

Committente:



CACIP S.p.A. Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari
Viale Diaz 86, 09125 Cagliari (CA)

Progetto:

**Revamping delle linee "A" e "B"
del termovalorizzatore
di Cagliari - Macchiareddu**

Progetto definitivo

Progettisti:

tbfpartner
Ingegneri e Consulenti

Strada Regina 70 T +41 91 610 26 26
Postfach E-Mail tbfti@tbf.ch
6982 Agno



R.P. Sarda s.r.l.
VIA GIOTTO, 7 SARROCH (CA)
TEL. 070 902036



Via Pitzolo 26 - Cagliari - tel. 070-454146
email: info@servinsri.it

Committente:

Progettista:

Titolo:

OPERE CIVILI

Rev.	Data	Modifiche	Disegnato	Controllato
0	28.01.2016	Prima emissione	TOM	AC
1	31.10.2016	Seconda emissione	MSA	AC
2	15.06.2018	Revisione per verifica progetto	TOM	AC
3	25.07.2018	Aggiornamento indice	TOM	AC
4				
5				

Scala:	Formato:	Data:	Documento no. :	Rev.
-	A4	25.07.2018	S.30.1410	3

Revisioni

Revisione	Data	Indicazione della modifica	Redatto	Verificato
0	28.01.2016	Prima emissione	PRL	AC
1	06.04.2018	Revisione generale	PRL	AC
2	15.06.2018	Revisione per verifica progetto	VF	AC
3	25.07.2018	Revisione indice	PRL	AC

Indice

1. Strutture e opere in c.a.	7
1.1 Caratteristiche dei componenti	7
1.1.1 Definizioni	7
1.1.2 Cementi	7
1.1.3 Aggiunte	9
1.1.4 Aggregati	11
1.1.5 Acqua di impasto	14
1.1.6 Additivi	14
1.2 Acciaio per opere in c.a. e c.a.p.	16
1.2.1 Elementi a punzonamento nei solai	16
1.2.2 Acciaio per armature ordinarie	17
1.2.3 Reti di acciaio elettrosaldate	21
1.2.4 Controlli sull'acciaio	21
1.2.5 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura	24
1.2.6 Deposito e conservazione in cantiere	24
1.3 Caratteristiche del calcestruzzo	24
1.3.1 Classi di resistenza	24
1.3.2 Reologia impasti e granulometria aggregati	26
1.3.3 Ritiro igrometrico	26
1.3.4 Rapporto acqua/cemento	27
1.3.5 Calore di idratazione e gradienti termici	28
1.3.6 Lavorabilità	28
1.3.7 Acqua di bleeding	29
1.3.8 Contenuto d'aria	29
1.3.9 Prescrizioni per la durabilità	29
1.3.10 Tipi di conglomerato cementizio	30
1.4 Qualifica del conglomerato cementizio	30
1.4.1 Valutazione preliminare della resistenza	33
1.4.2 Prove sugli aggregati	33
1.4.3 Controllo di accettazione	38
1.5 Prescrizioni operative	39
1.5.1 Qualità dei calcestruzzi	39
1.5.2 Resistenza e durezza dei calcestruzzi	40
1.6 Posa in opera del calcestruzzo, modalità e criteri di esecuzione	41

1.6.1	Confezione	43
1.6.2	Tolleranze esecutive	44
1.6.3	Trasporto	45
1.6.4	Messa in opera del calcestruzzo normale	45
1.6.5	Durabilità	46
1.6.6	Casseforme	47
1.6.7	Getti faccia a vista	51
1.7	Controlli in corso d'opera	51
1.7.1	Controlli supplementari della resistenza a compressione	55
1.7.2	Prove di carico	59
1.8	Calcestruzzi di progetto	60
1.8.1	Calcestruzzo magro per sottofondazioni	60
1.8.2	Calcestruzzo pali di fondazioni, travi, platee, plinti di fondazioni e muri contro terra	60
1.8.3	Calcestruzzo pareti e pilastri di sostegno alle tettoie in carpenteria metallica	61
1.8.4	Calcestruzzo per pilastri, travi e solai edificio uffici	61
1.8.5	Calcestruzzo per pavimentazioni	62
2.	Strutture in carpenteria metallica	63
2.1	Qualità dei materiali e dei componenti di progetto	63
2.1.1	Acciaio da carpenteria metallica	63
2.1.2	Bulloni, Dadi e Rosette.	64
2.1.3	Saldature	65
2.1.4	Materiale base	66
2.1.5	Criteri e modalità di esecuzione delle strutture saldate	66
2.1.6	Stati di fornitura.	68
2.1.7	Composizione Chimica.	69
2.1.8	Caratteristiche Meccaniche.	70
2.1.9	Controllo ultrasonoro.	70
2.1.10	Condizioni di controllo.	70
2.1.11	Marcatura.	71
2.1.12	Dimensioni e tolleranze.	71
2.2	Criteri e modalità di esecuzione delle strutture	71
2.3	Criteri e modalità di controllo qualità dei manufatti in struttura di acciaio	72
2.3.1	Collaudo tecnologico dei materiali	72
2.3.2	Controlli in corso di lavorazione	73
2.3.3	Controlli di montaggio	75
2.3.4	Controlli sui collegamenti bullonati	76

2.3.5	Controlli sulle saldature	77
2.3.6	Protezione delle strutture in acciaio con antiruggine	80
3.	Pali battuti	81
3.1	Preparazione del piano di lavoro	81
3.2	Materiali	81
3.2.1	Armature metalliche	81
3.2.2	Conglomerato cementizio	82
3.3	Tolleranze geometriche	83
3.4	Tracciamento	84
3.4.1	Formazione del fusto del palo	84
3.5	Prove di carico	85
3.5.1	Generalità	85
3.5.2	Prove di carico assiale	85
3.6	Prove non distruttive	90
3.6.1	Specifiche di controllo	90
4.	Murature e tramezzi	92
4.1	Murature in blocchi di calcestruzzo	92
5.	Intonaci	94
6.	Sottofondi e vespai	95
6.1	Sottofondo in pietrisco	96
6.2	Sottofondo alleggerito per formazione di pendenze	96
7.	Impermeabilizzazioni	97
7.1	Impermeabilizzazione di solette	97
8.	Pavimentazioni e rivestimenti	99
8.1	Pavimento a spolvero di quarzo sferoidale	99
	Prescrizioni per la stagionatura protetta:	99
9.	Controsoffitti e cartongessi	105
9.1	Controsoffitto monolitico lastre di cartongesso	105
9.2	Controsoffitto in pannelli di gesso	107
9.3	Contropareti in lastre di cartongesso	107
	Caratteristiche tecniche:	107
	Modalità di posa in opera:	108
10.	Opere metalliche	109
10.1	Parapetti metallici	110

10.2	Coperture e rivestimenti con lastre in lamiera grecata collaborante	110
10.3	Coperture e/o pareti con pannelli di lamiera coibentata	111
10.4	Griglie di aerazione	112
11.	Opere da lattoniere e pvc	113
11.1	Lattoneria in acciaio preverniciato	113
11.2	Tubi pluviali in PVC	114
11.3	Canale di gronda in PVC	114
11.4	Pozzetti in cls	114
12.	Dispositivo di protezione anticaduta	114
13.	Scavi e demolizioni	115
13.1	Altri materiali di risulta derivanti da scavi, demolizioni, smontaggio, etc.	115

1. Strutture e opere in c.a.

1.1 Caratteristiche dei componenti

1.1.1 Definizioni

Calcestruzzo ordinario o normale o a resistenza normale (NR): conglomerato cementizio caratterizzato in generale da rapporto acqua/cemento maggiore di 0,45 e con resistenza caratteristica cubica non superiore a 55 N/mm².

Calcestruzzo ad alte prestazioni (AP): conglomerato cementizio caratterizzato in generale da rapporto a/c minore di 0,45 avente resistenza caratteristica cubica superiore a 55 N/mm² ed inferiore o uguale a 75 N/mm².

Calcestruzzo ad alta resistenza (AR): conglomerato cementizio caratterizzato in generale da rapporto a/c minore di 0,35 avente resistenza caratteristica cubica superiore a 75 N/mm² ed inferiore o uguale a 115 N/mm².

Additivo: prodotto (fluidificante, superfluidificante, ritardante, viscosizzante, ecc.) generalmente organico, liquido o in polvere, che - introdotto in piccola quantità nell'impasto - induce particolari modifiche nelle proprietà del calcestruzzo fresco o indurito.

Aggiunta minerale: materiale inorganico idraulicamente attivo (loppa granulata d'altoforno) o reattivo verso l'idrossido di calcio (ceneri volanti, argille calcinate, pozzolane naturali, microsilice, silice precipitata), che interviene sulle caratteristiche fisico-meccaniche e sulla durabilità del calcestruzzo. Esistono anche aggiunte inerti (filler calcareo). In generale le aggiunte agiscono sulla lavorabilità, sul tempo di presa, sullo sviluppo della resistenza meccanica e sulla resistenza all'attacco chimico.

Aggregato: componente del calcestruzzo costituito da elementi lapidei di varia pezzatura, naturali o frantumati, aventi forma e dimensioni consone alla confezione e al tipo di calcestruzzo; per i calcestruzzi AR sono in generale preferibili dimensioni piccole, per limitare la probabilità di difetti.

Cemento: materiale inorganico finemente macinato, che - miscelato con acqua - forma una pasta semifluida caratterizzata nel tempo da presa ed indurimento per effetto di reazioni e processi di idratazione.

Acqua totale: è la somma dell'acqua di impasto e di quella presente negli altri componenti.

1.1.2 Cementi

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Eu-

ropeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595. È escluso l'impiego di cementi aluminosi.

Per la realizzazione di opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato (si vedano anche prescrizioni riportate negli altri paragrafi).

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Nel caso di getti massivi, dovrà essere limitato l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, impiegando cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Nel caso di 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, si deve utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

I cementi da impiegare saranno:

- Calcestruzzi in genere: cemento classe 42.5 (N o R) dove necessario cemento classe 52.5 (N o R);

Ogni onere e spesa è compreso e compensato nel prezzo di appalto.

Controllo della documentazione

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

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.

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.

1.1.3 Aggiunte

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

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

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

Per i getti di ampio volume al fine di contenere lo sviluppo di calore di idratazione, nei getti degli elementi di maggior volume (platea di fondazione) è previsto l'utilizzo di cenere volante conforme alla UNI EN 450 ovvero di loppa d'altoforno conforme alla UNI EN 15167:2005, in parziale sostituzione del cemento.

Per calcestruzzi caratterizzati dalle maggiori prestazioni meccaniche è consentito l'utilizzo di fumo di silice (detto anche micro-silice), purché conforme alla UNI EN 13263-1, o di altre aggiunte minerali (compresa la cenere volante e la loppa d'altoforno o loro miscele) purché certificate CE o qualificate dal produttore.

Per i getti in quota al fine di facilitare le operazioni di pompaggio, è possibile l'eventuale utilizzo di cenere volante "beneficiata".

Il contributo delle aggiunte minerali alla definizione del rapporto a/c potrà essere valutato utilizzando i coefficienti di attività riportati al Prospetto 3 della UNI 11104. Nel caso in cui la particolare aggiunta utilizzata non fosse contemplata in suddetta norma o nel caso si volessero utilizzare i coefficienti di attività effettivi della specifica aggiunta e della specifica combinazione aggiunta-cemento utilizzate, si potrà ricorrere al confronto con calcestruzzo equivalente senza aggiunte ai sensi del par. 5.2.5.3 e dell'Appendice E della UNI EN 206/2006.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

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

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

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante.

Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

- fumo di silice $\leq 7\%$ 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.

1.1.4 Aggregati

Gli aggregati che verranno utilizzati nel confezionamento dei calcestruzzi dovranno essere dotati di marchio CE ai sensi della norma UNI EN 12620 e nel rispetto dei limiti previsti dalla UNI 8520/2 per un aggregato di Categoria A.

In particolare, dovrà essere certificata la rispondenza a tutte le prescrizioni relative alle caratteristiche fondamentali (prospetto 1 della UNI 8520/2). Inoltre, dovrà essere certificata la corrispondenza degli aggregati da utilizzare alle seguenti caratteristiche aggiuntive (prospetto 2 della UNI 8520/2):

- potenziale reattività agli alcali
- contenuto di contaminanti leggeri
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo, ovvero, degradabilità mediante soluzione solfatica
- resistenza alla frammentazione

Particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della potenziale reattività agli alcali degli aggregati per la pericolosità degli effetti che questo fenomeno può avere sull'integrità delle strutture.

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

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente Tab. 11.2.II.

Tabella 11.2.II

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤C30/37	≤ 30 %
	≤C20/25	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi >C45/55	≤C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 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 (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche ri-

portate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 11.2.IV – *Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale*

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck \geq C50/60)

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

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

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità.

Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³.

Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

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

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;

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

Ogni onere e spesa è compreso e compensato nel prezzo di appalto.

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 possieda 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)

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= 10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ 37	≤ 30%
	≤ 25	fino al 60%
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati – da qualsiasi classe di calcestruzzi >C(45/55)	≤ 55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo d'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.

1.1.5 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo.

1.1.6 Additivi

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

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

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

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 devono 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.

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Di seguito viene elencato uno schema riassuntivo - per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione – che verrà completato in fase di progetto esecutivo:

Tab. 1.3 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

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

È previsto e consentito l'utilizzo di:

- additivi superfluidificanti o riduttori d'acqua;
- additivi espansivi;
- additivi riduttori di ritiro (SRA).

Gli additivi superfluidificanti utilizzati dovranno essere dotati di marcatura CE ai sensi della UNI EN 934-2 prospetti 1, 2, 3.1 e 3.2.

Si ritiene necessario l'utilizzo di additivi superfluidificanti di tipo acrilico-carbossilico di ultima generazione in quanto consentono, il raggiungimento di rapporti a/c più bassi a parità di dosaggio di cemento e lavorabilità o, a parità di rapporto a/c, un minor dosaggio di cemento e una migliore lavorabilità.

1.2 Acciaio per opere in c.a. e c.a.p.

1.2.1 Elementi a punzonamento nei solai

Gli elementi PSB sono costituiti da barre in acciaio tipo BSt500S con doppia testa a martello.
CERTIFICAZIONI:

- Z-15.1-202 Germania (acc. DIN 1045:1988)
- Z-15.1-231 Germania (acc. DIN 1045-1:2001)

Gli elementi tipo PSB (Peikko) con doppia testa a martello, saldati alla piastra spaziatrice vengono usati come elementi resistenti all'azione di punzonamento per solette in c.a. Vengono montati preferibilmente da sopra dopo aver posizionato l'armatura della soletta. I PSB o similari vengono forniti come elementi standard, i quali sono disponibili in magazzino o in fornitura ed elementi speciali i quali vengono prodotti su misura a richiesta. Gli elementi standard sono costituiti da 2 e 3 barre con testa a martello che possono essere combinati per formare 4-, 5-, 6 composizioni di teste a martello.

1.2.2 Acciaio per armature ordinarie

Gli acciai da impiegare devono avere le seguenti caratteristiche:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$) valore caratteristico minimo della tensione a snervamento $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$ ad aderenza migliorata
- 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;
- tralici 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 sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

E' richiesto l'impiego di acciaio di tipo saldabile.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI 5447-64.

Il prelievo dei campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407-69 salvo quanto stabilito del Decreto citato.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle UNI 556, UNI 564 ed UNI 6407-69, salvo indicazioni contrarie o complementari.

Saldabilità e composizione chimica

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

Valori max di composizione chimica secondo D.M. 14/01/2008

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

a = è permesso superare il valore massimo di carbonio 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 ²)	≥ 450
f_t (N/mm ²)	≥ 540
f_t/f_y	≥ 1,15 β
A_{gt} (%)	≤ 1,35 β
$f_y/f_{y,nom}$	≥ 7,5 β
α valore caratteristico con $p = 0,95$	≤ 1,25 β
α valore caratteristico con $p = 0,90$	

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.

Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Diametro nominale (d) mm	Diametro massimo del mandrino
$\varnothing < 12$	4d
$12 \leq \varnothing \leq 16$	5d
$16 < \varnothing \leq 25$	8 d
$25 < \varnothing \leq 40$	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 σ_{max} sarà 270 N/mm² (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm² per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

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	± 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.

Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086 e ss.).

Valori dell'indice I_r in funzione del diametro

Diametro nominale (mm)	I_r
$5 \leq \emptyset \leq 6$	≥ 0.048
$6 < \emptyset \leq 8$	≥ 0.055
$8 < \emptyset \leq 12$	≥ 0.060
$\emptyset > 12$	≥ 0.065

Prescrizioni

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario di stanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. Bisognerà rispettare i copriferri considerando anche lo studio fessurativo effettuato all'interno delle relative relazioni di calcolo, in base alla resistenza al fuoco richiesta e alla classe di esposizione di progetto.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte in opera; visti gli spazi ridotti di cantiere sarà quindi onere dell'impresa valutare attentamente la planimetria di cantiere in base alle disposizioni fornite ed eventualmente migliorarla in base alle proprie attrezzature.

Sarà necessario inoltre che l'Impresa preveda non solo per quanto riguarda le armature ma per tutti i materiali i tempi di consegna in cantiere. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

Nell'esecuzione delle gabbie in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie, incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia.

Durante il getto l'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

Per le armature metalliche dovranno essere impiegati acciai di tipo saldabile, con relativa certificazione.

Alcune armature metalliche dovranno essere saldate o morsettate per realizzare la rete equipotenziale di terra secondo le indicazioni date dalla Direzione Lavori in corso d'opera e secondo quanto previsto negli elaborati di progetto e dovranno essere predisposti tondi di acciaio Fe B 360 C di diametro non inferiore a 16 mm uscenti in corrispondenza di nodi a maglia modulare indicati dalla D.L.

Per l'ancoraggio delle travature metalliche al nucleo è necessario realizzare piastre con zanche saldate costituite da barre di armatura di grosso diametro: tutti i maggiori oneri e spese derivanti da tale attività sono compresi e compensati nel prezzo d'appalto.

1.2.3 Reti di acciaio elettrosaldate

Dovranno avere fili elementari di diametro compreso fra 5-16 mm, dovranno essere saldabili e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nel NTC 2008.

La distanza assiale tra i fili non dovrà superare i 20 cm.

La sovrapposizione minima pari a 2 maglie.

1.2.4 Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

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 11.3.2.11 e 11.3.2.12 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 intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impieghabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

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 al punto 11.3.2.10.4.

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 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Valori limite per prove acciaio:

Caratteristica	Valore Limite	Note
<i>fy minimo</i>	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
<i>fy massimo</i>	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
<i>Agt minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < ft/fy < 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.

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

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

1.2.5 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

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

1.2.6 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.

1.3 Caratteristiche del calcestruzzo

1.3.1 Classi di resistenza

Si deve fare riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

Le caratteristiche del calcestruzzo possono essere desunte, in sede di progettazione, dalle formulazioni indicate nei successivi punti. Per quanto non previsto si potrà fare utile riferimento alla Sez. 3 di UNI EN 1992-1-1.

Resistenza a compressione

Dalla resistenza cubica si passerà a quella cilindrica da utilizzare nelle verifiche mediante l'espressione:

$$f_{ck} > 0,83R_{ck}$$

Sempre in sede di previsioni progettuali, è possibile passare dal valore caratteristico al valor medio della resistenza cilindrica mediante l'espressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Resistenza a trazione

La resistenza a trazione del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini appositamente confezionati, secondo la norma UNI EN 12390-2:2002, per mezzo delle prove di seguito indicate:

- prove di trazione diretta;
- prove di trazione indiretta: (secondo UNI EN 12390-6:2002 o metodo dimostrato equivalente);
- prove di trazione per flessione: (secondo UNI EN 12390-5:2002 o metodo dimostrato equivalente).

