili di rame rosso	
Guaina in mescola termoplastica tipo R16	
Tensione nominale U0	600 Vca
Tensione nominale U	1000 V
Tensione di prova	4000 V
Tensione massima Um	1200 V
Temperatura massima di esercizio	90°C
Temperatura massima di cc	250°C
Temperatura minima di esercizio	-15°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C
Colore guaina	RAL7035

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e

fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

Conduttori tipo FS17

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318-35322-35016, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11

Condutture flessibile di rame rosso ricotto classe 5	
Isolamento in PVC TIPO S17	
Tensione nominale U0	450 Vca
Tensione nominale U	750 V
Tensione di prova	3000 V
Tensione massima Um	1000 Vca
Temperatura massima di esercizio	70°C
Temperatura massima di cc	160°C
Temperatura minima di esercizio	-10°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	5°C

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

Conduttori tipo FG17

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318-35322-35016, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11

Condutture flessibile di rame rosso ricotto classe 5	
Isolamento in HEPR di qualità G17	
Tensione nominale U0	450 Vca
Tensione nominale U	750 V
Tensione di prova	3000 V
Tensione massima Um	1000 Vca
Temperatura massima di esercizio	90°C
Temperatura massima di cc	250°C
Temperatura minima di esercizio	-30°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	-15°C

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

ART. 48 Cavi di rete Ethernet

Sarà onere dell'impresa l'utilizzo di questa tipologia di cavi per quanto riguarda i collegamenti tra il PLC all'interno del quadro, gli inverter e la rete generale dell'impianto. I cavi dovranno essere protetti da tubazioni rigide o flessibili transitanti al di sotto del pavimento galleggiante e all'interno delle partizioni in cartongesso o nei muri. I cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- cavi per la trasmissione dati in rame a 4 coppie twistate
- schermato (FTP)
- CAT 6
- tipo FTP 4x2x24 AWG

ART. 49 Cavo RS 485 centraline e sagnali A.I.- A.O.

Sarà onere dell'impresa l'utilizzo di questa tipologia di cavi per quanto riguarda i collegamenti BUS relativo alla rete centralina controllo del PH e ai segnali 4-20 ma provenienti dai misuratori di portata in campo. I cavi dovranno essere protetti da tubazioni rigide o flessibili transitanti al di sotto del pavimento galleggiante e all'interno delle partizioni in cartongesso o nei muri. I cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- cavo multicoppia BUS
- schermato 24 AWG
- 2x1 mmq

ART. 50 Prese sezionamento utenze

Sarà onere dell'impresa l'installazione in prossimità di ogni utenza a bordo vasca di prese del tipo Marechal 20 A o equivalente per il sezionamento dei carichi aventi le seguenti caratteristiche:

- scatola da parete 70° blu grande;
- presa 3P 20A - 400 Vac IP66/67;
- impugnatura diritta M32;
- spina 3P 20A - 400 Vac.

ART. 51 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.
In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (Ib, valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a protezione dei conduttori devono avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) e una corrente di funzionamento (If) minore o uguale a 1,45 volte la portata (Iz).
In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:
$Ib < In < Iz$ e $If < 1,45\ Iz$
La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.
Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I2t \leq Ks2$ (vedasi la norma CEI 64-8).
Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.
E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 6.3.02 delle norme CEI 64-8).
In questo caso, le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.
Protezione di circuiti particolari:

a) devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezion fatta per quelli umidi;
c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
d) devono essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva (norme CEI 64-4).

ART. 52 Dispositivi di protezione delle condutture

Condizioni generali di protezione dei conduttori

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.
- il corto circuito sarà invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti saranno tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.

Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

a) condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.

b) condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.

c) condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.

d) condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata Iz.

e) conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata Iz della conduttura principale.

f) condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

a) circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.

b) circuiti di alimentazione degli elettro magneti.

c) circuiti secondari dei trasformatori di corrente.

d) circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

Condizioni generali di protezione dal corto circuito

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

a) l'apparecchio sarà installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di c.to c.to).

b) l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.

c) l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto ove l'apparecchio stesso sarà installato.

d) l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di c.to c.to che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

Valori dell'energia specifica passante dei conduttori

Le norme in vigore prescrivono che l'energia specifica passante lasciata passare dall'interruttore durante il c.to c.to non superi il valore espresso dalla relazione:

$$\int_0^t [\, i\,(t)]^2 \leq K^2\, S^2 \quad \text{(integrale di Joule)}$$

dove K è una costante che vale 115 per i conduttori isolati in PVC, vale 135 per i conduttori isolati in gomma G2 e vale 143 per i conduttori isolati in gomma G5 o maggiore e per i conduttori isolati in polietilene reticolato EPR; sviluppando questa relazione si ottengono i valori massimi ammissibili in $(A^2s) \cdot 10^3$ dell'integrale di Joule.

ART. 53 Dispositivi automatici ad interruttore

Norme di riferimento

Due sono le norme tecniche che riguardano gli interruttori automatici:

CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione)
Questa norma si applica agli interruttori automatici per impianti domestici e similari, destinati ad essere utilizzati da persone non addestrate, per il funzionamento a frequenza 50-60 Hz, tensione nominale non superiore a 400 V, corrente nominale a 125 A e potere d'interruzione fino a 25kA.

CEI EN 60947-2 (CEI 17-5; V edizione)
Questa norma si applica per gli interruttori automatici per impieghi industriali, con tensione nominale non superiore a 1000Vca e 1500Vcc, per qualunque valore di corrente nominale, tipo costruttivo ed utilizzazione.

Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:
corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non funzionamento:
massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_{m1} = minima sovra corrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettro magnetiche.

I_{m2} = minima sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettro magnetiche.

I valori nominali e convenzionali presi dalle rispettive norme sono sotto riportati.

Norma	Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
CEI EN 60898 CEI 23-3;17-5; IV ed.	fino a 63 A	1,13	1,45	1 h
	oltre 63 A	1,13	1,45	2 h
CEI EN 60947-2	fino a 63 A	1,05	1,3	1 h
CEI 17-5; V ed.	oltre 63 A	1,05	1,3	2 h

Caratteristiche d'intervento

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione) prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico. La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	I_{m1}	I_{m2}	Impiego tipico
B	3 In	5 In	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	5 In	10 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	10 In	20 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

ART. 54 Dispositivi a fusibile

Norme di riferimento

Le norme tecniche che riguardano i dispositivi a fusibile sono:

- IEC 127; per i fusibili a vetro
- IEC 269.1 e 269.2; per i fusibili a cartuccia e a coltello
- CEI 32-1; prescrizioni generali
- CEI 32-4; fusibili per applicazioni industriali
- CEI 32-5; fusibili per applicazioni domestiche
- CEI 32-6; fusibili in miniatura
- CEI 32-7; cartucce per la protezione di dispositivi a semiconduttore
- DIN 43620; per i fusibili a coltello

Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di c.to c.to; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).

fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte In per tempi superiori a qualche secondo.

fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo c.to c.to; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:
corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non fusione:
massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente convenzionale di fusione:
minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " *gl* " sono sotto riportati.

Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
4…10	1,5	1,9	1 h
12…25	1,4	1,75	1 h
32…63	1,3	1,6	1 h
80…100	1,3	1,6	2 hh
125…160	1,2	1,6	2 hh
200…400	1,2	1,6	3 hh
500…1000	1,2	1,6	4 hh

Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.

Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con al corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a 10 12,5 In.

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra I^2t e I^2cc; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica I^2t / I^2cc sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

Poteri d'interruzione e caratteristica I^2t

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e similari e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche I^2t assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di c.to c.to, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di I^2t sarà eseguita soltanto nell'ipotesi di c.to c.to nel punto terminale della conduttura (Icc_{min}).

Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima Iz, si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di 1,6 1,9 Iz e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di 2,6 3,6 volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una conduttura non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per If non superiore a 1,45 Iz, cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al 76 90 % di Iz.

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima Iz della conduttura, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al 55 60 % di Iz, che equivale a dire sfruttare il rame installato al 55 60 %.

Condizioni generali di protezione dal corto circuito

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di c.to c.to nel senso che potrebbero non interromperle tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovra dimensionato rispetto Iz, si dovrà verificare il suo comportamento in caso di c.to c.to nel punto terminale della linea.

ART. 55 Quadri elettrici

I quadri elettrici in progetto dovranno essere realizzati rispettando le specifiche di seguito indicate in relazione ai requisiti fondamentali del progetto, alle modalità di collaudo, di fornitura, di offerta dei quadri BT fino a 400 V che dovranno pertanto essere realizzati ed equipaggiati con le apparecchiature (come minimo) previste nello schema di progetto.
Quando in un quadro saranno installati apparecchi e condutture a tensione diverse od appartenenti a sistemi diversi, essi saranno separati e disposti in modo da presentare il minor numero possibile di incroci fra cavi; inoltre le linee in partenza dal quadro stesso saranno siglate chiaramente in modo da essere individuate senza problemi.

Gli strumenti e gli apparecchi installati nei quadri saranno raggruppati in modo razionale e risulteranno facilmente ispezionabili, smontabili e facilmente individuabili secondo la loro funzione, eventualmente mediante appositi contrassegni.

Sul fronte dei pannelli e sul riquadro saranno disposte targhette pantografate e cartelli atti ad indicare, per ogni interruttore, organo di manovra o segnalazione, la parte di impianto da esso comandata o controllata.

Tutti i quadri risponderanno alle prescrizioni evincibili dalle Norme CEI EM 61439 in vigore.

Nella costruzione del quadro si dovranno impiegare particolari accorgimenti tendenti a favorire al massimo l'esecuzione delle operazioni di manutenzione delle apparecchiature contenute.

In particolare, per tutti i sistemi di alimentazione generale, i trasformatori, gli alimentatori e relative apparecchiature ausiliarie in normale esercizio, dovranno risultare sempre fisicamente separati ed elettricamente selezionabili da quelle di tensione. La disposizione degli strumenti sul quadro sarà eseguita in modo da raggruppare gli strumenti stessi per zone d'impianto.

Le chiusure laterali del quadro (se non diversamente richiesto) saranno movibili per consentire eventuali ampliamenti futuri dello stesso.

La forma e le dimensioni dell'AS/ANS e la disposizione degli strumenti sugli stessi dovrà sempre essere

approvata dal Committente.

La disposizione delle apparecchiature elettriche del quadro sarà realizzata in modo da consentire un'ottima accessibilità alle stesse per gli interventi di manutenzione; in particolare le apparecchiature non saranno poste a quota inferiore a 350 mm rispetto al piano di calpestio, inoltre la distanza della morsettiera dalle pareti laterali e dal fondo del quadro non sarà mai inferiore a 150 mm.

Limiti di fornitura

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici. Detta prescrizione è comunque comune a tutti i quadri elettrici:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- attacchi per il collegamento cavi di potenza, ivi compresi i cavi ed i terminali;
- morsettiera per il collegamento cavi ausiliari esterni ivi compresi i cavi ed i terminali.

Norme di riferimento

I quadri elettrici e le apparecchiature della fornitura, comune a tutti i quadri elettrici, saranno costruiti in conformità alle norme CEI, IEC in vigore e, in particolare, alle seguenti:

- CEI 17-13/1;
- CEI 11-1;
- CEI 64-8;
- CEI 11-7;
- IEC Norma 439;
- IEC Norma 157-1;
- IEC Norma 898;

Inoltre i quadri dovranno essere conformi anche alle regolamentazioni e normative previste dalla legislazione italiana in materia di prevenzione infortuni.

Prescrizioni generali comuni a tutti i quadri

I quadri elettrici di automazione e di comando porteranno installati tutti gli interruttori di comando e di protezione delle linee ad essi in derivazione; tali interruttori saranno dotati di protezione contro il sovraccarico e le correnti di cortocircuito conformemente alle disposizioni delle normative CEI 64-8 e DPR547/55.

Tali quadri risponderanno alle caratteristiche dettate dalle Normative CEI 17-13/1 e DPR 547/55, avranno un grado di protezione non inferiore a IP40 e IP55, dovranno essere realizzati in acciaio inox AISI 304, saranno dotati di pannellatura di servizio e porta trasparente e saranno completamente chiusi su tutti i lati con le apparecchiature così predisposte:

- *Unità di arrivo: interruttore generale e/o sezionatore di quadro in apposito vano segregato, accessibile solo dopo che l'interruttore si trova in posizione off;*
- *Gruppo funzionale: a*ssieme degli interruttori termomagnetici differenziali etc.;
- *Unità di ripartenza:* assieme delle morsettiere atte al collegamento delle apparecchiature alle linee ad esse in derivazione disposte in appositi vani segregati dalle altre apparecchiature.

La disposizione delle apparecchiature sarà scelta in modo da rendere agevole l'individuazione dei circuiti e la loro manutenzione; le pannellature frontali dovranno essere dotate di targhette con iscrizioni recanti la destinazione delle apparecchiature così come riportato negli schemi allegati.

La connessione alle linee derivate avverrà solo tramite morsettiere componibili fissate su profilati normalizzati o sistema equipollente. Le morsettiere saranno installate ad una distanza minima di 12,5 mm dal pannello superiore o inferiore o laterale del quadro, inclinate di circa 45° dalla verticale onde facilitare il collegamento in cantiere delle linee derivate.

Tutte le linee facenti capo al quadro dovranno portare nel tratto terminale l'identificazione alfanumerica caratteristica del circuito, con riferimento agli schemi planimetrici dei quadri.

L'ingresso dei conduttori attraverso l'involucro esterno del quadro dovrà avvenire senza che ciò pregiudichi le caratteristiche di tenuta richieste; a tale scopo saranno impiegati passacavi a tenuta o sistemi equipollenti.

Gli interruttori, automatici e non, dovranno inoltre essere dimensionati secondo quanto descritto nell'apposita sezione e soddisfare in generale le seguenti richieste:

- Interruttori fino a 63 A: interruttori di tipo modulare (modulo 17,5 mm) per installazione su profilato;
- Interruttori da 63 A a 100 A: interruttori di tipo modulare o scatolati compatti;
- Interruttori oltre i 125 A: interruttori di tipo scatolato compatti.

Caratteristiche costruttive

Per caratteristiche costruttive, comuni a tutti i quadri elettrici, si intendono le caratteristiche strutturali, di protezione meccanica, di segregazione, di accessibilità delle apparecchiature, di sicurezza e di realizzazione dei collegamenti elettrici all'interno dei quadri.

- Grado di protezione

L'involucro esterno assicurerà un grado di protezione non inferiore a quanto specificato (secondo CEI 70-1 e IEC 529).

- Protezione dei materiali

I materiali di tutti i quadri elettrici avranno caratteristiche idonee al luogo di installazione, alle condizioni di servizio e di trasporto.

- Messa a terra

Tutti i quadri elettrici conterranno, montata al proprio interno, una barra di rame da collegare al circuito di terra esterno della sezione non inferiore a 250 mm^2 alla quale sarà connessa ogni struttura del quadro elettrico. Le porte saranno collegate a detta sbarra tramite una connessione flessibile in rame.
Nella cella di collegamento dei cavi di potenza sarà collegata una sbarra per l'allacciamento degli eventuali conduttori di protezione incorporati nei cavi di partenza.
La messa a terra del quadro dovrà essere effettuata attraverso l'impianto di terra generale.

- Trattamento delle superfici

La carpenteria del quadro sarà realizzata in acciaio inox AISI 304.

- Connessioni di potenza

I cavi di potenza saranno connessi direttamente ai codoli degli interruttori e saranno alloggiati in una zona predisposta allo scopo oppure saranno attestati a codette di rame elettrolitico (dimensionate secondo DIN 43 671 e 43 670), a loro volta attestate ai codoli degli interruttori.
Le uscite dei cavi avverranno dall'alto e/o dal basso dello scomparto sulla struttura portante del quadro, permettendo il sostegno ed il fissaggio dei cavi di uscita.

- Prove e certificati

I quadri dovranno essere sottoposti, presso l'officina del costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC. Dovranno, inoltre, essere forniti i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della fornitura:

- prove di corrente di breve durata;
- prova di riscaldamento.

Dati e documentazione da fornire

A fine lavori l'impresa dovrà consegnare la seguente documentazione:

- peso del quadro;
- certificati di prove tipo;
- schemi elettrici funzionali;
- disegno d'assieme e dimensioni d'ingombro;
- manuale di installazione e manutenzione del quadro;
- manuale di installazione e manutenzione delle apparecchiature principali;
- certificati di collaudo degli interruttori di potenza.

Quadro elettrico DISTRIBUZIONE E AUTOMAZIONE CHIMICO-FISICO

Sarà onere dell'impresa la costruzione, il cablaggio e l'installazione secondo la normativa vigente e la regola dell'arte del quadro elettrico di automazione previsto all'interno del locale tecnico all'arrivo della linea di alimentazione proveniente dal locale cabina elettrica. Il quadro dovrà essere realizzato in acciaio inox AISI 304 e dovrà possedere un grado di protezione non inferiore a IP55. Il quadro sarà costituito da 3 armadi delle stesse dimensioni; ogni armadio dovrà essere dotato di controporta interna e di porta di chiusura trasparente in vetro. Le caratteristiche dimensionali e qualitative del quadro e dei componenti sono riportate all'interno degli schemi elettrici allegati al progetto e negli articoli del presente capitolato.

Caratteristiche tecniche:

dimensioni esterne di ciascun armadio HxLxP: 2.000x2400x500 mm.

