

AMBITO TERRITORIALE - GEBIET:



**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
COMUNE DI MERANO  
AUTONOME PROVINZ BOZEN  
GEMEINDE MERAN**



COMMITTENTE - AUFTRAGGEBER:



39100 - BOLZANO Via Lungo Isarco Destro 21/A  
Tel: 0471 089500 - Fax: 0471 089599  
web: www.eco-center.it  
e.mail: info@eco-center.it

PROGETTAZIONE - PLANUNG:  
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO:



**PROGETTO DEFINITIVO - ENDGÜLTIGES PROJEKT**

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO ANAEROBICO AD ALTO CARICO PER IL TRATTAMENTO DEI REFLUI INDUSTRIALI PRESSO IL DEPURATORE DELLE ACQUE REFLUE DI MERANO -  
ERRICHTUNG EINER ANAEROBEN HOCHLAST-ANLAGE FÜR DIE BEHANDLUNG DER INDUSTRIEABWÄSSER IN DER KLÄRANLAGE VON MERAN**

ELABORATO - PLANUNTERLAGE:

Disciplinare prestazionale e descrittivo degli elementi tecnici - opere civili

NUM.

**G.1**

Il Progettista - Der Projektant:

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**  
Studio Cappella s.r.l.  
Ing. Alessandro Gregorig



Studio Cappella s.r.l.  
Ing. Pieraimondo Cappella



Studio Associato Gretzer & Partner - GMK  
Ing. Alfred Mick



Studio Cappella s.r.l.  
Ing. Federico Olivotti



ing. Marco De Simone



Alp Engineering s.r.l.  
Per. Ind. Mattia Betti



Rev.	Descrizione - Beschreibung	Redatto Erstellt	Verificato Überprüft	Approvato Genehmigt	Data Datum
A	1° Emissione - 1° Ausgabe	Gregorig	Gregorig	Olivotti	30/08/2022
B					
C					

## INDICE

<b>1. NORME GENERALI.....</b>	<b>3</b>
1.1. Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo	3
1.2. Campionature dei materiali e dei manufatti da porre in opera	3
1.3. Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori	4
<b>2. QUALITÀ DEI MATERIALI.....</b>	<b>5</b>
2.1. Rinterro di scavi in genere	5
2.2. Calcestruzzi	5
Generalità	5
Materiali	7
Impasti e composizioni	12
Profili waterstop	15
2.3. Acciaio per cemento armato	16
Requisiti	16
Controlli sull'acciaio	19
Posa in opera	21
2.4. Acciaio per usi strutturali	23
2.5. Carpenterie	25
2.6. Manufatti prefabbricati per fognature	27
Caditoie	27
Pozzetti	28
Cordonate	29
2.7. Tubazioni per fognature a gravità	29
Tubazioni in PVC UNI EN 1401	29
Tubazioni in PVC-U UNI EN 1452	30
2.8. Tubazioni per fluidi in pressione	32
Tubazioni in Pead	32
Tubazioni in acciaio	33
2.9. Manufatti per il drenaggio	33
Chiusini e griglie in ghisa	33
Canalette di drenaggio	34
2.10. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato	34
Descrizione	34
Caratteristiche dei materiali da impiegare	34
Studio preliminare	35
2.11. Detrito dl cava o tout-venant da cava o da frantoio	35
<b>3. MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>36</b>
3.1. Sondaggi e tracciati	36
3.2. scavi, movimenti di terre, demolizioni	36
Scavi	36
Demolizioni e rimozioni	39
Riporti e rilevati e strati di fondazione	40

3.3.	Opere in cemento armato	41
	Posa in opera del calcestruzzo	41
	Stagionatura	46
	Profili waterstop	47
	Vernice epossidica protezione antiacida	48
3.4.	Acciaio per usi strutturali	48
	Generalità	48
	Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione	49
	Controlli in Corso di Lavorazione	50
	Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati	50
	Forniture e Documentazione di Accompagnamento	51
	Centri di Trasformazione	51
	Montaggio	52
	Prove di Carico e Collaudo Statico	52
3.5.	Tenuta delle vasche e dei manufatti prefabbricati	53
3.6.	Posa di condotte in materiali plastici	53
3.7.	Pozzetti e caditoie	57
3.8.	Allacciamento ai condotti di fognatura degli scarichi e dei pozzetti stradali	58
3.9.	Scarifica di vecchie sedi stradali	59
3.10.	Preparazione piano di posa	59
3.11.	Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato	61
3.12.	Coperture	62
	Coperture In PRFV	62
	Grigliati	63
3.13.	Serramenti	64
	Serramenti in alluminio	65
	Vetri	65
3.14.	Finiture	66
	Pavimenti	66
	Intonaci	67
	Pitturazioni	68

## 1. NORME GENERALI

### 1.1. Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

Tutti i materiali qualificabili quali “prodotti da costruzione” dovranno essere conformi a quanto prescritto dal d.lgs. n. 106/2017 e dal **Regolamento (UE) 305/2011** che fissa dei criteri generali e comunitari per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

Pertanto tali prodotti devono giungere in cantiere accompagnati dalla relativa documentazione che ne attesti la conformità e l'idoneità (dichiarazione di prestazione).

Inoltre, i materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo Art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dall'Amministrazione.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare disposte dalla Direzione Lavori la quale provvederà al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito verbale.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086 / art. 59 DPR 380/2001; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Per quanto riguarda le opere destinate al convogliamento di fluidi (sia potabili che di scarico) si intende che le stesse devono essere a perfetta tenuta e superare le prove a pressione (tubazioni, pozzetti, manufatti gettati in opera, ecc).

### 1.2. Campionature dei materiali e dei manufatti da porre in opera

La Direzione Lavori potrà ordinare la campionatura di tutti i materiali e manufatti da porre in opera. La campionatura dovrà essere fornita dall'Impresa almeno 10 giorni prima della loro messa in opera. In mancanza di tale richiesta, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa la produzione delle schede tecniche e descrittive dei materiali e manufatti che intende porre in opera. Tali schede dovranno venire consegnate alla Direzione Lavori almeno 10 giorni prima della loro messa in opera. Sia la campionatura che

le schede tecniche e descrittive dovranno venire approvate con corrispondenza scritta dalla Direzione Lavori. La successiva fornitura dovrà rispettare le caratteristiche tecniche e descrittive dei campioni e delle schede tecniche presentate. Eventuali modifiche dei materiali e forniture con quelli campionati dovrà venire nuovamente autorizzata.

### **1.3. Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori**

In genere, l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla funzionalità delle zone interessate dalle opere appaltate, oppure dall'esecuzione di opere e dalla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

In particolare l'appaltatore dovrà rispettare le seguenti disposizioni:

- dopo l'accantieramento saranno effettuati i rilievi per la conferma delle indicazioni progettuali. In particolare saranno verificate le ipotesi progettuali mediante tracciatura su posizione (in pianta ed in altezza) dei sottoservizi, per verificare le effettive interferenze;
- i lavori dovranno seguire il cronoprogramma progettuale;
- i lavori dovranno essere organizzati, anche prevedendo lo spostamento del cantiere in modo da garantire sempre il passaggio degli addetti al depuratore.

L'Appaltatore, a richiesta della Direzione dei Lavori, deve presentare l'elenco nominativo completo di tutto il personale e degli operai che saranno adibiti all'esecuzione dei lavori indicando per ciascun agente od operaio il nome, il cognome, il luogo e la data di nascita, il luogo di provenienza ed i lavori ai quali sia stato precedentemente adibito.

L'Appaltatore prende atto che i lavori in oggetto del presente Capitolato potranno interferire con quelli di altre imprese o ditte e pertanto si impegna a condurre i propri lavori in armonia con le esigenze delle anzidette ditte o imprese, senza recare intralcio ed evitando contestazioni pregiudizievoli per l'andamento generale dei lavori.

Resta inteso che per le accennate interferenze e per gli oneri conseguenti, l'Appaltatore non potrà accampare alcuna pretesa o richiesta di compenso.

## 2. QUALITÀ DEI MATERIALI

### 2.1. Rinterro di scavi in genere

L'eventuale terreno utilizzato per il rinterro deve risultare esente da ciottoli e deve essere vibrato e compattato con la massima cura; tali operazioni dovrà essere eseguita contemporaneamente sui due lati in modo da evitare disassamenti e dovrà essere effettuata a mano o con mezzi meccanici leggeri.

Particolare attenzione si dovrà prestare nel non danneggiare eventuali protezioni esterne delle tubazioni.

Il riempimento successivo e gli eventuali ricoprimenti con rilevato dovranno essere eseguiti con materiale arido oppure con miscela "antisag, come da elaborati di progetto. Il materiale arido deve essere classificato A1 o A3 secondo le **UNI EN ISO 14688-1 e -2**. I materiali legati devono rispondere alla **UNI EN 13285**.

Il Direttore dei lavori potrà consentire l'impiego di materiale di scavo, previa verifica dell'idoneità, per determinati rinterri. Il materiale dovrà essere opportunamente compattato, a seconda a strati di altezza, in modo tale da non danneggiare la stabilità della condotta. La scelta del sistema di compattazione, quindi, dovrà essere fatta tenendo conto della natura del terreno e del grado di compattazione necessario.

È vietato l'uso di compattatori e vibrator pesanti al di sotto di 1 m di copertura dell'estradosso.

Durante l'esecuzione dei lavori si dovrà evitare di sovraccaricare la canalizzazione attraversandola con mezzi pesanti o ricoprendola con carichi inaccettabili.

La rimozione delle armature, con particolare attenzione per le puntellazioni, deve avvenire contemporaneamente al rinterro e deve essere effettuata gradualmente, per tratti successivi, in modo che lo scavo possa essere riempito e costipato immediatamente evitando pericolose inclinazioni o spancamenti.

I rinterri e le massicciate ripristinate dovranno essere costantemente controllati dall'impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

L'impresa rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza sino al collaudo definitivo.

### 2.2. Calcestruzzi

#### Generalità

Le prescrizioni indicate in tutto il presente articolo valgono, in quanto estendibili, per tutte le opere, e le loro parti, assimilabili a quelle descritte nei singoli paragrafi, anche se più direttamente trattate in altri articoli.

Esse dovranno essere integrate con le norme vigenti in materia, e non in contrasto con questo stesso Capitolato, in particolare con quelle sotto elencate e le loro eventuali nuove edizioni o stesure, con prevalenza, in caso di contrasto, per quelle aventi valore di legge o quelle più recenti.

#### D.M. 14/01/08 Norme Tecniche per Costruzioni

UNI EN 206

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

<b>UNI 11104</b>	<i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>
<b>UNI EN 197-1</b>	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>
<b>UNI 9156</b>	<i>Cementi resistenti ai solfati</i>
<b>ISO 9001</b>	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
<b>UNI EN 12620</b>	<i>Aggregati per calcestruzzo</i>
<b>UNI 8520-1 e -2</b>	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti</i>
<b>UNI EN 1008</b>	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 934-2</b>	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 450</b>	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
<b>UNI-EN 13263-1 e -2</b>	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 12350-2</b>	<i>Determinazione dell'abbassamento al cono</i>
<b>UNI EN 12350-5</b>	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
<b>UNI EN 12350-7</b>	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
<b>UNI 7122</b>	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
<b>UNI EN 12390-1 -2 -3 e -4</b>	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
<b>UNI EN 12390 -5 -6 -7 e-8</b>	<i>Prova sul calcestruzzo indurito: Resistenza a flessione dei provini / Resistenza a trazione indiretta dei provini / Massa volumica del calcestruzzo indurito / Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione /</i>
<b>UNI CEN/TS 12390 -9 e -10</b>	<i>Prova sul calcestruzzo indurito: Resistenza al gelo-disgelo - Scagliatura / Determinazione della resistenza relativa alla carbonazione del calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 13791</b>	<i>Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 12504-1</b>	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
<b>UNI EN 10080</b>	<i>Acciaio per cemento armato</i>
<b>UNI EN ISO 15630 -1/2</b>	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
<b>EUROCODICE 2- UNI EN 1992</b>	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
<b>UNI EN 13670</b>	<i>esecuzione di strutture di calcestruzzo</i>
<b>UNI 8866</b>	<i>Disarmanti</i>

Legge 5 novembre 1971, n. 1086: "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", nonché le relative norme tecniche emanate dal Ministero per i Lavori Pubblici come disposto dall'art. 21 della summenzionata legge.

Legge 2 Febbraio 1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Legge 26 Maggio 1965, n. 595: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".

Bollettino Ufficiale del CNR n. 34 Anno VII: "Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l'apparecchio Los Angeles".

D.M. 1 aprile 1983: "Norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. n. 224 del 17 aprile 1983, o Decreti

Ministeriali Vigenti all'atto dell'appalto, emanati dallo Stato, in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5.11.1971.