In sede di progettazione si può assumere come resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo il valore (in N/mm²):

$$f_{ctm} = 0,30f_{ck}$$

2/3 per classi \leq C50/60

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] \text{ per classi } > \text{C50/60 (11.2.3b)}$$

I valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% sono assunti, rispettivamente, pari a 0,7 f_{ctm} , ed 1,3 f_{ctm} .

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione è assunto, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

Modulo elastico

Per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e 0,40 f_{cm} , determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976.

In sede di progettazione si può assumere il valore:

$$E_{cm} = 22.000[f_{cm}/10]^{0,3} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tale formula non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

Coefficiente di Poisson

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica

Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può essere determinato a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI EN 1770:2000. In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valor medio pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, fermo restando che tale quantità dipende significativamente dal tipo di calcestruzzo considerato (rapporto inerti/legante, tipi di inerti, ecc.) e può assumere valori anche sensibilmente diversi da quello indicato.

1.3.2 Reologia impasti e granulometria aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

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

1.3.3 Ritiro igrometrico

Dal momento che le fasi di getto, che dipendono dalla metodologia di cantiere tipica dell'Impresa, incidono anche sulla definizione degli effetti reologici, è onere, e quindi compreso e compensato nei prezzi di appalto, dell'Impresa nella definizione del costruttivo di cantiere mettere attuare tutti i possibili sistemi atti a minimizzare gli effetti negativi del ritiro.

Particolare cura dovrà essere posta da parte dell'appaltatore nella formulazione del mix design del calcestruzzo e nella scelta degli additivi.

E' comunque prescritto di ridurre al minimo possibile il rapporto acqua/ cemento e di impiegare additivi S.R.A. atti a contenere il ritiro stesso.

Le eventuali sconnessioni/giunti temporanei della struttura saranno gettati con malte anti ritiro in tempo successivo (il più tardi possibile: circa 6-12 mesi dopo i primi getti).

I getti delle pareti e dei solai dovranno comunque essere mantenuti per i primi 4 giorni costantemente bagnati.

L'appaltatore potrà anche proporre sequenze e modalità diverse di getto, nonché una posizione diversa di giunti temporanei e diversi mix design dei calcestruzzi.

In questo caso sarà cura ed onere dell'appaltatore riverificare con proprio tecnico abilitato le armature metalliche contenute nel progetto esecutivo.

In ogni caso ogni onere, responsabilità e maggior costo per le verifiche di cui sopra e per l'eventuale aggiunta di armature antiritiro sono ad esclusivo carico dell'appaltatore stesso.

Sono compresi inoltre tutti gli oneri e i costi per l'effettuazione delle separazioni temporanee delle strutture e/o riprese di getto e/o giunti siano essi realizzati mediante casseri, reti tipo "pernevometal", polistirolo, ecc. Sono compresi infine gli oneri per la pulizia, il riavvio e la regolarizzazione delle superfici ed il successivo getto con malte e/calcestruzzi antiritiro.

E' altresì compreso ogni onere per l'eventuale mantenimento in opera di puntelli provvisori di forza in conseguenza alle linee di ripresa/giunto/separazione scelte.

Pertanto per ridurre il ritiro igrometrico ossia la contrazione di volume che interessa tutti i sistemi a base cementizia, dovranno essere adottate le seguenti precauzioni:

- impiego di conglomerati con basso rapporto a/c e basso dosaggio di cemento;
- aumento del volume di inerte che avendo maggior modulo elastico contrasta il ritiro.
- utilizzo di additivi S.R.A.

1.3.4 Rapporto acqua/cemento

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

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

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

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

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add}$$

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

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

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

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m3 di impasto di cemento;

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

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

Kcv ; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

1.3.5 Calore di idratazione e gradienti termici

Nelle strutture caratterizzate da notevole volume di calcestruzzo gettato in un'unica soluzione o in getti contigui ravvicinati nel tempo si possono instaurarsi gradienti termici tra la parte interna e quella periferica che, qualora superino una variazione di temperatura di 20°C, possono indurre la formazione di fessure sulla parte corticale del manufatto per effetto della diversa dilatazione termica.

Al fine di evitare la formazione di fessure per gradienti termici, è onere dell'Impresa, già compreso e compensato nel prezzo di appalto, la definizione del mix design dei calcestruzzi, con eventuale adeguamento delle caratteristiche dei calcestruzzi previsti in appalto. L'Impresa dovrà valutare attentamente l'adozione di cementi a basso sviluppo di calore, il dosaggio eventualmente ridotto di cemento nel calcestruzzo con aggiunte minerali pozzolaniche (tipo II ai sensi della UNI EN 206) in parziale sostituzione del cemento, la definizione degli step e fasi di getto per strati e aree successive.

1.3.6 Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

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

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

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

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esem-

pio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

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

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

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

1.3.7 Acqua di bleeding

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

1.3.8 Contenuto d'aria

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

1.3.9 Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strut-

turale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

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

1.3.10 Tipi di conglomerato cementizio

In fase di progetto esecutivo, sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (tabella 3.1), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

Tab.2.1 – Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.

	(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)								
Ti- po	Cam- pi di im- pie- go	Classi esposi- zione ambien- tale	Classe resi- stenza C (X/Y)	Rap- porto a/c max	Con- tenuto mini- mo di ce- mento kg/m ³	Con- tenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D _M A _X m	Classe di consi- stenza al getto	Tipo di ce- mento - solo se ne- cessa- rio	Copri- ferro nomi- nale

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

1.4 Qualifica del conglomerato cementizio

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

1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.

2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/01/2008 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della “Valutazione preliminare della Resistenza” (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell’appaltatore o committente, prima dell’inizio della costruzione dell’opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell’opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all’art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

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

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell’impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 14/01/2008 al punto 11.2.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

UNI EN 11104 – prospetto 4 – valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/degelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45		
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	32/40	25/30	28/35	28/35	28,35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ²⁾					
Altri requisiti														Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/degelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾			

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

²⁾ Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/degelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.

³⁾ Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

1.4.1 Valutazione preliminare della resistenza

Da eseguire prima dell'inizio dei lavori a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo del Direttore dei Lavori, per identificare la composizione della miscela conforme alla Rck del progetto; l'Appaltatore rimane responsabile anche in caso in cui le prove di prequalifica siano delegate a terzi e che il materiale sia fornito da un produttore di calcestruzzo preconfezionato.

A tale proposito le NTC riservano uno specifico paragrafo (11.1.8) proprio alle prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato (altrimenti detto preconfezionato).

Gli impianti di produzione di calcestruzzo preconfezionato devono possedere un sistema di controllo e gestione della qualità di prodotto conforme alla UNI EN 9001 e certificato da un terzo organismo indipendente accreditato. Prima dell'inizio della fornitura il Direttore dei Lavori dovrà acquisire copia della certificazione del controllo di processo produttivo. Successivamente il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare che ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo preconfezionato sia accompagnato da documenti che indichino gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica e a rifiutare le eventuali forniture non conformi. Il Direzione Lavori dovrà comunque poi eseguire le prove di accettazione.

1.4.2 Prove sugli aggregati

Analisi granulometrica - UNI 933-1

Determinazione delle percentuali in massa del materiale passante ad una determinata serie di vagli. Tali valori sono di fondamentale importanza al fine di poter convenientemente assorbire le diverse pezzature di aggregato a e disposizione per la formazione del misto granulometrico (mix-design). Generalmente è raccomandabile che il metodo di accertamento comprenda un prelavaggio del materiale in esame. Il campione da analizzare quantitativamente varierà a seconda della dimensione massima dell'aggregato in esame; indicativamente può fissarsi da un minimo di 200 g per una sabbia con D massimo pari a 2 mm ad un massimo di 5 kg per un pietrisco con D massimo pari a 25 mm. Nel caso in cui si abbia a disposizione un maggior quantitativo di materiale è opportuno ridurlo mediante quartatura; tale

operazione è indispensabile nel caso di prelievo da mucchi, volendo ottenere un campione ampiamente rappresentativo.

Valutazione dei fini - UNI EN 933-8

Determinazione, mediante lavaggio, del valore di equivalenza in sabbia della classe granulometrica 0-2 mm negli aggregati fini. Tali materiali sono comunque ritenuti dannosi nei confronti dell'indurimento del calcestruzzo e quindi non devono superare determinati valori limite.

Determinazione del modulo di finezza - UNI EN 933-1

Il modulo di finezza è un parametro che permette di misurare semplicemente la granulometria di un aggregato e quindi è estremamente utile per la verifica della costanza delle caratteristiche di un aggregato impiegato nel corso di un'opera (controlli di uniformità). Inoltre può servire per il confronto di due diversi aggregati di tipo apparentemente simile ovvero per assortire convenientemente fra loro diverse pezzature. Si ottiene in seguito all'analisi granulometrica eseguita mediante i vagli della serie UNI prossimi a quelli della serie Tyler da cui deriva il concetto di modulo di finezza, determinandone le percentuali in massa dei trattenuti.

Determinazione del coefficiente di forma e appiattimento - UNI EN 933-3

Il coefficiente di forma è un parametro che definisce lo scostamento dell'effettivo volume dell'elemento litoide da quello di una sfera ideale di diametro pari alla dimensione maggiore dell'elemento in esame. Quindi tale parametro non dovrà essere inferiore ad un certo valore (0,15) e comunque non potrà mai, ovviamente essere pari a 1. La determinazione del coefficiente di forma, comunque, rappresenta solo un momento dell'intero controllo di qualificazione degli aggregati. La misura del coefficiente di forma si esegue su almeno 15 elementi litoidi di pezzatura maggiore di 6 mm.

Contenuto di grumi di argilla e particelle friabili e del contenuto di particelle leggere e frustoli vegetali - UNI 8520-8 e UNI EN 1744-1

Individuazione e determinazione delle percentuali in massa dei grumi di argilla, di particelle friabili e leggere e di frustoli vegetali (carbon fossile, lignite e torba), presenti negli aggregati fini e/o grossi. La presenza di tali sostanze, in certe proporzioni, negli aggregati impiegati per la confezione del calcestruzzo, causa effetti nocivi, con particolare riguardo nei confronti dell'indurimento del conglomerato.

Resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - UNI 7087

Valutazione della degradazione di un calcestruzzo indurito sottoposto a cicli alternati di gelo in aria e disgelo in acqua. La misura della resistenza alla degradazione viene effettuata indirettamente tramite la determinazione delle variazioni del modulo elastico, della lunghezza e della massa dei provini di calcestruzzo, durante il corso della prova, che comprende l'effettuazione di 300 cicli di gelo e disgelo. È comunque previsto l'arresto della prova prima di tale termine, nel caso in cui si verifici, sul conglomerato in esame, una riduzione del 60% del modulo elastico dinamico ed una perdita della massa superiore al 3%. Il numero minimo di provini necessari per l'effettuazione delle misure di controllo è pari a 3; tuttavia è necessario disporre di almeno altri 2 provini da riservare come campioni di confronto che non subiscano il trattamento di gelo e disgelo e per il rilevamento termometrico.

A causa del notevole numero di cicli previsti per l'effettuazione della prova, la sua durata risulta piuttosto lunga, dell'ordine di vari mesi. Un metodo più rapido per la determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo, è descritto nella norma statunitense ASTM C 666.

Contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco - UNI EN 12350-7

Valutazione per pressione del volume d'aria inclusa in un campione di calcestruzzo fresco. Il conglomerato dovrà riempire un apposito recipiente, la cui capacità, ovviamente varierà a seconda della dimensione massima degli inerti impiegati per la confezione del calcestruzzo. La prova consiste, essenzialmente nella misura della riduzione del prefissato volume, a causa dell'incremento di pressione applicata al contenitore.

Composizione del calcestruzzo fresco - UNI 6393

Determinazione in cantiere del dosaggio dell'acqua d'impasto, del cemento, della quantità e della granulometria dell'aggregato. Il prelievo del campione di calcestruzzo fresco da esaminare deve essere eseguito non oltre 30 minuti dall'impasto con acqua. La dispersione dei vari elementi che compongono il conglomerato si ottiene mediante sbattimento del campione di calcestruzzo fresco prelevato, miscelato con una opportuna quantità di alcol denaturato. In particolare, per la determinazione del contenuto di cemento, si considera che esso sia tutto passante allo staccio 0.18 UNI 2332 e quindi occorre disporre degli inerti impiegati per la confezione del calcestruzzo, per poter effettuare una loro analisi granulometrica. Infatti tale operazione consente la valutazione della percentuale di materia passante al suddetto vaglio attribuibile al solo aggregato, necessaria per la correzione del passante allo staccio 0.18, globalmente determinato sul residuo secco del campione di calcestruzzo in esame. Il limite del metodo è insito nella necessità di dover disporre dei campioni delle varie classi granulometriche di aggregato impiegate per la confezione del calcestruzzo, situazione, quest'ultima, difficilmente attuabile, in particolare nel caso in cui si tratti di calcestruzzo preconfezionato e si operi al di fuori dell'impianto di betonaggio.

Massa volumica apparente - UNI EN 1097-3

Determinazione del rapporto tra la massa del campione contenuto in un dato recipiente ed il volume di esso. Quindi tale grandezza espressa in Kg/m³, rappresenta il valore della massa dell'aggregato al lordo dei vuoti esistenti tra i granuli e della loro porosità, da ciò deriva appunto il termine "peso in mucchio". Particolare attenzione va riposta nelle operazioni di riempimento del recipiente, che devono avvenire con un'altezza di caduta dell'aggregato, non superiore a 0.5 cm dal bordo del contenitore, per evitare fenomeni di compattazione.

Massa volumica reale media - UNI EN 1097-6

Valutazione del rapporto tra la massa del materiale ed il suo volume, al netto delle porosità di ogni tipo contenute nell'aggregato fine e/o grosso. Per rendere possibile tale determinazione è necessario in primo luogo, operare una macinazione del campione in esame fino a ridurlo a dimensione minore di 90 micron; in seguito il campione viene ulteriormente raffinato fino a passare completamente attraverso lo staccio 0.09 UNI 2332. Il valore della massa volumica reale media nel caso di aggregati fini (sabbia) viene espresso in g/cm³ mentre per quelli grossi (D_{max} > 4 mm) viene espresso in Kg/m³.

Massa volumica media del granulo, massa volumica media del granulo saturo a superficie asciutta ed assorbimento d'umidità superficiale - UNI EN 1097-6

Essendo l'aggregato fine e/o grosso un materiale costituito da granuli contenente pori permeabili ed impermeabili (porosità "aperte" e "chiuse"), oltre alla massa volumica reale media, precedentemente descritta, si devono distinguere altre due masse volumiche, di cui una, definita, tout court, del granulo, valuta il rapporto tra la massa del materiale ed il suo volume al lordo della porosità impermeabile, mentre la seconda - del granulo saturo a superficie asciutta - esprime il medesimo rapporto, però riferito alla massa del materiale con i pori permeabili saturi di umidità. In particolare quest'ultima grandezza è generalmente nota con il termine inglese con cui viene definita nella normativa statunitense (ASTM) sull'argomento: "bulk specific gravity S.S.D.", ove S.S.D. sta per saturated surface dry basis. Il valore dell'assorbimento di umidità superficiale fornisce una precisa indicazione circa la quantità d'acqua che viene trattenuta dall'aggregato, a causa della sua porosità, anche dopo il suo essiccamento all'aria. Le determinazioni delle diverse masse volumiche del granulo, nel caso della sabbia vengono effettuate mediante picnometro, mentre per gli aggregati grossi si può impiegare, alternativamente, il metodo della pesata idrostatica od il metodo del cilindro. Le masse volumiche medie del granulo, sia degli aggregati grossi che fini, vanno espresse in Kg/m³, l'assorbimento d'umidità superficiale è espresso invece come valore percentuale. Inoltre è il caso di sottolineare che il valore della massa volumica media dell'aggregato è il dato da impiegare per il calcolo del volume occupato dall'inerte nel calcestruzzo e che il valore dell'assorbimento esprime la quantità di acqua che non partecipa ai fenomeni di indurimento del conglomerato (acqua non efficace) e che quindi non va considerata nel computo del rapporto acqua/cemento (A/C), parametro, quest'ultimo, di prevalente influenza per il raggiungimento di determinate resistenze meccaniche. In ultima analisi, la conoscenza di tali grandezze riveste

particolare importanza ai fini della corretta formulazione della ricetta d'impasto di un conglomerato cementizio o di una sua verifica.

Perdita di massa degli aggregati grossi (Los Angeles) - UNI EN 1097-2, UNI EN 933-1 e UNI EN 1097-6

Determinazione della perdita di massa degli aggregati da impiegarsi nella confezione di calcestruzzi sottoposti ad azione di rotolamento ed urto nell'apparecchiatura "Los Angeles". Quindi tale grandezza, oltre a qualificare la resistenza all'usura ed all'abrasione fornisce valide indicazioni circa la compattezza, toutcourt, dell'aggregato ed in particolare sulla sua capacità a conservare la propria forma e dimensioni dei granuli in seguito all'azione meccanica di sbattimento in betoniera. Il procedimento varia a seconda che si considerino aggregati con diametro maggiore di 16 mm oppure con diametro massimo minore di 31.5 mm. In entrambi i casi è prevista una separazione del campione originario, mediante vagliatura, in classi granulometriche, mentre, per quanto riguarda la carica abrasiva, nel primo caso ($D > 16$ mm), essa è costituita, per ogni classe granulometrica selezionata, da 12 sfere d'acciaio, aventi una massa complessivamente pari a 5 Kg, nel secondo ($D_{max} < 31.5$), la carica abrasiva varia a seconda della classe granulometrica, come riportato di seguito:

Classe granulometrica del campione	Numero di sfere	Massa della carica abrasiva
mm		Kg
da 2 fino a 4	6	2.500 ± 0.015
oltre 4 fino a 8	8	3.330 ± 0.020
oltre 8 fino a 16	11	4.584 ± 0.025
oltre 16 fino a 31.5	12	5.000 ± 0.025

Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note - UNI 8520-21

Valutazione preliminare di un aggregato di qualità non nota rispetto ad un altro aggregato di qualità nota, mediante il confronto delle caratteristiche prestazionali dei calcestruzzi, confezionati con la medesima procedura, con i rispettivi aggregati. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei calcestruzzi da determinare sono la consistenza, la resistenza, ed il modulo elastico secante a compressione a 7 e 28 giorni di stagionatura. Si deve aver cura di scegliere come riferimento un aggregato della medesima natura di quello in esame e di comporre, mediante vagliatura, entrambi gli aggregati in curve granulometriche identiche, confezionando un impasto di prova con la quantità di acqua di impasto pari a quella dell'impasto di riferimento. Nel caso in cui la consistenza di tale impasto si discosti di oltre 3 cm da quella dell'impasto di riferimento, si procede ad una seconda confezione dell'impasto di prova, variando opportunamente l'acqua, in modo da raggiungere la consistenza di riferimento. In tal caso saranno determinati, oltre ai rapporti tra le resistenze ed i moduli elastici secanti a compressione a parità di acqua d'impasto, anche i medesimi rapporti a parità di consistenza.