Il quadro sarà dotato di:

- 3 porte trasparente in vetro;
- 3 controporte installazione componenti fronte quadro (lampade spia, selettori Panel View);
- 1 vano di risalita cavi
- piastre di fondo alloggiamento componenti (contattori, salvamotori, relè);
- montanti per apparecchi modulari;
- guide Din e supporto di fissaggio;
- accessori (inserto a triangolo per chiusura quadro, golfari di sollevamento quadro, tasca porta schemi);
- canale di cablaggio delle dimensioni di 40x60 - 60x80 – 60x100 mm per il passaggio dei cavi montate su piastra di fondo.

ART. 56 Componenti elettrici dei quadri

All'interno del quadro elettrico di distribuzione e automazione saranno installati i componenti e le apparecchiature elettriche descritte nel seguito.

Multimetro digitale contatore energia
Nella sezione modulari del quadro dovrà essere installato un multimetro digitale con funzione di conta-energia del tipo IME - NEMO D4-e o equivalente, dotato di uscita impulsi remotizzata a controllore programmabile. Il multimetro presenterà le seguenti caratteristiche tecniche:

- display cristalli liquidi;
- installazione barra din;
- tensione di alimentazione 400 Vac;
- dotato di uscita impulsi;
- inserzione su TA dedicati.

Trasformatori amperometrici
All'interno del quadro di automazione dovranno essere installati 3 trasformatori amperometrici, uno su ciascuna fase, a servizio del multimetro digitale descritto in precedenza, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione: 250 Vac;
- corrente nominale: 5 A.

Sezionatore generale quadro
Nella sezione modulari del quadro di automazione dovrà essere installato un interruttore generale sezionatore avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- numero di poli: 4P;
- tensione di alimentazione: 400 Vac;
- corrente nominale dispositivo: 125 A.

Lampade lampeggianti e finecorsa quadro
All'interno dei due armadi adibiti esclusivamente all'automazione dovrà essere installato un sistema di segnalazione luminoso costituito da tre lampade e finecorsa di accensione/spegnimento delle lampade in funzione dell'apertura/chiusura delle controporte interne del quadro, del tipo Elfin o equivalenti. Il sistema dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:
Lampade lampeggianti:

- materiale: ABS;
- tensione di alimentazione: 110-690 V;
- grado di protezione: IP40;
- colore lampada: rosso;

Finecorsa:

- dotato di interblocco 1 N.C.;
- grado di protezione: IP40;
- tensione di alimentazione: 110-690 V;

Aspiratore quadro
Sul fronte quadro sulla controporta dove sono installati gli inverter è prevista l'installazione di un ventilatore di raffreddamento avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione: 230 Vac;
- grado di protezione: IP54;
- dotato di griglia in ABS;
- potenza elettrica ventilatore: 85 W;
- portata aria 160 mc/h;

Plafoniera illuminazione interno quadro
All'interno dei due armadi adibiti esclusivamente all'automazione dovrà essere installata una lampada fluorescente da posizionarsi sulla parte superiore della struttura. La lampada led dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione: 230 Vac
- potenza lampada: 4 W
- accensione: bordo lampada;

Presa shuko interno quadro
All'interno del quadro dovrà essere installata una batteria di prese shuko (3 prese in parallelo) da utilizzarsi durante le manutenzioni delle apparecchiature all'interno del quadro. Le prese dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione: 230 Vac;
- corrente nominale: 16 A;

Sezionatori portafusibili
Nella sezione modulari sul fronte del quadro ed all'interno del quadro nella sezione automazione dovranno essere inseriti dei sezionatori portafusibili per installazione su barra DIN di protezione, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- corrente nominale fusibili: da 2 a 63 A;
- tensione d'impiego nominale: 230/400 V CA;
- numero di poli: 1P - 1P+N - 2P - 3P - 4P;
- peso [g] tipo 1P 2P 3P 4P: 110 220 340 450;

Le taglie riferite alla corrente nominale dei fusibili da inserire all'interno dei sezionatori ed il numero di poli dei componenti da installare sono riportati sugli schemi elettrici unifilari allegati al progetto.

Interruttori modulari magnetotermici differenziali e differenziali puri
Nella sezione modulari sul fronte del quadro di automazione dovranno essere installati interruttori magnetotermici, magnetotermici-differenziali e differenziali puri modulari, per installazione su barra DIN, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- corrente nominale: da 2 a 63 A curva C;
- tensione d'impiego nominale: 230/400 V CA;
- numero di poli: 1P - 1P+N - 2P - 3P - 4P;
- potere di interruzione: secondo CEI EN 60898 (CEI 23-3 4a ed.);
- chiusura rapida: la velocità di chiusura dei contatti risulta indipendente dall'azione dell'operatore;
- curve di intervento: gli sganciatori magnetici intervengono tra 5 e 10 In;
- durata elettrica (O-C): 20.000 cicli;
- peso [g] tipo 1P 2P 3P 4P: 110 220 340 450;

Le taglie riferite alla corrente nominale ed alla corrente differenziale nonché il numero di poli dei componenti da installare sono riportati sugli schemi elettrici unifilari allegati al progetto.

Interruttori salvamotori
A protezione magnetica e termica delle singole utenze dovranno essere installati all'interno del quadro, nella sezione automazione, degli interruttori salvamotori aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- corrente nominale: variabile (vedere schema elettrico unifilare);
- categoria AC-3;
- tensione d'impiego nominale: 400 Vac;
- frequenza di funzionamento: 50/60 Hz;
- potere di interruzione: secondo CEI EN 60898 (CEI 23-3 4a ed.) 100 kA;

- dotati di contatti ausiliari N.O. e N.C..

Le taglie riferite alla corrente nominale ed il numero di poli dei componenti da installare sono riportati sugli schemi elettrici unifilari allegati al progetto.

Trasformatori di isolamento
L'alimentazione dei circuiti ausiliari e degli inverter sarà effettuata e protetta da trasformatori di isolamento aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
Circuiti ausiliari:
- tensione primario: 230/400 Vac;
- tensione secondario: 24 Vac;
- potenza: 630 VA;

Alimentazione inverter:
- tensione primario: 230 Vac;
- tensione secondario: 24 Vac;
- potenza: 160 VA;

Alimentatore controllore logico programmabile
All'interno del quadro elettrico dovrà essere installato un controllore logico programmabile descritto in un paragrafo successivo. L'alimentazione del PLC dovrà essere realizzata e protetta mediante un alimentatore AC/DC avente le seguenti caratteristiche tecniche:
- tensione di alimentazione lato AC in ingresso 115 - 230 Vac;
- tensione di alimentazione lato DC in uscita 24 Vcc;
- frequenza di lavoro 50/60 Hz;
- grado di protezione IP40;
- adatto all'installazione su barra din;
- potenza in uscita 300 W;
- corrente nominale in uscita 10 A.

Contattori di attivazione motori
L'attivazione delle utenze elettriche fino a 10 kW sarà effettuata mediante contattori aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
- tensione nominale ≤ 690 V;
- potenza motore fino a 10 kW;
- tensione circuito ausiliario: 24 Vac;
- categoria di utilizzo AC-3;
- dotato di blocco di contatti ausiliari 1NO + 1NC.

Galleggianti a pera
Sarà onere dell'impresa la fornitura, l'installazione ed il collegamento di galleggianti a pera di extra minimo, extra massimo e funzionamento da installarsi all'interno delle vasche aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
- caratteristiche elettriche: 10A max con carico resistivo a 250V~ / 8A max con carico induttivo a 250V~
- profondità massima di funzionamento: 50 mt;
- temperatura di funzionamento: 0-50°C;
- grado di protezione: IP 68.

Inverter regolazione motori
Le velocità dei motori delle pompe e dei miscelatori saranno gestite da inverter da installarsi all'interno del quadro elettrico di automazione, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
- tipo Rockwell PowerFlex - 525 o equivalenti;

- tensione di alimentazione: trifase 400 Vac;
- potenza motore: variabile da 0,37 a 9,2 kW;
- porta ETHERNET.

Selettori a tre posizioni

Il ciclo di funzionamento di ogni utenza è costituito da selettore a leva a tre posizioni (escluso/manuale locale - sem-man - aut). Il diametro nominale deve essere almeno di 22 mm. Gli elementi di azionamento sono leve con 3 posizioni di commutazione a scatto.

Il selettore deve essere completo di:

- blocchetti di contatti con morsetto a vite, per fissaggio su pannello, profondità di montaggio 60 mm esecuzione
- Supporto per 3 o 5 elementi di contatto;
- Morsetto di appoggio passante per elementi in serie.

Lampade di segnalazione

Esecuzione

Esecuzione rotonda: gli indicatori luminosi saranno costituiti dai seguenti componenti: lampada a led alimentazione 110 Vac e portalampada.

Montaggio e fissaggio

Dimensioni di montaggio secondo EN 50 007. Per il fissaggio, l'elemento di comando o l'indicatore luminoso dovrà essere inserito frontalmente nella foratura del pannello. La forma della rosetta garantirà un alloggiamento fisso nel foro. Nella parte interna del pannello il supporto dovrà essere fissato automaticamente a scatto alla rosetta dell'elemento di comando o dell'indicatore luminoso e poi dovrà essere fissato al pannello tramite due viti ed essere a prova di vibrazioni e di torsioni; il pannello potrà avere uno spessore compreso tra 1 e 6 mm.

Per gli indicatori luminosi ed i pulsanti luminosi sarà disponibile un supporto, già comprensivo di portalampada, che servirà contemporaneamente anche per il fissaggio dei blocchetti di contatti.

Allacciamento

Il portalampada sarà munito di allacciamenti a spina piatta secondo le norme IEC 60 760, i quali potranno essere usati anche per collegamenti a saldatura. Tutti gli allacciamenti saranno corredati da due spine piatte che permetteranno un collegamento doppio.

Timer pausa lavoro

Ove previsto in progetto, sarà onere dell'impresa l'installazione, all'interno del quadro, di timer pausa/lavoro del tipo OMRON H3CR-F o equivalente, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di alimentazione 24 Vac;
- 1 contatto di scambio;
- programmazione giornaliera mediante impostazione ore di pausa lavoro;
- installazione su base undecal.

Controllore logico programmabile

Le utenze elettriche presenti nell'impianto chimico-fisico dovranno essere gestite in automatico e telecontrollate da remoto mediante l'installazione di un controllore logico programmabile. La logica di funzionamento del processo dovrà essere gestita secondo le specifiche indicate nelle successive fasi del progetto e secondo le indicazioni del processo depurativo. All'interno del quadro elettrico di automazione dovrà essere installato un PLC del tipo Allen Bradley - serie MICRO 840 o equivalente dotato delle seguenti schede e componenti:

- 1 controllore micro 870 24 I/O Enet/IP;
- 4 schede di ingressi digitali, 32 ingressi, tensione di alimentazione 24 Vcc;
- 1 modulo di espansione alimentazione supplementare
- 1 scheda di uscite digitali, 16 uscite, tensione di alimentazione 24 Vcc;
- 3 moduli frontali uscita analogica 2 canali

- 1 terminazione barra
- 1 slot laterale libero per ulteriore scheda
- 1 scheda RS 485

Sarà onere dell'impresa il cablaggio e la programmazione del PLC in locale ed in remoto su SCADA già in uso dalla Committenza.

Switch rete Ethernet controllo inverter
Sarà onere dell'impresa la fornitura, l'installazione ed il collegamento di switch per la gestione della rete Ethernet a servizio degli inverter aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
- Tensione di alimentazione 230 V (dotato di alimentatore fornito con lo switch)
- 16 Porte LAN
- Velocità di comunicazione 10/100/1000

Pannello di controllo locale touch-screen
Per poter monitorare in locale il funzionamento dell'intero impianto chimico-fisico sarà necessaria l'installazione di un pannello touch-screen sul fronte quadro collegato al controllore logico programmabile. Il pannello touch-screen dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:
- tensione di alimentazione 24 Vcc;
- dimensione monitor 7";
- dotato di porta Ethernet;
- dotato di interfaccia RS485;
- dotato di 2 porte USB.

Contaore utenze
Sarà onere dell'impresa la fornitura, l'installazione ed il collegamento di contaore fronte quadro per ogni utenza prevista avente le seguenti caratteristiche tecniche:
- custodia nera;
- schermo a cristalli liquidi 7 cifre;
- dimensioni 24x48x48 mm;
- installazione fronte quadro.

Relè appoggio circuiti ausiliari
All'interno del quadro dovranno essere installati relè di appoggio per il funzionamento dei circuiti ausiliari, dei segnali PLC e dei segnali in campo (galleggianti etc..) aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
- tipo: ad innesto su zoccolo;
- numero contatti: 2/4 contatti;
- versione bobina: AC (50/60 Hz);
- tensione bobina: 24 Vac;
- materiale contatti: AGcdO;
- completo di zoccolo con morsetti a piastrina.

Morsettiere con allacciamento a vite
Struttura
I morsetti combinabili dovranno essere isolati su entrambi i lati e non necessitare di piastre terminali di chiusura. I morsetti doppi, i morsetti a spina piatta e i morsetti a bullone saranno isolati su un lato.
Grandezza dei morsetti
La grandezza dei morsetti corrisponde alla sezione nominale del cavo. Secondo DIN VDE 0611 ad ogni morsetto potrà essere allacciato un cavo in rame a conduttori sottili.
Montaggio

I morsetti devono essere montati a scatto, singolarmente o in gruppi, sulle guide e protetti contro spostamenti tramite staffe terminali. Tra i morsetti deve essere rispettata una distanza di 0,2 mm. La piastra di fissaggio consentirà il fissaggio a vite, in particolare dei blocchi di morsetti.

Collegamento dei conduttori

I corpi dei morsetti (ad eccezione dei morsetti a spina piatta e dei morsetti a bullone) saranno costruiti in modo da permettere un serraggio sicuro di cavi a uno o due conduttori e conduttori sottili con e senza capocorda (secondo DIN 46 228). Una piastrina a pressione o un tegolino a pressione dovranno impedire il danneggiamento dei cavi serrati.

Collegamento di cavi in alluminio

I morsetti a vite potranno essere utilizzati per il collegamento di cavi in alluminio purché vengano osservate le modalità usuali di lavorazione, p. es. spazzolatura e lubrificazione dei cavi prima del collegamento. Per motivi di sicurezza si consiglia di serrare di nuovo i collegamenti dopo alcuni giorni.

Dopo aver tolto la guaina esterna dei cavi a più conduttori, questi ultimi devono essere inseriti immediatamente nelle spine preparate (il gambo deve essere di alluminio puro, la spina di rame).

Accessori

Sbarre di collegamento in parallelo

Le sbarre di collegamento in parallelo devono essere inserite dall'alto e permettere il collegamento fino ad un massimo di 10 morsetti della grandezza 35 mmq. Le versioni da 10 morsetti possono essere tagliate secondo l'esigenza. Per i morsetti da 70 mm2 le sbarre di collegamento sono a due poli. Per i morsetti da 95 mm2 a 240 mm2 le sbarre verranno sistemate nei punti di allacciamento.

Piastre di separazione

Le piastre di separazione dovranno essere di colore giallo e sporgere dai bordi dei morsetti. Esse servono per una separazione ottica dei gruppi di morsetti, per isolare tra loro le sbarre di collegamento e per aumentare la tensione d'isolamento degli attacchi a saldare o a spina piatta.

Rondelle di separazione

Per diversi morsetti potranno essere impiegate le rondelle di separazione per isolare tra loro le sbarre di collegamento.

Prese e spine di prova

Le prese di prova per spine di prova con Ø 2 mm e le spine di riduzione con foro con Ø 4 mm potranno essere avvitate in diversi morsetti al posto delle sbarre di collegamento.

Ponticelli di contatto

I ponticelli di contatto dovranno permettere il collegamento sezionabile tra due morsetti adiacenti nelle grandezze da 2,5 mmq a 6 mmq.

Coprimorsetti con "fulmine"

I coprimorsetti di questo tipo servono a contrassegnare i morsetti di alimentazione della rete, garantendo allo stesso tempo una protezione contro contatti accidentali.

Staffe terminali e targhetta terminale

Le staffe terminali dovranno essere in thermoplast o in acciaio zincato o cromato. La targhetta potrà essere fissata nella staffa terminale o in tre posizioni di montaggio nella staffa terminale.

ART. 57 Impianto di terra

Sarà onere dell'impresa, a seguito dell'installazione del nuovo quadro di automazione e della posa del collettore di terra, la connessione dell'impianto con la rete di terra esistente mediante corda di rame, eventuale puntazza di terra, il collegamento equipotenziale e la verifica strumentale della resistenza di terra.

Corda di rame

Durante la realizzazione degli scavi per le fondazioni delle vasche si provvederà alla posa di corda di terra avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- corda di rame
- sezione 50 mm^2.

Collettore principale di terra

Nei pressi del quadro di automazione dovrà essere installato il collettore di terra il quale dovrà essere posizionato in modo accessibile per le successive verifiche.

Esso sarà costituito da una piastra in acciaio zincato o rame, munita di morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei conduttori.

Al collettore dovranno essere collegati:

- il conduttore di terra;
- il conduttore di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra del neutro.

I conduttori verranno identificati mediante targhette con idonea segnalazione.

Conduttori di protezione

I collegamenti equipotenziali saranno destinati ad assicurare l'equipotenzialità di tutte le masse metalliche.

In ogni caso, i conduttori impiegati saranno di rame ricoperto in PVC e dovranno:

- nel limite del possibile, avere percorsi brevi e non essere sottoposti a sforzi meccanici;
- qualora collegati ad eventuali tubazioni, dovranno possedere appositi morsetti a collare.