### **Ordine dei lavori**

L'Appaltatore dovrà tenere a disposizione della Direzione Lavori un registro nel quale saranno indicati, oltre a quanto prescritto dalle vigenti leggi, o da altre che potranno essere emanate, le date di inizio e fine dei getti, le date di disarmo, le curve granulometriche, la natura e provenienza degli inerti, il tipo e provenienza del cemento, le dosature usate, e quanto altro la Direzione Lavori ritenesse opportuno richiedere.

Detto registro controfirmato giornalmente dal rappresentante della Direzione Lavori dovrà essere consegnato in originale ed una copia alla Direzione Lavori alla ultimazione dei lavori stessi.

I calcoli statici relativi alle opere in conglomerato cementizio armato e non, e per quelle in carpenteria metallica sono forniti con il progetto a onere e carico della Stazione Appaltante; l'Appaltatore potrà, assumendosene l'onere e la spesa, proporre alla D.L. integrazioni e/o modifiche ai calcoli e alle tavole strutturali.

L'Appaltatore dovrà dichiarare per iscritto, prima di iniziare qualsiasi lavoro, direttamente od a mezzo di un Ingegnere di sua fiducia, se non sia rivestito di tale qualità, di aver esaminato e preso perfetta conoscenza del progetto medesimo in ogni sua parte, di averne rifatto i calcoli di stabilità e di conseguenza di riconoscere il progetto stesso perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera.

L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori delle suddette integrazioni ai calcoli statici delle opere non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le attribuzioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli stabiliti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e completo responsabile delle opere e, di conseguenza, l'Appaltatore stesso dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L.:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua-cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intende eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi strutturali;
- il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

Si intende altresì che l'Appaltatore dovrà adeguarsi a tutte le norme che saranno successivamente emanate dalle competenti autorità.

### **Materiali**

#### **Cementi**



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

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

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

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

### **Controlli sul cemento**

#### *Controllo della documentazione*

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

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

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

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

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

#### *Controllo di accettazione*

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

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

L'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 è 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 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 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

**Tab. 1.1 - Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)**

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

### ***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 premiscelati 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 (paragrafo 2.3).

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  $\leq 7\%$  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 concetto del valore k.

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 con 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  $\leq 0,45$   $k = 2,0$

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 2600 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 2.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. 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<sup>3</sup>.

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<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);

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

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

### **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 possenga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 2.3. 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, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tab. 1.2 – Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)**

<b>Origine del materiale da riciclo</b>	<b>Classe del calcestruzzo</b>	<b>Percentuale di impiego</b>
Demolizioni di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Da calcestruzzi > C45/55	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

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 e 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, 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.

### **Conglomerati cementizi preconfezionati**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizio preconfezionati, purché rispondenti in tutto alle caratteristiche generali qui prescritte per i calcestruzzi, e inoltre qualora non in contrasto in quelle alle Norme UNI 206.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.), sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

L'Appaltatore, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'Ente Appaltante addetto alla vigilanza e la Direzione Lavori abbiano libero accesso al luogo di produzione del conglomerato, per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore i rilievi ed i controlli dei materiali previsti nei paragrafi precedenti.

### **Impasti e composizioni**

Il dosaggio di cemento, degli inerti ed il rapporto acqua-cemento devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. In particolare il contenuto di cemento non dovrà scendere sotto quello indicato nella seguente tabella in relazione alla consistenza del calcestruzzo.

Per conglomerati con resistente caratteristiche intermedie è ammessa la interpolazione lineare.

classe (definita norme tecniche regolamentari)	di secondo regolamentari)	tenore minimo di cemento		
		Consistenza umida kg/m <sup>3</sup>	Consistenza plastica kg/m <sup>3</sup>	Consistenza fluida kg/m <sup>3</sup>
100		190	210	230
150		240	270	300
>250		280	310	340

Per la definizione dei tipi di consistenza ci si servirà delle citate norme UNI 206.

Per tutti i calcestruzzi saranno realizzate le composizioni granulometriche proposte dall'Appaltatore ed accettate dalla Direzione Lavori, in modo da ottenere i requisiti fissati dal progettista dell'opera ed approvati dalla Direzione Lavori.

Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno 3 classi di inerti, (due delle quali relative all'inerte fine) la cui miscela dovrà realizzare le caratteristiche granulometriche stabilite.

La Direzione Lavori ha però facoltà di prescrivere dosaggi di cemento diversi da quelli previsti in modo da ottenere resistenze cubiche caratteristiche superiori alle minime prescritte per i vari tipi.

Il dosaggio di cemento si intende con riferimento al metro cubo di calcestruzzo finito.

### **Resistenze dei calcestruzzi**

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contraddittorio con l'Appaltatore, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti. Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Appaltatore in locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice esemplare.

Con i provini della prima serie verranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria.

I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.

Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Appaltatore.

Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione, ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso Laboratori ufficiali. Di tale sospensione l'Appaltatore non potrà accampare alcun diritto o richiedere alcun indennizzo di sorta.

Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.

Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di provvedimenti che, proposti dallo stesso, o in difetto di questo indicati dalla Direzione Lavori, consentano di utilizzare con

sicurezza l'opera. Tali provvedimenti per diventare operativi dovranno in ogni caso essere approvati dall'Ente Appaltante.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione Lavori.

Una volta stabilita la curva granulometrica degli inerti, ed i dosaggi del cemento e dell'acqua, i conglomerati confezionati dovranno presentare al 28° giorno di stagionatura la resistenze caratteristiche indicate nella tabella seguente.

tipo di cemento	classe calcestruzzo	del dosaggio di cemento kg/m <sup>3</sup>	indicativa resistenza caratteristica compressione (R <sub>ck</sub> ) kg/cm <sup>2</sup>	minima
325	100	200	100	
325	150	250	150	
325	200	300	200	
425	250	300	250	
425	300	300/350	300	
425	400	350/400	400	
425	500	400/450	500	

### Confezionamento e trasporto di conglomerati cementizi

Il confezionamento dei conglomerati dovrà essere fatto con impianti di betonaggio centralizzati, possibilmente in un solo impianto di betonaggio per tutto il lavoro. In ogni caso l'Appaltatore dovrà ottenere la preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori sulla ubicazione e sulle caratteristiche degli impianti che intenderà adottare.

In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti.

Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%. Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo.

Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza la regolazione e l'arresto completo del flusso del materiale in arrivo.

Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta all'anno. Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la precisione del 2%.

Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tenere conto dell'umidità degli inerti.

In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua-cemento precalcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.

Non è ammesso per nessun motivo l'aggiunta di acqua rispetto alla qualità prescritta per ottenere una maggior lavorabilità del conglomerato.

Potranno esser usati additivi, previo consenso della Direzione Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore, che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.

Eventuali deroghe da quanto prescritto nei precedenti capoversi saranno ammesse solo in casi eccezionali e dietro esplicita autorizzazione scritta da parte della Direzione Lavori.

Le tramogge delle bilance del cemento devono essere protette dagli agenti atmosferici per evitarne le incrostazioni di legante con conseguenti variazioni della tara.

Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti.

Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto.

Esse dovranno essere conservate prive di incrostazioni apprezzabili. L'usura massima tollerabile per le pale è del 10%, in altezza di lama, misurata nel punto di maggior diametro del tamburo.

La Direzione Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere, purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.

Nel caso di impiego di autobetoniere la durata della mescolazione deve corrispondere a 50 giri del contenitore, alla velocità di mescolazione dichiarata dalla casa costruttrice.

Tale mescolazione va effettuata direttamente in centrale, prima di iniziare il trasporto.

Le autobetoniere devono essere dotate di un dispositivo di misura del volume d'acqua, eventualmente aggiunto, con la precisione del 5% e di un dispositivo che rilevi la coppia di rotazione del tamburo.

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato e comunque in tutte le strutture ove sia prevista l'armatura metallica è tassativamente proibito l'uso di anticongelanti di qualsiasi tipo.

L'impasto dovrà risultare omogeneo ed uniformemente coesivo in modo da poter essere trasportato e lavorato senza che avvenga la separazione dei componenti.

Il trasporto dei conglomerati dovrà essere eseguito con idonei mezzi atti ad impedire la separazione dei componenti ed in genere ogni possibilità di deterioramento del conglomerato stesso.

Sono ammessi ad esempio le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, i nastri trasportatori, le pompe, ecc. E' tassativamente escluso il trasporto con autocarri a cassone ribaltabile.

Gli impasti dovranno essere mescolati in modo e per il tempo sufficiente da ottenere una massa omogenea. I tempi massimi che potranno intercorrere tra l'immissione del cemento nella betoniera e l'esecuzione del getto in opera saranno prescritti dalla Direzione Lavori.

### **Profili waterstop**

Il P.V.C. costituente i nastri (water stop) dovrà avere particolare elasticità ed essere ottenuto da resine viniliche termoplastiche di qualità pura che abbiano elevata resistenza all'azione aggressiva delle soluzioni acido alcaline, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche.

La miscela utilizzata per la produzione dei profilati dovrà avere i seguenti requisiti, salvo diverse prescrizioni progettuali:



Tipo:	cloruro di polivinile	Analisi chimica
Durezza Shore a +293 K	> 65	DIN 53505
Resistenza a trazione +293 K	> 10 N/mm <sup>2</sup>	DIN 16938 E
Allungamento a rottura	> 200%	DIN 16938 E
Resistenza all'azione aggressiva delle soluzioni acidi alcaline		CRD-C 572-65
Limiti di temperatura d'impiego	da 238 K a +333 K	

### 2.3. Acciaio per cemento armato

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14-01-2008, 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 il regolamento prodotti da costruzione (CPR).

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.

### Requisiti

#### Saldabilità e composizione chimica

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

**Tab. 1.4** – Valori max di composizione chimica secondo D.M. 14/01/2008

Tipo di Analisi		CARBONIO <sup>a</sup> %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO <sup>b</sup> %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE <sup>a</sup> %
Analisi colata	su	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi prodotto	su	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

**a** = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per 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. 14/01/2008).

**Tab. 1.5 – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/01/2008**

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1,15 \beta$ $\leq 1,35 \beta$
Agt (%)	$\geq 7,5 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$

$\alpha$  valore caratteristico con  $p = 0,95$

$\beta$  valore caratteristico con  $p = 0,90$

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive.

**Tab. 1.6 – 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. 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

**Tab.1.7 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento**

Diametro nominale (d) mm	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	4d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5d
$16 < \emptyset \leq 25$	8 d
$25 < \emptyset \leq 40$	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  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_y$ ,nom). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

### **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 con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

**Tab. 1.8** – Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	$\pm 4$
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

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. 14/01/2008.

**Tab. 1.9** – Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	Da 6 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### **Aderenza e geometria superficiale**

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,

- 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:

- per $5 \leq \varnothing \leq 6$ mm	$f_r$ ovvero $f_p$	$\geq$	0,035;
- per $6 < \varnothing \leq 12$ mm	$f_r$ ovvero $f_p$	$\geq$	0,040;
- per $\varnothing > 12$ mm	$f_r$ ovvero $f_p$	$\geq$	0,056.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero 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. 14/01/2008 al punto 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

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

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008.

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. 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**

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 .

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

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

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

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

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

**Tab. 1.11 – Valori limite per prove acciaio**

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore Limite</b>	<b>Note</b>
<i>f<sub>y</sub> minimo</i>	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
<i>f<sub>y</sub> massimo</i>	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
<i>A<sub>gt</sub> minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

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

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

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

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

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione 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 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.

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

### **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:

**Tab. 1.12 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate**

<b>Diametro barra</b>	<b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b>
$\varphi \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varphi$
$\varphi > 16 \text{ mm}$	7 $\varphi$

### **Deposito e conservazione in cantiere**

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

### **Posa in opera**

L'acciaio armonico per i conglomerati armati precompressi dovrà essere del diametro previsto in progetto, perfettamente calibrato e rispondente in ogni caso alle vigenti norme tecniche.

Le armature metalliche dovranno essere fissate nella posizione progettata con legature di filo di ferro agli incroci di tutte le barre e distanziatori che garantiscono la conservazione degli intervalli fra gli strati di barre e le loro distanze dai casseri.

Gli oneri derivanti da quanto summenzionato sono a completo carico dell'Appaltatore. Le legature saranno sempre doppie a fili incrociati e fortemente ritorti per la messa in tensione; non è quindi ammessa la legatura con un semplice filo posto in diagonale abbracciante i due tondi con un solo anello.

Il distanziamento degli strati di barre sovrapposte sarà ottenuto con spezzoni di tondino di diametro opportuno.

Anche detti distanziatori dovranno essere legati con le barre. L'immobilità delle armature durante il getto deve essere garantita nel modo più assoluto.

La Direzione Lavori procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare spostamenti o anche solo possibilità di spostamenti rilevanti degli elementi di armatura metallica.

Le barre sporche,unte o notevolmente arrugginite, devono essere accuratamente pulite prima della collocazione in opera; non debbono essere piegate a caldo.