Classificazione degli aggregati leggeri - UNI 7549 - Parti 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e UNI 11013

Determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche degli aggregati leggeri, cioè di quei materiali, naturali, od artificiali, che presentano, a causa della loro struttura porosa, una massa volumica di gran lunga inferiore rispetto agli aggregati ordinari. Nel dettaglio, gli aggregati leggeri, per essere considerati tali devono avere caratterizzati da una massa volumica del materiale inferiore a 1000 Kg/mc. Tali valutazioni comprendono, oltre all'analisi granulometrica ed alla determinazione della massa volumica media del granulo e del peso in mucchio del materiale, le determinazioni del coefficiente d'imbibizione, della resistenza dei granuli allo schiacciamento, del potere macchiante, della perdita al fuoco, della resistenza al gelo e della stabilità del trattamento a vapore. Infine le caratteristiche degli aggregati leggeri possono essere globalmente valutate mediante prove su di un calcestruzzo convenzionale costituito da una matrice di malta cementizia normalizzata.

1.4.3 Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori (o un suo tecnico di fiducia) si riserva la facoltà di procedere al prelievo dei campioni indicando in apposito verbale la data del prelievo, la posizione e le date di getto delle strutture interessate da ciascun prelievo, le sigle identificative dei provini e le rispettive resistenza caratteristiche di progetto. I prelievi effettuati verranno trasmessi a cura e spesa dell'Impresa con relativa domanda di prove (sottoscritta da Direttore dei Lavori pena la non validità del certificato) presso un Laboratorio Ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti secondo art. 59 DPR n° 380/2001 (punto 11.1.5.3), facendo esplicito riferimento ai dati riportati nel verbale di prelievo che poi dovranno comparire anche nel certificato di prova.

Le prove di resistenza meccanica dovranno essere effettuate secondo le norme UNI EN 121390-1 e UNI EN 12390-2 per la stagionatura dei provini e secondo la UNI EN 12390-3 e 4 per la determinazione della resistenza meccanica, adottando i controlli di tipo A (punto 11.1.5.1) o B1 (punto 11.1.5.2) per il calcolo della resistenza caratteristica. Nel caso di produzione di elementi prefabbricati la figura del Direttore Lavori è sostituita in questa fase dal Direttore tecnico di Stabilimento.

In caso di esito negativo dei controlli di accettazione il Direttore dei Lavori deve procedere con una verifica della struttura in opera come descritto al paragr. 11.1.6 delle NTC relativo ai controlli sul calcestruzzo messo in opera.

Prove complementari (paragr. 11.1.7 NTC) possono essere richieste dal Direttore dei Lavori eventuale completamento delle prove di accettazione per stimare la resistenza in particolari fasi della costruzione (diverse dai 28gg) o in particolari condizioni di utilizzo (temperature molto diverse da 20°C).

Nel caso di elementi prefabbricati in serie (controllata o qualificata) le figure del Progettista e del Direttore Lavori sono sostituite fino alla fase di consegna a piè d'opera dal Progettista e dal Direttore tecnico di produzione secondo le responsabilità e attività descritte in dettaglio ai paragrafi 5.1.10.4 e 11.7. E' poi responsabilità del Direttore Lavori dell'opera verificare la

conformità di tutti i documenti che il prefabbricatore deve obbligatoriamente consegnare: attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale, certificazione d'origine del prodotto, estratto del registro di produzione, certificati di prova del laboratorio ufficiale, istruzioni per il trasporto e montaggio, elaborati firmati con istruzioni per il corretto impiego e manutenzione dei manufatti (paragr. 11.7.5 NTC).

1.5 Prescrizioni operative

1.5.1 Qualità dei calcestruzzi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della predetta Legge (NTC 2008).

L'Impresa è tenuta a qualificare i materiali e gli impasti di calcestruzzo in tempo utile prima dell'inizio di ciascuna opera d'arte, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a. I campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b. Lo studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- c. Il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, la composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il valore previsto della consistenza e la lavorabilità misurata con il cono di Abrams e la conformità alla tabella (1) verificata con i dati di progetto per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- d. Le caratteristiche dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e. I risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di calcestruzzo, da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f. La valutazione della curabilità del calcestruzzo, fatta secondo quanto precisato successivamente;
- g. I progetti delle opere provvisori.

La D.L. autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di calcestruzzo e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella (2).

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti 1), 2), 3) e 4).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla D.L., tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti e quelle definite in sede di qualifica.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di modificare prima di ogni getto la classe di lavorabilità dei calcestruzzi, che sarà di grado S3 o S4 senza che ciò possa dare origine a pretese economiche di alcun genere da parte dell'Appaltatore.

1.5.2 Resistenza e durevolezza dei calcestruzzi

I calcestruzzi, se approvvigionati da impianto esterno di confezionamento, dovranno essere forniti a resistenza garantita a "piano cassero". Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 1086 del 5.11.1971 (NTC 2008)

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto controllo della D.L. secondo le norme 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'Impresa i locali ritenuti idonei dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

Potranno anche essere eseguite, se richieste dalla Direzione Lavori, prove di resistenza alla scagliatura delle superficie di calcestruzzo al gelo in presenza di Sali disgelati.

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR-UNI 10020-71.

Per i controlli sulle barre di armature si richiama quanto riportato nelle Norme.

Il controllo in cantiere sarà obbligatorio anche per gli acciai controllati in stabilimento.

1.6 Posa in opera del calcestruzzo, modalità e criteri di esecuzione

La posa in opera dovrà essere eseguita con ogni cura e regola d'arte dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

A tal fine dovrà essere compilato e tenuto aggiornato dall'impresa un apposito registro dei getti che sarà vistato e controllato periodicamente dalla D.L.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superficie esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchine o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente dopo il disarmo con malta neoplastica premiscelata ad alta resistenza (di tipo approvato dalla D.L.); ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile,

di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nel prezzo forfetario offerto. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza di acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La messa in opera del conglomerato sarà effettuata solo dopo approvazione della Direzione Lavori e alla presenza di un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice.

L'Impresa dovrà provvedere alla definizione del calendario dei getti, comunicando la data di getto alla Direzione Lavori con anticipo di almeno una settimana.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, l'Impresa dovrà 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 di sotto 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.

Il getto dovrà comunque avvenire dal basso verso l'alto al fine di evitare la formazione di sacche d'aria.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii 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.

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.

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

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

La Direzione Lavori si riserva di effettuare verifiche della corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

Ogni onere e spesa sono compresi e compensati nel prezzo di appalto.

1.6.1 Confezione

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli inerti.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3% quella del cemento con precisione del 2%.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163/79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, grado S3-S4, uniformemente coesivo (tale da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei

singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo, bensì mediante l'impiego di additivi aeranti, plastificanti o fluidificanti del tipo approvato dalla D.L.

L'uso di tali additivi è compreso nel prezzo forfetario offerto.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0 C° salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi essendo anche questi oneri compresi nel prezzo forfetario offerto.

1.6.2 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 $H > 600\text{ cm}$ $S = \pm H/1200$
- 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.

1.6.3 Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca di uscita della pompa.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al seguente paragrafo.

E' facoltà della D.L. di rifiutare cariche di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

1.6.4 Messa in opera del calcestruzzo normale

Si devono adottare modalità di messa in opera del calcestruzzo che impediscano la segregazione e che consentano il riempimento della cassaforma per strati d'altezza uniforme, gettando senza interruzione dal livello di riferimento inferiore al livello di riferimento superiore d'ogni strato.

Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore costante, misurato dopo la vibrazione, in ogni caso non maggiore di 50 cm.

La velocità di riempimento della cassaforma per pareti dovrà essere costante e superiore a 2 m.di altezza/ora.

Lo scarico del calcestruzzo dal sistema di distribuzione nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitarne la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita del tubo della pompa distribuzione cls come pure della benna di scarico e/o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà essere mai maggiore di 50 cm.

Le interruzioni di getto dovranno essere eseguite in conformità alle indicazioni riportate nel progetto strutturale esecutivo; altre posizioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori ad immersione in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso.

Tutti i getti dovranno essere vibrati.

Le disposizioni e le metodologie di vibrazione dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori sempre restando la responsabilità dell'Appaltatore per la vibrazione e per tutte le operazioni relative al getto.

Il getto dovrà essere eseguito senza interruzioni in modo da evitare ogni ripresa.

Devono essere rispettati i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo della costipazione con vibrazione.

La geometria delle casseforme dovrà essere conforme ai particolari costruttivi del progetto ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani d'appoggio delle casseforme verticali di contenimento.

Prima del getto, tutti i paramenti delle casseforme di contenimento del calcestruzzo dovranno essere puliti e trattati con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali, di spessore, misurato dopo la vibrazione comunque, non maggiore di 50 cm.

E' vietato scaricare il conglomerato in cumuli e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno d'istruzioni diversamente impartite, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratorini ad immersione determinato prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratorini e alle dimensioni del getto stesso.

Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratorini ad immersione.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta cementizia, in modo che le superfici esterne si presentino lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Le attrezzature per la costipazione del calcestruzzo non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipazione non siano rallentate o risultino insufficienti.

1.6.5 Durabilità

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine in fase di progetto la prescrizione, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, deve fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro e le regole di maturazione.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi, ad esempio si può tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo. A tal fine può essere determinato il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mm.

Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-8:2002.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

1.6.6 Casseforme

Le casseforme saranno sostanzialmente per getti correnti;

Di seguito si riportano indicazioni tipiche per le casseforme destinate ai getti correnti;

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.

Per le cassature ordinarie ed autorampanti, l'Appaltatore porterà alla preventiva approvazione della Direzione Lavori gli elaborati costruttivi dei casseri, nonché 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 adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Per l'esecuzione dei getti di calcestruzzo armato si costruiranno casseri con l'esatta forma e dimensioni previste dai disegni di progetto, atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del calcestruzzo.

Per la realizzazione delle strutture in calcestruzzo armato a faccia a vista verranno scelte le tipologie di cassero industriale indicate nei disegni di progetto, al fine di avere dopo il disarmo una superficie in vista piana ed unita, senza sbavature.

Dopo il disarmo, sulle superficie da lasciare a faccia vista sarà curata l'asportazione di tutte le sbavature e l'esecuzione delle stuccature eventuali secondo le modalità confacenti al caso.

Tutte le parti di strutture che presenteranno nidi d'ape, fuori sagoma o fuori piombo o altri difetti od imperfezioni, ritenuti non accettabili dalla Direzione Lavori, dovranno essere demolite o in alternativa corrette mediante opere integrative che saranno ordinate dalla D.L., senza che ciò possa costituire motivo per l'appaltatore di richiesta di maggiori compensi o maggiori tempi.

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.

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.

Le casseforme dovranno essere pulite e prive d'elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della finitura superficiale del calcestruzzo indurito.

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.

L'eventuale uso di qualsiasi prodotto per agevolare il disarmo dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori. L'impiego di disarmanti è subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non danneggia il calcestruzzo o non ne alteri il colore. Qualora fossero impiegati per le casseforme rivestimenti impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà far uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una medesima struttura si dovrà utilizzare lo stesso prodotto disarmante.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione (prima dei getti con verifica preventiva della D.L.) quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta, in tempo utile, dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, inserti di qualsiasi tipo, ancoraggi per strutture metalliche saldati e non, impianti e altri inserti, nelle platee, travi, solette, solai, nervature, pilastri, fondazioni, muri parapetti, cordoli, ecc. Inoltre l'Impresa dovrà eseguire, anche se non specificamente indicata nei disegni di progetto, ogni predisposizione nonché la fornitura e posa dei materiali e manufatti necessari per la realizzazione di elementi quali giunti, appoggi scorrevoli, appoggi in neoprene, passi d'uomo, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, mensole, parti o tubazioni di impianti di qualsiasi natura, ecc., nessuno escluso.

L'onere relativo è compreso e compensato nel prezzo a corpo offerto e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, giunti o qualsiasi altro manufatto, sia per le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Stagionatura e 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).

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.

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei calcestruzzi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superficie dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere, considerando soprattutto che si avranno sovrapposizioni cantieristiche e temporali e quindi ad esempio il montaggio delle carpenterie metalliche ecc.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le previste resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle NTC 2008.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

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.

1.6.7 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.

1.7 Controlli in corso d'opera

La D.L. ed il collaudatore fisseranno le modalità di prova di carico ed il numero delle stesse e gli esiti delle prove stesse saranno verbalizzati e depositati presso il competente Sportello Unico del comune in cui è realizzata l'opera in allegato alla Relazione finale della Direzione Lavori.

Tutti gli oneri saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

Fermo restando quanto stabilito precedentemente, e dal D.M. 14.01.2008, riguardo alla Resistenza dei calcestruzzi", la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di calcestruzzo, da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione, potrà essere controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla norma UNI 7163/79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm, si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre, lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm. La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato in cantiere secondo UNI 6393.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul calcestruzzo indurito, la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante sclerometro, prelievo di carote e/o altri sistemi non distruttivi, quali ultrasuoni, misure di resistività, ecc.

Per quanto riguarda i controlli sulle armature di acciaio si rimanda alle prescrizioni di cui NTC 2008.

L'Impresa dovrà prendere tutte le misure necessarie per garantire l'uniformità delle qualità dei materiali e delle lavorazioni. I controlli sul conglomerato sono a cura e spese della Impresa e devono essere effettuati conformemente a quanto disposto dalle norme vigenti, nonché secondo le indicazioni che potranno essere impartite dal Direttore dei Lavori.

I campioni per l'esecuzione delle prove saranno presi in considerazione solo se prelevati in contraddittorio.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

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

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a “bocca di betoniera” (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

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

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

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

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

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

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

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

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

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino

- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz

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

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

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

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

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

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

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo
- numero di provini effettuati
- codice del prelievo
- metodo di compattazione adottato
- numero del documento di trasporto
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...)

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;

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

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

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in ac-

qua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

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

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

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

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

1.7.1 Controlli supplementari della resistenza a compressione

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

Carotaggi

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1$ o $= 2$ e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 12504-1:2002. Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive)
- evitare le parti sommitali dei getti

- evitare i nodi strutturali
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C

Metodi non distruttivi

Sono da prevedersi anche prove di tipo non distruttivo, ultrasoniche e/o termografie, nella misura e secondo le indicazioni che verranno impartite dalla DL durante l'esecuzione dei lavori.

PROVA	Costo	Rapidità	Danno str.	Rappresentatività	Affidabilità
Carotaggio	alto	bassa	Moderato	Moderata	buona
Sonde Windsor	medio	alta	Minimo	Superficiale	scarsa
Ultrasuoni	basso	alta	Nullo	Buona	moderata
Sclerometro	minimo	alta	Nullo	Superficiale	scarsa

Caratteristiche di alcuni metodi di prova per la determinazione della resistenza del calcestruzzo.

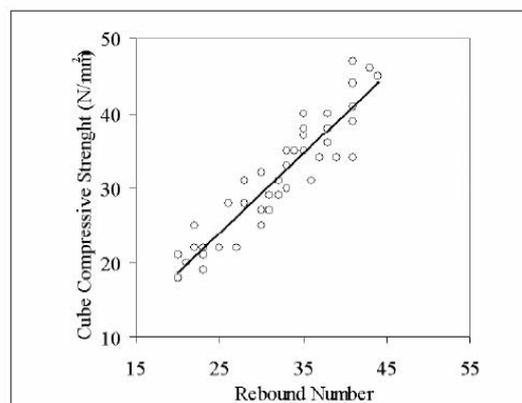
I metodi di prova non distruttivi più diffusi per la stima delle proprietà meccaniche del calcestruzzo sono il metodo sclerometrico, il metodo ultrasonico ed il metodo combinato Sonreb. Tali metodi sono supportati da una vasta e consolidata letteratura ed hanno trovato in molti paesi un riconoscimento ed inquadramento normativo.

Prove sclerometriche

L'utilizzo dello sclerometro è regolamentato dalla norma UNI 9189.

Lo sclerometro è costituito da una massa battente d'acciaio, azionata da una molla, che contrasta un'asta di percussione a contatto della superficie di prova.

Il metodo consiste nel misurare l'altezza di rimbalzo della massa, dopo che questa è stata proiettata, con una data energia, contro la superficie da saggiare; mediante delle curve, in dotazione allo strumento o diversamente ottenute, l'indice sclerometrico, proporzionale all'altezza di rimbalzo, è correlato alla resistenza a compressione del calcestruzzo.



La norma UNI 9189 precisa che lo sclerometro può essere utilizzato per valutare la omogeneità del calcestruzzo in situ, per delimitare zone di calcestruzzo degradato o di scarsa e per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà del calcestruzzo, ma non può sostituire i metodi distruttivi nella determinazione della resistenza; tale determinazione può essere effettuata solo in presenza di una curva sperimentale di taratura.

Il risultato è legato alle condizioni del punto nel quale la prova viene eseguita, per cui la norma UNI prescrive che vengano effettuate almeno 9 misure, non sovrapposte, per ogni punto da esaminare, e che l'indice di rimbalzo venga individuato come media dei nove indici misurati.

Prove ultrasoniche

La prova consiste nel misurare il tempo impiegato da onde soniche di adeguata frequenza (40-120 KHz) ad attraversare un mezzo compreso tra due trasduttori collocati ad una data distanza, ricavandone la velocità di propagazione. Le letture possono essere effettuate in diversi modi legati alla posizione relativa dei due trasduttori ma il modo più corretto per effettuare le letture, e quindi da utilizzare sempre laddove possibile, è quello per trasparenza, cioè con i due trasduttori disposti in contrapposizione su due superfici tra loro parallele.

Dalla teoria la velocità di propagazione di onde longitudinali alle caratteristiche elastiche di un mezzo infinito, omogeneo, isotropo ed elastico risulta legata al modulo elastico del mezzo:

$$V = \sqrt{\frac{E_d(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

in cui E è il modulo elastico dinamico in MPa, ν è il modulo di Poisson dinamico e ρ è la densità di massa in kg/m³, e V si ottiene in km/s.

La velocità ultrasonica è, quindi, direttamente proporzionale alla radice quadrata del modulo elastico dinamico:

$$E_d = \rho V^2 \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

D'altra parte il calcestruzzo non è ovviamente un mezzo omogeneo, isotropo ed elastico, cosicché le relazioni che legano la velocità di propagazione alle caratteristiche meccaniche del mezzo devono tener conto delle sue reali proprietà fisico-chimiche.

I fattori che maggiormente influenzano le misurazioni sono:

- tipo di cemento: non è molto significativo se non per calcestruzzi “giovani”, in generale può essere trascurato
- dimensioni degli inerti: la maggior presenza di inerti grandi, nella composizione granulometrica del calcestruzzo, fa aumentare la velocità anche se la resistenza resta costante
- rapporto acqua/cemento e dosaggio cemento: riducendo il rapporto A/C la velocità resterà pressoché costante mentre la resistenza potrà aumentare anche considerevolmente
- età del conglomerato: la velocità, al contrario della resistenza, è inversamente proporzionale all'età di stagionatura, e ciò sembra vada addebitato alle microfessurazioni che si verificano (riduzione di velocità), mentre le reazioni di indurimento continuano nel tempo (aumento di resistenza)

- contenuto di umidità: all'aumentare del contenuto di umidità si registra un aumento della velocità fino al 5% ed una diminuzione del carico di rottura
- stato di sollecitazione: la velocità ultrasonica non è influenzata dallo stato di sollecitazione, in cui si trova l'elemento in prova, fino a sforzi nel materiale pari a circa il 50% del carico di rottura; per livelli di sforzo più elevati si osserva una riduzione della velocità causata dalla formazione di microfessure
- presenza di armature: le armature dovrebbero essere possibilmente evitate a causa dell'errore introdotto dal fatto che la velocità di trasmissione nell'acciaio è circa del 40% superiore alla velocità di trasmissione nel calcestruzzo; in un elemento in c.a. fortemente armato si può rilevare, quindi, una velocità ben maggiore di quella effettiva, specialmente se le barre sono disposte parallelamente alla direzione di propagazione degli impulsi

Il metodo ultrasonico si rivela invece molto affidabile nel valutare la omogeneità del conglomerato e rilevarne lo stato fessurativo.