SEZIONE II – DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

ART. 58 Lavorazioni e forniture comprese nell'Appalto

Sono comprese nell'appalto e sono pertanto a carico dell'Appaltatore tutte le lavorazioni e le forniture necessarie alla realizzazione delle opere in progetto, in conformità al progetto stesso, alle leggi vigenti, alle norme tecniche di settore nonché alla regola dell'arte, ad eccezione delle sole forniture specificate esplicitamente negli elaborati progettuali e/o nel presente capitolato che saranno invece a carico della Stazione Appaltante.

ART. 59 Lavorazioni e forniture non comprese nell'Appalto

Sono a carico della Stazione Appaltante e sono pertanto esclusi dall'Appalto i seguenti lavori e forniture:
- fornitura ed installazione del campionatore dello scarico del nuovo reparto di trattamento chimico-fisico.

Per quanto non esplicitamente indicato nel presente articolo o negli elaborati progettuali, la fornitura e la posa dei diversi elementi tecnici si intendono a carico dell'Impresa Appaltatrice.

ART. 60 Realizzazione delle opere in progetto

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei lavori e delle opere previsti in progetto, secondo le indicazioni contenute nel presente documento e negli elaborati grafici e testuali allegati.
In generale, l'Impresa provvederà alla posa in opera dei diversi elementi tecnici (tubazioni, pezzi speciali, apparecchiature e di tutti i componenti accessori) in conformità agli elaborati grafici progettuali ed in accordo alla regola dell'arte ed alla normativa tecnica di settore applicabile. L'Impresa sarà ritenuta responsabile dei danni e dei malfunzionamenti dell'opera o dei singoli elementi tecnici qualora le suddette prescrizioni progettuali e normative nonché le indicazioni della Direzione Lavori vengano a qualsiasi titolo disattese.
Sarà cura dell'Impresa verificare, preliminarmente all'esecuzione delle lavorazioni, lo stato dei luoghi e la conformità degli stessi alle previsioni progettuali al fine di scongiurare l'ipotesi di pendenze non corrette delle tubazioni, con particolare riguardo alle interferenze con manufatti esistenti od in progetto. Nel caso l'Impresa rilevasse anche minime incongruenze tra lo stato dei luoghi e quanto indicato nella documentazione progettuale, sarà onere della stessa la segnalazione delle difformità alla D.L. e l'attuazione delle misure che la D.L. vorrà predisporre.
L'Impresa ripristinerà lo stato di consistenza delle opere non oggetto di intervento eventualmente danneggiate o rimosse durante le operazioni di cantiere (compresi asfalti e pavimentazioni in genere, bordonali, recinzioni, segnaletica verticale ed orizzontale, etc.).
Le lavorazioni saranno realizzate secondo gli schemi di progetto in modo tale da dare le opere finite e fruibili, complete di tutti gli accessori necessari al buon funzionamento delle stesse.
L'Impresa provvederà alla sistemazione dei luoghi ed alla pulizia dell'area e dei manufatti, rimuovendo polveri e detriti, smaltendo correttamente eventuali rifiuti.
Le lavorazioni descritte si intendono pienamente compensate in ogni componente materiale ed in termini di manodopera sulla base delle indicazioni economiche contenute nell'Elenco Prezzi allegato al Progetto e nulla potrà essere richiesto in più dall'Impresa Appaltatrice.

ART. 61 Sistemazione area

Laddove l'esecuzione degli scavi per i nuovi manufatti richiedesse la rimozione di tubazioni o impianti esistenti non oggetto di intervento, l'Impresa provvederà al ripristino degli stessi con elementi tecnici di uguali caratteristiche, previo assenso della D.L..
L'Appaltatore provvederà al ripristino, mediante rinterri, livellamenti, spianamenti, riprofilazione di scarpate, etc. delle condizioni ante-operam dei terreni nell'area di intervento. Allo scopo, parte del materiale di risulta degli scavi sarà disposto in strati regolari (mediante spandimento con mezzi meccanici ed adeguata compattazione) per ricreare le preesistenti pendenze del terreno e delle pavimentazioni. Il materiale non utilizzato per i rinterri e gli riempimenti suddetti, nel caso non possa essere immediatamente avviato alle discariche, sarà depositato nelle aree indicate in progetto o dalla Direzione Lavori e sarà accantonato in cumuli di qualità omogenea, eventualmente costipati e dotati di terrazzamenti, sempre sulla scorta delle indicazioni della Direzione Lavori. Allo scopo, la sistemazione del materiale secondo le modalità suddette si intende pienamente compensata dalle voci dell'Elenco Prezzi allegato al Progetto e nulla potrà essere richiesto in più al riguardo dall'Impresa Appaltatrice.

ART. 62 Rispondenza dei lavori al progetto

Tutte le lavorazioni effettuate dovranno essere perfettamente conformi agli elaborati progettuali ed alle relative prescrizioni tecniche. In caso di indicazioni progettuali discordanti o non sufficientemente esaustive l'Appaltatore provvederà a contattare tempestivamente la Direzione Lavori per richiedere gli opportuni chiarimenti.

ART. 63 Rispondenza dei materiali al progetto

Tutti i materiali messi in opera dall'Appaltatore dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori. Sarà quindi onere dell'Appaltatore la trasmissione, con anticipo di almeno quindici giorni lavorativi, delle schede tecniche contenenti le specifiche dei materiali e degli elementi (tubazioni, valvolame, apparecchiature, etc.) che intende impiegare nella costruzione delle opere in progetto.

ART. 64 Tracciamenti

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il picchettamento completo delle opere da eseguire in maniera che possano essere determinati con le modine i limiti degli scavi e degli eventuali riporti fatti in base ai disegni di progetto allegati al contratto ed alle istruzioni che la Direzione dei Lavori potrà dare sia in sede di consegna che durante l'esecuzione di lavori; l'Appaltatore ha altresì l'obbligo della conservazione dei picchetti e delle modine.
Tale intervento dovrà essere effettuato con personale esperto ed attrezzature adeguate, così da sollevare la Direzione Lavori da ogni incombenza e responsabilità.

ART. 65 Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette

E' fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali le canalizzazioni e i manufatti da costruire dovranno eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche al progetto ed in particolare alle quote altimetriche di posa dei condotti, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, dovrà essere chiesta l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori.
In caso di inosservanza di quanto prescritto e di variazione non autorizzata della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della Direzione dei Lavori, si rendessero necessarie per conservare la funzionalità delle opere progettate.
Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: qualora detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, ciò potrà essere motivo di non accettazione dei lavori.

ART. 66 Predisposizione luoghi di lavoro e allestimento cantiere

Ferma restando l'autonomia di gestione ed organizzazione del cantiere da parte dell'Appaltatore dovranno essere eseguite le seguenti operazioni preliminari.

Predisposizione dei luoghi di lavoro

Adottando le opportune misure di sicurezza, occorre provvedere allo sgombero di quegli elementi presenti nell'area oggetto di intervento che si trovino ad intralciare le lavorazioni di cantiere, non prima di aver avuto l'approvazione delle suddette operazioni da parte della Direzione Lavori.

Preparazione delle aree di cantiere e della viabilità di accesso al cantiere

Sarà a carico dell'Appaltatore la realizzazione di un'adeguata viabilità di accesso al cantiere, di piazzali per il cantiere sul quale collocare le baracche di servizio e di una viabilità interna al cantiere per consentire la manovra dei mezzi necessari.

Allestimento cantiere: locali di servizio

Sarà onere dell'Appaltatore l'allestimento delle baracche di servizio del personale previste dal PSC.

Allacciamenti utenze uso cantiere

L'Impresa provvederà alla realizzazione dell'allacciamento elettrico ad uso del cantiere ed all'installazione di un impianto elettrico e di messa a terra per il cantiere stesso.
Dal quadro generale si potranno realizzare derivazioni per ogni singola lavorazione, installando linee elettriche con adeguati cavi e prese il tutto in conformità alle leggi ed alle norme tecniche di settore vigenti.
L'impresa provvederà inoltre alla realizzazione degli altri eventuali allacciamenti (acquedotto, fognatura, etc.) necessari al cantiere, in conformità alle previsioni del PSC ed alle norme vigenti.

Delimitazione e segnalazione di cantiere

L'area interessata dei lavori dovrà essere delimitata da una recinzione con altezza e caratteristiche conformi a quanto richiesto dal PSC.
All'ingresso del cantiere, l'Impresa provvederà a posizionare un'adeguata cartellonistica di sicurezza, conforme alle previsioni del PSC, così come il cartello di segnalazione di cantiere sul quale saranno riportati i dati principali relativi ai lavori ed i nomi delle persone preposte ai controlli.

Aree di deposito dei materiali

Sarà onere dell'Impresa l'individuazione, preliminarmente all'inizio dei lavori, delle aree per l'eventuale deposito di mezzi e attrezzature. L'Impresa provvederà altresì, a propria cura e spese, all'acquisizione delle autorizzazioni necessarie presso i proprietari delle aree o dal Comune.

ART. 67 Interferenze

L'Appaltatore dovrà procedere con tutte le cautele necessarie per evitare danneggiamenti a strutture ed infrastrutture esistenti (condutture, pavimentazioni, recinzioni, impianti, etc.) non oggetto dell'appalto. Qualora vengano riscontrati, durante l'esecuzione dei lavori od al termine di essi, danni ai suddetti elementi sarà onere esclusivo dell'Impresa il ripristino immediato degli stessi, eseguito a regola d'arte.
Sarà onere esclusivo dell'Appaltatore ogni necessaria cautela e provvista per evitare danni alle strutture ed alle proprietà non oggetto dell'appalto, in accordo con le disposizioni della Direzione Lavori.
Particolare attenzione andrà inoltre prestata alla movimentazione dei macchinari e agli ingressi/uscite degli stessi dall'area di cantiere in caso di interferenza con la viabilità pubblica o interpoderale, evitando situazioni di pericolo e danneggiamenti al sedime stradale.

Interferenze con edifici e manufatti
Qualora i lavori si sviluppino lungo strade affiancate da edifici e manufatti quali ponti, sottopassi, muri di contenimento, etc., gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle fondazioni degli stessi, integrando l'analisi con sondaggi volti ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.
Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, saranno a carico della Stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'Elenco.
Qualora lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore verificarne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, acquisendo un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei
Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sarà onere esclusivo dell'Impresa:

1. determinare con esattezza i punti dove le canalizzazioni in progetto interferiscono con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere);
2. comunicare agli Enti gestori l'inizio dei lavori ed informare gli stessi Enti almeno 15 giorni prima dell'avvio delle operazioni di scavo in corrispondenza della singola interferenza;
3. concordare con gli Enti gestori la modalità di esecuzione dei lavori ed eventualmente la loro assistenza durante gli stessi;
4. laddove la posa delle nuove condotte debba avvenire a distanze molto ravvicinate alle reti di servizi esistenti e gli spazi di manovra risultino ristretti, procedere, d'intesa con la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori, all'esecuzione di sondaggi mediante scavi di assaggio al fine di individuare con precisione la posizione delle altre infrastrutture. I costi di tali sondaggi, purché eseguiti secondo le modalità preventivamente concordate con la Direzione Lavori, saranno a carico della Stazione Appaltante e verranno remunerati ai prezzi d'Elenco.

Nel caso di intersezione, i servizi interessati dovranno essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici e degli enti competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'Appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.
I servizi intersecati dovranno essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione. Essi saranno assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – nel caso di acquedotti – saranno protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.
Le misure di protezione adottate dovranno assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della Direzione dei Lavori, sentiti gli Uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.
Saranno a carico della Stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.
L'Impresa dovrà verificare preliminarmente alla formulazione della propria offerta tecnico-economica eventuali difformità rispetto alla documentazione progettuale (presenza di ulteriori sottoservizi non segnalati o diversa localizzazione e consistenza degli stessi). In ogni caso, in seguito alla stipula del Contratto, l'Impresa non potrà richiedere alcun indennizzo o remunerazione extracontrattuale per la risoluzione di interferenze non previste in Progetto o non individuate preliminarmente dall'Impresa stessa.

Interferenze con flusso veicolare e pedonale
E' onere esclusivo dell'Impresa l'elaborazione, prima dell'inizio dei lavori, di un piano alternativo per la viabilità, specificando i percorsi (pedonali e veicolari), nonché una stima dei tempi per cui sarà mantenuta la viabilità provvisoria. I piani di viabilità dovranno essere presentati alla D.L. ed alle autorità di competenza e da esse autorizzate. Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri per le eventuali autorizzazioni, per il posizionamento di segnaletica stradale (di divieto, di obbligo,...) e per la regimazione del flusso dei veicoli (tramite semafori o addetti).
Si ricorda inoltre che i lavori devono essere organizzati in modo tale da chiudere lo scavo eseguito al termine di ogni giornata di lavoro; questo al fine di garantire la percorribilità della strada e limitare le condizioni di pericolo.

ART. 68 Scavi in genere

Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, condotti a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e secondo le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.
In ogni caso, nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
L'Impresa sarà unica responsabile delle conseguenze che tale scavo potrà avere sulle proprietà limitrofe, siano esse private o pubbliche (sottoservizi, recinzioni,…); dovrà pertanto provvedere a risarcire eventuali danni o a porvi rimedio.
Al fine di tener conto di tale eventualità e delle contromisure da adottarsi (lavorazioni particolari, tempistiche allungate, …), in sede di formulazione della propria offerta economica, l'Impresa dovrà provvedere all'esame, presso le diverse "aziende gestore", delle planimetrie dei sottoservizi eventualmente presenti (linee elettriche, telefoniche, fognature, acquedotto, gas, teleriscaldamento).
E' fatto divieto all'Appaltatore, pena la demolizione di quanto già realizzato, di dare inizio alle strutture di fondazione prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Sarà onere dell'Impresa, nel caso sia ritenuto necessario dalla Direzione dei Lavori, lo spostamento delle tubazioni al di sotto dell'area oggetto di intervento.
Qualora durante la fase di scavo si riscontri la presenza di acqua, l'Impresa dovrà contattare la Direzione Lavori al fine di valutare con essa la soluzione più opportuna per preservare il manufatto da infiltrazioni di acqua e/o risalita della stessa.
Qualora i lavori si sviluppino in prossimità di edifici o manufatti esistenti, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati e/o manufatti. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.
Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, saranno a carico dell'Appaltatore e si intendono remunerate nel prezzo a corpo di appalto.
Qualora, in prossimità delle aree sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.
Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), saranno a carico della Stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, non previsti in progetto, a giudizio della Direzione dei Lavori risultino strettamente indispensabili.
Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o 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 splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) 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 splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.
Lo scavo sarà eseguito a sezione aperta, su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc...
Le materie provenienti dagli scavi dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere in parte utilizzate nel rinterro. Quanto non utilizzato dovrà essere portato a rifiuto, fuori dalla sede del cantiere, nelle pubbliche discariche o su aree definite dall'Appaltatore stesso, il tutto a carico dell'Impresa.
In ogni caso le materie depositate non dovranno interferire con i lavori previsti e non dovranno arrecare danno alcuno alle proprietà pubbliche o private.

Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione, in generale, si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al paragrafo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità presente negli elaborati grafici e comunque secondo indicazione della Direzione Lavori.
Saranno considerati scavi di fondazione quelli occorrenti per dare luogo alle strutture di fondazione e alla realizzazione dei collegamenti idraulici.
E' fatto divieto all'Appaltatore, pena la demolizione di quanto già realizzato, di dare inizio alle strutture di fondazione prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.
I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Qualora gli scavi di fondazione siano eseguiti con pareti verticali, l'Impresa dovrà, se necessario, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti degli scavi. Ove speciali leggi non lo vietino, questi potranno essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a proprie cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera con materiale adatto ed al necessario costipamento di quest'ultimo. Analogamente l'Impresa dovrà procedere senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pur essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell’esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.
Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre il limite massimo di 20 cm, l'Appaltatore dovrà provvedere all’allontanamento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più idonei. Gli oneri per gli aggottamenti si intendono compensati dalle voci dell’Elenco Prezzi allegato al Progetto.
L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nella qualità e robustezza che per le caratteristiche delle materie da escavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi, per alcun motivo, di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale.
L'Impresa sarà tenuta ad evitare il recapito, entro i cavi di fondazione, di acque provenienti dall'esterno. Nel caso ciò si verificasse sarà a suo totale carico la spesa per i necessari aggottamenti.
Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.
Le materie provenienti dagli scavi dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere in parte utilizzate nel rinterro. Quando non utilizzate dovranno essere portate a rifiuto, fuori dalla sede del cantiere, nelle pubbliche discariche o su aree definite dall’Appaltatore stesso, il tutto a carico dell’Impresa.
In ogni caso le materie depositate non dovranno interferire con i lavori previsti e non dovranno arrecare danno alcuno alle proprietà pubbliche o private.

ART. 69 Realizzazione dello scavo di posa condotte

Scavo della fossa

Gli scavi saranno compensati come eseguiti a parete verticale, con relative armature. L'Impresa non avrà diritto ad alcun ulteriore indennizzo per scavi eseguiti con parete a scarpa.
La larghezza minima delle fosse con pareti verticali sarà conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 1610.
Se le armature dello scavo o i bicchieri e le diramazioni dei condotti sporgono in modo tale da ostacolare i lavori, si deve provvedere ad allargare localmente lo spazio di lavoro.
In ogni caso, gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte in Progetto o dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte le maggiori opere, anche di ripristino, che si rendessero per conseguenza necessarie.
Nella esecuzione degli scavi in trincea, l'Appaltatore - senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso - dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori. La suola della fossa sarà realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento. Se il condotto viene posato direttamente sulla suola e rincalzato occorre fare attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del rincalzo.
Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, questo deve essere temporaneamente difeso dall'imbibizione che ne provocherebbe il rammollimento.