Le giunzioni dei ferri non dovranno mai effettuarsi in zona tesa. In ogni caso, le giunzioni dei ferri dovranno essere sfalsate in guisa che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di un terzo di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue per una distanza non inferiore a quella espressa dalla seguente relazione:

$$l = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_a}{\tau_d}$$

dove:

l distanza in oggetto in centimetri

$\sigma_a$  tensione ammissibile nelle barre d'armatura e dipendente dal tipo di acciaio impiegato; espressa in kg/cmq.

$\tau_d$  tensione tangenziale di aderenza delle barre d'armatura, dipendente dal tipo di acciaio impiegato e dalla resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo, espressa in kg/cmq.

$\phi$  diametro maggiore della barra d'armatura attigua, espressa in centimetri.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature; deve essere accertata la saldabilità degli acciai da impiegare e la compatibilità fra metallo base di apporto nelle posizioni e condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascun ferro; in ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve corrispondere al doppio della lunghezza espressa dalla precedente relazione e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa.

Negli elementi prevalentemente tesi (catene, tiranti, ecc.) è vietata la giunzione per sovrapposizione.

I ferri piegati devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore a quello espresso della "normativa sui conglomerati cementizi armati".

In linea generale, lo schema e la frequenza delle giunzioni dovranno seguire fedelmente le indicazioni dei disegni di progetto, salvo disposizioni diverse della Direzione Lavori.

Nei casi in cui sono ammesse, e previste, saldature, dovranno essere rispettate le seguenti norme:

- dovranno essere affiancati al ferro principale ed ai lati opposti due spezzoni dello stesso diametro del ferro principale e della lunghezza di 20 diametri aventi: lo stesso carico unitario di snervamento di quest'ultimo, requisiti di saldabilità (tipo S del comma 2.2.2.3 della tabella UNI 5372-70) ed alto grado di insensibilità alla rottura fragile (tipo D del comma 2.2.2.1 della tabella prima citata).
- Tali spezzoni dovranno inoltre rispondere alle norme per l'acciaio per strutture saldate (part. 2.3. delle norme CNR-UNI 10011-67).
- Le saldature dovranno essere eseguite da personale patentato utilizzando elettrodi rivestiti (part. 2.4. delle norme CNR-UNI 10011-67).

Tali elettrodi dovranno essere, salvo contraria disposizione della Direzione Lavori, del tipo basico e dovranno rispondere alle norme UNI 5732. In particolare dovranno avere resistenza 44 kg/mm<sup>2</sup> oppure 52 kg/mm<sup>2</sup>, secondo le prescrizioni, e dovranno essere di tipo L.

La classe di qualità sarà 4; il tipo di rivestimento sarà B; le condizioni di alimentazione elettrica o il rendimento 11; le posizioni di saldatura 2.

- In ogni caso, prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni di saldatura per i tondi e i diametri di armatura che intende saldare.

Una parte di detti campioni verrà sottoposta a prova di trazione fino a strappamento.

Alla fine della prova le saldature non dovranno presentare tracce di apertura.

La rimanente parte dei campioni rimarrà depositata presso la Direzione Lavori quali testimoni delle caratteristiche delle saldature da eseguire.

## 2.4. Acciaio per usi strutturali

Per gli acciai per usi strutturali si applicano le norme generali riportate al capitolo precedente oltre a quelle che seguono.

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci (C=0,15%-0,25%), acciai semiduri, duri e durissimi (C>0,75%).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).



A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi 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), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

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, UNI EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 148-1.

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

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

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

#### Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{tk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
<b>UNI EN 10025-3</b>				
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
<b>UNI EN 10025-4</b>				
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
<b>UNI EN 10025-5</b>				
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 <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>UNI EN 10210-1</b>				
S 235 H	235	360	215	360
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	470
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
<b>UNI EN 10219-1</b>				
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		
S 460 MH/MLH	460	530		

## 2.5. Carpenterie

Tutti i prodotti in acciaio ed alluminio ad uso strutturale (scale, parapetti, grigliati, travi, ecc) devono essere marcati CE secondo EN 1090-1.

Le opere deve essere costruite in conformità ai requisiti minimi indicati nei disegni esecutivi di progetto o allegato, nella presente specifica tecnica e comunque con le caratteristiche ritenute necessarie dal costruttore perché possa essere marcata CE secondo EN 1090-1.

Resta a carico del costruttore delle strutture metalliche il calcolo strutturale, sia ai soli fini di dimostrazione dei requisiti di resistenza che dell'eventuale deposito. Ai fini del calcolo devono essere adottati seguenti carichi variabili minimi:

- Spinta orizzontale (parapetti): 300 N/m
- Spinta orizzontale (parapetti scala ai digestori): 1.000 N/m
- Carico verticale (ballatoi e scale): 2000 N/mq

### Acciai per strutture metalliche

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+.

### Acciaio inossidabile

L'acciaio inossidabile per costruzione di condotte dovrà essere conforme alle norme AISI 304 o AISI 316, a seconda delle previsioni di progetto o delle indicazioni della Direzione dei Lavori.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme: UNI 3666/65, 4008/66, 4009/66, 4261/66, 4262/66, 4263/65, 4530/73, 5890/66, 6375/68, UNI ISO 9227:1993, UNI EN ISO 3651-1:2000.

Nell'ambito delle indicazioni generali di cui al secondo comma del punto 11.3.4.1 del DM 17.01.2018, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

#### Acciaio per tubazioni e pezzi speciali

L'acciaio utilizzato per la costruzione delle tubazioni, dei pezzi speciali e delle apparecchiature deve rispondere alla normativa UNI EN 10224:2006.

#### Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1561/98. La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1562/2007.

#### Ferro comune

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

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

#### Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1977/00.

#### Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme:

- UNI EN 10240/99 "Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici";
- UNI EN 10342:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI EN 10143:2006 "Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma";
- UNI EN 10346:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura"

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione in appositi impianti approvati dalla D.L..

I pezzi da zincare dovranno essere in acciaio di tipo calmato, è tassativamente vietato l'uso di acciaio attivi o effervescenti. Le parti da zincare dovranno essere pulite e sgrassate (SSPC - SP-63) e sabbiare al metallo bianco secondo SSPC : SP 10; SSA : SA 1/2.

Gli spessore minimi della zincatura varieranno a seconda dello spessore del pezzo da zincare.

per s del pezzo < 1 mm	zincatura 350 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 1 < 3 mm	zincatura 450 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 3 < 4 mm	zincatura 500 g/m <sup>2</sup>
per s del pezzo > 4 < 6 mm	zincatura 600 g/m <sup>2</sup>

per s del pezzo > 6 mm

zincatura 700 g/m<sup>2</sup>

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

### Profilati

Sagomati a freddo o a caldo per la costruzione dei parapetti, scalette, telai ecc. saranno di acciaio conformi alle UNI 10025. Quelli per la costruzione di paletti da recinzione saranno alle norme UNI 10025.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163/1/2/3.

### Rete e lamiere striate per protezione

Saranno in acciaio conforme alle tabelle UNI EN 10025:2005 e modifiche seguenti.

### Metalli vari

I metalli da impiegare nelle costruzioni dovranno essere della migliore qualità, privi di impurità o difetti che ne alterino la resistenza, la funzionalità e la durata.

L'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per i materiali metallici, i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le fabbriche e fonderie fornitrici e presso i laboratori ufficiali.

## **2.6. Manufatti prefabbricati per fognature**

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Direttore dei lavori quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della Legge 1086 / art. 58 DPR 380/2001 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086/1971 / art. 60 DPR 380/2001 e delle istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati".

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, il ciclo termico per la maturazione a vapore, i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

### **Caditoie**

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomati che raccolgono le acque defluite nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e mantenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

## Pozzetti

Pozzetto prefabbricato di ispezione o di raccordo, componibile, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, prodotto e controllato secondo la norma UNI EN 1917, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga, dovranno essere a tenuta ermetica affidata a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di  $40 \pm 5^\circ$  IHRD conforme alle norme UNI EN 681, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione. Il pozzetto sarà così composto:

- Elemento di base in CLS con camera del diametro interno di 800 mm, con spessore di parete 120 mm ed altezza 700 mm. per innesti  $\Phi \leq 350$  mm, ed altezza 1000 mm. per innesti  $350 \leq \Phi \leq 500$  mm, adatti per tubazioni in CLS, GRES, PVC, PE, PEAD, PRFW, Ghisa, ecc. Sulla sommità dell'elemento devono essere posizionate, per la movimentazione, tre boccole filettate a  $120^\circ$  fra di loro e con un franco di 80 mm. dal bordo della parete. La platea di fondo, incorporata in unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore minimo di  $\square 80$  mm, sarà sagomata con canaletta passante, rettilinea e/o deviata, e di sezione a  $180^\circ$  raccordantesi in pendenza dal bordo verso le pareti e con i giunti completi di guarnizione a tenuta. La superficie interna della base del pozzetto sarà rivestita con fondo in materiale sintetico, resistente agli agenti di rifiuto, con valori da PH1 a PH13 (tutti i valori compresi), da ancorare con perfetta aderenza al cls attraverso maniglie di cls. Il canale di scorrimento è variabile a seconda del diametro della tubazione della fognatura, ed il fondo sarà completo di banchine con pendenza di  $1,0^\circ$ , dotate di relative sicurezze antiscivolo.
- Elemento terminale unico di rialzo in CLS vibrocompresso, rastremato a tronco di cono deviato di diametro interno di base 800 e 610 mm. in sommità, di altezza totale esterna 750 mm o 1000 mm. e di spessore di parete 120 mm. L'innesto alla base sarà conformato in modo da innestarsi direttamente sull'elemento di base o sulla canna di prolunga e sagomato per la tenuta idraulica affidata ad anelli di tenuta in gomma incorporati nel giunto. Per il posizionamento in opera saranno ricavate delle apposite asole non passanti poste internamente alla sommità del cono.
- Piastra circolare carrabile in c.a.v. del diametro esterno 1100 mm e di spessore utile 160 mm, cieca o predisposta per l'alloggiamento di chiusino di ghisa per passo d'uomo a filo con la parete interna del pozzetto o della canna. La piastra sarà cieca nel caso di impiego per pozzetti di raccordo non ispezionabili, completamente interrati senza sbocchi in superficie, con passo d'uomo in alternativa al cono nel caso di particolari esigenze altimetriche.
- Anelli di conguaglio raggiungiquotea in c.a.v. del diametro interno 610 mm. e di altezza 50, 100, 200 mm. da posizionare ed allettare con malta cementizia sopra l'elemento tronco-conico per raggiungere l'esatta quota di progetto.
- Gradini per scala di accesso da computarsi a parte per pozzetti di altezza libera interna  $\geq$  a 1000 mm, posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini, da inserire a pressione, saranno con anima di acciaio rivestita in polipropilene antisdrucchiolo e con fermapièdi laterale o su esplicita

richiesta della D.L. potranno essere costituiti da tondino di ferro del  $\Phi$  20 mm. verniciato e bloccato nei fori con apposite malte espansive.

I pozzetti dovranno essere prodotti e controllati, nelle varie fasi di produzione, secondo quanto indicato nella Normativa Europea UNI EN 1917, e piani della qualità opportunamente approntati da Aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:200 certificato ICMQ.

## **Cordonate**

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione Lavori.

Dovranno provenire dalle migliori e più accreditate cave nazionali e dovranno essere confezionate da Ditte le più specializzate nel settore della lavorazione delle pietre prescritte nel progetto esecutivo d'appalto. I manufatti dovranno rispettare le dimensioni e caratteristiche prescritte dalla D.L. o quelle desumibili dal progetto esecutivo. Essi dovranno giungere in cantiere perfetti, senza fessurazioni, spigolature e lesioni; dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatti, sani, tenaci e non gelivi, senza parti alterate, venature e privi di immasticature o tasselli. Tutti i manufatti in pietra naturale dovranno corrispondere al Decreto n.2232/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione alle Norme UNI 2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719 del 6/1945 loro modifiche ed integrazioni. L'impresa ha l'obbligo a sue spese, di preparare la campionatura dei materiali e sottoporli all'approvazione della D.L..

Gli elementi saranno di norma lunghi cm. 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori. I due bordi superiori saranno arrotondati con raggio di 0,5 cm.. Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30N/mm<sup>2</sup>.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm. 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg. di cemento normale per mc. di sabbia.

## **2.7. Tubazioni per fognature a gravità**

### **Tubazioni in PVC UNI EN 1401**

Tubazioni in PVC-U rigido a parete compatta per fognature e scarichi industriali interrati non in pressione, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1401 realizzato per estrusione mediante l'utilizzo di materie prime di prima qualità. I tubi dovranno essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore di riferimento dovrà essere il mattone RAL 8023. I tubi dovranno riportare sulla superficie esterna il nome e/o il marchio commerciale del produttore, il diametro esterno nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, la rigidità anulare minima richiesta SN, il numero della norma di prodotto, il marchio di conformità e la data e il turno di produzione. La rigidità anulare richiesta è quella indicata in EPU.

L'amministrazione potrà richiedere che i tubi siano accompagnati dalla garanzia del fabbricante, con la precisazione della qualità secondo la norma UNI 1401-1; potrà anche richiedere il controllo, a spese della ditta, della rispondenza alla predetta norma UNI.