Metodo Sonreb

Per ridurre gli errori commessi con le due metodologie sopra descritte è stato sviluppato il metodo combinato SONREB (SONic + REBound = ultrasuoni+sclerometro).

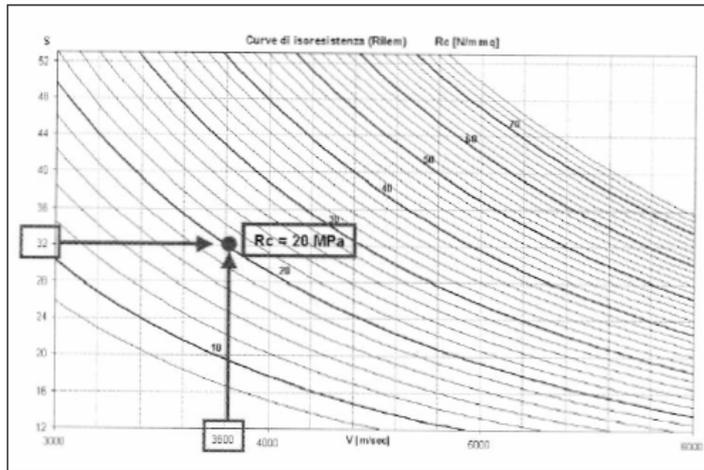
Si è infatti notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce. L'uso combinato delle due prove consente quindi di compensare in parte gli errori commessi usando singolarmente le due metodologie.

L'applicazione del metodo Sonreb richiede la valutazione dei valori locali della velocità ultrasonica V e dell'indice di rimbalzo S , a partire dai quali è possibile ottenere la resistenza del calcestruzzo R_c mediante espressioni del tipo:

$$R_c = a V^b S^c$$

in cui R_c è la resistenza cubica a compressione in [N/mm²], S è l'indice sclerometrico e V è la velocità ultrasonica in [m/s].

La stima della resistenza R_c può essere effettuata anche utilizzando dei grafici contenenti una serie di curve di iso-resistenza nel piano V-S ottenute dalle espressioni surriportate. L'applicazione richiede la valutazione dei valori locali della velocità ultrasonica e dell'indice di rimbalzo con i quali entrare nel grafico suddetto.



Curve di isoresistenza

Per quanto detto nei paragrafi precedenti sulla dipendenza dei valori di S e V dalle caratteristiche dello specifico calcestruzzo, appare evidente che le suddette espressioni non possono avere validità generale.

1.7.2 Prove di carico

L'Appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore.

Allo scopo a suo carico e spese l'Appaltatore dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente ed è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

La D.L. e/o il Collaudatore fisseranno le modalità di prova di carico e gli esiti della prova stessa saranno verbalizzati e depositati presso il competente Genio Civile in allegato alla Relazione finale della Direzione Lavori.

Tutti gli oneri saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

1.8 Calcestruzzi di progetto

Con riferimento ai capitoli precedenti si riportano le caratteristiche prestazionali di progetto che costituiscono quindi le prestazioni minime che i calcestruzzi devono possedere.

Pertanto è onere dell'Impresa provvedere al raggiungimento di tali prestazioni, modificando ed integrando il mix design dei calcestruzzi, come da capi precedenti.

MATERIALI						
CALCESTRUZZO (UNI EN 206-1)	Classe di resistenza Rck (N/mm ²)	A/C _{max}	Dimensione max nominale aggregati (mm)	Classe di esposizione ambientale	Classe di consistenza	Tipologia strutturale
GETTI IN OPERA:						
Sottofondazioni	≥ 15	-	-	-	-	Non Armato
Pali, travi, platee, plinti e muri contro terra	≥30	0.60	26	XC2	S4	Armato
Pareti e Pilastrini - tettoie carpenteria metallica	≥40	0.50	26	XC4+XF3	S4	Armato
Pilastrini, travi e solai - edificio uffici	≥30	0.60	26	XC1	S4	Armato
Pavimentazioni	≥30	0.50	26	XF3	S4	Armato
Strutture Prefabbricate	≥55	0.45	-	XC4+XF3	-	c.a/c.a.p.
ACCIAIO PER OPERE IN C.A.		Acciaio B450 C				
Armatura ordinaria in acciaio ad aderenza migliorata						

Tabella riepilogativa caratteristiche dei calcestruzzi

1.8.1 Calcestruzzo magro per sottofondazioni

Calcestruzzo per uso non strutturale prodotto con un processo industrializzato. Le caratteristiche del calcestruzzo devono rispettare quanto indicato dalla normativa vigente (D.M. 14.01.2008, EN206, Eurocodice 2 e Uni EN 11104) Classe di consistenza al getto **S3**, D_{max} aggregati 20 mm, CI 0,4; Classe di resistenza a compressione minima **C12/15**.

1.8.2 Calcestruzzo pali di fondazioni, travi, platee, plinti di fondazioni e muri contro terra

Il calcestruzzo impiegato dovrà avere le seguenti prescrizioni minime:

- Tipologia di calcestruzzo: calcestruzzo a resistenza meccanica a prestazione certificata per strutture di fondazione (plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee) e muri interrati
- Classe di resistenza a compressione minima C32/40 a prestazione certificata a 28 gg.
- Classe di consistenza S4
- Normativa di riferimento: UNI EN 206-1 e UNI 11104
- Classe di esposizione ambientale XS1 (UNI 11104)
- Contenuto in CI = 0,4
- Cemento di classe Cem II/A-LL 42.5R (min. 300 kg/m³)

- $a/c \leq 0,60$
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico
- Aggregati: non gelivi F2 o MS25 in aeree a clima rigido
- Dmax aggregati 30 mm
- Prove specifiche: prove di pompaggio per verifica della lavorabilità e classe di consistenza
- Note specifiche: il mix design sarà sottoposto all'approvazione preventiva della Direzione Lavori e dovrà tenere conto anche del tempo di trasporto e quindi della distanza della centrale di betonaggio, della temperatura ambientale, ecc... al fine di ottenere in cantiere nel punto di posa e alla quota del getto

1.8.3 Calcestruzzo pareti e pilastri di sostegno alle tettoie in carpenteria metallica

Il calcestruzzo impiegato dovrà avere le seguenti prescrizioni minime:

- Tipologia di calcestruzzo: calcestruzzo a resistenza meccanica a prestazione certificata per strutture di fondazione (plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee) e muri interrati
- Classe di resistenza a compressione minima C32/40 a prestazione certificata a 28 gg.
- Classe di consistenza S4
- Normativa di riferimento: UNI EN 206-1 e UNI 11104
- Classe di esposizione ambientale XS1 (UNI 11104)
- Contenuto in CI = 0,4
- Cemento di classe Cem II/A-LL 42.5R (min. 340 kg/m³)
- $a/c \leq 0,50$
- contenuto d'aria minimo: 3%
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico
- Dmax aggregati 30 mm
- Prove specifiche: prove di pompaggio per verifica della lavorabilità e classe di consistenza
- Note specifiche: il mix design sarà sottoposto all'approvazione preventiva della Direzione Lavori e dovrà tenere conto anche del tempo di trasporto e quindi della distanza della centrale di betonaggio, della temperatura ambientale, ecc... al fine di ottenere in cantiere nel punto di posa e alla quota del getto

1.8.4 Calcestruzzo per pilastri, travi e solai edificio uffici

Il calcestruzzo da impiegare per i pilastri ed i solai dovrà avere le seguenti prescrizioni minime:

- Tipologia di calcestruzzo: per strutture di elevazione (pilastri, solette a sbalzo esterne)
- Classe di resistenza a compressione minima C32/40 a prestazione certificata

- Classe di consistenza S4
- Normativa di riferimento: UNI EN 206-1 e UNI 11104
- Classe di esposizione ambientale XS1 (UNI 11104),
- Contenuto in CI = 0,4
- Cemento di classe Cem II/A-L 42.5R (min. 340 kg/m³).
- $a/c \leq 0,60$
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico (mediamente $\geq 5-8$ kg/m³)
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico (mediamente $\geq 5-8$ kg/m³)
- Additivo riduttore di ritiro igrometrico (SRA) ≥ 4 kg/m³ per ritiro igrometrico $c_{s;max} = 1 \cdot 10^{-4}$, in alternativa additivi costituiti da miscele di polimeri superfluidificanti e agenti SRA
- Dmax aggregati 30 mm

1.8.5 Calcestruzzo per pavimentazioni

Il calcestruzzo da impiegare per i pilastri ed i solai dovrà avere le seguenti prescrizioni minime:

- Tipologia di calcestruzzo: per strutture di elevazione (pilastri, solette a sbalzo esterne)
- Classe di resistenza a compressione minima C25/30 a prestazione certificata
- Classe di consistenza S4
- Normativa di riferimento: UNI EN 206-1 e UNI 11104
- Classe di esposizione ambientale XC1 (UNI 11104),
- Contenuto in CI = 0,4
- Cemento di classe Cem II/A-LL 42.5R (min. 340 kg/m³)
- $a/c \leq 0,50$
- Contenuto minimo d'aria: 3%
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico (mediamente $\geq 5-8$ kg/m³)
- Additivi: superfluidificanti di tipo acrilico/carbossilico (mediamente $\geq 5-8$ kg/m³)
- Additivo riduttore di ritiro igrometrico (SRA) ≥ 4 kg/m³ per ritiro igrometrico $c_{s;max} = 1 \cdot 10^{-4}$, in alternativa additivi costituiti da miscele di polimeri superfluidificanti e agenti SRA
- Dmax aggregati 15 mm

2. Strutture in carpenteria metallica

2.1 Qualità dei materiali e dei componenti di progetto

Tutti gli acciai dovranno essere conformi anche alle UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10025-2:2005, UNI EN 10025-3:2005, UNI EN 10025-4:2005.

2.1.1 Acciaio da carpenteria metallica

Fornitura e posa in opera alle quote di progetto di carpenteria metallica – a qualsiasi quota ed in qualsiasi posizione - in profili laminati e trafilati.

Per i profili della carpenteria in acciaio **UNI EN 10025-S355 J0**

Le caratteristiche dell'acciaio dovranno essere certificate con marcatura CE secondo il D.M. 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni, UNI EN 10025-4:2005, D.M.14-01-08, EN 10137. E' prescritta certificazione tipo "Z" o similare (Z35 EN 10164), prova CTOD e controllo ultrasonoro secondo UNI EN 10160 classe S2 e classe E3 sui bordi. Completo di saldature che dovranno essere a completa penetrazione di classe I da effettuare in officina e in cantiere, a meno dei casi indicati nelle tavole di progetto, con processo di controllo da parte di Ente di certificazione ufficiale come l'Istituto Italiano della Saldatura o similare. Completo di collegamenti bullonati UNI 3740 EN20898, viti classe 8.8 (UNI 3740-EN20898), dadi classe 6.S e classe 8.G, rosette acciaio C50 (UNI 7845- EN10083), piastrine acciaio C50 (UNI 7845-EN10083), a fori calibrati e coppia di serraggio secondo D.M. 14.01.2008.

Si intende che il prezzo d'appalto comprende e compensa tutti gli oneri e le spese necessarie per realizzare l'opera, e quindi, a titolo indicativo e non esaustivo:

- fornitura e lavorazione di materiale certificato e posa in opera alle quote di progetto, a qualsiasi quota ed in qualsiasi posizione;
- certificazione e marcatura CE di tutti i componenti
- tracciamenti planoaltimetrici, rilievi, assistenza all'esecuzione in cantiere, monitoraggio comportamentale durante la realizzazione delle strutture
- pre-qualifica dei materiali, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori
- redazione del progetto costruttivo di officina da sottoporre all'approvazione preventiva della Direzione Lavori, con definizione dei tagli e di tutti i particolari costruttivi, compresi i dettagli che richiedono il coordinamento con le opere di finitura e l'impiantistica
- realizzazione e posa preventiva degli ancoraggi delle strutture metalliche alle strutture in c.a. (ad esempio le basi delle colonne metalliche, le piastre di ancoraggio al nucleo e ai setti per le quali è previsto l'abbinamento di carpenterie metalliche ad armature ordinarie B450C), degli ancoraggi degli elementi di finitura (come le facciate) e sistemi produttivi di cantiere (casserature, casseri autorampanti, gru e mezzi di sollevamento in genere, linee di distribuzione e braccio di distribuzione in quota, apprestamenti per la sicurezza, ecc. ecc.);

- le lavorazioni da eseguire in quota in posizione esposta con piattaforme di lavoro e ponteggi e tra battelli e/o similari
- il progetto di officina e di cantiere e i dettagli delle saldature
- il controllo della qualità dei materiali e delle saldature da parte di ente certificatore ufficiale tipo l'Istituto Italiano della Saldatura, le cui spese sono a carico dell'Impresa
- lo studio e la definizione di dettaglio delle fasi di montaggio, con la definizione del piano di montaggio da sottoporre all'approvazione preventiva della Direzione Lavori
- l'esecuzione in officina
- il premontaggio in officina
- il trasporto e la movimentazione, compresi lo stoccaggio, la ripresa ed il sollevamento e la movimentazione in quota
- tutti gli apprestamenti per la sicurezza
- il nolo a caldo di tutti i sistemi di cantiere (anche speciali) atti a consentire il montaggio in quota delle strutture, la movimentazione al piano e in quota, i necessari controlli e collaudi;
- le necessarie opere provvisorie, i puntellamenti in fase di montaggio
- la contromonta delle travature
- le saldature, le bullonerie e il piastrame vario
- la molatura delle saldature, con la valenza estetica che sarà richiesta dalla D.L. architettonica
- assistenza a tutti i controlli della D.L. ed ai collaudi
- smantellamento opere provvisorie, compresa pulizia finale

E' altresì compreso ogni onere, spesa e magistero di cui al Capitolato speciale di appalto - specifiche tecniche e al piano di sicurezza, così come ogni altro onere e spesa per dare l'opera finita a regola d'arte e collaudabile.

2.1.2 Bulloni, Dadi e Rosette.

Salvo specificazione contraria, tutti i bulloni saranno ad alta resistenza, con le caratteristiche di cui al prospetto 4-11 delle D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici in applicazione della legge 1086/71. Se non specificamente indicato, tutti i bulloni saranno di qualità 8.8 conformemente al Regolamento EN 20898-2, e conterranno con i certificati relativi.

I dadi saranno di qualità 10 conforme alla EN 20898-2, e conterranno con la prova di carico, prova di durezza e di integrità della superficie.

Le rosette saranno fatte di acciaio C 50, conformemente al Regolamento EN 10083-1, e sia i bulloni che le rondelle saranno fornite dallo stesso produttore.

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle "norme tecniche" di cui al D.M. 14.01.2008 e alla norma CNR-UNI 10011/88.

Pertanto:

- Collegamenti bullonati secondo UNI 3740 EN20898
- Viti classe
- viti classe 8.8 (UNI 3740-EN20898)
- dadi classe 6.S e classe 8.G
- rosette acciaio C50 (UNI 7845- EN10083)
- piastrine acciaio C50 (UNI 7845- EN10083)
- Coppie di serraggio secondo D.M. 14.01.2008
- I bulloni devono essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado
- I bulloni dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore e la classe di resistenza
- I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso
- Fori calibrati secondo D.M. 14.01.2008 e UNI CNR 10011
- Chiusura dadi con chiave dinamometrica secondo coppie di serraggio D.M. 14.01.2008 e UNI CNR 10011 e prescritte prove di serraggio nella misura minima del 30% del totale dei bulloni

2.1.3 Saldature

Collegamenti saldati secondo D.M. 14.01.2008, EC3 e specifiche di ente verificatore e certificatore come l'Istituto Italiano della Saldatura o similare

- a) Saldatura con elettrodi rivestiti secondo UNI 5132 - UNI 7243 corrispondenti ai tipi E44 per acciai S235 ed S275 ed E52 per acciai S355, con classe di qualità 3 e 4 e rivestimento di tipo basico. Il processo di saldatura dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, in particolar modo per l'S460.
- b) Saldatura a filo continuo sotto flusso (S.A.W.) o in atmosfera protettiva (M.A.G. - F.C.A.W.) con materiali di apporto (o accoppiamento filo flusso) omologati.
- c) Il procedimento od i procedimenti adottati saranno omologati da un Ente Ufficiale presso lo stabilimento di costruzione per la gamma di spessori e per il tipo di giunti previsti in progetto.
- d) Le saldature manuali o semiautomatiche saranno eseguite da saldatori qualificati in relazione al procedimento impiegato ed alla posizione dei giunti da eseguire in armonia alle norme UNI.

2.1.4 Materiale base

I materiali da impiegare per la realizzazione della strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle "norme tecniche" di cui al D.M. 14.01.2008.

In particolare per la scelta delle caratteristiche di tenacità del materiale base in relazione alla temperatura minima di servizio, alle sollecitazioni, allo spessore, si rimanda al punto 4.2.4.1.5 del succitato D.M. ed alla tabella 2.1 della UNI ENV 1993-1-10. Per le resilienze sulle lamiere di spessore superiore o uguale a 50mm le provette dovranno essere ricavate anche a una profondità pari a metà dello spessore. Per spessori superiori a quelli presi in considerazione dalla tabella 2.1 della UNI ENV 1993-1-10, o comunque in casi giudicati critici, la scelta dei materiali base dovrà essere supportata da prove CTOD condotte secondo BS 7910 ed 2005. Al fine di contenere il numero di prove, i campioni potranno essere prelevati da lamiere o profili della stessa qualità, prodotti dalla stessa acciaieria, con lo stesso metodo di produzione, per i quali si riscontra il valore di resilienza più basso nell'ambito della stessa colata. Il valore di CTOD richiesto alla temperatura minima di servizio è pari a 0,2 mm.

Per tutte le lamiere con spessore maggiore di 20 mm dovranno essere impiegati acciai di tipo "Z35" con relativa certificazione e con controllo ultrasonoro secondo UNI EN 10160 classe S2 e classe E3 sui bordi. Il controllo ultrasonoro dovrà anche essere eseguito in officina nella striscia di materiale base in corrispondenza della realizzazione di giunti a croce a piena o parziale penetrazione.

2.1.5 Criteri e modalità di esecuzione delle strutture saldate

Prima dell'inizio dei lavori il Costruttore dovrà presentare alla Direzione Lavori:

- i disegni costruttivi di officina e di cantiere nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione e di messa in opera, le tipologie di giunzione saldata da realizzare (con riferimento ad esempio alla UNI EN 22553 ed 1997), le preparazioni dei lembi.
- il quaderno delle saldature: tale documento dovrà contenere tutte le indicazioni relative alle modalità di preparazione, montaggio e saldatura adottate in officina ed in cantiere, le sequenze di saldatura, i procedimenti di saldatura previsti e le relative certificazioni, i certificati di qualifica dei saldatori e degli operatori di saldatura, le prescrizioni per la conservazione ed il condizionamento dei materiali d'apporto, le specifiche di saldatura (WPS), le modalità di esecuzione dei preriscaldi, le indicazioni sulle regole di buona pratica da seguire (puntatura, uso di talloni di estremità, pulizia, protezione dagli agenti atmosferici...).
- gli schemi di montaggio ed i piani operativi di montaggio.

Eventuali giunti non previsti a progetto dovranno essere sottoposti alla approvazione del Progettista e della D.L. e riportati sui disegni "as built".