Armatura della fossa

Di regola, tutte le fosse con pareti verticali devono essere armate. A giudizio della Direzione dei Lavori, potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse profonde meno di 1,50 m, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.
Per la miglior difesa delle massicciate stradali adiacenti, l'armatura delle pareti delle fosse dovrà sporgere alcuni centimetri sopra la superficie stradale. Inoltre gli spazi cavi tra l'armatura e le pareti dello scavo dovranno essere riempiti con materiali granulari fini (sabbia-ghiaietto), per assicurare un appoggio ottimale.
Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette e rispettando le indicazioni specifiche della Direzione dei Lavori e le norme antinfortunistiche.

Aggottamenti

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggottamento o abbassamento della falda, che si intendono compensate dalle voci dell'Elenco Prezzi allegato al Progetto. Va precisato in particolare che, poiché gli scavi dovranno di norma essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti. Parimenti, quando l'Appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggottamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.

Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori dovranno di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della Direzione dei Lavori.
Il sistema delle opere di aggottamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'Appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

ART. 70 Rinterri

Realizzate le strutture, lo scavo eseguito in più rispetto alle dimensioni delle fondazioni per l'esecuzione di pareti a scarpa dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con il materiale precedentemente estratto ed approvato dalla Direzione Lavori.
Il riempimento dovrà essere in grado di garantire una buona portanza: a tal fine dovrà essere steso per strati, opportunamente bagnati e costipati. La qualità di detti strati dovrà essere omogenea a quella del terreno circostante, al fine di ripristinare le preesistenti caratteristiche pedologiche. In quest'ottica, particolare attenzione sarà posta affinché il terreno agricolo estratto durante gli scavi sia accumulato separatamente rispetto agli altri materiali di risulta e venga successivamente utilizzato per la formazione degli strati superficiali del rinterro.
Qualora il materiale precedentemente estratto non si presentasse adatto al rinterro, è facoltà della Direzione Lavori ordinare all'Impresa il suo allontanamento dal cantiere e l'utilizzo di materiale di altra natura ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori stessa, il cui compenso si intenderà compreso nel prezzo a corpo di Appalto. In particolare, è facoltà della Direzione Lavori, qualora all'atto dello scavo si noti la presenza di terreno ritenuto non adatto a fare da sostegno alle opere in progetto od a parti di esse, di ordinare all'Impresa la sua rimozione e il risanamento mediante un ulteriore getto di magrone o lo spandimento di ghiaia naturale, misto granulare, etc. senza che ciò costituisca per l'Impresa diritto ad ulteriori compensi.
Gli scavi eseguiti in campagna saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnarsi in rapporto al successivo prevedibile assestamento: lo strato superiore degli scavi eseguiti lungo strade trafficate dovrà invece essere sistemato in modo idoneo a consentire una agevole e sicura circolazione.
Il prezzo a corpo per i reinterri remunera anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle località in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta. Esso è pure comprensivo degli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei reinterri, e delle prestazioni di mano d'opera e mezzo d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'appalto, o al conseguimento del collaudo.

ART. 71 Demolizione di pavimentazioni stradali

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni (limitazioni al transito, segnaletica,...), in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori ed agli utenti della strada.
Esse dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alla struttura del corpo stradale e per non compromettere la continuità del transito.
I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni delle pavimentazioni bituminose o cementizie dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati e smaltiti presso le discariche autorizzate.
La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, a proprio insindacabile giudizio, l'impiego dei suddetti materiali per la esecuzione dei lavori appaltati.

Gli oneri di asportazione e smaltimento del materiale derivante dalle demolizioni si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco; prima di un eventuale reimpiego dei materiali suddetti (previa approvazione della D.L.), essi dovranno essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del D.M. *n*° 72 del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Nei casi di demolizioni parziali di asfalti prima di procedere nel lavoro si dovrà provvedere al taglio dei bordi della zona da demolire allo scopo di non danneggiare le parti limitrofe. Nel caso di rimozione di pavimentazioni in cubetti di porfido, marmette autobloccanti o similari, le stesse dovranno essere reimpiegate nei ripristini. L'Appaltatore s'intende compensato per la rimozione ed il deposito di tali elementi in luogo ritenuto adeguato, sino al momento della successiva posa. Nel caso in cui durante le operazioni venissero danneggiate o perdute porzioni dei suddetti materiali, sarà onere esclusivo dell'Appaltatore il provvedere alla sostituzione di essi, ferma restando la necessità di avere omogeneità e similitudine fra quanto rimosso e quanto ripristinato (è facoltà della D.L. di imporre l'eventuale nuova fornitura completa dei materiali a totale carico dell'Appaltatore). L'Appaltatore s'intende ricompensato per la demolizione delle quantità di pavimentazioni stradali ipotizzate in sede progettuale: nessun maggior compenso verrà riconosciuto qualora vengano rimosse quantità eccedenti dovute a differenti modalità operative adottate a discrezione dall'Appaltatore, il quale così facendo si assumerà inoltre i maggiori oneri di ripristino necessari. Nel compenso per la demolizione delle pavimentazioni si intendono compresi anche la rimozione ed il successivo riposizionamento a lavori conclusi delle opere accessorie presenti sul sedime stradale (dissuasori, barriere, ...). Qualsiasi danno subito dalle suddette opere nel corso della loro rimozione verrà addebitato all'Appaltatore.

ART. 72 Modalità di esecuzione delle pavimentazioni stradali

Laddove individuato dagli elaborati grafici progettuali o laddove necessario in conseguenza dello svolgimento delle lavorazioni, l'Appaltatore dovrà provvedere al ripristino od alla costruzione ex novo del manto stradale secondo le specifiche progettuali o, in generale, mediante realizzazione di uno strato di fondazione (misto granulare non legato o misto cementato – quest'ultimo in caso di posa di condotte al di sotto di strade provinciali), dello strato di collegamento (conglomerato bituminoso CB normale semichiuso marcato CE) e del sovrastante tappeto d'usura (conglomerato bituminoso CB normale semichiuso marcato CE). Ciascuno di detti strati presenterà caratteristiche conformi alle indicazioni del progetto, della Direzione Lavori o degli Enti Competenti.
Nel caso si verifichino cedimenti o si creino buche e discontinuità nel manto di nuova realizzazione, sarà onere esclusivo dell'Appaltatore il tempestivo ripristino dello stesso (mediante rimozione e ricostruzione di una sezione sufficientemente estesa; non sarà ammessa la semplice sovrapposizione di ulteriore materiale col rischio di successivi "sgranamenti" del manto bituminoso).
Nel caso di rifacimento di pavimentazioni esistenti, se richiesto dal progetto o dalla D.L., l'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire anche preventiva scarifica del tratto da ricostruire. In generale, la rimozione del tappeto di usura preesistente sarà comunque effettuata in caso di rifacimento parziale del medesimo (per esempio, su una sola corsia di marcia) ed agli estremi dei tratti di pavimentazione soggetti a ripristino, per il collegamento con la pavimentazione preesistente. Lungo i bordi di giunzione fra nuovo tappeto di usura ed esistente dovrà essere realizzata apposita sigillatura con emulsione bituminosa. L'Appaltatore avrà anche l'onere di risistemare, alla nuova quota del piano finito, i chiusini e le griglie presenti nelle zone da asfaltare. Tali lavorazioni (scarifica del manto e rialzo dei chiusini) potranno essere variati e diminuiti nella quantità dalla D.L., a seconda delle effettive condizioni che vengano a crearsi durante l'esecuzione dei lavori. L'Appaltatore non potrà in alcun modo opporsi o richiedere indennizzi di sorta qualora tali variazioni abbiano luogo.
L'Appaltatore s'intende ricompensato per quantitativi di ripristini fino alle larghezze ipotizzate in sede progettuale. Qualora l'Appaltatore proceda a ripristini per quantitativi maggiori (dovuti a differenti larghezze di scavo, a danneggiamenti del manto avvenuti in sede di esecuzione o ad altre motivazioni inerenti all'autonoma conduzione del cantiere) non sarà ricompensato per detti quantitativi.

E' onere dell'Appaltatore anche il riposizionamento, a lavori eseguiti, dei dispositivi di segnalazione stradale e regolazione del flusso veicolare (dissuasori, protezioni, cartelli, ...).
Ai ripristini stradali si dovrà - di norma - dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei reinterri.
In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei Proprietari delle strade, è tuttavia facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere, a proprio insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri.
A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.
La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, sia possibile assegnare alla strada la sagoma prevista, al netto dei cedimenti dei rinterri.
Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli artt. 1667 e 1669 C.C..

ART. 73 Materiale di risulta, smaltimenti, spianamenti

In generale, quanto estratto dalle operazioni di esecuzione dei manufatti e dagli scavi di sbancamento e fondazione rimane di proprietà esclusiva dell'Amministrazione. I volumi eccedenti quelli per cui è previsto un riutilizzo od un deposito temporaneo in situ andranno caricati su mezzo d'opera e smaltiti in idoneo sito autorizzato, secondo le previsioni progettuali e le disposizioni della Direzione Lavori, il tutto a cura e spese dell'Appaltatore. Per il volume di materiale che si prevede verrà riutilizzato in situ, l'Impresa provvederà all'accumulo differenziato a seconda delle caratteristiche del materiale estratto, salvo diversa determinazione della Direzione Lavori. Per quanto concerne i materiali di risulta da opere di demolizione di manufatti in c.a. sarà onere esclusivo dell'Impresa il loro allontanamento dal cantiere e l'adeguato smaltimento.
Andranno inoltre smaltiti, a carico dell'Impresa, tutti i materiali edili di risulta che, durante la normale esecuzione dei lavori, vengano generati in sito (sfridi, materiali lignei, getti di calcestruzzo di risulta, ...), in modo da lasciare, a lavori ultimati, l'ambiente pulito. Tali materiali non potranno essere in alcun modo sotterrati nel corso dei rinterri o in pozzi scavati appositamente.
A manufatti ultimati, l'area attorno agli stessi dovrà essere spianata e livellata sino ad una quota definita come "piano finito" in sede di progetto o di direzione lavori. Per le aree eventualmente da pavimentare successivamente verrà mantenuta una quota congruamente inferiore per i successivi interventi (realizzazione della massicciata, etc.) ed il materiale di rinterro dovrà essere idoneo a creare il sottofondo della pavimentazione.
E' facoltà della Direzione Lavori (e l'Impresa non potrà in alcun modo opporsi, né chiedere maggiori oneri) di anticipare rispetto alla cronologia delle lavorazioni prevista l'esecuzione dei sottofondi per le aree da asfaltare successivamente, in modo da permettere che, nel tempo intercorrente fra scavo, riporto ed asfaltatura, possano verificarsi i normali fenomeni di assestamento del terreno.

ART. 74 Apparecchi idraulici – disposizioni generali

Sul corpo degli apparecchi idraulici, ove possibile, devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:
- nome del produttore e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale (DN);
- pressione nominale (PN);

- sigla del materiale con cui è costruito il corpo;
- freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Altre indicazioni supplementari possono essere previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature.
Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla Direzione Lavori. Dagli stessi documenti risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento.
L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'Impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelievo e l'invio agli istituti di prova dei campioni che la Direzione Lavori intendesse sottoporre a verifica e il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni di legge.
L'Impresa non potrà vantare diritti a compensazioni per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

ART. 75 Collegamenti idraulici di processo

L'Impresa realizzerà tutti i collegamenti idraulici, ex novo o di sostituzione, necessari per rendere perfettamente funzionante l'opera come da progetto.
L'Impresa indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni e dei pezzi speciali, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.
Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange, le saracinesche, le valvole ed eventuali giunti speciali.
All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

Laddove previsto dagli elaborati progettuali, nei tratti di tubazione, sostituiti o di nuova realizzazione, che si presentano fuori terra sarà onere dell'Impresa provvedere alla coibentazione con coppelle di lana di vetro fissate con filo armonico inossidabile e rifinita con lamierino di alluminio lucidato collegato con viti in acciaio inox.
Quale regola generale, laddove sia prevista l'intersezione del tracciato planimetrico di più condotte, l'Impresa provvederà alla risoluzione puntuale dell'interferenza assicurando in ogni caso alle tubazioni non in pressione le pendenze indicate in progetto e comunque una pendenza minima del 2‰ nella direzione del moto. Il profilo delle tubazioni in pressione potrà quindi essere adattato di conseguenza. In ogni caso, anche per le tubazioni in pressione dovrà essere garantita una pendenza minima dell'1‰ per consentire lo svuotamento per gravità della tubazione stessa in caso di manutenzione. Qualora le prescrizioni suddette non potessero essere rispettate l'Impresa dovrà contattare la D.L. per ricevere le istruzioni del caso.
Nel caso di innesto su manufatti esistenti, l'Impresa dovrà provvedere all'inserimento delle tubazioni mediante carotaggio di idoneo diametro e successiva sigillatura della tubazione con malta cementizia. L'Appaltatore ripristinerà lo stato di consistenza delle opere e delle strutture non oggetto di intervento eventualmente danneggiate o rimosse durante le operazioni di cantiere.

ART. 76 Norme generali sulle tubazioni

1) Accettazione di tubi, giunti e pezzi speciali

Oltre a quanto prescritto nel presente Capitolato in relazione all'accettazione dei materiali in genere, per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, la bontà della lavorazione, la corrispondenza dei tubi all'uso cui dovranno servire, la Direzione dei lavori avrà ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazione in stabilimento e in cantiere e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove prescritte nei regolamenti vigenti e alle verifiche di collaudo che saranno ritenute necessarie, a cura e spese dell'Impresa.

A tale scopo l'Impresa indicherà, subito dopo la consegna dei lavori, la ditta fornitrice, la quale dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina o cantiere agli incaricati dell'Amministrazione appaltante e prestarsi in ogni momento affinché essi possano verificare se sono esattamente osservate le prescrizioni di fornitura e fabbricazione.

I tubi, i giunti e i pezzi speciali verranno presentati alle verifiche finali in stabilimento (previste dalle norme vigenti) completamente ultimati ovvero, per i manufatti in ghisa ed in acciaio, privi dei rivestimenti interni ed esterni.

L'Impresa, e per essa la ditta fornitrice, dovrà procurare a sue cure e spese i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire le prove e le verifiche di collaudo.

Dopo il collaudo senza rivestimento, i tubi e pezzi speciali di acciaio saranno sottoposti ai trattamenti d'uso per munirli di uno strato protettivo interno ed esterno del tipo previsto dalle normative vigenti

La Direzione dei lavori si riserva di eseguire tutte le prove chimiche e meccaniche che riterrà opportune sul detto strato protettivo per accertarne la perfetta stabilità.

Saranno rifiutati i pezzi che non risponderanno alle caratteristiche dimensionali prescritte o che presenteranno differenze superiori alle tolleranze stabilite dalle norme.

Quando tutte le prove e i controlli eseguiti abbiano avuto risultato soddisfacente, il tubo o il pezzo speciale s'intenderà accettato.

I pezzi rifiutati dovranno essere ridotti in rottami o quanto meno venire conservati sino al termine di consegna della intera fornitura, previa apposita marcatura di rifiuto.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti il nome o il marchio della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) alle quali andranno aggiunte quelle variabili in base alla tipologia del materiale costituente; le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali impiegati ed i tubi forniti.

L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei manufatti sui mezzi di trasporto, potrà scartare tutti quei pezzi che presentassero difetti non prima avvertiti.

La Direzione dei lavori si riserva naturalmente la facoltà di rifiutare i tubi approvvigionati in cantiere che si presentassero comunque difettosi, senza che per gli altri tubi non rifiutati venga ad essere menomata la responsabilità dell'Impresa, restando essa sempre garante della buona riuscita delle opere a tutti gli effetti del presente Capitolato.

Nonostante il collaudo e le verifiche eseguite in officina, l'Appaltatore resta garante delle tubazioni fino a dopo l'esecuzione delle prove in opera di cui al presente Capitolato, vale a dire s'impegna a cambiare, a sue spese, quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove stesse.

Le relative certificazioni dovranno essere allegate agli atti di collaudo.

Gli apparecchi idraulici dovranno corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione previsti dalle vigenti norme UNI e dai relativi disciplinari tecnici allegati al progetto nonché da quelle eventualmente stabilite dalla D.L., la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dalla Direzione dei lavori e precedentemente accettato.

I risultati delle prove di riferimento e del collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuati in stabilimento a controllo della produzione saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura Pn.

Nel caso di tubi e pezzi speciali forniti dalla Amministrazione committente, l'accettazione della fornitura sarà subordinata all'esito positivo del preliminare esame della documentazione di accompagnamento e di prove e controlli integrativi eventualmente necessari.

2) Il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti 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, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.
Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.
Nei cantieri dovrà predisporsi quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

3) L'accatastamento dei tubi

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.
La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.
L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.
I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.
Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

4) Il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli o grassi e non sottoposti a carichi.

5) Lo sfilamento dei tubi

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.
Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

6) La posa in opera

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.
Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.
Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.
La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo reinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.
In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.
Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.
In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.
Nel caso specifico di tubazioni metalliche, dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti di appoggio membrane isolanti.
Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui ai punti 2, 3, 4, 5, dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti.
I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso.