Gli imballaggi generalmente saranno considerati a perdere. Il tipo di imballaggio è a scelta dell'assuntore ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto, che le estremità delle barre siano opportunamente protette e che i tubi mantengano la forma circolare. Durante la

movimentazione ed il trasporto devono essere osservate tutte le possibili attenzioni affinché i tubi non vengano danneggiati

### **Tubazioni in PVC-U UNI EN 1452**

Tubazioni in PVC-U rigido a parete compatta per fognature e scarichi industriali interrati in pressione e non, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 1452.

La miscela (Blend) deve essere costituita principalmente da PVC (polivinilcloruro) con la sola aggiunta di fluidificanti e stabilizzanti atossici, cariche inerti ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie alla estrusione e a garantire la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione sia durante la vita utile del prodotto.

Il blend utilizzato per la produzione dei tubi, in forma di granulo o polvere non deve essere stato sottoposto ad alcun uso o lavorazione diversi da quelli richiesti per la produzione dei tubi.

Non è ammesso l'impiego di: plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche ed igieniche del tubo;

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65 ÷ 70
Peso specifico apparente	0,5 ÷ 0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max. < 63 mm 5% max.
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max.)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

Le caratteristiche del Blend in forma di tubo, devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm <sup>3</sup>
Carico unitario a snervamento	≥ 48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3.000 MPa
Coeff. di dilatazione termica lineare	0,06÷0,08 mm/m°C
Conduttività termica	0,13 kcal/mh°C

I tubi devono essere prodotti con materia prima (miscela di PVC) rispondente ai requisiti del punto precedente ed avere:

<b>Colore</b>	<b>Grigio</b> In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.	RAL 7011
---------------	---	----------

<b>Aspetto</b>	La superficie interna ed esterna dei tubi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, impurità e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento ed alla presente specifica.	UNI EN 1452
----------------	---	-------------

L'uso di materiale proprio riprocessabile ottenuto durante la produzione di prodotti conformi alla ISO 1452 è permesso in aggiunta a materiale vergine.

Materiale riprocessabile proveniente da fonti esterne e materiale riciclabile non deve essere usato.

Le **caratteristiche dei tubi** devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-2

La **giunzioni** sono a bicchiere con guarnizione elastomerica; Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria) e conformi alla norma UNI EN 681/1.

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-5 ed essere testato secondo:

- EN ISO 13844 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di
- PVC-U – Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;
- EN ISO 13845 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

La **marcatatura minima** su ogni metro di tubo deve essere indelebile e riportare almeno i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN ISO 1452)
- Marchio di Qualità del prodotto
- materia prima (PVC-U)
- diametro esterno del tubo X spessore;
- pressione nominale (PN) e SDR e/o serie (S...);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- data produzione.

Ulteriori parametri in marcatatura potranno essere richiesti dalla committente al produttore.



## 2.8. Tubazioni per fluidi in pressione

### Tubazioni in Pead

Tubi in polietilene alta densità PE100 sigma 80, conformi alla norma UNI EN 12201, rispondenti al DM 06/04/2004 n.ro 174 (idoneità per trasporto di acqua potabile o da potabilizzare) e al DM 21/03/73 (idoneità per trasporto di liquidi alimentari) e conformi alla norma UNI EN ISO 15494 per le applicazioni industriali.

I tubi hanno caratteristiche organolettiche rispondenti al DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificate secondo UNI EN 1622; sono realizzati per estrusione con materia prima al 100% vergine e conforme ai requisiti base di UNI EN 12201 parte 1.

I tubi sono di colore nero con bande coestruse di colore blu, con estremità lisce, e forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro.

### Requisiti della materia prima

La rispondenza ai requisiti della presente specifica deve essere documentata dai produttori di materia prima e copie dei relativi report, quando richiesto, devono essere forniti. In particolare la documentazione deve riportare i valori:

MRS  $\geq$  10 MPa,

OIT (Oxidation Induction Time)  $\geq$  50 min / 200°,

RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11 / 0° / 10,0 bar (Diam 250), 24,0 bar (Diam 500),

SCG (Slow Crack Growth)  $>$  500h / 80° / 9,2 bar, SDR11 (Diam 110 o 125).

### Requisiti dei tubi

I tubi devono essere di base conformi a UNI EN 12201-2 ed avere caratteristiche superiori documentate da specifici report di laboratorio, in particolare:

SCG (Slow Crack Growth)  $>$  500h / 80° /  $\sigma=4,6$  MPa (Diam.  $\leq$  250 mm);

SCG (metodo del cono ISO 13480) velocità di crescita  $<$  10 mm/giorno (sp.  $\leq$  5mm);

OIT (Oxidation Induction Time)  $\geq$  50 min / 200°,

Allungamento a rottura (ISO 6259)  $>$  500%;

MFR (indice di fluidità) variazione dopo la estrusione  $<$  10%;

Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta.

La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma UNI EN 12201-2 e quindi riportare indelebilmente almeno:

numero della norma di riferimento UNI EN12201 e UNI EN ISO 15494

cod. identificazione materiale

nome del fabbricante

data di produzione

Diam. X sp.

n.ro trafilata

SDR e PN

n.ro lotto

marchi di qualità

### Collaudi non distruttivi sui tubi

Oltre alle caratteristiche previste dalla norma di riferimento (UNI EN 12201-2) che si determinano con prove di tipo distruttivo, devono essere eseguite può 5% della produzione oggetto della fornitura, specifiche prove di tenuta idraulica (non distruttive) ad una pressione idrostatica inferiore o uguale alla Pressione Nominale. Suddette prove di breve durata, hanno lo scopo di verificare l'assenza di difetti di tipo macroscopico e di caratterizzare, attraverso le curve registrate per ciascuna prova, il corretto comportamento viscoelastico della materia prima (polietilene PE100) impiegato nella estrusione dei tubi.

### Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alle norme UNI EN ISO 9002 del proprio Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto alla norma di riferimento e la loro rispondenza ai requisiti organolettici stabiliti dal DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificati secondo UNI EN 1622, rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert, sulla intera gamma fornita.

Le singole forniture di tubi devono essere accompagnati da documentazione del produttore relativa all'esito positivo dell'avvenuto collaudo previsto per lotti dei tubi in consegna; i report devono evidenziare in particolare l'effettuazione dei test:

OIT > 50 min, 200°C (report curva calorimetrica) secondo UNI EN 728;

Caratteristiche in trazione (report curva di trazione) secondo UNI EN 638;

Resistenza alla pressione interna 165h sigma=5,5 MPa 80°C (UNI EN 921).

Registrazione delle curve delle prove di tenuta idraulica eseguite su una parte ( \_\_ %) o sull'intera produzione consegnata, e, per il confronto, curva di riferimento del polietilene utilizzato nella estrusione dei tubi.

### **Tubazioni in acciaio**

I tubi in acciaio saranno di tipo saldato longitudinalmente a resistenza, per trasporto acqua. Dimensioni e lunghezze standard. Giunzioni a manicotto filettato oppure a bicchiere cilindrico o sferico per saldatura. Rivestimento bituminoso "normale", "pesante" oppure tramite zincatura a caldo secondo norme UNI EN 10240. Le dimensioni indicate con DN corrispondono al diametro nominale, espresso in mm.

## **2.9. Manufatti per il drenaggio**

### **Chiusini e griglie in ghisa**

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. La ghisa utilizzata per i lavori in argomento sarà quella sferoidale secondo sferoidale GJS 500-7 a norma UNI EN 1563.

Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124 con classe indicata nell'elenco prezzi

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

Il coperchio delle griglie dovrà essere corredato da concavità centrale non superiore a 9 mm per permettere la pendenza minima utile sull'estradosso, struttura ad asole parallele poste su due lati, altre asole poste in posizione centrale, superficie di scarico non inferiore al 30% di quella libera.

### **Canalette di drenaggio**

Le Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni devono essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN 1433.

## **2.10. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato**

### **Descrizione**

La fondazione in oggetto è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

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

- a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare.
- b) Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela Passante totale in peso %
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore 2/3.
- d) Perdita in peso alla prova "Los Angeles" eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.
- e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà anche essere eseguito

per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.

- f) Indice di portanza C.B.R. (CNR-UNI 10009 – Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50.

È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### **Studio preliminare**

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

## **2.11. Detrito di cava o tout-venant da cava o da frantoio**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua e deve essere classificabile secondo la tabella CNR UNI 10006.

Non dovrà essere gelivo, solubile in acqua e plasticizzabile; allo stato saturo dovrà presentare una capacità portante CBR di almeno 40.

Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti. Di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 10 cm. la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti

Per gli strati superiori si farà ricorso a materiali lapidei dei più duri, tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80. La granulometria dovrà essere tale da assicurare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

## 3. MODALITÀ DI ESECUZIONE

### 3.1. Sondaggi e tracciati

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

### 3.2. scavi, movimenti di terre, demolizioni

#### Scavi

##### Norme generali

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa di procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nulla è dovuto all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di Legge.

I materiali provenienti dagli scavi esuberanti il fabbisogno del lotto o non idonei per essere riutilizzati nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge

L'Impresa dovrà provvedere direttamente alla discarica, a sua cura e spese, ottenere la disponibilità delle aree e dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali, secondo quanto proposto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui, a seguito di prove eseguite dall'Impresa a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni prescritte, secondo le prescrizioni delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo.

In particolare, qualora l'Impresa dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, i materiali di risulta, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature; la parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a cm 30, secondo il disposto delle presenti norme.

Non è ammesso l'uso di mine per l'esecuzione di alcun scavo.

### **Scavi di sbancamento**

Sono così denominati gli scavi occorrenti per l'apertura della sede stradale, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; gli scavi per la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati, la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

Nel presente magistero sono pure compensati:

- la preventiva ricerca ed individuazione di servizi sotterranei esistenti onde evitare infortuni e danni in genere rimanendo escluse le opere di rimozione e/o protezione che saranno compensate con apposito prezzo;
- la rimozione preventiva della terra vegetale ed il suo accumulo, su aree da procurarsi a cura e spese dell'Impresa, per il successivo reimpiego sulle rampe dei rilevati o nelle zone destinate a verde;
- la regolarizzazione del piano di posa delle opere d'arte, delle scarpate in trincea, il taglio di alberi e cespugli, l'estirpazione di ceppaie ed il loro carico e trasporto a rifiuto come successivamente indicato esclusa la lavorazione del legname recuperabile;
- il carico, trasporto e scarico del materiale ritenuto idoneo dalla D.L. a rilevato o riempimento nell'ambito del cantiere con qualsiasi mezzo compreso l'eventuale deposito provvisorio e successiva ripresa su aree da procurarsi a cura e spese dell'Impresa;
- il carico ed allontanamento dal cantiere del materiale idoneo in eccedenza rimanendo quest'ultimo di proprietà dell'Appaltatore;

- il carico, trasporto a rifiuto del materiale non ritenuto idoneo dalla D.L. fino ad una distanza stradale di 10 km dalla zona dei lavori su aree individuate nel progetto esclusi gli oneri di discarica che saranno compensati a parte;
- l'esaurimento a gravità dell'acqua con canali fugadori o cunette o altre opere simili;
- l'eventuale segnalazione diurna e notturna degli scavi;
- ed ogni altro onere.

### **Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione (o a sezione ristretta, o a sezione obbligata) si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno di adeguata capacità portante prevista in progetto.

Nel caso in cui si rinvenga localmente la roccia affiorante alla quota maggiore di quella del fondo scavo di progetto, lo scavo di sbancamento verrà interrotto e fermato alla quota della rinvenuta roccia.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di procedere alla realizzazione delle sovrastrutture prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere al riempimento, con materiali idonei, degli eventuali vuoti e cavità che venissero rinvenute sotto la quota di progetto del fondo scavo ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Tutti gli scavi dovranno essere opportunamente segnalati e protetti da elementi invalicabili nel rispetto della normativa vigente sulla sicurezza nei cantieri. Per tutti gli scavi di profondità maggiore a 2,00 m bisogneranno adottare quelle specifiche cautele previste dalla normativa vigente sulla sicurezza nei cantieri.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

### **Adempimenti ambientali dei materiali da scavo**

Sono a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento dei materiali da scavo e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui i materiali di scavo:

- siano considerati rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del D.Lgs n. 152 dd. 03.04.2006 e s.m.i.;
- siano sottratti al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli ex articoli 185 e 186 del D.Lgs n. 152 dd. 03.04.2006 e s.m.i. e del Decreto Ministeriale n. 161 dd. 10.08.2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo", né il comma c) dell'articolo 185 e l'art. 186 del D.Lgs. 152 dd. 03.04.2006 e s.m.i..

In quest'ultimo caso, applicabile esclusivamente previa approvazione scritta della direzione dei lavori, l'appaltatore non può in alcun modo vantare una proroga dei termini contrattuali ovvero una sospensione dei termini per l'espletamento dell'iter autorizzativo necessario allo scopo.

Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

### **Demolizioni e rimozioni**

Demolizione e di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con apposite attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non perfettamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o a un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di screpolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Lungo i lembi di attacco delle superfici fresate rispetto quelle contigue non interessate dall'intervento, dovrà essere prevista una zona di transizione di spessore variabile per assicurare il graduale passaggio dall'una all'altra superficie pavimentata.



### **Demolizione di manufatti in genere**

Per rimozione di macerie si intende l'allontanamento a discarica, compreso carico, trasporto e scarico alla Pubblica discarica, di macerie e materiali vari rinvenuti nell'ambito dell'area di cantiere.

### **Rimozioni di macerie**

Per rimozione di macerie si intende l'allontanamento a discarica, compreso carico, trasporto e scarico alla Pubblica discarica, di macerie e materiali vari rinvenuti nell'ambito dell'area di cantiere.

Nelle rimozioni sono compresi gli oneri, per la selezione dei materiali da rimuovere, l'individuazione delle loro caratteristiche, il loro trasporto ed eventuale di recupero presso le designate discariche autorizzate per le singole tipologie di macerie e rifiuti da rimuovere, l'onere di discarica, il recupero dei materiali idonei al recupero che resteranno di proprietà della P.A., nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

### **Demolizione di cordone in calcestruzzo**

La demolizione di cordone stradali ed in genere, in calcestruzzo semplice od armato, prefabbricate o gettate in opera deve essere eseguito con l'uso del martello demolitore fino a raggiungere l'imposta delle stesse e ciò allo scopo di potere eventualmente operare la loro sostituzione ed il loro spostamento. La demolizione delle cordone di cui sopra sarà valutata a mc. per quella effettivamente eseguita. Ad intervento eseguito dovrà essere fatta accurata pulizia delle zone interessate, con trasporto dei materiali di risulta alle pubbliche discariche.

### **Riperti e rilevati e strati di fondazione**

I riperti per la formazione di rilevati, strati di fondazione, cassonetti, corpi stradali e ricariche di consolidamento saranno eseguiti con i materiali idonei, provenienti dagli scavi o da cave di prestito, eventualmente corretti nella loro granulometria. Tali materiali saranno disposti in opera, previa pulizia del fondo, per strati di spessore non superiore a cm.30 ed ogni strato dovrà presentarsi, dopo il suo costipamento meccanico, compatto, uniformemente miscelato e non disgregato. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, sarà effettuata mediante dispositivi spruzzatori. Tutte le operazioni descritte non dovranno essere eseguite quando le condizioni meteorologiche ambientali sono tali da danneggiare la qualità e bontà degli strati pena la rimozione e ricostruzione dello strato. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità secca in sito superiore al 95% di quella massima di laboratorio (prova AASHO modificata). Durante l'esecuzione dei riperti è buona regola configurare le sagome per consentire un rapido smaltimento delle acque meteorologiche (pendenze superiori al 5%). I riperti, a ridosso di opere d'arte, saranno eseguiti a murature consolidate con l'avvertenza di impiegare materiali ghiaiosi, aridi e privi di elementi argillosi, onde evitare fenomeni di rigonfiamento ed incrementi di spinta sulle pareti di manufatti. Dovranno infine essere eseguiti tutti i necessari caricamenti con materiale idoneo, per compensare il naturale assestamento del sottofondo. Per i riperti in rilevato la pendenza definitiva delle scarpate resta fissata nel rapporto del 2 (altezza) su 3 (base). Tutti i materiali utilizzati nei rilevati e riperti in genere, devono rientrare, per caratteristiche e granulometrie, nei gruppi A1 - A2- A3 della "Classificazione Terre" del CNR UNI 10006 (come sostituita dalle UNI EN ISO 14688-1 e -2).

**Prove di controllo:** il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 60 MPa nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale.

**Numero di prove:** il numero minimo delle prove di controllo da eseguire su strati di fondazione e cassonetti di base degli edifici è pari a 3 prove per ogni edificio in progetto. Le prove andranno distribuite in modo tale

da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei riporti e rilevati, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

### 3.3. Opere in cemento armato

#### Posa in opera del calcestruzzo

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

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

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

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

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

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

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

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

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

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

### **Tolleranze esecutive**

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

*Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc.:*

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

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

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

*Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:*

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

*Vani, cassette, inserterie:*

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

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

### **Casseforme**

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

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 fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

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

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

I casseri e le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori ed in particolare le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.

In particolare si richiama l'attenzione sul pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, sulle pressioni localizzate agli appoggi, sulla qualità del terreno di fondazione, in specie in periodo di sgelò.

I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato.

Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti contenuto entro il 2%.

I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.

Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscosi), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precomprese le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.

Nella costruzione delle armature e delle centinature l'Appaltatore dovrà prendere gli opportuni accorgimenti in modo da far sì che il disarmo possa essere eseguito simultaneamente per tutte le parti della struttura.

Tutto ciò salvo diverse prescrizioni impartite dal progetto e dalla Direzione Lavori.

In ogni caso durante il disarmo od il varo dovranno essere prese disposizioni atte ad impedire che l'opera abbia a ricevere urti, scuotimenti e vibrazioni.

I tagli dovranno essere eseguiti subito dopo il disarmo. Gli incavi che fosse necessario fare, per provvedere ai tagli, dovranno essere accuratamente sigillati con malta di cemento antiritiro.

Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione Lavori.

Durante i getti e le stagionature di tutte le opere di maggior importanza e comunque per tutte le opere che prescriverà la Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere ad installare e a mantenere in esercizio, nei punti che saranno indicati dalla Direzione Lavori, igrometri e termometri registratori. I relativi diagrammi dovranno essere consegnati giornalmente e settimanalmente alla Direzione Lavori. Tali oneri di spesa sono a carico dell'Appaltatore.

Sarà ammessa la maturazione a vapore dei manufatti in calcestruzzo solo con autorizzazione esplicita della Direzione Lavori, dopo che l'Impresa avrà sottoposto alla stessa un programma operativo, la descrizione delle attrezzature impiegate e quant'altro necessario.

Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito la maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

#### *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 interruttrive, 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. 14/01/2008).

Al riguardo del disarmo, si dovranno tenere presente le seguenti modalità:

- il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche;
- in assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato, e in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, è opportuno osservare indicativamente i seguenti tempi minimi di disarmo:

Per getti eseguiti con conglomerati di cemento normale:

- sponde dei casseri di travi e pilastri: 3 giorni;
- armature di solette di luce modesta: 10 giorni;
- puntelli e centine di travi, archi e volte, ecc.: 24 giorni;
- strutture a sbalzo: 28 giorni.

Per getti eseguiti con conglomerato di cemento ad alta resistenza:

- sponde dei casseri di travi e pilastri: 2 giorni;
- armatura di solette di luce modesta: 4 giorni;
- puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc.: 12 giorni;
- strutture a sbalzo: 14 giorni.

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.

### **Getti a bassa temperatura**

Per i getti invernali in genere dovranno essere osservate le "Raccomandations pour le bétonnage en hiver stabilité" dal Sottocomitato della tecnologia del calcestruzzo del RILEM.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a 2 °C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i 5 °C al momento stesso del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento, finché almeno il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza cubica di 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi ad indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto.

Qualora venga impiegata acqua calda per l'impasto, questa non dovrà superare la temperatura di 60°C.

Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà in contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio, ed eventualmente preriscaldare ad una temperatura prossima a quella del getto.

### **Getti in acqua**

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento.

I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo, ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa essere eliminata con scalpellatura.

Pertanto, al momento del getto, il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre tenere particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine.

Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.

Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

### **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.

### **Stagionatura**

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

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

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

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

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

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

### **Profili waterstop**

Il tipo di profilato da impiegarsi e le sue dimensioni sono stabilite dal progetto in base al tipo di sollecitazioni alle quali lo stesso sarà sottoposto ed allo spessore del getto di calcestruzzo. La classificazione delle sollecitazioni si deve ritenere la seguente salvo diverse condizioni operative segnalate dalla Direzione Lavori:

Grado sollecitazione	di Pressione idrostatica (MPa)	Dilatazione assiale (mm)	Movimento trasversale (mm)
Basso	<0,5	<10	<5
Medio	0,5-1,5	10-20	5-10
Alto	>1,5	20-50	10-20

La copertura minima del profilato su ogni "ala" dovrà essere di 1/2 della lunghezza del profilato stesso.

Particolari cura ed attenzione dovranno essere poste in fase di compattazione del conglomerato in corrispondenza del water stop, posizionando l'ago vibrante con un'inclinazione di 45° anteriormente e posteriormente alle "ali" del profilato mantenendo una distanza dallo stesso pari a circa 10 cm.



I pesi minimi a metro lineare dei profilati, dovranno essere adeguati in base al grado di sollecitazione ipotizzato. La posa in opera del profilato dovrà avvenire prima del getto del conglomerato cementizio.

Il water stop dovrà essere agganciato all'armatura mediante apposite graffe in numero sufficiente a conferire adeguata stabilità al nastro posato.

Durante le fasi di getto si dovrà usare la massima cura nell'evitare che il profilato venga in qualche modo rimosso dalla posizione ottimale conferitagli in fase di posa; qualora ciò avvenisse, l'Impresa, dovrà rimuovere il calcestruzzo sino a quel momento posto in opera, ripristinare la posizione ottimale del nastro e completare il getto, senza che alla stessa sia dovuto alcunché.

Qualora si verificasse la necessità di saldare le estremità di due nastri, le operazioni dovranno essere eseguite mediante l'utilizzo di saldatrice elettrica a resistenza munita di bocchetta di aria calda avente temperatura di circa 773 K. Durante la saldatura dovrà essere particolarmente curata la complanarità delle superfici da unire.

Al termine della saldatura, a protezione della stessa si dovrà applicare un apposito nastro coprigiunto in P.V.C. adesivo posto lungo tutto il perimetro dell'unione saldata.

### **Vernice epossidica protezione antiacida**

Tutte le superfici a contatto con il liquame dovranno essere protette con vernice epossidica bicomponente modificata con resine idrocarburiche per la protezione antiacida di supporti in calcestruzzo.

L'applicazione della vernice epossidica dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto in calcestruzzo asportando le parti friabili o in fase di distacco, lattime di cemento, olio disarmante e vernici, mediante sabbiatura o spazzolatura. Successivamente si dovrà procedere ad un'accurata pulizia con aria compressa per eliminare la polvere depositata che impedisce una corretta adesione del prodotto.

Il prodotto dovrà essere applicato in due mani, su sottofondo solido, pulito e asciutto, a spruzzo con airless, in uno spessore minimo di 250 µm per mano.

## **3.4. Acciaio per usi strutturali**

### **Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 14 gennaio 2008, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 14 gennaio 2008.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

## **Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione**

### **Spessori limite**

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore  $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

### **Acciaio incrudito**

È proibito l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

### **Giunti di tipo misto**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

### **Problematiche specifiche**

In relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto, oltre al D.M. 14 gennaio 2008, si può far riferimento a normative di comprovata validità.

### **Apparecchi di appoggio**

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

### **Verniciatura e zincatura**

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

### **Controlli in Corso di Lavorazione**

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

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

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve, inoltre, assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare 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 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Forniture e Documentazione di Accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto indicato nel punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui al punto 11.3.1.7 del medesimo decreto, dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### **Centri di Trasformazione**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta

dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione 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.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed 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, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

## **Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasolicitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, 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 soprasuolo e di sottosuolo.

## **Prove di Carico e Collaudo Statico**

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state

eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

### **3.5. Tenuta delle vasche e dei manufatti prefabbricati**

Tutti i manufatti interrati di fognatura (tubazioni, pozzetti, vasche) ed in genere quelli interrati dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e non presentare infiltrazioni. Questo anche dopo la posa e l'esecuzione degli innesti.

In tutti i casi in cui il conglomerato cementizio deve essere impiegato per realizzare vasche e manufatti in genere destinati a contenere liquidi, dovrà essere garantita la perfetta tenuta idraulica senza l'impiego di intonaco o simili: a tal fine l'Impresa dovrà impiegare gli additivi più idonei e dovrà lavorare il getto a perfetta regola d'arte ponendo particolare cura nell'esecuzione di una perfetta vibratura ed impiegando waterstops nelle riprese dei getti.

L'onere di tale garanzia e di tale lavorazione, ivi compreso l'incidenza degli additivi, è compensato dai prezzi definiti in elenco per il conglomerato cementizio.

Si precisa che, per "perfetta tenuta idraulica" si intende che le vasche dovranno presentare perdite possibilmente nulle e, comunque, non superiori a 0,2 l/giorno per metro quadrato di superficie bagnata ed, in ogni caso, mai concentrate.

A lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spesa, al riempimento dei manufatti destinati a contenere liquidi con acqua di qualità accettata dal Direttore dei Lavori. Ove non venisse garantita la perfetta tenuta idraulica, l'Impresa dovrà provvedere all'eliminazione delle perdite, ripetendo poi le prove fino a dimostrazione del raggiungimento della tenuta e lasciando infine i manufatti destinati a contenere liquidi pieni di acqua.