Il progetto costruttivo di officina e di cantiere sarà esaminato dalla Direzione Lavori e dal Progettista che rilasceranno le approvazioni di propria competenza.

Sui disegni costruttivi di officina saranno inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura. Dimensioni e peso teo-

rico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Appaltatore dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Onere dell'Appaltatore redigere un apposito "Quaderno delle saldature" da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. In tale documento dovranno essere indicate le qualità dei materiali, le modalità di esecuzione oltre alle dimensioni dei cordoni e/o la preparazione dei lembi degli elementi da saldare, i nominativi degli esecutori e le relative qualifiche.

Preparazione, assiemaggio e saldatura

La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile o ossitaglio automatico seguito da molatura; la superficie dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi al momento della saldatura dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, vernici, scaglie, grassi, irregolarità locali, umidità e quant'altro possa influenzare negativamente la qualità della saldatura. Per spessori maggiori o uguali a 50 mm, nel caso di giunti testa a testa a piena penetrazione e giunti a T a piena e a parziale penetrazione, i bordi delle lamiere in corrispondenza delle zone che saranno successivamente cianfrinate, dovranno essere controllate con ultrasuoni secondo UNI EN 10160 classe E3. I lembi dopo cianfrinatura saranno invece controllati con magnetoscopia per verificare l'eventuale presenza di difetti che potrebbero influire negativamente sull'esito della saldatura.

Nel caso di difetti non accettabili sulle lamiere o sui cianfrini il Costruttore dovrà sottoporre alla approvazione della D.L. una apposita procedura di riparazione.

Le strutture da saldare dovranno essere assiemate con l'ausilio di puntatura e di elementi provvisori (clampe, squadrette ...). Le puntature dovranno essere realizzate da saldatori certificati; in questo caso, se prive di difetti non accettabili, potranno essere inglobate nei giunti saldati. Diversamente dovranno essere rimosse. Gli elementi ausiliari dovranno essere rimossi tagliando le saldature con molatura o taglio di fiamma avendo cura di lasciare, in quest'ultimo caso, un sovrametallo di circa 3mm da rimuovere mediante molatura. Non è ammesso intervenire a colpi di mazza.

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.

Nel caso di giunti testa a testa a piena penetrazione si dovranno utilizzare talloni di estremità da rimuovere dopo saldatura.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (calde), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti. Nel caso di applicazione di calde il Costruttore dovrà redigere una procedura di esecuzione contenente le attrezzature impiegate, il personale impiegato, le modalità di applicazione, la temperatura prevista ed i metodi di misura, i criteri di ripetizione dei controlli dopo applicazione. Tale procedura sarà sottoposta ad approvazione della D.L. che

si riserva di richiedere l'esecuzione di prove volte a verificare l'eventuale effetto della applicazione delle calde sulle caratteristiche meccaniche del materiale.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette. Eventuali danneggiamenti locali dovranno essere raccordati con molatura.

Per le saldature in opera, in particolare, dovranno essere predisposti opportuni ripari per evitare l'influenza degli agenti atmosferici sulla qualità dei giunti saldati.

Non potranno essere eseguite saldature in opera con temperature inferiori a -5°C nelle immediate vicinanze della saldatura. In caso di temperature inferiori dovranno essere predisposti adeguati ripari e riscaldamenti dell'ambiente circostante.

E' vietata l'esecuzione di saldature in posizione verticale discendente.

Il riferimento per l'esecuzione delle saldature in officina ed in cantiere è costituito dalla UNI EN 1011 parti 1 e 2.

Le saldature potranno essere eseguite mediante i seguenti procedimenti:

- manuale ad arco con elettrodi a rivestimento basilico
- procedimento automatico ad arco sommerso
- procedimento semiautomatico a filo continuo pieno o animato o ad anima metallica, sotto gas protettivo
- altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori

I procedimenti di saldatura dovranno essere certificati secondo UNI EN ISO 15614-1, con l'integrazione delle prove di CTOD richieste secondo i criteri indicati per il materiale base. I valori di tenacità richiesti nelle prove di qualifica sono gli stessi del materiale di base.

Il procedimento di piolatura dovrà essere certificato secondo UNI EN 14555.

In ogni caso la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove integrative per verificare la corretta applicazione dei procedimenti di saldatura, il funzionamento delle macchine utilizzate, eventuali problemi di accessibilità per l'esecuzione di particolari saldature.

I saldatori impiegati dovranno essere certificati dall'Istituto Italiano della Saldatura secondo la norma UNI EN 287-1 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previsti. Gli operatori di macchine automatiche di saldatura dovranno essere certificati secondo UNI EN 1418.

2.1.6 Stati di fornitura.

I prodotti destinati a costruzioni metalliche sono normalmente forniti in uno stato laminato naturale. Comunque, i prodotti piani e quelli lunghi saranno forniti normalizzati o stabilizzati termicamente o in una condizione equivalente attraverso trattamento in una determinata gamma di temperature durante e dopo la fase di laminazione.

Saranno accompagnati da un certificato conforme all'Eurocodice 3 ed EN 10204 punto 3.2. tipo 2.2 e forniti in modo che risultino, inequivocabilmente, prodotti qualificati ai sensi del capitolo 11 delle norme tecniche del vigente D.M. del Ministero dei LL.PP. emanato in applicazione della L.1086/71.

Condizioni della superficie

I prodotti avranno una superficie laminata tecnicamente piana. Non avranno difetti dannosi per la posa in opera dei prodotti o per il loro uso finale.

Le superfici devono essere esenti da olio, grasso o pittura che non possano essere eliminati con un trattamento di normale pulitura.

La norma UNI EN 10163 sarà applicata a superfici lisce (Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo) che rispettano il livello di qualità delle superfici e le condizioni di riparazione.

In accordo con tale Regolamento, le piastre mostreranno discontinuità solo del tipo A, i seguenti trattamenti delle superfici possono essere classificati senza ricorrere ad altre prove:

Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio, con eliminazione di parti ossidate senza taglio.

Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio e metallizzate con alluminio proiettato.

Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio e metallizzate con uno strato materiale composto di zinco che assicura a frizione coefficienti non inferiori a 0,5.

Per sezioni e prodotti lunghi, il produttore può eliminare piccoli difetti con molatura se la condizione che gli spessori locali risultanti non differiscano dal valore nominale più del 4 %. L'eliminazione dei difetti molatura e durante la fase di saldatura non è autorizzata.

Condizione di bordatura

Le piastre possono essere fornite o con bordi allo stato grezzo di laminazione o con bordi tagliati. In ogni caso, la condizione dei bordi non dovrà danneggiare la propria posa in opera delle piastre.

2.1.7 Composizione Chimica.

Le caratteristiche chimiche dell'acciaio, sono specificate nei corrispondenti capitoli del Regolamento EN 10025. La composizione chimica deve essere attestata dalle principali analisi del getto fornite dal Produttore o dalle principali analisi espresse nei Regolamenti vigenti.

2.1.8 Caratteristiche Meccaniche.

Saranno conformi al Regolamento EN 10025, secondo le differenti qualità di acciaio specificate.

La campionatura per determinare le caratteristiche meccaniche dell'acciaio sarà ottenute in accordo con la normativa vigente.

Le caratteristiche meccaniche saranno controllate secondo la prova di trazione in accordo con la normativa specifica vigente, su un provino del prodotto siderurgico che serve come base per i manufatti strutturali. Il valore delle caratteristiche determinate durante la prova di tensione che i differenti tipi e qualità di acciaio devono rispettare, nello stato di fornitura, sono indicati nel Regolamento vigente.

Verrà considerata una unità di collaudo in accordo con le prescrizioni del Regolamento, se:

- analisi del getto
- analisi del prodotto
- risultati ottenuti nella prova di trazione

rispettano quanto indicato nelle corrispondenti Tabelle del Regolamento.

Per piatti di spessore superiore a 50 mm, nel caso in cui lavorino in direzione trasversale, dovrà essere determinata la resistenza a trazione perpendicolare alle facce laminate.

2.1.9 Controllo ultrasonoro.

Le lamiere di acciaio di spessore uguale o superiore 6 mm o inferiori a 150 mm dovranno essere sottoposte a controllo con ultrasuoni in accordo col Regolamento UNI EN 10160 (Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm – metodo per riflessione). Quelle qualificati come tipo “A” saranno accettabili conformemente al Regolamento vigente (200 x 200 mm maglia.).

Per le lamiere con spessore > 15 mm e interessate da saldatura, si dovrà eseguire un controllo ultrasonoro con la modalità della classe B ai sensi della norma UNI EN 10160. Detto controllo può essere effettuato anche secondo la UNI 5329.

Se la lamiera è accettabile, ma esiste qualche difetto interno, il contorno del difetto deve essere marcato sulla superficie della lamiera stessa.

2.1.10 Condizioni di controllo.

I profilati laminati a caldo saranno sottoposti a controllo tecnico secondo quanto riportato nel Regolamento EN 10021 (Acciaio e prodotti siderurgici. - Condizioni tecniche di fornitura).

La scelta di saggi, l'unità di collaudo, il numero delle prove e i criteri di accordo e reclamo si conformeranno a quanto specificato nel Regolamento EN 10025.

2.1.11 Marcatura.

Inoltre ad una marcatura, che assicuri la loro rintracciabilità con il certificato fornito dal produttore, tutti i prodotti devono essere marcati sull'anima o in una zona adeguata del profilato con il nome del produttore, il tipo e la qualità d'acciaio. Lamiere e piastre saranno identificate per mezzo della marcatura del produttore, tipo e grado d'acciaio, dimensioni e numero di colata.

2.1.12 Dimensioni e tolleranze.

Per i profilati dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nelle norme che seguono.

Per profilati tipo HE UNI 5397, per IPE UNI 5398, per UPN UNI 5680, e per gli angolari UNI EN 10056.

Nel caso di lamiere dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 10029 ove per quanto riguarda le tolleranze dimensionali sullo spessore dovrà essere adottata la classe "B", mentre per quanto riguarda la planarità dovrà essere adottata la classe "S".

Inoltre, i prodotti laminati, per quanto riguarda dimensioni e tolleranze, dovranno conformarsi ai seguenti Regolamenti:

- Lamiere: EN 10029.
- Profilati: EN 10034, EN 10279, EN 10056.

2.2 Criteri e modalità di esecuzione delle strutture

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza, in linea generale ma non esclusiva della Legge 5.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nonché all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della predetta legge (NTC 2008), e delle norme EC3 ed EC4.

Le opere in carpenteria metallica saranno eseguite con l'impiego di profilati disposti secondo i disegni di progetto.

Gli elementi costituenti le strutture metalliche, dovranno essere sottoposti ad accurato trattamento protettivo.

Per le strutture portanti, prima dell'approvvigionamento dei materiali, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina e di cantiere, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, di messa in opera, adattamento all'esistente e regolazione ed i particolari costruttivi, ed in particolare, ma non esclusivamente:

- I diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi sulla scorta dei disegni di progetto;
- Le coppie di serraggio dei bulloni;
- Il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le caratteristiche dei procedimenti e le qualità degli elettrodi;
- Gli schemi di montaggio, i piani operativi di montaggio ed i mezzi d'opera impiegati con verifica di stabilità delle fasi transitorie di montaggio.
- I particolari costruttivi di contrasto, compensazione, ancoraggio alle strutture esistenti e di pretensionamento.
- I sistemi di accoppiamento, centraggio, e unione dei vari conci delle carpenterie metalliche e relative tolleranze costruttive.

Sui disegni costruttivi di officina saranno inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Appaltatore dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Le saldature potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo di base.

La preparazione dei lembi da saldare, anche con preparazione a "cianfrino", sarà effettuata mediante macchina utensile smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, vernici, scaglie, grassi, irregolarità locali ed umidità.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie della saldatura dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con il materiale di base.

2.3 Criteri e modalità di controllo qualità dei manufatti in struttura di acciaio

2.3.1 Collaudo tecnologico dei materiali

Alla Direzione 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 collaudati, che le strutture siano conformi. Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati da parte della Direzione Lavori, a spesa dell'Appaltatore ed alla presenza di un suo rappresentante, prima dell'inizio delle lavorazioni,

anche attraverso controlli presso le ditte fornitrici dei materiali. Potranno essere richieste dalla Direzione Lavori prove da svolgersi presso Laboratori Ufficiali indicati dalla D.L. a carico dell'Appaltatore. A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i laboratori indicati dalla Direzione Lavori.

La stessa potrà autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un laboratorio ufficiale, ai sensi della Legge 5.11.1971 n.1086, art.20.

Per il tipo di controllo si rimanda a quanto prescritto dal NTC 2008 e dalle norme EC3 ed EC4 e s.m.i.

L'entità dei lotti da sottoporre al collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare, in qualunque momento della lavorazione, campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Si precisa che tutti gli acciai da impiegare nelle costruzioni, dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, alle prove meccaniche ed alle analisi chimiche previste dal D.M. 14/01/2008 e dai requisiti aggiuntivi stabiliti dal presente documento.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni, dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà sottoscritto dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore. Di questo verbale verrà consegnata copia alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo. L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Appaltatore dovrà essere in grado di garantire in ogni momento l'identificazione dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati.

Inoltre dovrà garantire la rintracciabilità del materiale base utilizzato.

2.3.2 Controlli in corso di lavorazione

L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

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 verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- Posizioni e marche di officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi);
- Numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- Estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Alla Direzione 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 collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressioni. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- È ammesso il taglio ad ossigeno purché regolare. I tagli devono essere ripassati con la smerigliatrice
- Negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- I pezzi destinati ad essere bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- Non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-bullone previsto dal NTC 2008 e dalle Norme EC3 e EC4. entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto.
- L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- I fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- Di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D= 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30 mm;
- I bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza. La lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette. E tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

- Nelle unioni normali e ad attrito con bulloni, di strutture che, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8G e 10K.

2.3.3 Controlli di montaggio

L'Appaltatore sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione costruttiva e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà precedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista da NTC 2008, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometria, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

2.3.4 Controlli sui collegamenti bullonati

La Direzione Lavori può richiedere prove sui collegamenti bullonati ai sensi della UNI EN 20898 parte 1° programma B secondo il seguente elenco:

VITI

- Prova di trazione su provetta
- Prova di trazione su appoggio a cuneo
- Prova di durezza
- Prova di tenacità della testa
- Prova di resilienza
- Controllo della decarburazione
- Prova di rinvenimento
- Controllo dimensionale ed esterno
- Analisi chimica

DADI

- Prova di durezza
- Prova di allargamento
- Esame dei difetti superficiali
- Analisi chimica

Tutti i bulloni dovranno essere accuratamente serrati al 100% del valore tabellare previsto e precedentemente riportati. Si dovrà eseguire un altrettanto accurato controllo e se ne dovrà fornire adeguata certificazione.

Al riguardo si danno le seguenti prescrizioni:

- il serraggio dei bulloni può essere eseguito con chiavi pneumatiche purché dotate di limitatore di coppia
- il controllo di serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica o con altro idoneo dispositivo, che garantisca un precisione di $\pm 5\%$. Tale controllo dovrà essere eseguito su almeno il 20% dei bulloni, scelti in accordo con la Direzione Lavori, in modo da interessare tutta l'estensione del giunto in esame. Se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso al 100% del giunto
- i bulloni che risultassero serrati con coppia maggiore di oltre il 5% rispetto a quella prescritta saranno scartati e sostituiti

Per il controllo del serraggio si procederà nel modo seguente:

- marcatura di dado, vite e lamiera per identificare la posizione relativa
- allentamento del dado con una rotazione almeno pari a 60° facendo attenzione che non ruoti la vite nel qual caso occorre tenere ferma la testa della parte opposta

– serraggio del dado con la coppia prescritta e controllo del ritorno alla posizione originaria

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

2.3.5 Controlli sulle saldature

La saldatura sarà impiegata per l'esecuzione delle nuove strutture, per il rinforzo di elementi strutturali e per il ripristino degli elementi tagliati.

Le giunzioni saldate saranno realizzate in accordo a quanto indicato nel presente documento e nel rispetto delle norme e dei requisiti legislativi vigenti per le strutture di carpenteria (CNR-UNI 10011 e NTC 2008 “).

La saldatura dovrà essere eseguita utilizzando il procedimento manuale ad elettrodo rivestito di tipo basico. Potrà essere impiegato il procedimento semiautomatico a filo continuo sotto protezione di gas solo per parti eventualmente prefabbricate in officina.

I materiali d'apporto dovranno essere forniti in confezioni sigillate e immagazzinati in locali asciutti.

Appena prelevati dalle confezioni gli elettrodi dovranno, in generale, essere mantenuti in fornelli portatili alla temperatura di almeno 70 C° fino al momento dell'uso. In funzione degli spessori in gioco e dell'analisi chimica dei materiali, potrà essere richiesto il trattamento di seguito indicato:

- Essiccamento ad una temperatura di 380/400 C° per 2 ore in forni opportuni;
- Mantenimento in forno ad una temperatura di circa 150 C°;
- Prelievo dai forni di mantenimento e consegna a ciascun saldatore in fornelli portatili riscaldati ad una temperatura di almeno 70 C° ed utilizzo entro 8 ore. Gli elettrodi non utilizzati entro 8 ore saranno sottoposti a nuovo essiccamento. Gli elettrodi potranno subire al massimo 2 condizionamenti.

Per il procedimento ad elettrodo rivestito i materiali d'apporto dovranno essere omologati secondo la norma UNI 5132.

Prima di iniziare qualsiasi operazione di saldatura i lembi e le zone adiacenti dovranno risultare esenti da olio, grasso, vernici, ossidi, calamina e quant'altro possa inficiare la buona riuscita della saldatura.

In funzione degli spessori da saldare e della composizione chimica del materiale base, potrà essere prevista l'applicazione di adeguati preriscaldati. Le temperature da rispettare saranno stabilite in funzione degli spessori, del carbonio equivalente delle lamiere ($CE = C + Mn/6 + (Cr + mO + V)/5 + (Ni + cU)15$) e dell'apporto termico specifico.

Prima dell'inizio dei lavori di saldatura, il Costruttore definirà e qualificherà, in accordo alle norme vigenti, una specifica di saldatura per ogni tipo di giunto relativo alle strutture metalliche in oggetto.

Le specifiche dovranno essere sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori. L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma UNI 5132 esime dall'effettuazione delle qualifiche di procedimento.

Tutte le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da personale qualificato secondo le normative nazionali.

Eventuali giunzioni testa a testa su elementi soggetti a trazione saranno da considerare di 1^a classe, secondo la definizione NTC2008 e relative istruzioni. Su elementi compressi saranno di 2^a classe.

Tutte le saldature saranno sottoposte a collaudo in corso d'opera e finale con l'esecuzione dei seguenti controlli non distruttivi:

- 1) Esame visivo su tutte le giunzioni saldate;
- 2) Esame magnetoscopico nella percentuale del 20% sia sui i cordoni d'angolo sia sui giunti testa a testa, il controllo sarà eseguito in accordo alla norma UNI 7704 classe S2;
- 3) Esame radiografico o ultrasonoro nella percentuale del 100% sui giunti testa a testa a piena penetrazione di 1^a classe e nella percentuale del 20 % su quelli di 2^a classe, il controllo radiografico sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8956. il controllo ultrasonoro sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8387.

Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti non saranno ammesse in ogni caso cricche e incollature; inoltre non saranno ammesse incisioni marginali, rilevabili con l'esame visivo, di profondità superiore a 0,5 mm.

Per quanto riguarda il controllo radiografico per i giunti di 1^a classe saranno adottati i criteri del raggruppamento B della norma UNI 7278; per i giunti di 2^a classe sarà eseguito il raggruppamento F della suddetta norma.