7) La prova d'isolamento

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

8) La giunzione dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi.
Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.
La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.
A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.
Le giunzioni tra tubo e tubo dovranno essere eseguite per saldatura testa a testa. La tecnica di giunzione consiste nel riscaldare mediante un termoelemento le estremità da giuntare, portandole ad una temperatura di 210 °C ± 5, unendo rapidamente le estremità riscaldate in modo allineato ed esercitando una pressione adeguata per un tempo definito; si ottengono delle giunzioni saldate permanenti, con caratteristiche fisiche e meccaniche identiche al prodotto.
L'ambiente dove si eseguono le saldature dovrà essere il più possibile protetto da influssi climatici sfavorevoli (come umidità e temperature inferiori a 0° C). Le superfici dei tubi e raccordi da saldare devono essere pulite e prive di impurità (sporco, grasso, trucioli) ed esenti da danneggiamenti. Devono essere sempre controllate accuratamente la funzionalità degli attrezzi di saldatura e, in particolare, le temperature fornite dai termoelementi. I lavori di saldatura devono essere sorvegliati durante tutto il tempo di esecuzione.
I tubi ed i raccordi da saldare devono presentare le estremità pulite e perfettamente perpendicolari al loro asse. Le superfici lavorate, pronte da saldare, non dovranno essere più sporcate od afferrate con le mani.
Dopo 5 minuti che il termoelemento segnala la temperatura di saldatura, esso verrà inserito tra le parti da giuntare, le quali saranno spinte contemporaneamente con una pressione specifica (da 2 a 5 N/cm2) contro l'elemento riscaldante. La pressione di riscaldamento verrà mantenuta fino al comparire attorno all'intera circonferenza di entrambe le parti da giuntare di un anello (bordo) di materiale fuso. Avvenuto il riscaldamento, secondo i parametri indicati dalla Ditta costruttrice delle tubazioni, le parti da giuntare verranno staccate dal

termoelemento, questo verrà sfilato nel più breve tempo possibile, senza rovinare le parti riscaldate e le estremità da saldare verranno immediatamente unite tra loro. Alle parti giuntate verrà applicata in modo lento e crescente una pressione max. di 15 N/cm2, che dovrà essere mantenuta fino al raffreddamento delle parti saldate. Non è ammesso il raffreddamento artificiale e forzato della zona di saldatura. Una saldatura ben eseguita presenterà dei cordoni di saldatura tondi ed uniformi su entrambi i lati e l'altezza dell'anello fuso dopo il riscaldamento sarà sempre superiore a 0.5 mm.

9) Il reinterro parziale

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al reinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.
Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.
Il reinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito.
Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Nei tubi di grande diametro, di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto del materiale di reinterro secondo le prove indicate nel capitolato speciale e le ulteriori prescrizioni del Direttore dei Lavori.
Ove occorra il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI esistenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

10) La prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi ed il rinfianco, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, con pressione, durata e modalità stabilite in progetto in funzione delle caratteristiche della condotta (tipo di tubo e giunto, pressione di esercizio, classi di impiego). Il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.
Prima della prova dovrà accertarsi la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari.
La prova, eseguita a giunti scoperti, sarà ritenuta d'esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.
La prova idraulica verrà ripetuta dopo il reinterro definitivo indicato al successivo punto 11.

11) Il reinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si procederà al primo reinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti al punto 9.
Si dovrà quindi eseguire il reinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.
A reinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

ART. 77 Letto di posa, rinfianco e riempimento dello scavo delle condotte

Il letto di posa delle condotte flessibili sarà costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea ed avrà uno spessore minimo di 15 cm. Il letto di posa sarà realizzato impiegando pietrisco o sabbia grossa mista a ghiaia con diametro massimo dei granuli da individuarsi secondo le specifiche indicazioni del progetto e/o del produttore dei tubi. In ogni caso il letto di posa dovrà essere accuratamente compattato (85-95%

Proctor, 40-70% densità relativa, requisiti minimi) in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo la condotta (per la formazione del letto di posa e rinfianco delle tubazioni sono in ogni caso da escludere terreni di natura organica, torbosi melmosi, argillosi a causa del loro alto contenuto d'acqua che ne impedisce la costipazione).
La larghezza della trincea è definita per le diverse tubazioni negli elaborati allegati al progetto ed assume comunque i valori minimi indicati nella norma UNI EN 1610.
Il riempimento della trincea dovrà essere eseguito in modo tale da offrire al tubo adeguata protezione nei confronti delle deformazioni del terreno e dei carichi che gravano sullo scavo.
Il riempimento della trincea avverrà con stesura di strati successivi di materiale.
Si procederà in primo luogo al rinfianco della condotta fino a raggiungerne la generatrice superiore, utilizzando lo stesso materiale impiegato per la formazione del letto di posa; la costipazione sarà eseguita solamente sui fianchi del tubo (85-95% Proctor, 40-70% densità relativa, requisiti minimi).
Il secondo strato, che si svilupperà per almeno 20 cm al disopra della generatrice superiore della condotta, sarà realizzato con lo stesso materiale del letto di posa; quest'ultimo sarà costipato solo lateralmente al tubo (85-95% Proctor, 40-70% densità relativa, requisiti minimi), e non sulla verticale dello stesso così da evitare inutili sollecitazioni dinamiche che possono lesionare la tubazione. In presenza di falda o di flussi idrici sotterranei e per i collettori di grande diametro (>60 cm), il materiale di riempimento e di rinfianco sarà protetto, all'interfaccia con il terreno naturale e di riporto, mediante tessuto non tessuto.
Per quanto riguarda le modalità di posa delle condotte rigide, si faccia riferimento agli elaborati progettuali od alle indicazioni della Direzione Lavori.
Il riempimento della parte restante della trincea sarà generalmente realizzato mediante la stesura di strati successivi di spessore di circa 30 cm del materiale proveniente dallo scavo (con l'eccezione dei tratti in cui sia previsto un differente riempimento quale ad esempio misto cementato o la realizzazione di un cassone in c.a., etc..), opportunamente vagliato e privato dei ciottoli di diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali.
La compattazione degli strati sarà eseguita con la massima attenzione, avendo cura di eliminare i materiali difficilmente comprimibili; sarà infine mantenuto uno spazio libero in superficie per l'ultimo strato di terreno vegetale o per la formazione del sottofondo delle pavimentazioni.
E' facoltà della Direzione Lavori, qualora all'atto dello scavo si noti la presenza di terreno ritenuto non adatto a costituire materiale di riempimento, di ordinare all'Appaltatore la sua rimozione e il risanamento mediante posa di ulteriore getto di magrone o ghiaia naturale.

ART. 78 Posa delle condotte non in pressione

L'Appaltatore dovrà notificare tempestivamente alla D.L. i nominativi della casa costruttrice alla quale commissionerà le tubazioni ed i relativi accessori (tubi, pezzi speciali, saracinesche, ecc.) e trasmetterà l'elenco completo dei materiali ordinati con una distinta particolareggiata dei pezzi speciali, per il necessario controllo e benestare della D.L.
Nella costruzione delle condotte dovranno essere rispettate le prescrizioni del D.M. 12/12/1985 sulle "Norme tecniche relative alle tubazioni" e della relativa Circolare Min. LL.PP. 20/03/86, n. 27291, nonché le indicazioni della norma UNI EN 1610, ove applicabile.
Prima di iniziare gli scavi, l'Appaltatore dovrà accertarsi, mediante opportuni assaggi, della possibilità di seguire il percorso indicato dalla D.L., restando a suo completo carico la chiusura degli scavi stessi ed il rifacimento in una nuova posizione, qualora nell'esecuzione dei lavori dovessero palesarsi difficoltà a seguire il percorso prescelto.
La profondità della tubazione, in accordo con la D.L., può variare rispetto al progetto qualora le livellette di posa lo richiedessero per evitare contropendenze dannose per la formazione di sacche d'aria e per sottopassare altri servizi preesistenti.
Speciale cura dovrà essere usata nella formazione del piano di posa, per il quale si potrà accertare che il livellamento del fondo sia realizzato mediante spianamento delle sporgenze e non già mediante riporti nelle

cavità di materiale più o meno cedevole. Qualora il fondo dello scavo non desse sufficiente garanzia di stabilità e consistenza, l'Appaltatore dovrà informare subito la D.L. affinché possa impartire gli opportuni provvedimenti.
Secondo le indicazioni di progetto e della D.L. si dovrà realizzare un letto di posa costituito, se non prescritto diversamente, da sabbia o ghiaia, avendo cura di asportare dal fondo eventuali materiali inadatti quali fango o torba o altro materiale organico e avendo cura di eliminare ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti.
Lo spessore e la qualità del sottofondo saranno selezionati secondo le indicazioni contenute nel presente Capitolato o negli elaborati progettuali. Dopo aver verificato l'allineamento dei tubi ed aver effettuato le giunzioni, sarà eseguito un rinfianco generalmente in sabbia o ghiaia su ambo i lati della tubazione. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui.
In presenza di falde acquifere, per garantire la stabilità della condotta, si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo. La posa delle tubazioni, dei giunti e dei pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato. In caso di interruzione delle operazioni di posa, gli estremi della condotta dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi.
I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute e urti e dovranno essere collocati nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo.
Si dovranno osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata. Si dovranno adottare inoltre le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensione che possano recare danno alle condotte ed alle apparecchiature.
I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e, se già posati, sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, anche totale, da valutare a giudizio della D.L. in relazione all'entità del danno.
Le condotte dovranno essere realizzate col massimo numero di tubi interi e di massima lunghezza commerciale in modo da ridurre al minimo il numero dei giunti. Sarà perciò vietato l'impiego di spezzoni di tubi, a meno che sia espressamente autorizzato dalla D.L..
I necessari pezzi speciali, le apparecchiature e simili dovranno essere messi in opera con cura e precisione, nel rispetto degli allineamenti e dell'integrità delle parti più delicate. Eventuali flange, dadi e bulloni dovranno rispondere alle norme tecniche vigenti e essere perfettamente integri, puliti e protetti con grasso antiruggine.
A posa della tubazione ultimata, gli scavi dovranno essere immediatamente colmati e costipati a regola d'arte, salvo procedere a ricariche periodiche di altro materiale dopo l'assestamento del terreno. I tubi dovranno provenire dalle migliori case costruttrici, essere conformi alle norme vigenti in materia ed essere muniti dei raccordi adatti, a seconda dei casi; essi dovranno inoltre corrispondere per forma, dimensioni e lavorazioni, ai tipi ed alle prescrizioni di progetto.
La stabilità delle condotte è garantita nelle condizioni di posa (in termini di realizzazione del letto di posa, del rinfianco e del ricoprimento nonché dei terreni attraversati, dell'eventuale presenza o meno di carichi, sovraccarichi, orizzonti acquiferi, etc.) previste in progetto: qualora, nel corso delle lavorazioni, l'Appaltatore riscontrasse situazioni differenti dovrà immediatamente darne comunicazione alla D.L. affinché possano essere valutate le eventuali correzioni delle previsioni progettuali. In caso contrario, l'Appaltatore sarà ritenuto unico responsabile degli eventuali danni, difetti o malfunzionamenti derivanti dall'omessa segnalazione.

Collaudo

Il collaudo delle tubazioni non in pressione dovrà essere eseguito in conformità a quanto indicato nel D.M. 12/12/1985 e nella norma UNI EN 1610. In presenza di tubazioni non porose, è possibile adottare parametri e requisiti più restrittivi.

Il collaudo della tenuta delle tubazioni sarà normalmente realizzato mediante prova con aria (metodo “L” della norma UNI EN 1610), salvo diverse determinazioni del Direttore dei Lavori. Laddove la prova con aria non fosse superata, si ricorrerà comunque alla prova con acqua, secondo quanto previsto dalla citata norma UNI EN 1610.

ART. 79 Posa delle condotte in pressione

Nella costruzione delle condotte dovranno essere rispettate le prescrizioni del D.M. 12/12/1985 sulle "Norme tecniche relative alle tubazioni" e della relativa Circolare Min. LL.PP. 20/03/86, n. 27291.
Secondo le indicazioni di progetto e della D.L. si dovrà realizzare un letto di posa costituito, se non prescritto diversamente, da sabbia o ghiaia, avendo cura di asportare dal fondo eventuali materiali inadatti quali fango o torba o altro materiale organico e avendo cura di eliminare ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti.
Lo spessore e la qualità del sottofondo saranno selezionati secondo le indicazioni contenute nel presente Capitolato o negli elaborati progettuali. Dopo aver verificato l’allineamento dei tubi ed aver effettuato le giunzioni, sarà eseguito un rinfianco generalmente in sabbia o ghiaia su ambo i lati della tubazione. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui.
Nel caso in cui il progetto preveda la posa su appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole, tra tubi e appoggi dovrà essere interposto adeguato materiale per la formazione del cuscinetto. In presenza di falde acquifere, per garantire la stabilità della condotta, si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo. La posa delle tubazioni, giunti e pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato. In caso di interruzione delle operazioni di posa, gli estremi della condotta dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi.
I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute e urti e dovranno essere collocati nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo.
Si dovranno osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata. Si dovranno adottare inoltre le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensione che possano recare danno alle condotte e apparecchiature.
I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e, se già posati, sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l’eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, anche totale, da valutare a giudizio della D.L. in relazione all’entità del danno.
Le condotte dovranno essere realizzate col massimo numero di tubi interi e di massima lunghezza commerciale in modo da ridurre al minimo il numero dei giunti. Sarà perciò vietato l’impiego di spezzoni di tubi, a meno che sia espressamente autorizzato dalla D.L..
I necessari pezzi speciali, le apparecchiature e simili dovranno essere messi in opera con cura e precisione, nel rispetto degli allineamenti e dell’integrità delle parti più delicate. Eventuali flange, dadi e bulloni dovranno rispondere alle norme tecniche vigenti e essere perfettamente integri, puliti e protetti con grasso antiruggine.
Gli allineamenti di tutti i pezzi speciali e delle apparecchiature rispetto alla condotta dovranno rispettare rigorosamente piani orizzontali o verticali a meno di diversa disposizione della D.L..
Gli sfiati automatici saranno montati secondo le previsioni progettuali e le indicazioni della D.L. (normalmente su pezzo speciale a T con saracinesca sulla derivazione).
La stabilità delle condotte è garantita nelle condizioni di posa (in termini di realizzazione del letto di posa, del rinfianco e del ricoprimento nonché dei terreni attraversati, dell’eventuale presenza o meno di carichi, sovraccarichi, orizzonti acquiferi, etc.) previste in progetto: qualora, nel corso delle lavorazioni, l’Appaltatore

riscontrasse situazioni differenti dovrà immediatamente darne comunicazione alla D.L. affinché possano essere valutate le eventuali correzioni delle previsioni progettuali. In caso contrario, l'Appaltatore sarà ritenuto unico responsabile degli eventuali danni, difetti o malfunzionamenti derivanti dall'omessa segnalazione.

Collaudo

Le condotte saranno sottoposte a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione massima pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio (comprensiva delle sovrappressioni conseguenti a fenomeni di moto vario), con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla D.L. e comunque conformi alle previsioni dell'art. 3.10 del Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985. Sarà in generale adottata una prova di perdita di pressione.
In ogni caso, la prova alla suddetta pressione massima avrà durata non inferiore a 1 h. La Direzione lavori potrà valutare una riduzione della pressione di prova per durate di prova superiori in funzione delle pressioni ammissibili dai singoli componenti in esercizio secondo le indicazioni dei costruttori.
I verbali, i dischi con i grafici del manometro ed eventuali disegni illustrativi inerenti alle prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse.
L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flange cieche di chiusura, pompe, manometri registratori con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia l'esito.
Dopo l'esito positivo delle prove, sia le condotte sia le vasche o i serbatoi dovranno essere mantenuti pieni a cura e spese dell'Appaltatore fino a collaudo.

ART. 80 Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di un responsabile tecnico dell'Appaltatore. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali, la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere. L'Appaltatore è obbligato a comunicare con almeno 5 gg (cinque giorni) di anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti (pena la sospensione del cantiere ed il rifacimento dei getti realizzati, previa demolizione) 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 copriferro;
- posizione degli inserti (giunti, water-stop, ecc…).

Prima dell'inizio dei getti, la Direzione Lavori verificherà che il dimensionamento dei casseri, la posizione dei ferri di armatura, la posizione dei giunti, etc.. corrispondano alle caratteristiche indicate negli elaborati di progetto; la posa deve essere eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa e le casseforme, in maniera tale che i getti abbiano a risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi progettuali ed alle prescrizioni del Direttore Lavori.
Nel caso di getto contro terreni, rocce, ecc. si verificherà che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante, ecc. siano eseguiti in conformità alle disposizioni del progetto e del capitolato. I getti potranno essere iniziati solo dopo verifica degli scavi e delle casseforme da parte della Direzione Lavori.

Il calcestruzzo utilizzato nella costruzione deve risultare conforme a quello prescritto per ciascuna struttura o porzione di essa, coerentemente con quanto riportato negli elaborati progettuali, e comunque sempre tale da mantenere le sue proprietà inalterate durante la vita utile dell'opera.
Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.
È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scenda al disotto dei +5° C o superi i 33°C, a meno che non si adottino particolari sistemi di protezione del manufatto concordati ed autorizzati dalla D.L..
In particolare, nel caso di getti con temperature ambientali inferiori a 5°C, l'Impresa dovrà rispettare almeno le seguenti prescrizioni:

- utilizzare un calcestruzzo con tempi di presa più rapidi, impiegando ad esempio additivi acceleranti oppure classi di resistenza superiori con rapporti *a/c* inferiori;
- utilizzare cementi tipo 42,5 R più idoneo ai getti effettuati a basse temperature e con proprietà di riduzione dei tempi di maturazione in cassero;
- gettare il calcestruzzo in un orario compreso tra le ore 7 e le ore 13; è sconsigliato gettare nel resto della giornata in quanto le prime ore di inizio presa coinciderebbero con le ore notturne incorrendo nel pericolo di gelate e abbassamenti di temperatura al di sotto di 0°C;
- mantenere le superfici del getto, casserate e non, protette termicamente per almeno 7 giorni mediante pannelli *e/o* materassini termoisolanti (in polistirolo o altro materiale idoneo) per evitare la dispersione del calore di idratazione;
- coprire le superfici non casserate del calcestruzzo appena gettato con un foglio di polietilene prima della predisposizione dei materassini termoisolanti;
- evitare getti con temperatura prossima a 0°C. L'aumento o la diminuzione del volume dell'acqua per il passaggio dallo stato solido a liquido e viceversa potrebbe infatti produrre cavillature dannose.