### **3.6. Posa di condotte in materiali plastici**

Durante la movimentazione ed il trasporto devono essere osservate tutte le possibili attenzioni affinché i tubi non vengano danneggiati.

I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lasciati cadere da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

La realizzazione della canalizzazione procederà da valle verso monte. In linea di principio, tratti di tubazione anche di una certa lunghezza, comprendenti quindi anche i pozzetti d'ispezione e gli eventuali pezzi speciali per gli allacciamenti e per le derivazioni, potranno essere montati e predisposti lungo il percorso stabilito. In tal caso, si provvederà ad effettuare lo scavo, mantenerlo asciutto (se necessario anche tramite dispositivi well-point), predisporre il letto di posa sarà con idoneo strato di sabbia, spianato alle esatte quote corrispondenti alle livellette di progetto. Dove prescritto dalla D.L., la predisposizione del letto di posa sarà preceduta da idonea protezione da dilavamenti mediante l'interposizione di tessuto non tessuto (geotessile), come da disegni, salvo diversa specifica disposizione della D.L. stessa. Si provvederà quindi, a calare l'intera

linea entro le sedi predisposte e provvedere agli eventuali rinfianchi e ricoprimenti, secondo le modalità di progetto.

La connessione tra i tubi si realizzerà tramite un sistema di giunzione integrato del tipo bicchiere ad anello operante in soprappressione e depressione, garantito da una guarnizione preinserita a caldo durante la fase di formazione del bicchiere e composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alla norma UNI EN 681-1 accoppiato mediante costampaggio ad un anello di rinforzo in polipropilene fibrorinforzato. Tutte le guarnizioni dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio e poter permettere una deviazione angolare pari a 3°.

La lunghezza della barra dovrà essere considerata come lunghezza utile e dovrà essere dichiarata dal fabbricante. Per lunghezza utile si intende la lunghezza della barra meno la lunghezza del bicchiere. La tubazione dovrà essere fornita e posta in opera in un letto di sabbia o ghiaietto, se in presenza di acqua, dello spessore minimo di  $cm\ 15 + 1/10$  del diametro del tubo, con un rinfianco e ricoprimento con sabbia fine e asciutta dello stesso spessore del piano di posa. Alla consegna di ogni specifica partita di materiale dovranno seguire in allegato:

- dichiarazioni di conformità rilasciata dal produttore per quella specifica partita
- copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test, relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni sopra esposte.

La Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio e senza che per questo l'impresa possa richiedere maggior onere, si riserva la facoltà di far eseguire presso i laboratori del fornitore del tubo, verifiche e prove sulle materie prime, sui cicli di lavorazione, sul prodotto finito, sulle guarnizioni, oltre che collaudi tecnici sulla partita oggetto di fornitura, il tutto secondo quanto previsto dalla norma di riferimento. L'esito positivo di tali prove sarà posto come requisito essenziale per l'accettazione dei materiali prima della fornitura in cantiere. I tubi dovranno essere inoltre prodotti da aziende operanti in regime di Assicurazione di Qualità conformi alle UNI EN ISO 9001:2000 e certificati da Enti Terzi riconosciuti a loro volta accreditati CISQ ed inseriti nella rete internazionale IQNet : IIP e BVQI.

### **Prova di tenuta idraulica tubazioni a gravità**

La prova di tenuta idraulica delle tubazioni costituenti connessioni di scarico e collettori di fognatura deve essere eseguito secondo la norma UNI EN 1610.

Uno o più tratti verranno scelti dalla Direzione dei Lavori per l'esecuzione delle prove. I tratti soggetti alla prova verranno chiusi con tappi ad espansione o cuscinetti di tenuta e da una colonna piezometrica che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica. La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. La prova deve essere eseguita secondo quanto descritto al punto 13 della norma UNI EN 1610 e può essere effettuata sia con acqua (metodo W) sia con aria (metodo L) a discrezione della Direzione dei Lavori.

Le fasi da seguire per condurre la prova sono:

- Pulizia dell'imbocco del tubo a valle, quindi inserimento della testata di prova gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;
- Pulizia dell'imbocco del tubo a monte, quindi inserimento della testata cieca gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;

- Predisposizione, sui due cuscinetti, di un opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegamento del tubo piezometrico alla testata di prova;
- Riempimento della tratta dal basso sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella condotta;
- Riempimento della colonna piezometrica fino ad una altezza di 5 m (0,5 bar). L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere conto della lunghezza e della pendenza del tratto in esame.

I consumi di acqua e aria sono stabiliti dalla norma UNI – ENV 1401-3.

#### METODO CON ARIA

I tempi per l'esecuzione della prova con aria per le sole tubazioni sono riportati nel prospetto 3 della UNI EN 1610 in relazione al diametro nominale del tubo DN e ai metodi di prova (La, Lb, Lc e Ld). La prova deve essere effettuata mantenendo una pressione iniziale maggiore del 10% della pressione di prova per almeno cinque minuti; successivamente la pressione deve essere portata a quella indicata nel citato prospetto 3. L'esito della prova è positivo se la differenza di pressione risulta inferiore a quella indicata nello stesso prospetto 3.

#### METODO CON ACQUA

Per l'esecuzione della prova con acqua, il tratto di condotta deve essere riempito di acqua, tenendo presente che la pressione massima deve essere di 50 kPa a quella minima di 10kPa, misurate sulla generatrice superiore del tubo.

E' necessario attendere almeno 1 ora per consentire l'impregnamento degli elementi costituenti la condotta. Il tempo per l'effettuazione della prova è di almeno 30 minuti.

La quantità di acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e rientrare nei seguenti limiti:

- $V \leq 0,15 \text{ l/m}^2$  per le tubazioni in 30 minuti;
- $V \leq 0,20 \text{ l/m}^2$  per tubazioni + pozzetti in 30 minuti;
- $V \leq 0,40 \text{ l/m}^2$  per i pozzetti e le camere di ispezione in 30 minuti.

Dove  $\text{m}^2$  si riferiscono alla superficie interna bagnata.

#### **Prova di tenuta idraulica tubazioni in pressione**

I collaudi sulle tubazioni in pressione possono essere effettuati mediante:

- Prove di tenuta idraulica
- Prove di tenuta con gas (aria)

In entrambi i casi la lunghezza di ogni tratta di condotta di polietilene da sottoporre a collaudo può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate ma non può mai essere maggiore di 800 m. La condotta dovrà essere chiusa all'estremità mediante tappi saldati e flange imbullonate. Le parti scoperte della condotta devono essere per quanto possibile protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione ai raggi solari.

Il Direttore Lavori definisce il tipo di collaudo prescelto, il numero e la lunghezza delle tratte da sottoporre a collaudo.

I collaudi effettuati devono essere riportati in un verbale di collaudo sottoscritto dalle parti (ditte esterne che hanno effettuato la posa in opera delle tubazioni) e che comprendono la data di esecuzione della prova, il



luogo e localizzazione della/e tratta/e, la planimetria del progetto, l'impresa esecutrice ed operatori incaricati, il nominativo della Direzione dei lavori e controparte, il materiale impiegato per la realizzazione della condotta, la norma di riferimento, il diametro esterno, spessore e lunghezza del tubo, la pressione nominale e di prova, il tempo di stabilizzazione, la temperatura dell'acqua (se prova idraulica), il grafico ed esiti della prova stessa.

#### METODO CON ACQUA SECONDO UNI 11149:2005

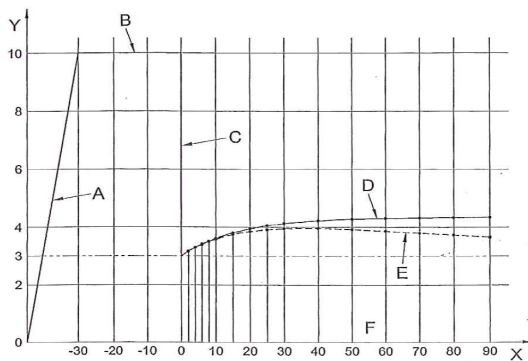
Per l'esecuzione della prova idraulica si fa riferimento alla norma UNI 11149:2005 ed in particolare:

- Si prepara la condotta alla prova (flange, sfiati, sistema di pressurizzazione) controllando anche preventivamente guarnizioni e valvole;
- Si riempie lentamente la condotta con acqua fino a completo riempimento, evitando di generare colpi d'ariete e facilitando l'espulsione dell'aria;
- Dopo essersi assicurati di aver riempito completamente la condotta e di aver espulso l'aria si chiudono i dispositivi di sfiato. I dispositivi automatici vanno comunque controllati regolarmente durante la prova;
- A condotta completamente piena deve essere lasciata a stabilizzare per un minimo di 3 ore, ma preferibilmente tale attesa è opportuno venga protratta dopo almeno 24 ore dal riempimento;
- Pressurizzazione della condotta fino a raggiungere la pressione di prova STP richiesta (pari a 1,5 volte la pressione di esercizio MDP). Tenuto conto che non vi è la necessità di tenere in considerazione il valore del colpo d'ariete, si avrà:

$$STP = 1,5 \text{ MOP}$$

che non può in ogni caso deve essere  $\geq 600 \text{ kPa}$ .

- Mantenimento di tale pressione per 30 minuti, ripristinando con successivi pompaggi per bilanciare l'aumento di volume dovuto alla dilatazione della condotta;
- Riduzione rapida della pressione spillando acqua dal sistema fino al raggiungimento di una pressione di 300 kPa. Registrare i valori di pressioni agli intervalli di tempo stabiliti di seguito:
  - Tra 0 e 10 minuti: 1 lettura ogni 2 minuti (5 letture);
  - Tra 10 e 30 minuti: 1 lettura ogni 5 minuti (4 letture);
  - Tra 30 e 90 minuti: 1 lettura ogni 10 minuti (6 letture)
- I valori riportati su un diagramma dovranno indicare un andamento crescente della pressione in risposta al comportamento visco – elastico del polietilene (vedere diagramma sottostante sul controllo idraulico della prova). L'effetto visco – elastico del polietilene sulla curva pressione – tempo dipende da fattori quale la lunghezza della condotta di prova, il diametro del tubo, l'efficienza di compattazione del terreno. La presenza di aria residua nel sistema e sbalzi di temperatura della condotta durante il collaudo influiscono negativamente sui risultati;



Controllo idraulico in opera - Esecuzione della prova

Legenda

- X Tempo (min)
- Y Pressione (bar)
- A Messa in pressione al valore di prova
- B Mantenimento per 30 min
- C Riduzione rapida della pressione al valore nominale di 3 bar
- D Aumento della pressione indicativo di condotta senza perdite
- E Riduzione progressiva della pressione indicativo di presenza di perdite
- F Letture successive di pressione

- Una riduzione dei valori di pressione indica la presenza di una perdita nel sistema. Il collaudo è positivo quando l'andamento della pressione rilevata risulta crescente o stabile.

#### METODO CON ARIA.

Per l'esecuzione della prova con aria si procede come segue:

- Si prepara la condotta alla prova (flange, sfiati, sistema di pressurizzazione, manometro) controllando anche preventivamente guarnizioni e valvole;
- Si riempie lentamente la condotta con aria;
- Si lascia stabilizzare la condotta per almeno 30 minuti dal riempimento;
- Dopo 30 minuti iniziare la pressurizzazione della condotta fino a raggiungere la pressione di prova STP richiesta (pari a 1,5 volte la pressione di esercizio MDP). Tenuto conto che non vi è la necessità di tenere in considerazione il valore del colpo d'ariete, si avrà:

$$\text{STP} = 1,5 \text{ MOP}$$

che non può in ogni caso deve essere  $\geq 10$  bar;

- Raggiunta la pressione di prova si chiude il sistema e si lascia in prova per almeno 24 ore;
- La prova ha esito positivo se, dopo 24h, l'eventuale caduta di pressione risulta inferiore al 0,5% della pressione di prova.

### 3.7. Pozzetti e caditoie

#### Manufatti in cls

I pozzetti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo di adeguato spessore; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatto posizionamento altimetrico del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Il pozzetto dovrà essere posto in opera perfettamente verticale e lo spazio di scavo circostante potrà essere riempito anche con materiale di risulta, purché scevro di corpi estranei e pietrame di grossa pezzatura.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia (per manufatti in cls).

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare l'asse di questa, rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Per ripartire l'eventuale spinta idraulica di sollevamento agente sui pozzetti sottofalda si prevedrà il rinfianco in calcestruzzo ed eventuali spezzoni in acciaio.

I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica.

Gli scavi per i pozzetti saranno a pianta quadrata con le dimensioni prescritte nelle tavole di progetto, totalmente rinfiancati in sabbia fino in sommità o con CLS con l'interposizione di spezzoni di ferro per c.a. per la ripartizione delle eventuali spinte di galleggiamento.