Per il controllo ultrasonoro (giunti di 1^a classe) vale quanto segue:

- Mancanza di penetrazione al cuore, inclusione di scoria o di ossido allungate od allineate:
 - a) Saranno accettate indicazioni con ampiezza d'eco maggiore di quella di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 15 mm e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm sia inferiore od uguale a 30 mm;
 - b) Saranno accettate indicazioni con ampiezza d'eco compresa tra il 60 ed il 100% dell'ampiezza di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 20 mm e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm sia inferiore od uguale a 60 mm;
 - c) Discontinuità con ampiezza d'eco compresa tra il 20 ed il 60 % dell'ampiezza di riferimento saranno registrate e valutate complessivamente tenendo conto del fatto che nel tratto di 400 mm non dovranno essere di lunghezza complessiva superiore a 100 mm;
- N.B: due difetti di lunghezza 11 e 12 o meno saranno considerati come unico difetto;

- Inclusioni di gas (soffiature e tarli): saranno accettate purché l'eco corrispondente non superi l'altezza di riferimento e non si trovino in numero superiore a 4 per i tarli e a 12 per le soffiature nel tratto di riferimento di 400 mm;
- Concentrazione di inclusioni gassose (nidi): saranno accettati nidi di pori con ampiezza d'eco inferiore od uguale all'eco di riferimento.

Non saranno accettati nidi di tarli.

Nel caso di giunti più corti dei tratti indicati come riferimento le lunghezze accettabili dei difetti saranno proporzionalmente ridotte.

Per i giunti di 2^a classe i limiti per i difetti allungati verranno aumentati del 50 %.

I criteri di accettabilità dei difetti sono riferiti alla UNI EN 25817 classe di qualità B per i giunti tesi e C per i giunti compressi o disposti parallelamente alla direzione degli sforzi

Nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal costruttore ed approvata dalla Direzione lavori.

Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per un metro da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore ad un metro (le estensioni verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di ulteriori difetti l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti). In presenza di cricche o incollature l'estensione dei controlli passerà subito al 100%.

Prima dell'inizio dei lavori il costruttore dovrà realizzare un simulacro saldato che rappresenti il giunto di testa dei correnti da eseguire al montaggio ed un simulacro saldato rappresentativo degli incroci tra montanti e correnti. I giunti così realizzati saranno soggetti ad esami distruttivi e non distruttivi.

La supervisione alla costruzione delle strutture saldate ed i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti da un Istituto Ufficiale, designato dalla Direzione lavori/Committenza (Istituto Italiano della Saldatura), ma con ogni onere e spesa a carico dell'Appaltatore, certificato come European Welding Inspector secondo le linee guida dell'EFW (European Welding Federation) e con particolare esperienza nel campo della costruzione e del controllo delle strutture di carpenteria.

Per quanto concerne i controlli in servizio prima del collaudo definitivo, è richiesta all'Appaltatore la verifica della protezione superficiale, l'esame visivo al 100% di tutte le saldature della struttura, e, in caso di dubbi, l'esecuzione dei controlli strumentali previa sverniciatura locale.

Se non diversamente specificato in progetto, tutte le saldature si intendono a piena penetrazione e a completo ripristino di sezione. Inoltre le saldature sono continue e non a tratti.

L'Impresa dovrà rispettare scrupolosamente tutte le prescrizioni di cui al paragrafo relativo delle strutture a fune del presente Capitolato Speciale d'Appalto e quanto stabilito all'interno degli elaborati grafici.

L'Impresa dovrà inoltre attenersi e rispettare, con ogni onere e spesa a proprio carico, le seguenti ulteriori prescrizioni:

- a) prescrizione della D.L. e del collaudatore durante l'esecuzione dell'opera;
- b) prescrizioni contenute nel piano di montaggio e manutenzione dell'opera.

Si precisa che sono anche richiesti prove di carico in sito, prove e controlli sulle saldature, trattamenti globali o locali di "distensione" in forno. Ciò al fine di "scaricare" le autotensioni prodotte durante la saldatura di membratura di elevato spessore.

I controlli delle membrane e delle saldature prima, durante e dopo la prova di carico saranno effettuati mediante applicazioni di "estensimetri a rosetta", prove ultrasonore e magnetoscopiche.

2.3.6 Protezione delle strutture in acciaio con antiruggine

Tutti gli elementi in acciaio ed in ferro dovranno subire un trattamento di decappaggio o sabbiatura commerciale, oppure analoghi trattamenti atti a garantire la perfetta aderenza della verniciatura e della protezione, con una mano di antiruggine.

3. Pali battuti

Si tratta di pali ottenuti mediante esecuzione con tubo forma in acciaio recuperabile e fondello allargatore a perdere con getto di conglomerato cementizio armato, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

3.1 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

3.2 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

3.2.1 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiate ogni 2.5 – 3 m.

3.2.2 Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 30 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame e all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

3.3 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D , verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D ” e “+ 0,1 D ”
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D ” e “+ 0,1 D ”
- lunghezza: pali aventi diametro $D < 600$ mm ± 15 cm
pali aventi diametro $D \geq 600$ mm ± 25 cm
- quota testa palo: ± 5 cm

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

3.4 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

3.4.1 Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

3.5 Prove di carico

3.5.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es})
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es})

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

3.5.2 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm

– $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (≈ 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martineti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti (h min. = 1.5 m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es} .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8'
- t = 15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (t = 15'):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- t = 0
- t = 5'
- t = 10'
- t = 15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- t = 30'
- t = 45'
- t = 60'

2° CICLO

- a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- c) Il carico P_{prova} , quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \delta P$) con misure a:
- t = 0
 - t = 5'
 - t = 10'
 - t = 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - \delta P$)
- cedimento (P_{lim}) ≥ 0.10 diametri

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria
- l'orario di ogni singola operazione
- la temperatura
- il carico applicato
- il tempo progressivo di applicazione del carico
- le corrispondenti misure di ogni comparatore
- i relativi valori medi
- le note ed osservazioni

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale"))
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro)
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati)
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.)
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze

3.6 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche
- B) carotaggio continuo meccanico
- C) scavi attorno al fusto del palo

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

3.6.1 Specifica di controllo

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 3.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- dati tecnici dell'attrezzatura
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto
- profondità di progetto
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostruito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto)
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m3 di materiale posto in opera)
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori
- geometria delle gabbie di armatura
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso

I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

4. Murature e tramezzi

Nella costruzione delle murature verrà curata la planarità delle superfici, nonché la perfetta esecuzione degli spigoli, la formazione di voltini e piattabande e verranno lasciati tutti i necessari incavi per i passaggi di impianti.

Nel caso di murature realizzate in blocchi (laterizi, cls, etc.) sarà vietato l'uso di rottami e di mattoni mancanti di qualche spigolo.

Nel caso di murature in lastre (siano in cls prefabbricato, agglomerati fibrosi, gesso, etc.), dovranno essere tagliate con appositi strumenti ed adeguatamente rifilate, mai spezzate.

Nel caso di murature eseguite con l'uso di malte e collanti, durante la stagione fredda si dovranno prendere le opportune precauzioni per garantire l'esecuzione a regola d'arte delle opere. Si dovrà quindi prevedere la posa di teloni o analoghi elementi di protezione tali comunque da creare un microclima adatto intorno ai materiali e alle opere da proteggere. Ove la temperatura ambiente scendesse al di sotto dei 3°C e comunque sotto gli 0°C nell'arco notturno, sarà vietata l'esecuzione delle opere stesse.

Nel caso di superfici aventi notevole sviluppo verticale dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti per la stabilità dell'opera prevedendo i necessari irrigidimenti.

Dovranno inoltre essere previsti i necessari giunti di dilatazione da realizzare con i metodi più adeguati in funzione del tipo di muratura.

Per le murature da eseguirsi per compartimentazione di ambienti diversi ai fini della sicurezza contro i rischi di incendio, verranno utilizzati materiali muniti di certificazione e omologazione ministeriale di resistenza al fuoco nelle classi indicate nelle singole specifiche ed adeguatamente sigillate con modalità differenti in funzione del tipo di materiali impiegati e comunque con sistemi omologati.

In particolare le baraccature di supporto di tali murature dovranno essere protette dal rischio di incendio per lo stesso tempo della muratura stessa.

Particolarmente curato dovrà risultare il fissaggio di serramenti, infissi, attrezzature fisse, impianti, etc. predisponendo i necessari irrigidimenti, zancature o altro in funzione del tipo di muratura in opera.

La formazione dei ponteggi necessari all'esecuzione delle opere in muratura è comunque sempre a carico dell'Appaltatore.

4.1 Murature in blocchi di calcestruzzo

Muratura di tamponamento realizzata con blocco in calcestruzzo vibro compresso, spessore 20-30 cm, giunti corrimalta ed i relativi pezzi speciali compresi nell'imballo. L'azienda produttrice dovrà essere titolare di sistema di qualità certificato secondo UNI EN ISO 9001. I bloc-

chi dovranno essere marcati CE e prodotti in conformità alla norma UNI EN 771-3 e verificati tramite prove effettuate in regime di autocontrollo.

I blocchi dovranno rispettare le seguenti caratteristiche tecniche:

- massa volumica netta pari a 2050 kg/m³;
- percentuale di foratura 41%,(semipieni secondo D.M. 20/11/87);
- resistenza media a compressione $\geq 10,5$ N/mm²;
- resistenza al fuoco REI 90 (secondo D.M. 16/02/2007);
- trasmittanza termica $U= 3,58$ W/m²K (secondo UNI 10351);
- fonoattenuazione $R_w \geq 42,8$ dB (secondo la legge di massa) .

La posa dovrà essere eseguita come da indicazioni dei codici di pratica editi da Assobeton. I blocchi andranno posati con malta premiscelata conforme alla norma UNI EN 998-2 ed a quanto prescritto nel D.M. 20/11/87 (D.M. 14/09/2005 e D.M. 14/01/2008). Sono compresi la formazione di elementi speciali occorrenti alla realizzazione di spigoli, mazzette, architravi, giunti di dilatazione e quant'altro necessario per la realizzazione a regola d'arte della muratura, intonaci.

5. Intonaci

L'esecuzione degli intonaci, dovrà essere effettuata non prima che le malte di allettamento delle murature, sulle quali verranno applicati, abbiano fatto conveniente presa.

Prima di procedere all'esecuzione degli intonaci si dovranno preparare accuratamente le superfici, ripulendole da eventuali strati polverosi, materiali inconsistenti e grumi di malta, rabboccandole nelle irregolarità più salienti e, nel caso di intonaci tradizionali, bagnandole abbondantemente.

Gli intonaci non dovranno presentare ondulazioni, peli, crepe ed irregolarità (specie negli angoli e negli spigoli), od altri difetti di discontinuità.

Non si procederà mai all'esecuzione di intonaci, in particolare di quelli interni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici: umidità e pioggia potrebbero imbibire le superfici da intonacare; temperature troppo rigide potrebbero pregiudicare la normale presa della malta.

Si dovrà quindi prevedere la posa di teloni o analoghi elementi di protezione tali comunque da creare un microclima adatto intorno ai materiali e alle opere da proteggere.

Ove la temperatura ambiente scendesse al di sotto dei 3°C e comunque sotto gli 0°C nell'arco notturno, sarà vietata l'esecuzione delle opere stesse.

Le superfici dovranno risultare perfettamente piane, saranno controllate con riga di 2 m di lunghezza e non saranno ammesse ondulazioni che al controllo diano scostamenti superiori a 2 mm, pena il rifacimento della lavorazione.

Gli intonaci dovranno essere eseguiti di norma con spigoli e angoli leggermente arrotondati, perfettamente diritti; eventuali raccordi, fissaggi di zanche e smussi potranno essere richiesti senza che diano diritto a compensi supplementari.

I ponteggi necessari per l'esecuzione degli intonaci saranno sempre e comunque a carico dell'Appaltatore.

6. Sottofondi e vespai

Il piano di posa dei pavimenti di qualunque tipo dovrà essere opportunamente trattato (mediante sottofondi, livellamenti, ecc.) onde ottenere superfici perfettamente piane.

I piani di posa dei pavimenti non dovranno presentare lesioni di sorta e dovranno essere, per quelli che lo richiedono, correttamente stagionati, saranno utilizzati additivi antiritiro e nel caso di notevoli estensioni dovranno essere previsti accorgimenti per permettere dilatazioni e/o ritiri: dovranno essere eseguiti giunti elastici, scuretti, quadronature, etc. in modo da prevenire inconvenienti estetici e funzionali allo uso delle pavimentazioni. Nel caso di temperature diurne eccezionalmente elevate l'esecuzione dei sottofondi tradizionali e delle relative pavimentazioni posate con l'uso di malta dovrà essere limitato alle ore più fresche della giornata. L'esecuzione di sottofondi tradizionali e di pavimenti su malta dovrà essere sospesa quando la temperatura scende al di sotto degli 0°C. I sottofondi tradizionali posti all'esterno dovranno essere protetti dall'azione diretta dei raggi solari per il tempo necessario alla normale presa ed indurimento della malta ed all'occorrenza dovranno essere mantenuti bagnati nei primi giorni; dovranno anche essere protetti con idonei provvedimenti, sia dal vento che dalla pioggia violenta.

Tutti i pavimenti dovranno risultare di colori uniformi secondo le tinte e le qualità dei campioni presentati preventivamente per l'accettazione al Direttore dei Lavori.

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana, salvo formazione di pendenze imposte in progetto ed osservando le disposizioni che di volta in volta saranno impartite dal Direttore dei Lavori.

La orizzontalità dovrà essere scrupolosamente curata: non saranno accettate pavimentazioni che presentassero ondulazioni superiori ai 2 mm misurati con l'apposizione a pavimento di un regolo di 2 m di lunghezza.

Nel caso di pavimenti da posare con malta e collanti, i singoli elementi dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi, sulle connessioni dei diversi elementi la benché minima ineguaglianza.

Nella realizzazione di pavimenti in piastrelle, nel caso occorranza per il completamento delle superfici parti di piastrelle, queste dovranno essere tagliate sempre con idonei utensili, essendo tassativamente proibito effettuare tagli con martello e scalpello.

L'Appaltatore sarà tenuto a disporre efficienti sbarramenti onde evitare il passaggio di operai e materiali sui pavimenti appena gettati o posati, per tutto il tempo necessario alla stabilizzazione del pavimento.

I materiali forniti a cura dell'Appaltatore dovranno essere tempestivamente campionati e sottoposti al Direttore dei Lavori per l'approvazione.

A lavoro ultimato e appena prima della consegna, le pavimentazioni dovranno essere pulite e/o lavate con accuratezza.

6.1 Sottofondo in pietrisco

Il sottofondo sarà costituito da materiali stabilizzati col concorso di legante naturale; sarà eseguita con materiale sciolto: pietrischi, ghiaia, sabbia disposto a strati orizzontali ben costipati con vibrator meccanici.

L'ultimo strato dovrà essere ben livellato sino a raggiungere a compattazione avvenuta la quota di progetto al di sotto del piano di posa del massetto armato di pavimento o del marone sotto il vespaio.

6.2 Sottofondo alleggerito per formazione di pendenze

Massetto di sottofondo per strato di pendenza a base di conglomerato cementizio alleggerito con argilla espansa avente granulometria 8-12 mm, dosato a 500 Kg/mc di cemento per sopportare un sovraccarico di esercizio fino a 600 kg/mq.

Sottofondo per strato di pendenza da verificare in cantiere a cura dell'impresa.

Modalità di posa in opera:

Il piano di posa deve essere senza crepe e parti incoerenti, resistente alla compressione e alla trazione, privo di polvere, vernici, cere, olii, ruggine e sfridi di intonaci.

Dopo la preparazione dei punti di livello o fasce, stendere l'impasto nello spessore desiderato, costiparlo adeguatamente e livellarlo con la staggia.

Caratteristiche tecniche:

- Densità in opera: 600 kg/mc circa
- Temperatura di applicazione: da 5 a 35 °C
- Pedonabilità: 24 ore dalla posa
- Resistenza a compressione a 28 gg certificata (UNI EN 13892-2): 2,5 N/mmq

7. Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione di acqua.

Il piano di posa su opere murarie dovrà essere ben livellato, con pendenze in nessun punto inferiori al 2% ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata a frattazzo, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni.

Qualsiasi impermeabilizzazione deve essere estesa sulle pareti perimetrali diversamente inclinate, secondo le modalità descritte nelle specifiche tecniche e negli elaborati grafici.

All'atto del collaudo i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, scorrimenti, fessurazioni e simili, salvo danni causati da forza maggiore escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale.

Nel caso di impermeabilizzazione di coperture piane, qualora queste presentassero forme particolari ed irregolari, occorrerà prevedere, in aggiunta ai giunti strutturali, dei giunti che interessino anche e soltanto il manto impermeabile.

Le modalità di realizzazione potranno essere diverse, dipendendo anche da esigenze di uso od architettoniche; in linea generale comunque i giunti potranno essere in piano o sopraelevati, protetti con lastre metalliche a soffietto (di rame o piombo) e sigillanti i primi, e con copertine metalliche i secondi; questo naturalmente senza alcun pregiudizio per qualunque altra soluzione tecnica di provata validità.

Tutte le soglie di accessi ad ambienti interni, dovranno essere predisposte inclinate verso l'esterno, trattate con l'impermeabilizzazione risvoltante.

7.1 Impermeabilizzazione di solette

L'impermeabilizzazione sarà realizzata mediante:

– Applicazione di membrana impermeabilizzante bitume-polimero con armatura in velo vetro annegata nel mastice con le seguenti principali caratteristiche:

- spessore della membrana mm 3,8 - 4,2
- massa areica Kg/mq 3,6 - 4,0
- allungamento longitudinale min. 2%
- allungamento trasversale min. 2%
- stabilità di forma a caldo > 120 °C

- impermeabilità all'acqua KPa > 60
- permeabilità al vapore d'acqua minimo 60.000 (valori determinati secondo norma UNI 8202)

La membrana dovrà essere applicata con l'ausilio di fiamma curando in particolare l'esecuzione delle saldature fra i teli posati a giunti sfalsati con sovrapposizione di 8-10 cm nei giunti laterali e 12-15 cm nei giunti di testa.

- Applicazione in aderenza completa di una seconda membrana prefabbricata bitume polimero con elevate prestazioni meccaniche con le seguenti caratteristiche:
 - spessore della membrana mm 3,8 - 4,2
 - massa areica Kg mq 3,6 - 4
 - allungamento longitudinale minimo 50%
 - allungamento trasversale minimo 50%
 - flessibilità a freddo minimo -15°C
 - stabilità di forma a caldo minimo 120°C
 - resistenza al punzonamento statico PS4
 - resistenza al punzonamento dinamico PD4
 - resistenza all'invecchiamento (radiazione ultravioletta secondo Norma ASTM/ ANSI G53-77) supera la prova di 400 ore – finitura con scaglie di ardesia
 - impermeabilità all'acqua KPa > 60
 - permeabilità al vapore d'acqua minimo 60.000 (valori determinati secondo norma UNI 8202)

8. Pavimentazioni e rivestimenti

Qualunque sia il materiale da impiegare, questo dovrà presentare assoluta regolarità di forma, assenza di difetti superficiali, uniformità, stabilità di colori, resistenza adeguata alle condizioni di impiego.

L'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del Direttore dei Lavori i campioni dei materiali e dovrà sempre approntare una adeguata campionatura. Solo dopo l'approvazione sarà consentito dare inizio ai lavori di rivestimento.