Per i getti in presenza di temperature superiori a 33°C, trovano applicazione le seguenti prescrizioni:

- utilizzare calcestruzzi con classi di consistenza superiori (S5) mediante l'aggiunta di additivi superfluidificanti;
- prevedere l'eventuale impiego di additivi ritardanti;
- utilizzare il calcestruzzo nei momenti meno caldi della giornata;
- proteggere il getto dalla forte evaporazione dell'acqua per almeno 7 giorni;
- programmare esattamente i tempi di getto e di finitura evitando di far aspettare in cantiere le autobetoniere sotto il sole, considerando che alle alte temperature il calcestruzzo indurisce rapidamente lasciando poco tempo a disposizione per il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo stesso.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione delle componenti della miscela.
L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.
Durante il getto in forme verticali il calcestruzzo non deve urtare contro le pareti delle casseforme o contro i ferri di armatura affinché non avvenga la separazione degli inerti più pesanti e la formazione di macro bolle che rendono disomogeneo l'impasto riducendo la resistenza del calcestruzzo in opera. Per evitare la segregazione occorre inoltre evitare di scaricare il calcestruzzo fresco formando cumuli da stendere successivamente.
Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

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

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. Sarà altresì necessario assicurarsi che le operazioni di vibratura non si protraggano troppo nel tempo, causando la segregazione del materiale inerte.
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 vibrate efficientemente.
Durante le fasi di getto in presenza di armatura molto fitta è fatto obbligo di preservare la maglia strutturale senza rimuovere o allentare ferri o staffe.
Nel caso di getti da eseguire in presenza di acqua, l'Appaltatore dovrà adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione; dovrà inoltre provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla derivazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche antidilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.
Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata (con elevata rugosità superficiale – asperità di circa 5 mm), pulita e trattata con primer per le riprese di getto, verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I profili "water- stop" espansivi devono essere inoltre posati in modo che ci sia sempre un sufficiente spessore di calcestruzzo (non inferiore a 6 cm di ricoprimento) che contrasti l'aumento di volume del profilo.
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.
Per le strutture contro acqua saranno utilizzati distanziatori di cassero impermeabili con guarnizione e tappi idroespansivi.

Tolleranze esecutive

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

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:
- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto S = ± 3.0cm
- dimensioni in pianta S = - 3.0 cm o + 5.0 cm
- dimensioni in altezza (superiore) S = - 0.5 cm o + 3.0 cm
- quota altimetrica estradosso S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto S = ± 2.0 cm
- dimensione in pianta (anche per pila piena) S = - 0.5 cm o + 2.0 cm

- spessore muri, pareti, pile cave o spalle S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- quota altimetrica sommità S = ± 1.5 cm
- verticalità per H ≤600 cm S = ± 2.0 cm
- verticalità per H > 600 cm S = ± H/12

 Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore: S = -0.5 cm o + 1.0 cm
- quota altimetrica estradosso: S = ± 1.0 cm

 Vani, cassette, inserterie:

- posizionamento e dimensione vani e cassette: S = ± 1.5 cm
- posizionamenti inserti (piastre boccole): S = ± 1.0 cm

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

Casseforme

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alle norme di settore. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà

uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui; su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.
Predisposizione di fori, tracce e cavità

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

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).
Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

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, ad 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; tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.
Ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.
Tra le successive riprese di getto non dovranno presentarsi 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.

Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.
Apposite matrici potranno essere adottate, se prescritte in progetto, per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.
I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

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

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda

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 (parti 1 e 2).
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 in cui vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.
Nei periodi invernali si deve particolarmente curare che non si formino blocchi di materiale agglomerato con ghiaccio negli inerti e, in particolare, nella sabbia. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere il riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.
Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero (almeno +5°C).
La neve ed 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.
La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore minimo di 20 cm e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà però evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento qualora essa presenti una temperatura superiore ai 35°C. Nel caso in cui la temperatura dell'acqua superi i 35°C, si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua + inerti sarà scesa al di sotto di 35°C.
Durante la stagione fredda, il tempo per lo scasseramento delle strutture deve essere protratto per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 40 kg/cmq). Fino al momento del disarmo si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei +5°C.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non superi i 33°C. Tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi impedisca il surriscaldamento).
Qualora la temperatura dell'impasto non possa essere mantenuta al di sotto di 35°C, i getti devono essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante - ritardante conforme alla norma UNI EN934 e preventivamente approvato dalla D.L., atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura (perdita di consistenza e quindi maggior bisogno di acqua di impasto; acceleramento di presa). Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura deve essere posta nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si usino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni devono essere protette dal sovrariscaldamento.
Durante la stagione calda deve essere eseguito un controllo più frequente della consistenza. La stagionatura dei conglomerati deve essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto da sovrariscaldamento.

Copriferro

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 ad esso più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".
Il valore del copriferro nominale è normalmente specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo. In mancanza di tali indicazioni, l'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione Lavori e in ogni caso dovrà attenersi a quanto prescritto dalla ENV 206 e dalla ENV 1992-1-1 [Eurocodice 2], eventualmente integrate dal DM 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".
Il copriferro nominale Cnom è somma di due contributi, il copriferro minimo Cmin e la tolleranza di posizionamento Δh. Vale sempre la seguente relazione:
Cnom = Cmin + Δh dove, per elementi strutturali, $\Delta h \leq 5$mm; per strutture in cemento armato realizzate in opera, $\Delta h \leq 10$mm.
Il copriferro minimo Cmin è pari al maggiore tra i valori di seguito elencati:

- copriferro minimo per garantire l'aderenza (pari al prodotto tra il diametro e la radice quadrata del numero di barre – nel caso di gruppi di barre -);
- copriferro minimo per la resistenza all'incendio (secondo EN 1992-1-2 e D.M. 16/02/07) laddove sussista il rischio di incendio;
- copriferro minimo per garantire la durabilità dell'opera, funzione della classe di esposizione.

Per calcestruzzi gettati direttamente a contatto di superfici irregolari è necessario aumentare il valore di copriferro per tenere conto di tolleranze più ampie. In particolare, per un calcestruzzo gettato direttamente contro terra, il ricoprimento minimo deve essere maggiore di 75 mm; per calcestruzzi gettati su terreno preparato, il copriferro minimo deve essere maggiore di 45 mm, salvo diverse e più severe indicazioni progettuali.
Il rispetto del valore del copriferro è garantito mediante l'impiego di appositi distanziatori per i quali valgono le prescrizioni contenute in capitolato.

ART. 81 Stagionatura

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

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

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

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

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

ART. 82 Acciaio

Lavorazioni in cantiere e raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura delle barre deve essere tale da evitare fessure nella barra stessa dovute alla piegatura e il rischio di fenditura nel calcestruzzo nell'interno della piegatura.
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"; in particolare si ha:

Diametro della barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
Φ ≤ 16 mm	4 Φ
Φ > 16 mm	7 Φ

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.
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.

Assemblaggio barre di armatura
La legatura delle barre deve garantire il mantenimento della posizione del ferro durante tutte le fasi di getto e costipamento del calcestruzzo.
Di prassi, in cantiere si procederà alla legatura con il fil di ferro costituito da filo nero di acciaio del diametro pari a l - 2 mm che si porrà in opera mediante l'utilizzo di tenaglie o attrezzatura analoga.
In cantiere devono essere seguite almeno le seguenti regole generali:
a) elementi bidimensionali (piastre, lastre, piastre di fondazione):
• tutti gli incroci delle barre in corrispondenza del perimetro della gabbia di armatura devono essere fissati (per rendere stabile la gabbia);

• se il diametro della barra è d ≤ 12 mm, gli incroci interni lungo ogni barra (sia longitudinale che trasversale) devono essere legati in modo alternato (uno sì e uno no) e pertanto tra due barre contigue le connessioni devono risultare sfalsate;
• se il diametro della barra è d > 12 mm, gli incroci interni legati lungo la generica barra (sia longitudinale che trasversale) devono distare s ≤50 d e tra due barre contigue le connessioni devono essere sfalsate;
b) elementi monodimensionali (travi, pilastri):
• tutti gli incroci tra l'armatura principale e le staffe in corrispondenza delle piegature di queste ultime devono essere legati (per rendere stabile la gabbia);
• gli incroci tra le barre longitudinali, che non intercettano le staffe in corrispondenza della piegatura, e le staffe stesse devono essere connessi ad una distanza s < 50 d dove d è il diametro della barra longitudinale.
In ogni caso, se la legatura va ad interessare lo spessore del copriferro, per evitare problemi alla durabilità del calcestruzzo a seguito della corrosione del materiale di legatura, si deve rimuovere la parte in eccesso.

ART. 83 Controlli in corso d'opera

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.
Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A: è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m^3 di miscela omogenea): è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo e, complessivamente, almeno 15 prelievi sui 1500 m³ (ciascun prelievo è eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.
Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un suo incaricato.
In particolare, i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.
Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi (al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini), devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.
La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.
Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.
È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.
Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.
Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ 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 venire in contatto con le pareti verticali e col fondo della casseratura.
La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.
Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.
L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

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

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in un luogo non soggetto ad urti e vibrazioni.
Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto…). Trascorso questo tempo, i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20±2 °C oppure in ambiente termostatato posto alla temperatura di 20±2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.
Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.
L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Appaltatore sarà 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.
Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si renda necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C, i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse

modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.
I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

ART. 84 Controlli supplementari della resistenza a compressione

Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritenga 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, in conformità con la norma prEN 13791.

Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritenga che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.
Le zone di prelievo delle carote saranno selezionate secondo i seguenti criteri:

- 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.

ART. 85 Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni impartitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo, egli dovrà predisporre a proprie cura e spese quanto necessario, nell'osservanza delle norme che attengono alla sicurezza di uomini e cose oltre che nel rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista, senza poter vantare il diritto a maggiori compensi.

ART. 86 Esecuzione delle opere in acciaio

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.
Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cavi, connessioni, ancoraggi, ecc.).
L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalla Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.
Le componenti dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori.
Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.
In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.
Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.
E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori.
Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-vite.
Per il serraggio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%. I bulloni verranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraglio completo.
Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C.
I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.
Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

Posa in opera

La posa in opera delle carpenterie metalliche, dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.
Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati.
Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.
I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati.
La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.
Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisionali, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

Movimentazione e trasporto dei manufatti

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.
Nel caso di inadempienze, la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

Collaudo

A montaggio ultimato sarà effettuato il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature.
Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

Protezioni superficiali: elementi zincati a caldo

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo dovranno subire un'accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superfici tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso ruggine, calamina, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.
Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalle UNI EN ISO 1461:2009, UNI EN ISO14713:2010.
In particolar modo, si rispetterà il numero minimo di campioni su cui è necessario compiere la verifica e il numero delle singole zone da stimare in base alle dimensioni complessive dell'articolo sotto esame, il numero di manufatti su cui ispezionare e misurare lo spessore del rivestimento, in relazione alle dimensioni del lotto sottoposto a zincatura a caldo.
Sulla zincatura dovranno essere assenti bolle, punte, aree scoperte, eccessiva ruvidità, residui di flussante; eventuali presenze di ceneri o gocce di zinco, che dovranno necessariamente essere contenute per quanto le difficoltà di lavorazione lo permettano, dovranno trovarsi in posizioni tali da non interferire con l'efficace utilizzo del manufatto. Piccole rugosità superficiali, piccoli noduli di zinco andranno di norma tollerati; eventuali parti taglienti che possono costituire un rischio, andranno rimosse. Particolari gradi di finitura superficiale andranno concordati preventivamente con lo zincatore.
Sarà cura dell'utilizzatore-costruttore accertarsi che i prodotti siderurgici di partenza per la realizzazione di manufatti che devono essere protetti con zincatura a caldo siano di ottima qualità e privi di difetti superficiali occulti. Per consentire l'ottenimento di un prodotto soddisfacente il committente fornirà informazioni aggiuntive, identificando le superfici significative ed in genere indicando il livello di finitura desiderato su aree particolari del manufatto (per esigenze di accoppiamento o di incastro con altri particolari, per esempio, o per particolari utilizzi che coinvolgano quelle aree).
Per quanto riguarda la qualità dello zinco usato e la purezza del bagno di zincatura si farà specifico riferimento ai requisiti, previsti nella norma EN 1179, sulla composizione dei lingotti destinati alla zincatura a caldo.
Il bagno di zincatura non dovrà contenere complessivamente più dell'1,5% di impurità, ad eccezione del ferro (sempre presente in soluzione) e dello stagno. La purezza dello zinco nel bagno non sarà comunque inferiore al 98%.
Nel caso in cui il rivestimento non abbia aderito a causa della persistenza di sostanze che il decapaggio non è riuscito a eliminare, o a causa di difficoltà tecniche incontrate nell'immersione di pezzi con lievi difetti di progettazione, in seguito a tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, si ricorrerà al ritocco con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.
La superficie dovrà essere accuratamente sgrassata, lavata e successivamente ritoccata; l'area interessata dal ritocco non dovrà superare lo 0,5% dell'area totale dell'articolo e, singolarmente, dovrà essere inferiore ai 10 cm². In caso contrario il pezzo sarà riprocessato.

Protezioni superficiali: verniciature

Generalità

Per la protezione mediante verniciatura la normativa di riferimento è la UNI EN ISO 12944.

Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento. Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovraspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

L'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a) in officina, a lavorazione ultimata:
- sabbiatura di tutte le superfici;
- applicazione dello strato di primer.

b) in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
- spazzolatura dei punti da ritoccare;
- ritocchi sullo strato di primer;
- applicazione dello strato intermedio;
- applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti – Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione Lavori, a sua cura e a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di anni pari alla classe di durabilità scelta in fase di progetto (UNI EN ISO 12944-1, classi di durabilità: bassa (L) da 2 a 5 anni, media (M) da 5 a 15 anni, alta (H) oltre i 15 anni) funzione della classe di corrosività dell'ambiente in cui la struttura verrà posizionata.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel suddetto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.
L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.
Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050.
A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.
Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.
Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.
La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).
Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.
Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

Cicli di verniciatura

I cicli di verniciatura, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.
La norma UNI EN ISO 12944-5 fornisce esempi di sistemi di verniciatura adatti per diversi ambienti.
Il ciclo di verniciatura prescelto sarà accompagnato dalla dichiarazione dell'applicatore che confermi l'idoneità o la durabilità del sistema di verniciatura in una determinata classe di corrosività (UNI EN ISO 12944-2, Classi di corrosività: C1: molto bassa; C2: bassa; C3: media; C4: alta; C5-I: molto alta (industriale); C5-M: molto alta (marina))
L'idoneità e/o la durabilità del sistema di verniciatura devono essere dimostrate mediante le prove di invecchiamento artificiale previste dalla UNI EN ISO 12944- 6 e/o dalla UNI EN 13438; ciò vale soprattutto per sistemi di verniciatura nuovi che devono risultare conformi almeno ai requisiti normativi minimi.

Manutenzione

La manutenzione deve essere fatta in tempi che non risultino tardivi e con modalità idonee; si seguiranno le disposizioni fornite dall'applicatore del trattamento prescelto.
Per convenzione si stabilisce che il primo importante intervento di manutenzione correttiva è necessario quando la protezione anticorrosiva ha raggiunto un grado di arrugginimento di livello Ri 3, come definito nella UNI, EN ISO 4628-3.
Lo stato di un sistema di verniciatura applicato può essere verificato secondo la UNI EN ISO 4628 (parti da 1a 6).

ART. 87 Impianto elettrico

Conformità alle norme

La scelta dei componenti elettrici e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le richieste misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne.

Quando un componente elettrico / elettronico è provvisto del marchio IMQ esso è considerato conforme alla norma CEI senza la necessità di altre verifiche.

In mancanza di marchio IMQ si presume che il componente risponda alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI quando esso sia munito di un marchio o di un attestato di conformità alle norme CEI od alle norme armonizzate del CENELEC riguardanti la sicurezza, rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli Stati membri dell'Unione Europea (Art. 7 della legge 791/77), oppure di una dichiarazione di conformità a tali norme rilasciata dal costruttore.

Si presume inoltre che il componente elettrico risponda alle prescrizioni di sicurezza anche quando esso sia provvisto di un marchio o di un attestato di conformità alle norme in materia di sicurezza di un altro stato dell'Unione Europea in cui il componente elettrico sia stato prodotto, rilasciato come sopra, se dette norme sono riconosciute tali da garantire una sicurezza equivalente a quella richiesta in Italia (Art. 5 legge 791/77).

In mancanza di norme CEI applicabili gli organismi notificati ai sensi dell'Art. 11 della direttiva CEE 23/73, possono essere rilasciate relazioni di conformità che precisino che il componente elettrico risponde alle esigenze di sicurezza nelle condizioni di impiego previste (Art. 5 legge 791/77).

Influenze esterne

I componenti elettrici / elettronici saranno scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali essi possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza.

Regola dell'arte

La legge 1° marzo 1968 n. 186 pubblicata sulla G.U. n.77 del 23 marzo 1968 recita:

"Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte"

"Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte"

Marcatura CE

La legge 25 novembre 1996 n. 626 pubblicata sulla G.U. n. 293 del 14 dicembre 1996 recita:

"Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione".

