

COMUNE DI NEONELI  
PROVINCIA DI ORISTANO



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
**COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO SPORTIVO**  
**POLIVALENTE AL SERVIZIO DELLA SCUOLA**  
**ELEMENTARE**

**ALL .**  
**H**  
NEONELI  
MAG. 2015

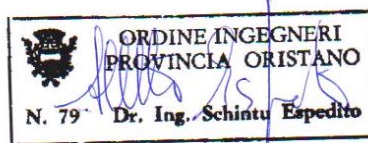
**C.S.A.**  
**SPECIFICHE TECNICHE**

RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA

**GEOM. URRU GIANFRANCO**


PROGETTISTA

**ING. SCHINTU ESPEDITO**



VIA G. VERGA N.79, 09170 ORISTANO - 0783 70778 / 340 4904504 -

[elio.schintu@tiscali.it](mailto:elio.schintu@tiscali.it) - P.IVA 00101570950

 <b>COMUNE DI NEONELI</b>	<b>Capitolato Speciale per l'esecuzione di Lavori Pubblici</b>	
	<b>Specifiche Tecniche</b>	

## **Indice**

Art. 1 – <b>Materiali in genere</b> .....	
Art. 2 – <b>Approvvigionamento ed accettazione dei materiali</b> .....	
Art. 3 – <b>Presentazione del campionario e prove di laboratorio</b> .....	
Art. 4 – <b>Controllo del prodotto non conforme</b> .....	
Art. 5 – <b>Strutture realizzate in acciaio</b> .....	
Art. 6 – <b>06 - Prove dei materiali</b> .....	
Art. 7 – <b>Prescrizioni generali di esecuzione dei lavori</b> .....	
Art. 8 – <b>Tracciamenti</b> .....	
Art. 9 – <b>Scavi e rilevati in genere</b> .....	
Art. 10 – <b>Rilevati e rinterri addossati alle murature, riempimenti con pietrame</b> .....	
Art. 11 – <b>Scavi a sezione ristretta o di fondazione e demolizioni</b> .....	
Art. 12 – <b>Malte e conglomerati</b> .....	
Art. 13 – <b>Opere in calcestruzzo armato</b> .....	
Art. 14 – <b>Demolizioni e rimozioni</b> .....	
Art. 15 – <b>Danni di forza maggiore</b> .....	
Art. 16 – <b>Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori</b> .....	
Art. 17 – <b>Tipologia sottofondo a drenaggio orizzontale sotto il manto</b> .....	
Art. 18 – <b>Sistema manto</b> .....	
Art. 19 – <b>Manutenzione ordinaria settimanale</b> .....	
Art. 20 – <b>Manutenzione straordinaria annuale</b> .....	

## SPECIFICHE TECNICHE

### **Art. 01 - Materiali in genere**

I materiali in genere, occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Assuntore riterrà di sua convenienza, purchè ad insindacabile giudizio delle D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

### **Art. 02 - Approvvigionamento ed accettazione dei materiali**

Tutti i materiali potranno essere messi in opera solo dopo l'accettazione provvisoria del Direttore dei lavori. L'accettazione sarà definitiva solo dopo la messa in opera dei materiali.

Qualora, senza opposizione dell'Amministrazione, l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impiegasse materiali migliori o con lavorazione più accurata, non avrà diritto ad aumento dei prezzi rispetto a quelli stabiliti per la categoria di lavoro prescritta. Se invece sia ammessa dall'Amministrazione qualche scarsezza, purché accettabile senza pregiudizio, si applicherà una adeguata riduzione del prezzo, salvo giudizio definitivo in sede di collaudo (art. 20Cap. Gen.).

L'Appaltatore può approvvigionare i materiali da qualsiasi località, ma qualora il presente Capitolato Speciale prescriva i luoghi di provenienza dei materiali, egli dovrà documentarne la provenienza, e se si verifici la necessità di ricorrere ad altre località, l'Appaltatore dovrà chiedere l'assenso scritto all'Amministrazione (art. 22 Cap. Gen.).

### **Art.03 - Presentazione del campionario e prove di laboratorio**

L'Amministrazione potrà richiedere la presentazione del campionario di quei materiali di normale commercio che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima del loro approvvigionamento in cantiere. Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme sui prodotti da costruzione ed essere utilizzati solo se idonei all'impiego in modo tale da rendere le opere sulle quali devono essere incorporati o installati conformi ai requisiti essenziali.

I prodotti che recano il marchio CE si presumono idonei all'impiego previsto e devono essere accompagnati dall'attestato di conformità ai requisiti della specificazione tecnica che consenta l'identificazione delle caratteristiche del prodotto stesso. Per i prodotti marginali, che non hanno una incidenza diretta sulla salute e la sicurezza, l'impiego è condizionato alla sola dichiarazione di conformità alle regole dell'arte rilasciata dal fabbricante (D.P.R. 246/1993).