Dovrà essere garantita l'aderenza alle strutture e la perfetta esecuzione delle superfici. La planarità sarà controllata dal Direttore dei Lavori con un regolo rettilineo di 2 m e non saranno accettate lavorazioni che presentassero scostamenti superiori ai 2 mm.

Nel caso di rivestimenti realizzati mediante l'uso di piastrelle o pietra in lastre gli elementi dovranno essere posizionati secondo allineamenti imposti, e le linee dei giunti, debitamente stuccate, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate secondo le esigenze architettoniche.

I contorni degli apparecchi sanitari, rubinetteria, mensole e di tutte le predisposizioni, dovranno essere eseguiti a regola d'arte, senza incrinature, né ripristini.

In funzione della destinazione d'uso dei locali, ove richiesto dalla Normativa di sicurezza di prevenzione incendi, i rivestimenti dovranno essere omologati nelle relative classi di resistenza e reazione al fuoco e l'Appaltatore dovrà a tal fine provvedere anche se non esplicitamente richiesto nelle singole specifiche tecniche.

A lavoro ultimato e prima della consegna i rivestimenti dovranno essere puliti e lavati con accuratezza.

8.1 Pavimento a spolvero di quarzo sferoidale

Lo strato antiusura superficiale in calcestruzzo sarà eseguito a massetto ancora umido mediante spolvero di quarzo sferoidale in ragione di 2 kg/mq. Per le specifiche relative al sottofondo si rimanda alla parte relativa alle opere strutturali.

La superficie sarà attentamente frattazzata con macchine a pale rotanti ("elicotteri") in modo da spianare perfettamente il piano del pavimento e dovrà offrire garanzia biennale circa la non formazione di fessurazioni, la polverosità, la resistenza allo sbrecciamento superficiale in normali condizioni d'uso. I giunti saranno realizzati con maglia corrispondente ai giunti previsti nel sottostante massetto, comunque non superiore 3x3 m, con opportune riquadrature in corrispondenza dei pilastri e dei pozzetti. La sigillatura dei giunti sarà effettuata con mastice bituminoso o polimerico.

Prescrizioni per la stagionatura protetta:

Per raggiungere le potenziali prestazioni attese dal calcestruzzo, soprattutto nella zona corticale, occorre proteggerlo e stagionarlo accuratamente. La stagionatura e protezione del pavimento deve iniziare appena possibile dopo la fase di lisciatura con frattazzatrice meccanica. La stagionatura consiste nell'evitare una prematura essiccazione provocata soprattutto dall'irraggiamento solare e dal vento.

La protezione è volta a prevenire gli effetti derivanti da:

- esposizione, anche durante il getto e la lavorazione, a condizioni climatiche avverse nonché all'irraggiamento solare e ad aria radente
- il dilavamento per pioggia o ruscellamento dell'acqua
- il rapido raffreddamento durante i primi giorni dal getto
- differenze di temperatura superiori ai 20°C tra il centro e la superficie del massetto
- il congelamento

La protezione del calcestruzzo, determinante nell'evitare una prematura evaporazione dell'acqua di impasto, deve iniziare appena possibile dopo la sua finitura superficiale.

I principali sistemi di protezione per la stagionatura del pavimento, utilizzabili singolarmente o in combinazione tra loro, consistono nel:

coprire la pavimentazione con teli di plastica (di tipo isolante in caso di basse temperature)

rivestire con teli umidi

nebulizzare acqua sulla superficie in maniera uniforme ed ininterrotta

- applicare prodotti stagionanti che formano pellicole protettive (UNI 8656)

I metodi indicati sono comunque inefficaci quando la temperatura del calcestruzzo fresco è inferiore ai 5 °C.

Fattori importanti nei processi di protezione e stagionatura sono:

tipo/classe del cemento;

- rapporto acqua/cemento.

Nella Tabella sottostante sono riportati i giorni minimi di stagionatura protetta, raccomandati per le diverse situazioni climatiche al momento del getto. La durata della stagionatura, espressa in giorni dall'ultimazione di ogni singolo getto.

La durata della protezione alla stagionatura, non va confusa con la messa in esercizio della pavimentazione che è invece subordinata al raggiungimento della resistenza meccanica di progetto, salvo diversa prescrizione del progettista.

Sviluppo della resistenza del calcestruzzo												
Temperatura del calcestruzzo in °C	rapido			medio			lento			molto lento		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Non esposto ad insolazione diretta; Umidità Relativa > 80%	8	9	10	9	10	11	11	12	13	13	14	15
Insolazione diretta media o vento di media intensità o Umidità relativa ≥50%	12	13	13	14	15	15	14	15	16	15	16	16
Insolazione intensa o vento forte o Umidità Relativa < 50%	14	15	16	16	17	18	16	18	19	18	19	20

Lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo è quello definito dalla UNI EN 206-1. Per caratterizzare lo sviluppo della resistenza viene utilizzato il rapporto tra la resistenza media a compressione a due giorni ($f_{cm,2}$) e quella a 28 giorni ($f_{cm,28}$), determinato in base ai risultati delle prove iniziali o basato sulle prestazioni note di un calcestruzzo avente composizione comparabile. Nel caso di prove iniziali, i provini per la determinazione della resistenza devono essere prelevati, confezionati, stagionati e provati in conformità con le EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 e prN 12390-3:1999.

Sviluppo della resistenza	Stima del rapporto di resistenze $f_{cm,2} / f_{cm,28}$
rapido	$\geq 0,5$
medio	da $\geq 0,3$ a $< 0,5$
lento	da $\geq 0,15$ a $> 0,3$
molto lento	$< 0,15$

Giunti

Le variazioni di temperatura e il ritiro del calcestruzzo innescano tensioni e deformazioni nel pavimento legate alle dimensioni della piastra. Per assorbire tali tensioni, riducendo antiestetiche fessurazioni superficiali, si devono realizzare nel pavimento alcune soluzioni di continuità, così da ridurre le dimensioni delle lastre.

La disposizione dei giunti, in generale è determinata dal tipo di sottofondo della pavimentazione e viene stabilita dal progettista:

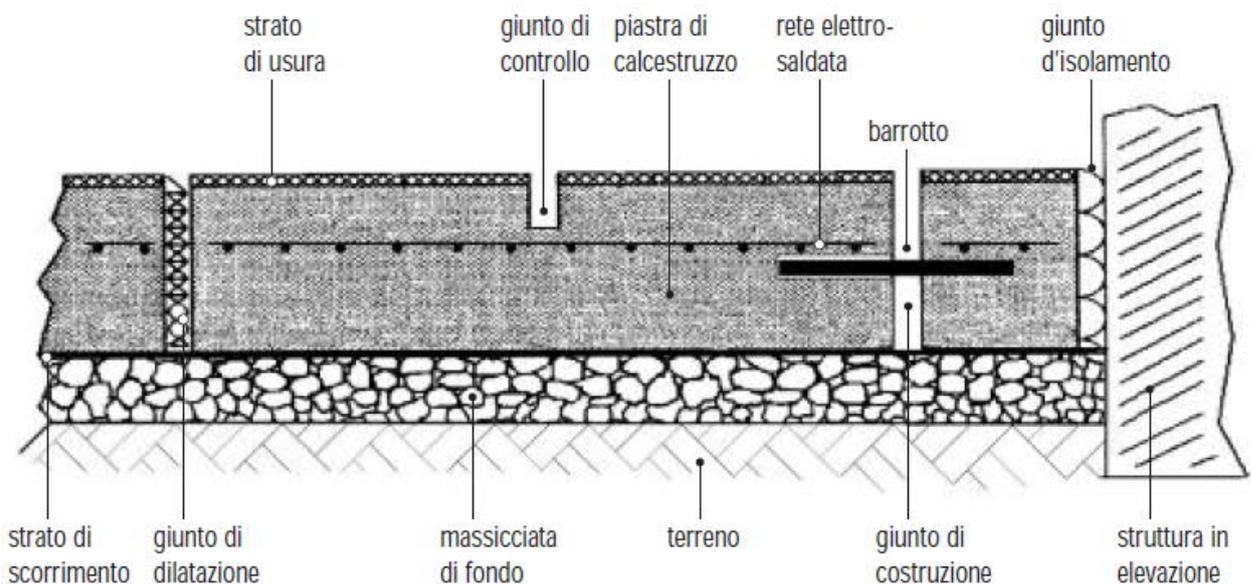
- se il supporto è costituito da elementi prefabbricati non strutturalmente solidarizzati (tegole, copponi ecc.) i giunti devono corrispondere alle linee di discontinuità
- se il pavimento è strutturalmente solidarizzato con elementi prefabbricati per incrementarne la portata, l'esecuzione dei giunti ed il loro dimensionamento devono essere prescritti ed indicati dal progettista
- se il supporto è costituito da massicciata, vengono eseguiti tutti i tipi di giunto tenendo conto della disposizione planimetrica dell'area in cui viene realizzata la pavimentazione e del grado di planarità della massicciata

Il taglio meccanico del giunto, eseguito mediante dischi abrasivi o diamantati, può causare piccoli sbrecciamenti che comunque non costituiscono difetto.

Dopo le operazioni di taglio è necessario ripristinare le eventuali protezioni messe in atto per la stagionatura del pavimento.

Si definiscono le seguenti tipologie di giunto:

- giunti di costruzione
- giunti di controllo o contrazione
- giunti di dilatazione
- giunti di isolamento



Giunti di contrazione o controllo

Devono essere realizzati su tutte le lastre di calcestruzzo posate su qualsiasi supporto, salvo che non vengano dichiaratamente impiegate tecniche particolari che ne rendano superflua la formazione (jointless floor).

Se il supporto è costituito da elementi prefabbricati non strutturalmente solidarizzati (tegole, copponi ecc.) i giunti devono corrispondere alle linee di discontinuità.

Nei pavimenti su soletta piena o in elementi prefabbricati strutturalmente solidarizzati, i giunti devono essere dimensionati a seconda del tipo di adesione aderente o non aderente al supporto.

Se il pavimento è strutturalmente solidarizzato con elementi prefabbricati per incrementare la portata, i giunti dovranno essere autorizzati dal progettista.

Nelle pavimentazioni su massiccata il dimensionamento dipende da fattori quali:

- strato di scorrimento
- grado di planarità della massiccata

- situazione climatica al momento del getto e della stagionatura (vento, sole ecc.)
- metodo e tempi di stagionatura
- tipologia (piazzale, pavimento in locali chiusi ecc.)

I giunti di contrazione devono formare riquadri le cui dimensioni sono subordinate allo spessore del pavimento.

La profondità del taglio è subordinata alla resistenza meccanica raggiunta dal pavimento al momento del taglio. Prima si interviene, minore è la profondità necessaria per favorire contrazioni. A meno che non vengano adottate precauzioni che consentano distanze maggiori,

la distanza massima tra i giunti di contrazione, senza che si verifichi un'ampiezza superiore all'impronta delle ruote dei carrelli elevatori, può essere calcolata con la formula pratica che presuppone lo scorrimento libero delle lastre:

$$L = (18 \times h + 100) \text{ cm}$$

La distanza tra i tagli nelle due direzioni deve essere preferibilmente uguale. Per piastre rettangolari è consentito per un lato una lunghezza superiore del 20% rispetto al lato di dimensione minore. La distanza tra i tagli, calcolata con la formula sopraindicata deve essere ridotta del 20% per i pavimenti poggianti su barriera a vapore.

La profondità dei tagli è subordinata allo spessore della piastra di calcestruzzo e alla planarità del sottofondo. In linea generale la profondità del taglio (Pt) non deve mai risultare inferiore ad 1/5 dello spessore del pavimento (h):

$$Pt \geq (1/5) \cdot h \text{ cm}$$

In tabella vengono riportate a titolo di esempio le profondità minime dei tagli da eseguire nelle piastre di pavimentazione più diffuse contraddistinte da spessori (h) variabili tra 12 e 20 cm.

Spessore piastra (cm)	Profondità minima(*) del taglio entro 24 ore a 20°C (cm)	Profondità minima del taglio entro 48 ore a 20°C (cm)
12	3**	3**
12 ÷ 20	3	4
>20	4	5

(*) La profondità minima può essere ridotta, nel caso che i tagli vengano eseguiti impiegando opportune attrezzature e accorgimenti, affinché l'incisione precoce del calcestruzzo non pregiudichi l'integrità dei bordi del giunto, che in questo caso dovrà essere realizzato tassativamente entro le 24 ore dalla fine del pavimento alla temperatura di 20°C.

(**) Nel caso di piastre di modesto spessore (<12 cm), la profondità del taglio dovrà comunque essere di almeno 3 cm, in quanto un eventuale maggiore spessore di calcestruzzo in corrispondenza del giunto (es. presenza di avallamenti del sottofondo causati da mezzi di trasporto), potrebbe influenzare l'efficacia del taglio.

Resta inteso che tenendo conto della profondità del taglio e dello spessore della piastra, la rete d'armatura dovrà essere posizionata ad una distanza dall'intradosso tale da non essere interrotta dalla lama della sega durante l'esecuzione del giunto di contrazione.

9. Controsoffitti e cartongessi

Nel caso di esecuzione di controsoffitti, qualunque sia il tipo o il sistema costruttivo, dovranno essere eseguiti con particolare cura allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (o sagomate, o inclinate secondo prescrizione) senza ondulazioni o altri difetti così da evitare in modo assoluto e continuativo la formazione di crepe, incrinature, distacchi di parti dello stesso.

Al manifestarsi di qualsiasi imperfezione il Direttore dei Lavori avrà facoltà di ordinare il rifacimento dell'intero controsoffitto, oltre ad ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiatura, etc.), che venisse interessata dal disfacimento.

Tutti gli elementi costituenti il controsoffitto dovranno, qualora richiesto, essere dotati di certificazione ministeriale di comportamento e resistenza al fuoco. In ogni caso, la composizione dei controsoffitti, comunque realizzati, dovrà essere priva di elementi volatili tossici (amianto, perlite, etc.).

I controsoffitti dovranno prevedere le predisposizioni per l'esecuzione degli impianti (ganci, fori per griglie, sospensioni varie, etc.). Inoltre dovrà essere concordato con gli installatori impiantistici il posizionamento dei punti di sospensione compatibile con il tracciato degli impianti e, se del caso, si dovrà procedere al tracciamento dei sistemi interferenti, preventivamente alla realizzazione.

Nel caso di esecuzione di pareti in cartongesso, dovranno essere utilizzate viti autoperforanti fosfatate poste ad interasse di 300 mm, stucchi e nastri di rinforzo per l'esecuzione di trattamento dei giunti piani e ad angolo tra lastre di gesso rivestito altroché tra lastre di gesso rivestito e opere adiacenti, nastro monoadesivo o biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse da applicare su tutto il perimetro della struttura metallica ai fini di eliminare la possibile presenza di ponti acustici dovuti alla trasmissione dei rumori.

La congiunzione delle lastre dovrà avvenire sempre sulla mezzera dell'ala del montante, avendo cura di sfalsare i giunti di una faccia della parete rispetto all'altra. Inoltre i giunti del secondo strato di lastre andranno sfalsati rispetto a quelli dello strato precedente.

La guida a pavimento dovrà essere protetta con una guaina in feltro bituminato o polietilene e fissata al massetto mediante incollaggio in modo continuo con adesivo a base di elastomeri a presa immediata; la guida a soffitto dovrà essere fissata al solaio con ancorette a scatto.

9.1 Controsoffitto monolitico lastre di cartongesso

Il controsoffitto in lastre di cartongesso sarà fissato mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato dello spessore di 6/10 mm ad interasse di 600 mm.

Il controsoffitto ribassato dovrà essere costituito da: orditura portante in profili di acciaio con spessore 0,60 mm minimo e zincatura corrispondente alla qualità Z200 di cui: profilo a C con

altezza 48 mm, sospeso alla sovrastante struttura del fabbricato mediante staffe registrabili costituite da filo in acciaio zincato; profilo a L con altezza 48 mm vincolato mediante tasselli in acciaio zincato alla parete; pannelli in lastre di cartongesso dello spessore di 10 mm fissate alla orditura portante mediante viti in acciaio zincato a testa di croce, posizionate ogni 30 cm tra di loro ed almeno a 1 cm dai bordi della lastra. Il fissaggio delle lastre dovrà iniziare dal lato verso il muro di appoggio. Nel caso in cui non vi sia un perfetto accostamento con i bordi delle lastre, gli interstizi saranno colmati con malta adesiva. I giunti tra le lastre dovranno essere trattati con la seguente procedura: spalmatura dell'intonaco additivato a collante sui bordi assottigliati delle lastre; applicazione manuale, ed intonaco ancora fresco, di bandella di carta forte microperforata della larghezza di 20 cm stendendola su tutta la lunghezza ed asportando l'intonaco in eccesso; ad adesione avvenuta del nastro, spalmatura di un nuovo strato di intonaco tale da ripianare l'assottigliamento a completa asciugatura rasare il giunto con intonaco a gesso additivato con collante avendo cura di spianare i bordi, fino ad ottenere una completa complanarità fra le lastre.

Compresi: scarico del materiale, immagazzinamento e tiro in alto, distribuzione materiali in sito di lavoro, trasporto e smaltimento a discarica dello sfido; impiego di trabattelli, assistenze murarie, pulizia del materiale di risulta.

Comprese le forometrie per corpi illuminanti e componenti dell'impianto di climatizzazione, la struttura sospesa, le rasature, la stuccatura dei giunti piani, degli angoli e delle teste delle viti con prodotti e tecniche adeguati tali da ottenere una superficie liscia ed uniforme pronta per la normale tinteggiatura: spessore lastra 12,5 mm.

Compreso l'impiego di trabattelli, tutte le assistenze murarie, la pulizia finale con allontanamento e smaltimento dei materiali di risulta.

E' compresa inoltre la provvista e posa in opera dei seguenti elementi complementari in cartongesso, come di seguito elencati:

- velette "Orizzontali" in cartongesso, di larghezza fissa o variabile da 20 a 60 cm, con singola lastra di cartongesso da fissare alla quota del controsoffitto; compresa struttura metallica di sostegno adeguata a sostenere il peso di eventuali guide per tendaggi a pannello, le rasature, la stuccatura dei giunti piani, degli angoli e delle teste delle viti con prodotti e tecniche adeguati tali da ottenere una superficie liscia ed uniforme pronta per la normale tinteggiatura
- velette "Verticali" in cartongesso, di altezza pari a 50/75 cm, con singola lastra di cartongesso; compresa la struttura metallica di sostegno, le rasature, la stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti con prodotti e tecniche adeguati tali da ottenere una superficie liscia ed uniforme pronta per la normale tinteggiatura
- lastre in gesso rivestito impregnate, sottoposte a speciale procedimento per limitare l'assorbimento di umidità (idrolastra) da posizionarsi in corrispondenza di ambienti umidi con le seguenti caratteristiche tecniche (DIN 18180 - UNI EN 520 Marcatura CE)
 - carico di rottura: $I_l = 210 \text{ N}$ $_{II} = 550 \text{ N}$
 - classe di reazione al fuoco (EN520): A2-s1,d0
 - conducibilità termica = 0,20 W/mK

- fattore di resistenza al vapore acqueo (EN 12524): 10
- assorbimento di acqua dopo 2 h di immersione totale < del 10% in peso (EN 250)

9.2 Controsoffitto in pannelli di gesso

Controsoffitto ispezionabile realizzato mediante pannelli in gesso alleggerito con struttura completamente nascosta costituita dai seguenti profili a T in acciaio zincato preverniciato:

- profili portanti ad interasse 600 mm, uniti tra loro con appositi elementi di raccordo e fissati al solaio tramite pendini in acciaio su apposite sospensioni, posti ad una distanza di 1000 mm tra loro
- traverse di raccordo da 600 mm, poste perpendicolarmente ai profili portanti, ad una distanza di 500 mm tra loro
- profilo perimetrale, fissato alla parete con un interesse massimo tra i punti di fissaggio di 400 mm

I pannelli di gesso avranno le seguenti principali caratteristiche:

- dimensione 60x60 cm
- composizione gesso alleggerito con armatura

I pannelli verranno sospesi mediante una orditura in acciaio con rivestimento in alluminio preverniciato sospeso al soffitto mediante pendinatura regolabile in acciaio zincato. La struttura dovrà essere completamente nascosta.