Si ricorda che tutto il materiale elettrico messo in commercio, a partire dal 1° gennaio 199, previsto per essere utilizzato a tensione nominale compresa tra 50 e 1000V in c.a. e 75 e 1500V in cc va marcato CE, a parte qualche esclusione evidenziata nella direttiva stessa. Tale adempimento deve essere assolto nei modi previsti dalla legge dal costruttore dell'apparecchiatura o in ogni modo da chi la mette in commercio.

Estensione delle note generali

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine di comando locale.
- Taratura ed allineamento dei termici a quadro.
- Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.
- Tutto l'impianto elettrico luce e F.M. sarà realizzato con passerelle e conduits separati da quelli necessari per l'impianto strumentale.
- Questo criterio sarà rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura.
- Tutte le passerelle saranno coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche sarà possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) saranno ubicate in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista saranno fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie saranno installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione saranno posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve saranno le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori saranno lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento saranno messi a terra tramite piastrine.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- <u>Tutte le passerelle poste in verticale e posate all'esterno saranno complete di coperchio.</u>
- Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche saranno previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso sia in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette elettriche saranno opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche delle cassette saranno numerati nel modo seguente:

- tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
- tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura collegata.

Modalità di montaggio

Le apparecchiature elettriche installate in sito (colonnini, cassette, ecc.) saranno montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di manovra e/o manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione delle apparecchiature elettriche in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.

Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, saranno meccanicamente protette.

Le apparecchiature non saranno installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo anti vibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto saranno protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

ART. 88 Impianto strumentale

Note generali

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto strumentale, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.
- Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.
- Tutto l'impianto di strumentazione sarà realizzato con passerelle e conduits separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.
- Questo criterio sarà rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.
- Tutte le passerelle saranno coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche saranno possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti saranno ubicati in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista saranno fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie saranno installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione saranno posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve saranno le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori saranno lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento saranno messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.

- Tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.
- Ove si presentasse la necessità, saranno installate cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche saranno previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso sia in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche saranno opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette saranno numerati nel modo seguente:
- tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
- tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

Modalità di montaggio

Le apparecchiature di misura e controllo installate in sito (elementi rivelatori, trasmettitori, ecc.) saranno montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di lettura, controllo e manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione degli strumenti in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.

Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, saranno meccanicamente protette.

Le apparecchiature non saranno installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo antivibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto saranno protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

Posizionamento degli strumenti

Il posizionamento degli strumenti sarà realizzato secondo seguenti principi:

Gli strumenti saranno montati in modo che siano facilmente accessibili dal suolo, piattaforme, scale fisse, ecc.

I trasmettitori ciechi saranno montati il più vicino possibile alle prese di processo, in ogni caso in modo che siano facilmente accessibili per la manutenzione e con sufficiente spazio libero per un rapido ed agevole montaggio.

Fermo restando quanto sopra, l'ubicazione finale degli strumenti o degli elementi sensibili sarà tale da non interferire con i passaggi liberi lasciati sull'impianto, scelta in accordo alla Direzione Lavori.

ART. 89 Montaggio e messa in funzione impianti elettrici

L'intero montaggio, compresa la messa a disposizione di elementi coadiutori del montaggio, è a carico dell'impresa; nell'incarico è compresa l'installazione di tutte le parti e componenti atti ad assicurare un corretto ed idoneo montaggio di tutte le apparecchiature, compresa l'effettuazione di forometrie e la chiusura delle tracce, salvo accordi diversi tra le imprese.

La consegna degli elementi costruttivi e di montaggio che dovranno essere inglobati nelle opere civili durante il corso dei lavori va concordata per tempo con l'impresa edile.

L'Appaltatore dovrà realizzare la corretta messa in funzione di ogni fornitura su ordine della direzione dei lavori dopo aver terminato l'installazione; la messa in funzione è parte dell'incarico.

Nel presente capitolato vengono richiamate tutte le prove e verifiche che l'impresa dovrà effettuare al termine delle installazioni elettro strumentali al fine di soddisfare quanto richiesto dalla legge D.M. 37/08; i lavori per la corretta messa in funzione dell'impianto prevedono anche le seguenti prestazioni aggiuntive:

- controllo di tutte le interfaccia degli impianti forniti dal mandatario stesso e da altre imprese ma strettamente connesse con le opere elettro strumentali (p,e: sistema telecontrollo, valvole motorizzate, pompe, comandi e regolazioni verso installazioni esistenti e/o fornite direttamente dal committente);
- controllo del senso ciclico delle fasi per tutti i gruppi motore;
- regolazione e taratura dei dispositivi di protezione (termiche, magnetiche e differenziali) di tutte le apparecchiature previste in bassa tensione;
- regolazione di tutti gli interruttori di coppia e dei finecorsa per i motori delle valvole motorizzate;
- verifica delle correnti di avviamento e delle correnti nominali per tutti i gruppi motore;
- verifiche sicurezze elettriche come richiesto dalla guida CEI 64-14;
- verifica di tutti i pulsanti di emergenza e di tutti i mezzi di protezione adottati sull'impianto;
- controllo completo di tutti i sistemi di misura, comprensivi di tutti gli oneri necessari atti a regolare, equilibrare, tarare e mettere in servizio le singole apparecchiature; ciascuna procedura va annotata su un modulo ed è parte integrante della documentazione finale.
- controllo di tutti i loop di misura, le regolazioni, le segnalazioni ed i comandi da e verso il sistema di telecontrollo, ogni segnale dovrà essere simulato e verificato singolarmente.

Per gli impianti a carico di terzi per cui si prevede un coinvolgimento nell'ambito della propria fornitura, il mandatario deve confermare che il controllo dell'interfaccia è stato effettuato dettagliatamente in sua presenza. Solo dopo la presentazione dei verbali controfirmati concernenti il controllo dell'interfaccia e dei verbali della messa in funzione, la messa in servizio è possibile.

L'appaltatore dovrà realizzare la corretta messa in servizio di ogni sua fornitura su ordine della direzione dei lavori dopo aver terminato la messa in funzione; la messa in servizio è parte dell'incarico. L'appaltatore è responsabile per il funzionamento corretto di tutti i suoi apparecchi ed impianti affinché tutti gli impianti possano operare insieme in modo coordinato.

Un'altra condizione preliminare per la messa in servizio è che tutte le istruzioni sull'uso e tutti i manuali per la manutenzione siano già stati consegnati almeno in triplice copia; il personale va istruito prima della messa in servizio. Durante la messa in servizio dovranno essere controllate e verificate tutte le condizioni di interblocco e le operazioni logiche.

Tutte le logiche di funzionamento ed i parametri del processo dovranno essere controllati e verificati entro i valori limiti d'errore. Tutti i mezzi d'esercizio devono essere disponibili in quantità sufficiente; la messa in servizio termina se il relativo impianto funziona senza interruzione per almeno 1 settimana in condizioni realistiche.

ART. 90 Posa di cavi di energia e dei conduttori di terra

Profondità di posa di cavi di energia

La profondità di posa di cavi di energia, di comando, di segnalazione e di controllo non sarà in nessun caso inferiore ai valori sotto indicati, a meno che non sia diversamente previsto nei documenti di progetto e siano stati presi opportuni provvedimenti.

- Nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio: 60 cm;
- Nelle aree non pavimentate: 60 cm;
- Nelle aeree pavimentate dei luoghi non pericolosi: 60 cm;
- Negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie: 80 cm;
- Per i cavi a M.T.: 1,00 m.

Profondità di posa dei conduttori di terra

La profondità di posa dei conduttori di terra non sarà in nessun caso inferiore a 50 cm a meno che non sia diversamente indicato e siano stati previsti opportuni provvedimenti protettivi.

Profondità di posa aumentata

La profondità di posa potrà essere aumentata rispetto alla quota normale dove sia necessario per evitare incroci e per una buona sistemazione delle reti interrate, tuttavia sarà preferibile non scendere oltre 1,50 m e limitarsi al solo tratto indispensabile per evitare l'incrocio.

Scavi

Per la posa dei cavi interrati sarà realizzato uno scavo in trincea a sezione obbligata della profondità (quota) e larghezza idonee e secondo le prescrizioni particolari che, eventualmente, saranno date dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione.

Lo scavo avrà alla quota di progetto, una dimensione maggiore di almeno 0,30 m della larghezza della fascia dei cavi.

Gli scavi potranno essere eseguiti, ove ragioni particolari non lo vietino, con pareti a scarpata se è necessario al fine di evitare smottamenti o frane durante l'esecuzione dei lavori; dove questo non sarà possibile saranno realizzate sbadacchiature in legno o in acciaio delle pareti verticali.

Il fondo dello scavo sarà ben spianato, ricoprendo gli avvallamenti con terra battuta e ripulito di ogni asperità od oggetto che possa danneggiare i cavi durante e dopo la posa (sassi, radici, ceppaie, rottami ecc.). Nel caso in cui, per ottenere la profondità di progetto, debba essere riportata della terra, essa sarà ben compatta.

Letto di posa

Prima di procedere alla posa dei cavi e dei conduttori di terra, sul fondo dello scavo sarà fatto il letto di posa ben livellato e dello spessore di 0,10 m ottenuto con sabbia pulita di cava o di fiume oppure con terra eventualmente prelevata dalla bocca dello scavo vagliata mediante crivello avente le maglie non superiori a 5 mm.

Posa

L'andamento dei cavi sarà leggermente sinuoso per evitare che a reinterro avvenuto si abbiano dannose sollecitazioni a trazione causate da cedimenti o assestamenti del terreno.

Reinterro

I cavi e i conduttori di terra saranno ricoperti con sabbia o terra vagliata dalle caratteristiche come in precedenza. Lo strato di copertura sarà comparato ed avrà, a compattazione avvenuta, uno spessore di 0,15 m per i cavi e 0,10 m per i conduttori di terra, misurato sulla generatrice superiore del cavo di maggiore diametro.

ART. 91 Criteri di posa dei circuiti e delle condutture

Giunzioni e terminazioni

In generale non saranno ammesse giunzioni sui cavi; qualora occorressero particolari necessità impiantistiche che richiedessero giunzioni nei cavi, queste si potranno eseguire previa autorizzazione della Committente e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

Requisiti generali

Le giunzioni e le terminazioni saranno eseguite secondo le istruzioni dei costruttori; saranno in ogni caso rispettate le indicazioni seguenti:

a) Saranno eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.

b) Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) sarà asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione sarà accurata in modo da non lasciare la minima traccia.

c) I materiali impiegati saranno equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi saranno tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi. Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) saranno connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra sarà fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni saranno messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse saranno collegate tra loro e la messa a terra sarà comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione saranno eseguite impiegando "pressacavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

Terminazione e giunzione dei singoli conduttori

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori saranno sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e saranno resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi saranno secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni saranno eseguite come segue:

a) Conduttori flessibili fino a 6 mm^2, usando un canotto a compressione.

   Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

b) Conduttori rigidi fino a 10 mm^2.

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

c) Conduttori flessibili oltre 6 mm^2 o rigidi oltre 10 mm^2.

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

d) Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

e) Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate saranno anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

Identificazione dei cavi direttamente interrati

I cavi direttamente interrarti saranno identificati dal" numero del cavo" indicato nei documenti di progetto.

I numeri dei cavi saranno stampigliati su fascette in metallo o materiale plastico, resistente alla corrosione; potranno essere accettate fascette di plastica appositamente studiate, purché' preventivamente approvate e sulle quali i numeri siano stampigliati in rilievo.

Le fascette saranno applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 8 m, in corrispondenza di ogni giunzione dei punti d'entrata e di uscita dai percorsi principali, e all'inizio e alla fine del percorso.

Identificazione dei cavi posati aerei

a) I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., saranno identificati come sopra indicato. Le fascette saranno applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

b) I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., saranno identificati come sopra indicato.

Le fascette saranno applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 20 m, in corrispondenza di ogni giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali e all'inizio e alla fine del percorso.

Identificazione dei cavi posati in tubi

a) I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, saranno identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi saranno applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompi tratta; le fascette saranno applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.

b) I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, saranno identificati come sopra indicato.

Le fascette saranno applicate alle condotte e ai tubi ad intervalli non superiori a 20 m, nei punti d'entrata da eventuali scatole di giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali nonché all'inizio e alla fine del percorso; le fascette saranno applicate, quando possibile, anche ai cavi entranti ed uscenti dai tubi e dalle

condotte.

Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

a) in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;
b) in vista su opere murarie o metalliche;
c) su fune d'acciaio

Materiale di supporto

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio saranno in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., saranno indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse saranno dimensionate almeno per:

50 kg/m^2 di carico uniformemente distribuito;
80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supporto.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi saranno in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

I sostegni saranno fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi saranno annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno saranno adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli saranno realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, saranno tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella canaletta	Distanza tra loro passerelle da entrambi i lati	in verticale per accessibili da un lato solo
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

Requisiti di posa

I cavi saranno posati diritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi sarà come previsto nei documenti di progetto.

I cavi saranno sostenuti da passerelle a scaletta cui saranno fissati con fascette; i cavi all'interno saranno disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, saranno dimensionate in

modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre esse saranno installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, saranno fissati almeno nei seguenti punti:

a) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
b) ad intervalli non superiori a 10 m;
c) all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, saranno fissati almeno nei seguenti punti:

a) all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;
b) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
c) ad intervalli non superiori a 1,0 m

Attraversamenti

a) In corrispondenza di attraversamenti aerei di strade e passaggi, le passerelle e le canalette saranno fissate a strutture, e poste al di sopra del limite inferiore di queste ultime.

   In ogni caso l'altezza da terra sarà tale da non ostacolare il traffico previsto; in centro all'attraversamento saranno applicati cartelli monitori indicanti la presenza di cavi elettrici e indicanti l'altezza massima ammessa per i mezzi di transito.

b) In corrispondenza di attraversamenti sotterranei di strade e passaggi, le coperture delle canalette o dei cunicoli non riempiti saranno dimensionati per il carico massimo trasmesso alle coperture del traffico.

Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie o metalliche

Materiale di supporto

I cavi saranno fissati direttamente su opere murarie o metalliche per mezzo di graffette; dove è richiesta una protezione meccanica, i cavi potranno essere infilati in tubo o schermati con altri accessori idonei. Il tipo di graffetta usata sarà in funzione del diametro del cavo, mentre la lunghezza del chiodo sarà in funzione della consistenza dell'opera muraria.

Potranno essere usati bulloni a zanca e viti e in corrispondenza di opere poco consistenti potranno essere necessari tasselli di legno, piombo o ad espansione. I chiodi portanti le graffette verranno infissi al di sotto del cavo in modo che il loro allentamento non pregiudichi la stabilità del cavo.

Requisiti di posa

Il percorso dei cavi sarà orizzontale o verticale e non si dovranno mai compiere, salvo casi eccezionali, percorsi obliqui.

Attraversamenti

Negli attraversamenti di pareti o solette, i cavi saranno infilati in tubo per consentire l'eventuale sfilaggio. Su entrambi i lati, il tubo sarà munito di boccale terminale.

Posa cavi su fune d'acciaio

I cavi saranno fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio sarà tale da impedire scorrimenti del cavo.

Si dovranno usare fascette su tratti accessibili e ganci e fibbie nell'attraversamento di tratti non accessibili.

Nel caso in cui la fune debba incrociare una tubazione, la fune non sarà messa a contatto con questa ma passerà al di sotto o al di sopra secondo lo spazio disponibile.

I tratti di raccordo tra due funi a differente livello saranno eseguiti verticalmente con fissaggio del cavo a parete; la distanza minima tra l'ultima fascetta reggi cavo su fine e la prima graffetta a muro sarà di 50cm, in modo da assicurare una sufficiente ricchezza di cavi tale da garantire l'integrità delle guaine in caso di scorrimenti.

Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi

Requisiti di posa dei cavi

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi e dei fili, i tubi saranno controllati per accertare che siano lisci, e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra potrà essere impiegata solo per l'infilaggio di cavi con guaina esterna in Pb.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione. La posizione dei cavi nei pozzetti sarà tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

Requisiti di posa dei tubi

I tubi per contenimento e protezione di cavi e fili potranno essere:

metallici
in cloruro di polivinile (PVC)
cemento e posati
in vista
in cunicolo
interrati, annegati in massello di calcestruzzo
sottotraccia

Tubi metallici

Tubi d'acciaio INOX AISI 304

Tubi in cloruro di polivinile - PVC

Tipo leggero
Dovranno venire impiegati per impianti di tipo civile sottotraccia.

Tipo pesante
Dovranno avere le stesse dimensioni dei tubi zincati; i tubi saranno impiegati per impianti stagni dove avrà importanza la protezione contro corrosione oltre ad una certa protezione meccanica.

Curve e raggi di curvatura

a) Nei tubi d'acciaio zincato, le curve saranno realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature. I raggi di curvatura non saranno inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Pb		Per cavi con guaina di Pb	
	mm	inch	mm	inch
¾”	100	4”	150	6”
1”	125	5”	200	8”
1”½	150	6”	275	11”
2”	250	10”	400	16”
3”	300	12”	525	21”
4”	600	24”	1000	40”
5”	750	30”	1275	50”

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Pb		Per cavi con guaina di Pb	
6”	900	36”	1550	61”

Le curve saranno realizzate per piegatura diretta con macchina apposita.

Solo in casi particolari dove lo spazio a disposizione sia esiguo, i raggi di curvatura potranno essere ridotti del 20 % o saranno usate curve stampate.