### **Pozzetti fognari in PE**

La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiacco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4-8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggotamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto.

L'operazione di rinfiacco dovrà avvenire solo dopo aver collegato tutte le tubazioni, ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto. In caso di installazione del pozzetto in gruppo 3-4 (vedi norma UNI-EN 124), è necessario che il chiusino in poggia su un'ideale piastra di ripartizione in cls (vedi particolari costruttivi). La posa della piastra dovrà avvenire sul terreno compattato come precedentemente descritto, prima che ogni mezzo possa circolare in un raggio d'azione di 3 metri. Oltre alle sopraccitate indicazioni, dovranno essere seguite tutte le prescrizioni indicate sul manuale di installazione che il fornitore dovrà trasmettere alla D.L. prima dell'inizio dei lavori assieme alla certificazione aziendale ISO 9001-2000, garanzia decennale, certificato UNI-EN 13598-2, certificato provenienza materia prima, certificato di collaudo delle scale (dove previste), certificato di verifica statica, calcoli contro le spinte ascensionali (dove prevista installazione in presenza di falda), certificazione rilasciata da ente terzo per l'apposizione del marchiaggio "U" (per le tipologie che le prevedono) e dichiarazione di conformità al capitolato. E' inoltre compreso ogni onere relativo a scavo, movimentazione terra, fornitura inerti, e quant'altro necessario per realizzare le opere in sicurezza ed a regola d'arte

## **3.8. Allacciamento ai condotti di fognatura degli scarichi e dei pozzetti stradali**

Gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura dovranno, di norma, essere realizzati (salvo particolari disposizioni della Direzione Lavori) in tubi di calcestruzzo di cemento opportunamente rinfiancati.

Gli allacciamenti degli scarichi dovranno invece essere realizzati unicamente in tubi di grès ceramico, pvc rigido o tubazione plastica in Pead.

Nell'esecuzione delle opere di allacciamento si dovrà avere particolare cura per evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione ricorrendo sempre all'impiego di pezzi speciali di raccordo e di riduzione così come previsti dai singoli produttori di materiale per canalizzazioni (braghe speciali, innesti, selle, manicotti anche composti da materiali differenti, ecc.).

Le connessioni con gli sghebbi dovranno essere accuratamente eseguite ai fini di non creare sollecitazioni di sorta su di essi, con pericolo di rotture.

Nell'eventualità di dover allacciare al condotto stradale immissioni in punti in cui non esistono sghebbi, le operazioni relative saranno stabilite volta per volta dalla Direzione Lavori.

Per l'inserimento di sghebbi in tubazioni prefabbricate in c.a. si dovrà procedere con ogni diligenza onde evitare la rottura del condotto, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un blocco di ammaraggio in calcestruzzo onde ad evitare il distacco del pezzo speciale.

Per la realizzazione di allacciamenti alle tubazioni di grès ceramico dovranno essere predisposti appositi pezzi speciali secondo quanto indicato dalla Direzione dei Lavori, ed in osservanza delle singole prescrizioni tecniche fornite dal produttore del materiale per canalizzazione; in alternativa gli innesti potranno essere realizzati praticando dei fori sulle tubazioni per mezzo di una macchina carotatrice e inserendo in questi uno sghebbi, previa l'interposizione di una apposita guarnizione di tenuta.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi di ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco. L'Impresa resterà in ogni caso responsabile di cedimenti, rotture e danni che si verificassero e dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni e sostituzioni relative, nonché al risarcimento di danni derivati alla stazione appaltante o a Terzi.

### **3.9. Scarifica di vecchie sedi stradali**

Ove previsto in progetto e/o necessario, come indicato e stabilito dalla Direzione dei Lavori, si provvederà alla scarifica di vecchie sedi stradali, che verrà effettuata adoperando apposito scarificatore e verrà spinta fino alla profondità prescritta dalla Direzione suddetta.

Il materiale di risulta dovrà venire accuratamente vagliato onde separare le materie polverulenti e di scarto, che dovranno venire trasportate a rifiuto, da quelle reimpiegabili, che verranno invece accatastate ai lati della strada in regolari cumuli prismatici.

Si procederà quindi alla regolare sagomatura del piano di posa della massiciata in pietrisco, colmando gli eventuali avvallamenti ed eliminando a piccone le eventuali residue gibbosità, in modo che detto piano di posa corrisponda esattamente alle sagome trasversali ed alle livellette della pavimentazione finita, a meno dello spessore dello strato superiore del pietrisco e del manto bituminoso.

A tale scopo verrà impiegato il materiale riutilizzabile ricavato con la scarificazione.

Verrà infine provveduto alla cilindratura del detto piano accompagnata da innaffiamento con idoneo compressore ed ai ricarichi eventualmente occorrenti.

### **3.10. Preparazione piano di posa**

#### Generalità

Per la preparazione del piano di posa della fondazione stradale l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa della fondazione stradale sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.

Laddove venissero riscontrate cavità e/o avvallamenti del terreno posti sotto la quota d'imposta della fondazione stradale, questi andranno reintegrati con materiale idoneo anche proveniente dallo scavo di sbancamento purché preventivamente vagliato con allontanamento della quota parte di materiale non idoneo a formare il piano di posa secondo le indicazioni che verranno fornite dalla D.L che dovrà approvare preventivamente tutti i materiali messi in opera.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

### **Caratteristiche del piano di posa**

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm.) dovrà risultare non inferiore a 60 MPa nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO Mod. T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;

### **Prove di controllo sul piano di posa**

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa della fondazione stradale è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S = 0-1 m	S = 1-2 m	S > 2m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	3000 m <sup>2</sup>
prove di densità in sito - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione etc.).

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

### 3.11. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato

#### Modalità esecutive

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata. (AASHO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 0,18.

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

- dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio
- di = densità della miscela intera;
- Pc = peso specifico degli elementi di dimensioni maggiore di 25 mm
- x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione Md, nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 1000 daN/cm<sup>2</sup>.

La Direzione Lavori si riserva la possibilità di eseguire sullo strato di fondazione misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D.; i valori del modulo elastico dinamico derivati da tali misure saranno il riferimento prestazionale.

La media dei valori di modulo in daN/cm<sup>2</sup> ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di ameno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1850 daN/cm<sup>2</sup>.

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

## 3.12. Coperture

### Coperture In PRFV

Le coperture in elementi in PRFV dovranno essere realizzate in modo tale da resistere alle radiazioni ultraviolette, all'invecchiamento e al contatto con i liquami presenti nelle vasche di trattamento e dovranno essere inoltre calcolate per sopportare un carico concentrato e un carico distribuito.

Tutta la fornitura di coperture in PRFV sarà dimensionata per i carichi previsti dalla normativa vigente di seguito elencati:

- carico distribuito = carico neve della zona, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) del 17/01/2018
- carico concentrato in mezzeria = 1,50 kN (pedonalità)
- carico vento = secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) del 17/01/2018
- garanzia contro la corrosione interna perforante = 10 anni
- vita nominale = 50 anni

Le coperture in PRFV pertanto dovranno essere costituite da componenti e materiali che assolvono le funzioni statiche e di impermeabilità all'acqua e all'aria con la parte esterna liscia a base di gel-coat isoftalici neopentilici ad alta resistenza ai raggi UV, di colore a scelta della D.L.

## **Grigliati**

I grigliati potranno essere eseguiti in pannelli di P.R.F.V. in resina isoftalica di colore a scelta della D.L., con superficie resa antisdrucchioleale oppure di ACCIAIO zincato a caldi.

I pannelli in acciaio inox dovranno essere rifiniti con bordo in acciaio inox ottenuto da piatto di sezione almeno pari a quella della nervatura principale saldato lungo tutto il contorno, compreso il contorno di eventuali aperture ricavate ad esempio per il passaggio di tubazioni. I pannelli in P.R.F.V. dovranno essere verniciati con resina isoftalica su tutte le superfici sulle quali siano stati operati tagli.

I grigliati saranno dimensionati per i carichi ripartiti e concentrati prevedibili per il luogo di installazione, con particolare attenzione alle esigenze di transito mezzi o deposito macchinari per necessità di manutenzione. In ogni caso dovranno perlomeno essere rispettati i valori dei carichi prescritti dalle norme tecniche vigenti per il luogo di destinazione, con un minimo di 4 kN/m<sup>2</sup> distribuiti e 3 kN concentrati su un impronta 50x50 mm.

Il carico concentrato ed il carico distribuito non si considereranno presenti contemporaneamente.

Il carico concentrato andrà considerato nella posizione in cui produce l'effetto più sfavorevole (generalmente accostato al bordo libero del pannello, in mezzeria del bordo stesso).

La freccia massima consentita sarà 1/250 della luce di appoggio.

Qualora richiesto dalle esigenze statiche saranno impiegate travi rompitratta in acciaio inox o P.R.F.V.. I rompitratta saranno posti in opera con metodologie che consentano agevoli e ripetute operazioni di smontaggio e rimontaggio.

I grigliati dovranno sempre essere posti in opera entro telai in acciaio zincato o inox zancati o tassellati alla struttura muraria, secondo le indicazioni riportate sui disegni di progetto.

I telai dovranno fornire supporto su tutti i lati di ciascun pannello di grigliato. Non è consentito unire tra loro mediante fissaggi meccanici, saldatura o qualsiasi altro metodo pannelli distinti al fine di derogare a questa prescrizione.

I tasselli dovranno essere in acciaio inox A3; potranno essere indifferentemente del tipo chimico o meccanico a condizione che siano verificati staticamente secondo metodologie di validità comprovata.

Ciascun pannello di grigliato dovrà essere fissato al telaio di supporto con almeno 4 dispositivi di fissaggio, generalmente disposti in prossimità dei vertici o comunque in posizioni idonee a garantire la stabilità del pannello.

I dispositivi di fissaggio dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- al fine di evitare intralcio e pericolo al transito, non dovranno sporgere dalla superficie di calpestio in misura superiore a 3 mm;
- una volta montati sul pannello non dovranno più essere scomponibili nelle parti costituenti (le parti devono essere rese imperdibili);
- dovranno essere facilmente smontabili con l'impiego di un cacciavite a lama piatta (non con chiave esagonale o brugola o altri attrezzi);



- In caso di rimozione del pannello dovranno rimanere connessi al pannello stesso o al telaio di supporto;
- dovranno consentire un facile riposizionamento del pannello senza vincoli di rispetto di forature o punti fissi sui telai;

Non è consentito l'impiego di dispositivi di fissaggio avvitati direttamente sui telai in fori filettati o mediante boccole/gambi chiodati, saldati o comunque stabilmente fissati ai telai.

### 3.13. Serramenti

Si definiscono serramenti esterni l'insieme di componenti e materiali che separano l'interno dall'esterno dell'edificio e che svolgono la funzione principale di illuminazione naturale; sono comunque da considerarsi serramenti esterni anche gli infissi opachi (porte esterne ecc.) ed i portoni di garage, magazzini ecc..

La fornitura dei serramenti dovrà essere conforme al disegno di progetto per quanto riguarda materiali, dimensioni e sistemi di apertura; i materiali, secondo i casi, potranno essere in alluminio, acciaio, legno o PVC.

Gli infissi dovranno essere forniti completi di tutti gli accessori e perfettamente funzionanti; prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire idonea campionatura dei vari tipi di serramento per la preventiva approvazione da parte della D.L.

I serramenti esterni dovranno garantire il rispetto inerente l'isolamento dell'edificio prevista dall'art. 125 del testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia emanato con D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380. (Ex. art. 28 della L. n.10/1991).

In particolare dovranno garantire il rispetto delle condizioni:

- acustiche: esecuzione, caratteristiche costruttive e tipo di materiali (in particolar modo quelli trasparenti) dovranno essere scelti in modo da attenuare i rumori esterni comunque prodotti;
- termo-igrometriche e purezza dell'aria: tutti i serramenti dovranno garantire una idonea ventilazione naturale ed una perfetta tenuta all'aria e all'acqua, sia nei componenti degli infissi, sia nelle connessioni con gli elementi strutturali; qualora situazioni ambientali lo suggeriscano potranno essere adottati vetri speciali per una
- migliore coibenza termica ed un'attenuazione dell'irraggiamento solare;
- illuminazione: la parte trasparente dei serramenti dovrà essere tale da non produrre distorsioni nella visione e garantire una corretta fruizione dell'illuminazione naturale;
- conservazione: i serramenti dovranno essere garantiti, con minima ed economica manutenzione, per una durata pari a quella dell'edificio e dovranno essere tali da consentire una facile sostituzione dei loro componenti;
- condizioni d'uso: tutti i serramenti dovranno essere di facile manovrabilità, non presentare complessità di manovra e, nelle loro parti trasparenti, essere normalmente pulibili dall'interno.

In tutti i casi in cui sia tecnicamente possibile, tutte le porte esterne saranno dotate di serratura avente la stessa mappatura.