9.3 Contropareti in lastre di cartongesso

Si presentano nelle tipologie senza isolamento (intonaco a secco - TIPO 1) in lastre normali, idrorepellenti e ignifughe, e con isolamento (controparete isolante - TIPO 2).

TIPO 1 - Controparete in lastre di gesso rivestito a bordi assottigliati, spessore 13 mm, applicata direttamente alla parete con incollaggi in gesso, compresa la rasatura dei giunti, i piani di lavoro interni e l'assistenza muraria fornita dall'impresa.

TIPO 2 - Controparete termoisolante e fonoassorbente realizzata con lastre in gesso rivestito accoppiate con pannello in polistirene espanso sinterizzato, densità 15 kg/m³, applicate direttamente alla parete con incollaggi in gesso, compresa la rasatura dei giunti, i piani di lavoro interni e l'assistenza muraria fornita dall'impresa: - spessore 10 + 60 mm di isolante.

Caratteristiche tecniche:

- densità: 15 kg/mc
- conduttività termica (di riferimento): 0,037 W/mK
- resistenza termica interna unitaria: 1,130 mqK /W

Modalità di posa in opera:

L'applicazione avverrà secondo la seguente modalità di posa:

- preparazione del supporto: bagnare la superficie muraria o applicare una mano di apposito trattamento isolante con resine a dispersione acquosa
- applicazione della malta adesiva: eseguire il cordolo di adesivo continuo lungo i bordi della lastra ed applicare mucchietti di malta di diametro pari a circa 10/12 cm sul retro della lastra o direttamente sulla muratura. Controllare che i mucchietti siano posti ad interasse pari a 40 cm in senso trasversale e 45 cm in senso longitudinale
- posa del rivestimento: tracciare a terra ed a soffitto il filo finito della superficie esterna e disporre a terra, contro il muro da intonacare o isolare, distanziatori di 1 cm di spessore; appoggiare quindi contro il muro le lastre che si troveranno rialzate rispetto al piano del solaio; accostare accuratamente quindi i pannelli adiacenti per evitare la fuoriuscita della malta adesiva ed eliminare ponti termici ed acustici.

10. Opere metalliche

Il tipo di profilati, le sezioni ed i particolari costruttivi dovranno garantire l'assoluta indeformabilità, il perfetto funzionamento, la durata e l'incorrodibilità.

Tutti gli elementi in acciaio ed in ferro dovranno subire un trattamento di decappaggio o sabbiatura commerciale, oppure analoghi trattamenti atti a garantire la perfetta aderenza della verniciatura e della protezione, con una mano di antiruggine.

Tutte le opere, ad eccezione di quelle già trattate con zincatura, dovranno essere rese in opera con una mano di minio al piombo (a base di clorocaucci), salvo diversamente disposto, su cui verrà realizzata la successiva finitura.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e dimensioni, i tagli potranno essere eseguiti a cesoia o ad ossigeno; quelli in vista dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice.

I fori per chiodi o bulloni dovranno sempre essere eseguiti con il trapano.

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture o i manufatti potranno essere realizzate mediante saldatura se eseguite in officina, o mediante bullonatura se eseguite in opera.

Unioni saldate

Potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, o con procedimenti automatici ad arco sommerso, o sotto gas protettivo, o con altri procedimenti previamente approvati dal Direttore dei Lavori.

In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base. La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base.

Unione con bulloni

Saranno eseguite mediante bullonatura, previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi.

Nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche; nelle unioni ad attrito le rosette dovranno avere uno smusso di 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno, smussi che dovranno essere rivolti, in montaggio, verso la testa della vite o verso il dado.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%.

10.1 Parapetti metallici

I parapetti saranno realizzati con profilati in acciaio piatti, tondi, angolari zincati a caldo o con almeno una mano di antiruggine.

In particolare tutti i manufatti dovranno essere montati tramite bullonature e saldature ed essere resi con una ripresa di antiruggine.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione dei manufatti per eliminare sbavature, spigoli taglienti ed ogni fonte di pericolo per gli utenti.

L'appaltatore dovrà realizzare un campione posato in opera per l'approvazione da parte del direttore dei lavori per ciascun nodo particolare.

Per la zincatura di profilati, lamiera, tubi in acciaio, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettata la norma UNI 5744-66 – “rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.”

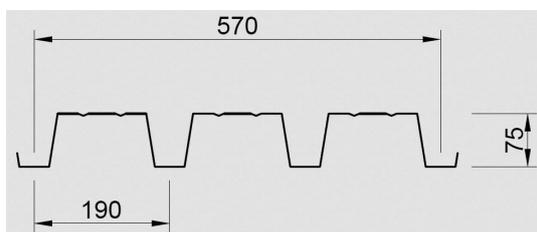
10.2 Coperture e rivestimenti con lastre in lamiera grecata collaborante

Copertura di tetto e rivestimento di pareti con lastre in lamiera grecata autoportante di acciaio zincato preverniciato, spessore 8/10 mm, unite per sovrapposizione. Compresi tagli, adattamenti, sfridi, sormonti, idonei fissaggi alla sottostante struttura, ogni assistenza edile necessaria.

Posa in opera eseguita mediante foratura dei pannelli e degli appoggi sottostanti, inserimento di fissaggio meccanico specifico ed omologato dal produttore, costituito da viti autofilettanti \varnothing mm 6,3 in acciaio zincato passivato con rondella cava incorporata, cappellotti, guarnizioni in paradrite e vipla.

Caratteristiche tecniche - Lamiera A75/P570:

Caratteristiche tecniche



S (mm)	Jy (cm ⁴ / m)	We,inf (cm ³ / m)	We,sup (cm ³ / m)	Wp (cm ³ / m)
0,5	67,80	24,59	14,30	20,87
0,6	80,48	29,18	16,97	24,89
0,7	92,87	33,67	19,58	28,87
0,8	104,98	38,06	22,14	32,79
1	128,34	46,52	27,07	40,48
1,2	150,58	54,58	31,76	47,98
1,5	181,87	65,90	38,37	58,86

10.3 Coperture e/o pareti con pannelli di lamiera coibentata

Copertura per tetti e/o pareti con pannelli metallici fonoassorbenti autoportanti formati da inferiore lamiera di acciaio preverniciato spessore 5/10 mm, strato intermedio di lana di roccia, densità 100 kg/m³, spessore 50 mm e 100 mm, superiore lamiera grecata in acciaio zincato preverniciato spessore 6/10 mm.

Posa in opera su sottostruttura in profilati acciaio zincato eseguita mediante foratura dei pannelli e degli appoggi sottostanti, inserimento di fissaggio meccanico specifico ed omologato dal produttore, costituito da viti autofilettanti \varnothing mm 6,3 in acciaio zincato passivato con rondella cava incorporata, cappellotti, guarnizioni in paradrite e vipla.



Reazione al fuoco - Reaction to fire		
spessore pannello panel thickness	Euroclass	spessore min. lamiera min. sheet thickness
50 ÷ 150	A2 s1 d0	external 0.6 - internal 0.6

Resistenza al fuoco - Fire resistance	
spessore pannello panel thickness	certificazione certification
50	EI 30
80	EI 60
100 / 120 / 150	EI 120

PGB PWD											ACCIAIO - STEEL												
Spessore pannello Panel thickness	EI	Spessore supporto Support thickness	Peso Weight kg/m ²	U W/m ² K		Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)																	
						▲ ▲ campata semplice - simple span								▲ ▲ ▲ ▲ campata multipla - multiple span									
mm		mm		EN 14509	EN ISO 6946	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	
Carico massimo uniformemente distribuito in kg/m ² acciaio - Max load capacity kg/m ² steel																							
50	30	0,6/0,6	15,40	0,78	0,76	98	78	66	52	-	-	-	-	109	87	73	62	49	-	-	-	-	
80	60	0,6/0,6	18,40	0,50	0,49	156	127	105	80	61	49	-	-	168	141	107	100	77	60	50	40	-	
100	120	0,6/0,6	20,40	0,41	0,40	183	157	131	101	77	60	49	40	193	170	147	124	96	76	61	52	43	
120	120	0,6/0,6	22,40	0,34	0,34	215	183	152	120	93	73	59	50	235	206	177	149	115	91	73	61	52	
150	120	0,6/0,6	25,40	0,28	0,27	251	214	177	140	109	85	69	58	274	240	207	174	134	106	85	71	61	

10.4 Griglie di aerazione

Le griglie di aerazione saranno realizzate in acciaio zincato preverniciato, nelle dimensioni del progetto esecutivo, e avranno le seguenti principali caratteristiche:

- controtelaio in profilo di acciaio zincato fissato su serramenti o a muro mediante zanche o tasselli ad espansione;
- griglia in acciaio ad alette con ali antipioggia fisse, con filtro sintetico
- cornice in acciaio zincato fissata al controtelaio con l'impiego di viti inossidabili

11. Opere da lattoniere e pvc

Manufatti ed i lavori in genere in lamiera in acciaio (nera o zincata), di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o di altri metalli, o di materiale plastico, dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere.

Il collocamento in opera comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione e ove necessario.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodature, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature, incollature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dal Direttore dei Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

Per tratti di notevole lunghezza o in corrispondenza di giunti sul supporto dovranno essere predisposti opportuni giunti di dilatazione.

In presenza di contatto fra materiali metallici diversi occorrerà evitare la formazione di correnti galvaniche che possono generare fenomeni di corrosione dei manufatti stessi.

11.1 Lattoneria in acciaio preverniciato

I faldali in lamiera zincata preverniciata, spessore 8/10 mm, e in lamiera di alluminio preverniciato, spessore 10/10 mm, saranno posizionati a corredo e finitura di coperture ed impermeabilizzazioni.

Nella messa in opera dovranno essere previste le necessarie sovrapposizioni e saldature, chiodature e rivettature e gli accorgimenti di isolamento di eventuali differenti metalli per evitare l'effetto di pila galvanica.

I pluviali in lamiera zincata preverniciata di spessore mm 8/10 e diametro mm 100, saranno fissati alla struttura verticale e/o orizzontale mediante staffe in acciaio zincato disposte ad interasse massimo di m 1,5.

Le giunzioni dovranno essere realizzate con sovrapposizione di almeno cm 5 e saldatura e dovranno offrire massima garanzia contro le perdite di acqua e lo sfilamento degli elementi.

Le acque pluviali prima di essere convogliate nelle tubazioni dovranno essere filtrate mediante griglia con maglia paraghiaia.

I gambali dei pluviali in lamiera, con altezza 2,00 diam.100 mm, verranno realizzati in ghisa e dovranno essere catramate a caldo sia internamente che esternamente.

Il fissaggio avverrà mediante staffe in acciaio zincato disposte ad un interasse di 1,50 m.

Le giunzioni ed i raccordi con i tubi in lamiera dovranno essere realizzate con giunti a bicchiere e guarnizioni di tenuta tali da offrire garanzia quinquennale contro perdite d'acqua e sfilamenti.

11.2 Tubi pluviali in PVC

Pluviali in PVC rigido diametro mm 100 in conformità alle norme UNI 7443/75.

I pluviali dovranno essere fissati alla struttura verticale e/o orizzontale mediante staffe in acciaio zincato disposte ad interasse massimo di m 1,5.

Le giunzioni dovranno essere realizzate con idoneo collante e dovranno offrire massima garanzia contro le perdite di acqua e lo sfilamento degli elementi.

Le acque pluviali prima di essere convogliate nelle tubazioni in PVC dovranno essere filtrate mediante griglia in alluminio siliceo con maglia paraghiaia.

11.3 Canale di gronda in PVC

Canale di gronda in PVC antiurto estruso, a doppia parete, sez.12x10 (svil.420 mm.), completo di pezzi speciali (giunto elastico, coprigiunto, angoli, testate, bocchelle, staffe in lamiera plastificata)

11.4 Pozzetti in cls

I pozzetti saranno realizzati in calcestruzzo vibrato con cemento ad alta resistenza a solfati e spessori minimi delle pareti di 150 mm.

I pozzetti saranno realizzati con rivestimento interno e con cono di riduzione predisposto per la posa del chiusino.

La pozzetteria minuta per caditoie, ispezione al piede dei pluviali, raccordi sarà realizzata con elementi prefabbricati in cls a conci per una altezza di 50 cm.

I pozzetti saranno posti in opera su letto di posa in cls magro dello spessore minimo di 10 cm.

12. Dispositivo di protezione anticaduta

Il dispositivo di protezione da installarsi è di tipo anticaduta orizzontale installato in quota (colmo), costituito da fune in acciaio inox Ø 8 mm, con resistenza > 36 KN, paletti e supporti

di ancoraggio, paletti intermedi, piastre di fissaggio, tenditori, morsetti e minuteria metallica, a norma UNI EN 795 classe C.

Al termine della posa in opera l'installatore dovrà rilasciare la certificazione attestante la corretta posa/montaggio e la corrispondenza alle norme vigenti in materia antinfortunistica.

13. Scavi e demolizioni

Lo smaltimento dei materiali di risulta degli scavi è a carico dell'Appaltatore.

Durante l'esecuzione delle opere sarà onere dell'Appaltatore provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e delle opere di tracciamento e picchettatura delle aree interessate dai lavori da eseguire; la creazione o la conservazione dei capisaldi necessari all'esecuzione dei lavori sarà effettuata con l'impiego di modine e strutture provvisorie di riferimento in base alle quali si eseguirà il successivo tracciamento.

L'Appaltatore dovrà altresì presentare relazione tecnica e la documentazione relativa all'impianto di lavaggio e al sistema di scarico della acque di lavaggio delle betoniere e in generale dei mezzi di cantiere conformemente a quanto previsto dalle disposizioni normative statali e locali. Senza la presentazione di tale documentazione e la predisposizione delle misure in questa riportata, non potranno avere inizio getti.

In rapporto alle fasi di lavorazione previste e i pericoli ad esse connesse, dovranno essere fornite al Committente specifiche indicazioni su particolari lavorazioni da realizzare in cantiere con le misure generali più urgenti da approntare in fase di esecuzione dei lavori, quali:

- scavi
- lavorazioni che comportano la movimentazione di macchinari
- lavorazioni che comportano possibilità di caduta dall'alto
- uso gru di cantiere e altre macchine che possono interferire con eventuali linee elettriche

I materiali metallici provenienti dalle demolizioni sono di proprietà del Committente.

L'Appaltatore provvederà al taglio a misura dei pezzi e allo stoccaggio degli stessi in uno o più container messi a disposizione dalla Committente.

13.1 Altri materiali di risulta derivanti da scavi, demolizioni, smontaggio, etc.

Lo smaltimento di tutti i materiali di risulta derivanti da scavi, demolizioni, smontaggio etc. è a carico dell'Appaltatore. L'Appaltatore, in quanto produttore del rifiuto proveniente da scavi, demolizioni, smontaggi, pulizie e simili, dovrà farsi carico di tutte le procedure per il corretto smaltimento dello stesso, dimostrando la certificazione del corretto smaltimento tramite la consegna al Committente di una fotocopia della 4° copia del formulario debitamente compilata o documento equivalente con modalità SISTRI.

Il terreno di scavo non riutilizzato nell'ambito dello stesso cantiere dovrà essere caratterizzato in conformità alla normativa vigente e smaltito presso idonei impianti di smaltimento autorizzati come rifiuto.

Prima di procedere allo smaltimento dei rifiuti prodotti nel cantiere, l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente comunicazione scritta corredata di tutta la documentazione occorrente inclusa l'autorizzazione dell'impianto di smaltimento, la dichiarazione di accettazione del rifiuto da parte dello stesso, le analisi di caratterizzazione del rifiuto con l'identificazione del codice CER; l'Appaltatore potrà utilizzare detto impianto solo a seguito di espressa accettazione scritta da parte della Committente.

Analogamente per quanto riguarda il trasporto dei rifiuti l'Appaltatore dovrà inviare preventivamente alla Committente la documentazione all'uopo occorrente corredata della relativa iscrizione del trasportatore proposto all'Albo Nazionale Gestori Ambientali e della convenzione in atto con questo; l'Appaltatore potrà utilizzare detto trasportatore solo a seguito di espressa accettazione scritta da parte della Committente.

Non sarà quindi consentito l'utilizzo di impianti o trasportatori diversi da quelli presentati ed accettati dalla Committente.

Si intende che l'accettazione e/o l'atto di assenso comunque espresso (anche tacitamente) dal Committente non libera neppure parzialmente l'Appaltatore dalle responsabilità su di esso gravanti. Le quali permangono integralmente a carico del medesimo Appaltatore.

Per quanto riguarda le terre da scavo destinate ai rinterri nell'ambito dello stesso cantiere è onere dell'Appaltatore la movimentazione al deposito indicato dalla Committente e la successiva caratterizzazione per lotti omogenei nonché il rispetto di tutte le norme vigenti in materia.

La Committente si riserva ampia facoltà di eseguire campionamenti in contraddittorio con l'Appaltatore per la verifica dei lotti da rinterrare.

Si intende che l'indicazione del deposito di cui sopra nonché ogni espressione anche tacita del Committente in proposito non libera neppure parzialmente l'Appaltatore dalle responsabilità su di esso gravanti. Le quali permangono integralmente a carico del medesimo Appaltatore.

La caratterizzazione deve essere volta a verificarne la conformità in funzione della destinazione d'uso con riferimento alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione del D.Lgs. 152/06. I parametri minimi da sottoporre ad analisi sono i seguenti: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Stagno, Idrocarburi C<12; Idrocarburi C>12, Amianto, BTEX, IPA. I campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche della frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Le analisi svolte dall'Appaltatore devono essere trasmesse alla Committente prima di procedere ai rinterri.

L'Appaltatore potrà procedere ai rinterri solo dopo autorizzazione scritta della Committente.

Per quanto riguarda i terreni/materiali provenienti dall'esterno del cantiere da utilizzare per i rinterri, l'Appaltatore dovrà fornire preventivamente alla Committente tutta l'idonea documentazione attestante la provenienza e l'idoneità in conformità della normativa vigente.

I documenti di cui sopra dovranno essere preventivamente sottoposti dall'Appaltatore alla Committente.

L'Appaltatore potrà procedere ai rinterri solo dopo approvazione scritta da parte della Committente.

Qualora i risultati delle analisi non dovessero essere conformi ai limiti normativi, gli oneri per le conseguenti procedure di bonifica saranno esclusi dal presente appalto.

L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi a quanto segue:

- il produttore dei materiali utilizzati dovrà dimostrare certificazione di qualità UNI EN ISO 9001 ed ottenere approvazione dalla Committente ed i prodotti dovranno essere muniti di schede tecniche riportanti dati equivalenti a quelli descritti in specifica
- è escluso in via assoluta ogni compenso all'Appaltatore per danni alle opere eseguite, danni o perdite di materiali e attrezzi, danni alle opere provvisorie, anche se dipendenti da terzi
- concedere libero accesso nei cantieri ai tecnici della Committente in ogni momento e dare tutte le informazioni e facilitazioni necessarie allo svolgimento dei loro compiti, senza che ciò comporti oneri e responsabilità alcuna a carico della Committente