Fino a quattro tubi paralleli si dovranno eseguire curve concentriche, oltre ai quattro tubi si dovranno eseguire curve con lo stesso raggio;

b) Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;

c) Per i tubi in PVC tipo pesante le curve saranno eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;

d) Per i tubi in PVC di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite;

e) Di norma non si potranno eseguire sui tubi d'acciaio zincato curve per un totale maggiore di 270° per percorsi ininterrotti fino a 60 m; 120° per percorsi ininterrotti fino a 75 m.

Per percorsi più lunghi o con curve maggiori si dovranno usare, secondo il tipo d'installazione, gli opportuni accorgimenti qui di seguito elencati:

Per i tubi d'acciaio zincato non filettabile o in PVC non dovrà esserci di norma più di una curva a 90°, fra due scatole contigue.

Quando nella lunghezza del tubo esistano curve in numero maggiore di quanto indicato, si dovrà ricorrere ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo.

Tubo d'acciaio zincato:

interposizione nei punti opportuni di curve aperte (es. tipo LBH- LBD);
curve in tubo con due raccordi a tre pezzi smontabili al momento dell'infilaggio;
cassetta d'infilaggio;
maggiorazione del diametro del tubo.

Tubi d'acciaio zincato non filettabile o PVC filettabile;

impiegando scatole rompi tratta

Coefficienti di riempimento

Il diametro interno dei tubi sarà normalmente compreso tra 1,4 volte e 1,5 volte il diametro della circonferenza circoscrivibile al fascio dei cavi da infilare, composto disponendo i cavi in modo da rendere minima la sezione circolare limitata da detta circonferenza.

Per tratti lunghi di tubo, con diametro interno uguale a quello sopra indicato, dovrà comportare il declassamento termico del cavo.

Parallelismi e giunzioni

Più tubi affiancati saranno fra loro paralleli. Gli interassi normali saranno come sotto indicato:

a) interassi tra tubi d'acciaio zincato filettabile.

Grandezza del tubo	¾” - 1”	1”½ - 2”	3”	4”	5” - 6”
¾”	100 mm	110 mm	125 mm	150 mm	200 mm
1”	100 mm	110 mm	140 mm	180 mm	220 mm
1½” - 2”		140 mm	165 mm	200 mm	240 mm
3”			185 mm	220 mm	260 mm

4”				230 mm	280 mm
5” - 6”					300 mm

b) I tubi in PVC filettabile o d'acciaio zincato non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista saranno posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.

c) I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli saranno sfalsati in moda da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio. Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.

d) Negli impianti antideflagranti saranno impiegati normalmente raccordi del tipo compensatore di dilatazione, tranne quando siano interposti fra apparecchiature vicine e rigidamente collegate fra di loro e quando siano impiagati su sospensioni di lampade.

e) Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio zincato filettabile saranno normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

   Non saranno ammessi giunti scorrevoli, in altre parole ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo in seguito per avvitarlo per metà sulla testa della canna di proseguimento linea.

f) Le giunzioni fra canne e spezzoni di tubo in PVC pesante si dovranno eseguire a tenuta di liquidi impiegando gli appositi manicotti o raccordi.

   Per il tubo in PVC leggero potranno essere consentite giunzioni a bicchiere.

Terminazioni dei tubi metallici filettabili

Nel caso in cui un tubo termini in un'apparecchiatura sarà sempre collegato mediante raccordo a tre pezzi.

Nel montaggio di scatole o cassette di derivazione si useranno raccordi a tre pezzi in quantità uguale al numero degli imbocchi impegnati meno uno e, in ogni caso, in un tratto di tubo fra due scatole o cassette dovrà esserci sempre un raccordo a tre pezzi.

Nelle cassette dove entreranno ed usciranno più tubi su uno stesso lato saranno disposti raccordi a tre pezzi su ogni tubo.

Nel caso in cui un tubo d'acciaio zincato termini in un armadio o in un cassone di lamiera, esso sarà collegato mediante dado e controdado terminale e sarà terminato con una boccola terminale (bushing).

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale o saranno scampanati per evitare che il cavo possa essere maneggiato dagli spigoli vivi e dalle sbavature.

Protezione delle filettature

Le filettature relative ad accoppiamenti tra componenti ferrosi (acciaio, ghisa) saranno protetti con lubrificanti neutri.

Le filettature per accoppiamenti tra parti di alluminio e tra alluminio e componenti ferrosi, saranno protetti con lubrificanti a base di zinco o grafite.

Terminazioni dei tubi metallici non filettabili

Nel caso in cui un tubo termini in un'apparecchiatura sarà sempre collegato mediante specifico raccordo.

Nel montaggio di scatole o cassette di derivazione si useranno specifici raccordi in quantità uguale al numero degli imbocchi impegnati.

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale di materiale plastico.

Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi

I tubi porta cavi se orizzontali andranno posati a bolla e se verticali a piombo.

Per percorsi diversi si dovrà avere l'avvertenza di posare i tubi parallelamente a strutture e a carpenterie.

a) Supporto di tubi

I tubi saranno appoggiati, anche saltuariamente, ad un appoggio naturale o artificiale.

Sull'appoggio sarà saldato, murato, imbullonato l'eventuale supporto atto a sostenere il tubo.

Il fissaggio vero e proprio del tubo sarà la graffetta e relativo bullone, il collare ad U, il morsetto speciale per profilato, il collare di piatto di ferro e relativi bulloni.

Il fissaggio potrà, secondo i casi, essere ancorato al supporto o all'appoggio vero e proprio.

Per i tubi d'acciaio zincato il fissaggio sarà previsto in un punto di supporto; il successivo fissaggio sarà ad una distanza non superiore a 3 m circa.

b) Tubi su più strati

Nella posa in vista del tubo d'acciaio zincato filettabile o in PVC pesante filettabile sarà consentita la posa su due piani paralleli. Lo strato superiore sarà ad una distanza minima di 120 mm dal massimo ingombro dello strato inferiore, in ogni caso sufficiente per consentire il montaggio di raccordi e manicotti.

Eventuali scatole avranno i coperchi accessibili e sistemati in posizione tale da consentire il facile infilaggio dei cavi.

c) Raccordi a tre pezzi

Sui tubi d'acciaio zincato filettabile, ogni 30 m circa in tratte rettilinee ininterrotte, sarà interposto un raccordo del tipo compensatore di dilatazione o 30 cm di tubo flessibile.

I raccordi a tre pezzi di tipo normale saranno inseriti in ogni punto ritenuto necessario per il montaggio e successivo smontaggio dell'impianto.

Requisiti di posa interrata dei tubi porta cavi in acciaio

Tutti i tubi porta cavi in acciaio, posati interrati saranno annegati in massello di calcestruzzo "rosso" avente una resistenza a compressione non inferiore a 200 kg/cm^2 tipo R 325 ed addizionato ad ossido di ferro al fine di ottenere la colorazione rossa, nella misura di 3 kg ogni m^3 di calcestruzzo.

a) Il fondo dello scavo, dove si farà il massello, sarà livellato e se il terreno è sospetto di cedimento si dovrà provvedere all'esecuzione di opere di consolidamento e di bonifica o semplicemente all'esecuzione di uno strato di calcestruzzo armato, se necessario.

b) Prima di eseguire il getto di calcestruzzo, i tubi saranno opportunamente amarrati in modo da rispettare i parallelismi e gli interassi indicati più avanti.

I distanziatori e i sostegni fra letto di posa e primo strato e fra questo e i successivi saranno disposti ogni 2 o 3 m e sfalsati in modo da consentire un buon riempimento di calcestruzzo nel vano fra i tubi senza che i tubi si possano flettere sotto la massa del getto.

I distanziatori non sporgeranno dal massello in calcestruzzo.

Fra due tubi dello stesso piano sarà tenuto un interasse di circa 60 mm, in modo da consentire il riempimento di calcestruzzo, come indicato nella tabella seguente:

Grandezza del tubo	¾” - 1”	1”½ - 2”	3”	4”	5” - 6”
¾”	90 mm	110 mm	120 mm	120 mm	140 mm
1”	100 mm	110 mm	130 mm	130 mm	150 mm

1½” - 2”		120 mm	140 mm	140 mm	180 mm
3”			150 mm	150 mm	200 mm
4”				200 mm	200 mm
5” - 6”					200 mm

Fra uno strato di tubi e il superiore sarà tenuta una distanza di almeno 60 mm fra la quota superiore del tubo maggiore dello strato inferiore e il piano di posa del secondo strato.

c) Tutti tubi in acciaio posati interrati saranno tappati per evitare l'ingresso di corpi estranei durante la posa e le successive fasi di lavoro.

d) In ogni tubo sarà infilato un filo pilota d'acciaio zincato non inferiore a 2 mm di diametro.

e) Prima d'infilare i cavi e durante il recupero del filo pilota, sarà fatto passare in tutti i tubi un apposito scovolo allo scopo di asportare eventuali corpi estranei.

f) Curve; tutte le curve interrate saranno in ogni caso eseguite con il raggio massimo consentito dagli ingombri e dalle coordinate di posa.

Le curve per tubi uscenti da terra saranno complete nella parte interrata, in modo che il tubo possa uscire da terra in verticale a piombo.

g) Raccordi a tre pezzi e manicotti, nei tubi interrati non saranno impiegati raccordi a tre pezzi.

Tutti gli accoppiamenti tra canne di tubo saranno eseguiti con manicotti.

Nella posa di tubi annegati in calcestruzzo, potranno essere impiegati manicotti cilindrici, come pure per gli impianti antideflagranti a prova di esplosione (AD-PE).

Requisiti di posa sottotraccia di tubi

I tubi sottotraccia saranno sempre posati secondo il percorso più breve fra le scatole o apparecchiature da collegare.

Prima di eseguire la richiusura della traccia i tubi saranno fissati per punti con malta di cemento in modo da assicurare la stabilità del tubo nelle successive fasi di lavoro.

La quota massima d'ingombro del tubo sarà almeno 20 mm sotto al piano rustico della parete, pavimento o soffitto.

Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili

Normalmente i tubi-guaina flessibili saranno impiegati in impianti in tubo per il collegamento delle apparecchiature soggette a vibrazioni, o in ogni caso installate su strutture meccaniche.

Incroci fra cavi elettrici

Quando uno o più cavi direttamente interrati si dovranno incrociare, tra i due sarà posta una protezione contro i danneggiamenti meccanici per un tratto di 0,50 m oltre la zona di interferenza.

La distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente sarà di 0,20 m.

Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione

Negli incroci, i cavi di energia saranno di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente sarà di 30 cm. I cavi posati superiormente saranno infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

Nei parallelismi, i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione saranno tenuti ad una distanza minima di 30

cm.

Sarà ammesso di ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e cavi di telecomunicazione a 15 cm quando i cavi posati alla minore profondità siano infilati in tubi; sarà ammesso ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione a meno di 15 cm quando sia i cavi di energia sia di telecomunicazione siano infilati in tubi.

Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, non dovrà avvenire in corrispondenza di giunti non saldati dalle tubazioni stesse. La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche non sarà inferiore a 30 cm.

Inoltre tra cavi e tubazioni sarà interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

Nei parallelismi, i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, saranno tenute ad una distanza minima di:
- 50 cm in caso di tubazioni contenenti fluidi infiammabili e - 30 cm in caso di tubazioni contenenti altri fluidi.

Elenchi dei cavi

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella lista di dettaglio in progetto.

I cavi nei singoli edifici o impianti e quelli tra le stazioni vanno numerati in modo tale che dal numero risulti il tipo di cavo.

ART. 92 Collaudo dell'impianto elettrico

Generalità
Tutti gli impianti descritti nelle precedenti sezioni potranno essere sottoposti a collaudi e prove in corso d'opera e finali allo scopo di verificare:
- la corrispondenza agli impegni contrattuali;
- la corretta esecuzione nel rispetto delle prescrizioni e, in mancanza di queste, della regola dell'arte;
- lo stato di funzionamento delle varie apparecchiature a livello delle singole prestazioni;
- il corretto funzionamento degli impianti;
- le prestazioni degli impianti tenuto conto delle tolleranze ammesse;
- a quant'altro la DL riterrà opportuno;

Successivamente alle tarature, alle prove in corso d'opera ed ai collaudi in corso d'opera l'appaltatore dovrà operare una prova di affidabilità e rispondenza dell'intero impianto installato.
Oltre a quanto indicato nel Capitolato per quanto riguarda gli impianti elettrici, l'appaltatore dovrà consegnare all'atto dell'installazione i certificati delle seguenti prove:

- quadri elettrici BT

Per ogni singolo quadro BT l'appaltatore dovrà fornire certificato (rilasciato dalla ditta costruttrice e controfirmato dall'appaltatore) con sopra indicato il numero di identificazione del quadro e le risultanze delle prove sotto indicate:

- prova di isolamento;
- prova di rigidità dielettrica, effettuata a tensione 3000V/2500V e 500 V per un minuto a frequenza industriale tra fase/fase, neutro/fase, fase/massa;

- impianti e componenti in genere

Dovranno essere consegnati i certificati richiesti dalla D.L. e rilasciati dai costruttori di materiali costituenti gli impianti (ad es. conduttori, tubazioni, ecc…) ed in particolare, ove previsto, i certificati attestanti la classe di comportamento al fuoco dei materiali non metallici eseguiti da istituti autorizzati.

- prove in officina

I collaudi provvisori eseguiti presso l'officina del costruttore interesseranno principalmente le macchine, i quadri e le parti di impianto prefabbricate. Di tali operazioni saranno redatti verbali contenenti complete indicazioni della modalità di esecuzione, dei risultati ottenuti e della rispondenza alle prescrizioni del capitolato; tali verbali saranno annessi al collaudo definitivo ed è demandata al collaudatore nominato la facoltà di assumerli in atto di collaudo o di integrarli. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti Ufficiali saranno forniti i relativi certificati.

- collaudi tecnici

Il collaudo accerterà la rispondenza degli impianti alle disposizioni di Legge, alle Norme CEI ed a quanto prescritto nel presente Capitolato, sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti che nel funzionamento e nell'installazione.

Certificazioni, omologazioni, documentazione tecnica

Al termine dei lavori, prima del collaudo delle opere sarà presentato un documento contenente tutti i certificati di collaudo di seguito indicati:

- Tutti i quadri di B.T., compresi i quadretti a bordo macchina saranno corredati di certificato di collaudo, eseguito secondo quanto indicato nelle norme CEI.
- Tutti i trasformatori ausiliari di isolamento e/o di sicurezza saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti gli interruttori di tipo aperto e di tipo scatolato oltre i 130 A dei quadri saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti i TA e TV, saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti i cavi saranno corredati di certificati di collaudo richiesti.
- Tutti gli strumenti di misura saranno corredati di certificati di collaudo e bollettino di taratura.

Gli elenchi di cui sopra sono da ritenersi non esaustivi e puramente indicativi; dovranno quindi essere presentati anche tutti i certificati, le omologazioni, le licenze richieste dalla Direzione Lavori durante il corso o a fine lavori, od altre ancora se ne veda la necessità.

Documentazione dello stato finale

Gli elaborati dello stato finale saranno consegnati dopo il termine dei lavori e dovranno contenere quanto segue:

- Dichiarazione di conformità secondo D.M. 37/08 relativa all'intero impianto elettrico oggetto dell'appalto (compreso verbale di misura della resistenza globale di terra)
- Dichiarazione di conformità e certificati di prova di tutti i quadri elettrici facenti parte dello scopo di fornitura
- disegni distribuzione, schemi elettrici, disegni cablaggio e morsetti
- disegni allacciamenti, elenchi ed informazioni sui cavi
- distinta base ed apparecchi
- piani posa cavi e disegni delle installazioni

- documentazione software nel senso delle specificazioni tecniche pertinenti
- software del sistema di automazione e supervisione NON protetto da password
- istruzioni d'uso
- documentazione di manutenzione
- elencazione dei ricambi.

Tutta la documentazione sarà consegnata nella lingua/e richiesta/e e nel numero di copie richieste.

Le planimetrie saranno consegnate come originali riproducibili e in forma arrotolata, mentre gli altri documenti saranno consegnati anche su supporto magnetico, secondo gli standard prestabiliti.

Progetto costruttivo eseguito dall'Appaltatore

Tutti i disegni necessari, disegni morsetti, schemi elettrici, disegni dettagliati, disegni costruttivi, ecc., anche se non precedentemente indicati, saranno elaborati dall'Appaltatore.

La continuazione dell'elaborazione, le modifiche e il completamento della documentazione sarà comunque di competenza dell'Appaltatore.

Varrà il principio che sarà solo possibile costruire o installare in base a quella documentazione che avrà ottenuto l'approvazione dalla Direzione Lavori e/o dalla Committente.

ART. 93 Interferenze con altre imprese

Nel caso in cui alcuni particolari lavori (rivestimenti, impermeabilizzazioni o lavori specializzati in genere), da eseguire nell'ambito dei cantieri dell'Appaltatore, siano realizzati dall'Ente Appaltante direttamente o da altre Ditte, l'Appaltatore stesso è obbligato a prendere diretti accordi con l'Ente Appaltante o con le Ditte predette al fine di limitare le interferenze e rendere quanto possibile compatibili le rispettive attività.
In ogni caso, l'Appaltatore è obbligato a seguire le prescrizioni che l'Ente Appaltante impartirà tramite la D.L. in termini di coordinamento delle lavorazioni.
L'Appaltatore non avrà diritto a particolari compensi o indennizzi per gli oneri derivanti dalla presenza di più ditte nell'ambito dei propri cantieri o dalla necessità di condurre le attività di propria competenza parallelamente ad altre imprese.

ART. 94 Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la manodopera del conducente, ed ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in stato di piena efficienza e debbono altresì corrispondere alle caratteristiche prescritte. La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.