## Serramenti in alluminio

I serramenti saranno eseguiti con profilati estrusi di alluminio verniciato bianco RAL 9010 spess.50 micron. Spessore profili 50-55 mm normali. Completi di:

- vetro stratificato di sicurezza;
- controtelaio metallico;
- guarnizione in EPDM o Neoprene;
- accessori: maniglia tipo cremonese o cariglione e cerniere.

Prestazioni richieste: permeabilità all'aria classe 2 (UNI EN 12207); tenuta acqua classe 8° (UNI EN 12208); resistenza al carico del vento classe 3 e 5,2 WmqK, il sistema, mediante asole di drenaggio ed areazione in numero e dimensione idonei, dovrà garantire l'eliminazione di condense ed infiltrazioni dalle sedi dei vetri verso l'esterno; il serramento dovrà essere completo di idonei profili fermavetro a scatto con aggancio di sicurezza e coprifili interni;- accessori di movimento e chiusura montati a contrasto senza lavorazioni meccaniche, costituiti da cerniere di adeguate dimensioni e comunque idonee a sopportare il peso complessivo della parte apribile secondo norma UNI 7525, sistema di chiusura multiplo mediante nottolini, gruppo maniglie nella tipologia, caratteristiche, forma e colore che dovranno indicarsi espressamente negli elaborati del progetto esecutivo, eventuale cilindro serratura con relative chiavi. Nella voce si intendono compresi e compensati gli oneri per la posa in opera nel rispetto delle prescrizioni di sicurezza, la sigillatura tra serramento e contesto edile eseguita mediante silicone neutro o tiokol.

## Vetri

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nei disegni di progetto; qualora il progetto lo preveda o particolari situazioni ambientali lo suggeriscano, potranno essere montati vetri speciali per ottenere effetto specchio, attenuare l'irraggiamento solare o migliorare la coibenza termica.

In ogni caso i vetri dovranno garantire il rispetto delle condizioni acustiche, termoigrometriche e di illuminazione. I vetri dovranno avere spessore adeguato alle dimensioni ed all'uso degli infissi su cui vanno montati; gli spessori anzidetti, dovranno essere realizzati secondo le norme UNI 7143-72; i vetri degli infissi soggetti ad urto, quali sottodavanzali, serramenti palestre, ecc., dovranno essere del tipo antisfondamento o comunque di sicurezza.

I vetri ed i cristalli, di cui è prevista la fornitura in opera, dovranno essere di prima qualità, perfettamente incolori e trasparenti, con superfici complanari piane e conformi alle norme UNI 5832/7142-72, 7171-73, 6534/7306-74, 6123/6486/6487-75.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc., potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato con una perfetta ripulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti; i tasselli di spessoramento delle lastre in vetrocamera, oltre ad essere di materiale idoneo, dovranno avere una lunghezza non inferiore a cm. 10 e garantire l'appoggio ad entrambi i vetri formanti la lastra.

Ogni rottura di vetri e cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della D.L., sarà a carico dell'Appaltatore.

### 3.14. Finiture

Si definisce finitura l'insieme di materiali e componenti che forma gli strati finali delle chiusure dell'edificio e delle pavimentazioni esterne, rendendole pronte alla loro utilizzazione nel rispetto delle condizioni di abitabilità e di finitura previste.

#### Pavimenti

Si definisce pavimento l'insieme di materiali e componenti che costituisce l'ultimo strato superiore delle chiusure orizzontali e che svolge principalmente funzione di calpestio; di massima è costituito da strato di calpestio, collante o materiale di allettamento, sottofondo.

#### CONDIZIONI ACUSTICHE:

I pavimenti dovranno contribuire al rispetto delle condizioni acustiche e pertanto nella scelta dei materiali e nella posa in opera si dovranno osservare tutti gli accorgimenti necessari atti ad evitare l'esaltazione dei rumori, ad evitare vibrazioni.

#### CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE E COLORE:

I pavimenti dovranno avere un colore stabile alla luce, differenziato a seconda della destinazione d'uso dei locali, fermo restando il rispetto delle esigenze di flessibilità, e tale da rispondere alle funzioni ed attività che si svolgono nello spazio a cui sono destinati.

#### CONDIZIONI DI SICUREZZA:

Nella scelta dei materiali e nella posa in opera dei pavimenti dovranno essere osservati tutti gli accorgimenti necessari al rispetto delle condizioni di sicurezza; i pavimenti dovranno avere coefficiente di attrito superiore a 0,4, essere antistatici, avere la classe di resistenza al fuoco prevista per i locali a cui sono destinati, essere posati accuratamente in modo da evitare avvallamenti e distacchi.

#### ULTERIORI CONDIZIONI DI SICUREZZA PER PARTICOLARI LOCALI:

In locali in cui siano presenti apparecchiature elettroniche (tipicamente sala quadri di potenza e sala quadri di controllo) i pavimenti dovranno essere di tipo conduttivo (resistenza < 1MW).

Nei locali servizi igienici, spogliatoi ed in tutti gli spazi ove si svolge il processo depurativo o la preparazione o lo stoccaggio di reagenti i pavimenti dovranno presentare una classe di resistenza allo scivolamento con piedi calzati maggiore o uguale a R11 secondo DIN 51130.

#### CONDIZIONI DI LAVABILITÀ PER PARTICOLARI LOCALI:

Nei locali servizi igienici, spogliatoi ed in tutti gli spazi ove si svolge il processo depurativo o la preparazione o lo stoccaggio di reagenti i pavimenti dovranno essere facilmente lavabili mediante idropulitrice ad alta pressione. In particolare:

- dovranno essere predisposte pilette di raccolta e convogliamento al sistema fognario delle acque di lavaggio, in numero e posizione adeguata e comunque non inferiore ad una ogni 50m<sup>2</sup> di superficie calpestabile;
- le superfici dovranno presentare adeguata pendenza per consentire lo scolo delle acque verso le pilette di raccolta e convogliamento al sistema fognario;
- le superfici presentare una classe di resistenza allo scivolamento con piedi calzati maggiore o uguale a R11 secondo DIN 51130;

- i rilievi della superficie dei materiali costituenti la pavimentazione devono essere conformati in modo da evitare ristagni di acqua e sporco e da agevolarne l'allontanamento: vanno impiegati disegni comportanti semplici rilievi convessi su superficie di base liscia (es.: semplici semisfere su base piana) mentre sono da evitare superfici presentanti concavità o rilievi contornanti concavità chiuse (es.: sagomature tipo "roccia" o rilievi conformati secondo il perimetro di un poligono).

#### CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE:

Nella scelta dei materiali si dovrà porre particolare attenzione al rispetto delle condizioni di conservazione in modo tale da garantirne la loro compattezza e durezza, per evitare sgretolamenti e deterioramenti, e da consentirne una facile sostituzione e pulizia.

Il tipo, i materiali e le caratteristiche dei pavimenti dovranno essere quelli previsti dai disegni di progetto, e dalle eventuali disposizioni che la D.L. impartirà all'atto esecutivo.

In generale, per quanto riguarda dimensioni, caratteristiche, taglio, pezzatura ecc., si dovrà far riferimento al progetto; in particolare e/o in carenza di queste, i materiali dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- i pavimenti in piastrelle ceramiche dovranno essere conformi alle norme UNICERAB con particolare riferimento alle caratteristiche di usura dovuta all'abrasione, al grado di durezza della superficie, alla resistenza al gelo, alla resistenza agli sbalzi di temperatura, alla resistenza agli acidi e agli alcali, alla stabilità del colore alla luce, alle caratteristiche di assorbimento d'acqua, ecc.;
- i pavimenti in PVC omogeneo dovranno essere conformi alla Norme UNI 70-71-72 ed al BS 3261 A, dovranno essere pressati a strato unico, avere spessore minimo di mm. 2, essere posti in opera a giunti saldati, avere ottima resistenza all'usura, all'azione di sostanze chimiche ed avere omologazione alla classe 2 di resistenza al fuoco idoneamente certificata e documentata.

Tutti i pavimenti dovranno essere posti in opera secondo le prescrizioni delle ditte produttrici (esempio: temperatura ed umidità), i sottofondi dovranno essere di tipo idoneo al pavimento impiegato, i collanti impiegati dovranno essere di prima qualità e ad alta resistenza agli agenti chimici.

I pavimenti dovranno essere posti in opera secondo le indicazioni della D.L. che potrà richiedere pose particolari, quali fuga larga, posa a 45 gradi, ecc., senza che l'Appaltatore abbia diritto ad alcun compenso di sorta.

In generale tutti i locali dovranno essere muniti di battiscopa secondo le indicazioni della D.L..

#### **Intonaci**

Si definisce intonaco lo strato di materiali e componenti che si applica sulla superficie esterna ed interna delle chiusure opache, al fine di predisporle all'ultima finitura (pitturazioni, rivestimenti, ecc.).

Gli intonaci dovranno essere differenziati a seconda dell'uso dei locali a cui sono destinati, dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici e al fuoco, dovranno avere una perfetta aderenza con le murature con particolare riferimento ad intonaci su superfici in cls; l'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare fenomeni di distacco, impiegando, se necessario e a proprie spese, materiali integrativi (additivi) o sistemi alternativi.

Per gli intonaci interni il legante utilizzato dovrà essere per tipo, caratteristiche ed impiego quello previsto per l'ambiente d'impiego e soddisfare le eventuali disposizioni che la D.L. emanasse all'atto esecutivo.

Dove tecnicamente possibile ed a giudizio insindacabile della D.L. è ammesso l'uso di intonaci premiscelati di tipo pronto o a base di gesso e resine.

Gli intonaci dovranno essere eseguiti in modo perfetto garantendo la durabilità nel tempo, senza arriccature e lesioni, ed una perfetta riuscita delle pitturazioni e dei rivestimenti.

### **Pitturazioni**

Si definisce pitturazione lo strato finale composto da materiali aventi particolari proprietà atte a proteggere dal deterioramento causato dall'uso, dagli agenti atmosferici od altro.

Per garantire risultati perfetti delle pitturazioni dovranno essere impiegati materiali delle migliori marche in commercio, di primissima scelta e qualità, fornite in cantiere in colli originali e sigillati.

Di norma dovranno essere pitturati tutti i materiali metallici non inossidabili, dove non preverniciati a caldo e dove, per qualsiasi motivo, a giudizio insindacabile della D.L. non sia sufficiente la zincatura, tutte le parti in legno, tutte le parti intonacate e tutte le superfici in cls a vista.

Di norma all'interno, salvo diversa indicazione, si dovrà eseguire una idropittura lavabile nei locali ad uso civile (uffici, servizi, sale quadri, magazzini, ecc.) ed un rivestimento igienizzabile, resistente alle aggressioni chimiche negli spazi destinati al trattamento dei liquami e dei fanghi (pretrattamenti, trattamento biologico, linea fanghi, ecc.) o allo stoccaggio/preparazione dei reagenti.

I tipi di finitura, le caratteristiche dei prodotti, i cicli di pitturazione, ecc., dovranno essere quelli previsti dal progetto, e dalle eventuali disposizioni che la D.L. emanasse all'atto esecutivo.

Il ciclo di pitturazione dovrà di norma comprendere la preparazione delle superfici, l'applicazione dei prodotti di fondo, della prima mano di copertura e della finitura vera e propria; le varie fasi del ciclo, in carenza di quanto sopra, avranno le seguenti caratteristiche:

#### **PREPARAZIONE:**

- le superfici in metallo dovranno essere preparate accuratamente in rapporto alle condizioni del metallo: a titolo indicativo ci si potrà riferire alle "Specifiche per la preparazione delle superfici di strutture in acciaio" elaborate dal SSPC-USA (vedi pagg. 175-327 de "La pitturazione delle costruzioni in acciaio" ed. Italsider Genova, via Corsica 4);
- le superfici in legno dovranno essere accuratamente stuccate e carteggiate;
- le superfici intonacate, se necessario, dovranno essere accuratamente carteggiate fino a perfetta riuscita.

#### **FONDO:**

- le superfici in metallo dovranno essere trattate con due mani di antiruggine ai cromossidi o trattate con zincatura a caldo eseguita a lavorazioni meccaniche ultimate;
- sulle superfici in legno il fondo dovrà essere costituito da una mano di impregnante stabilizzante-protettivo, per le superfici che dovranno essere pitturate con materiale trasparente, o da una imprimitura con materiale idoneo, per superfici che dovranno essere trattate diversamente;
- sulle superfici intonacate il fondo dovrà essere costituito da un'imprimitura che permetta la perfetta aderenza della pitturazione.

#### **COPERTURA:**

la copertura, o comunemente prima mano, oltre ad essere indispensabile per coprire lo strato di fondo dovrà avere la funzione di collegamento fra il fondo stesso e lo strato successivo.

**FINITURA:**

la finitura che conclude il ciclo della pitturazione dovrà avere una funzione specificatamente protettiva nei confronti del deterioramento causato dall'uso e dagli agenti atmosferici, essere di tonalità a scelta della D.L., assicurare il massimo comfort visivo, contribuire ad evitare fenomeni di condensazione superficiale ed essere di facile manutenzione.