I materiali, inoltre, devono corrispondere a quanto stabilito nel presente Capitolato Speciale: ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme UNI, le norme CEI, le norme CNR, o di altri enti normatori ufficiali, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco. Previa redazione di un verbale steso in concorso con l'Appaltatore, la Direzione dei lavori può prelevare campioni dei materiali approvvigionati in cantiere, da sottoporre a prove e controlli, da eseguirsi in laboratori ufficiali, nel numero necessario al completo accertamento della rispondenza delle caratteristiche previste, a spese dell'Appaltatore (art. 20, u.c. Cap. Gen.).

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad un Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto. L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

#### **Art. 04 - Controllo del prodotto non conforme**

Qualora si accerti che i materiali accettati e posti in opera siano di cattiva qualità, il Direttore dei lavori ordinerà la demolizione e il rifacimento a spese e rischio dell'Appaltatore (art. 23 Cap. Gen.). Le spese per l'accertamento e le verifiche che diano luogo a parere negativo sulla loro esecuzione sono sempre a carico dell'Appaltatore. Qualora diano luogo a parere positivo sulla loro esecuzione saranno a carico dell'Appaltatore solo nel caso in cui egli non abbia effettuato le prove e le verifiche prescritte dal presente Capitolato e/o dalle norme UNI o di altri enti normatori e di conseguenza non sia in possesso di opportuna certificazione.

#### **Art.05 - Strutture realizzate in acciaio**

Le norme riguardanti le costruzioni di acciaio relative ad opere di ingegneria civile, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare, sono contenute nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e nella relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza 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 della predetta legge (D.M. 81/08 e successivi aggiornamenti), e delle norme CNR specifiche.

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

Per tutte le strutture portanti in acciaio, prima dell'approvvigionamento dei materiali, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, e sulla base del progetto esecutivo, i disegni costruttivi di officina, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare: - i diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi;

- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina ed i piani operativi di montaggio.

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.

I disegni costruttivi dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori e solo dopo tale approvazione l'Appaltatore potrà procedere agli ordinativi e successivamente alla messa in opera.

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 previamente 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 base.

La preparazione di 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 della saldatura dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con il materiale di base.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla verifica in sito o in officina da parte di Istituto Ufficiale di sua fiducia.

**SALDATURE**

Eseguire tutte le saldature in conformità con quanto disposto dal D.M. 81/08 , e dalle specifiche Norme ISO 3834 - ISO 14731, ISO 9606-1 e EN ISO 15614.

Per le saldature con elettrodi rivestiti, impiegare saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634-60.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altra irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

**BULLONATURE**

Effettuare tutti i collegamenti bullonati in conformità con quanto disposto dal D.M. 81/08 e dalle norme CNR 10011/97, impiegando bulloni con un diametro minimo di 12 mm. Eseguire i fori rispettando le prescrizioni della norma CNR 10011/97.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentita solo se autorizzato dalla Direzione Lavori.

Non sarà mai concesso l'uso di chiavi fisse con prolunga ottenuta con tubi a altro.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura, ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

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. 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 a suo insindacabile giudizio, 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 D.M. 16.01.1996 dai relativi allegati e dalla norma CNR-UNI 10011/97.

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 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.

### **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.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è facoltà della Direzione Lavori prescrivere il premontaggio in officina.

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 a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari 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 dellaminato;
- 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 D.M. del 09.01.96 e successivi aggiornamenti e dalle Norme CNR-UNI 10011/97. 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 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 fa uso di rosette.  
È 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.

### **CONTROLLI DI MONTAGGIO**

L'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza 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 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 procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 09.01.96 e successivi aggiornamenti, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta la esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato dal 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.

### **CONTROLLI SULLE SALDATURE**

La saldatura potrà essere impiegata per il rinforzo di elementi strutturali, per la giunzione di nuovi elementi necessari per eventuali modifiche della struttura e per il ripristino degli elementi tagliati per caratterizzare i materiali.

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 10011/97 e D.M. 81/08).

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 le 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 vigenti

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.

Le temperature da rispettare saranno stabilite in funzione degli spessori, del carbonio equivalente delle lamiere  $(C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15)$  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 (patentino, ecc.).

Eventuali giunzioni testa a testa su elementi soggetti a trazione saranno da considerare di 1<sup>a</sup> classe, secondo la definizione del D.M. del 14.02.92 e successivi aggiornamenti. Su elementi compressi saranno di 2<sup>a</sup> classe.

Tutte le saldature saranno sottoposte a collaudo finale con l'esecuzione dei seguenti controlli non distruttivi:

- esame visivo su tutte le giunzioni saldate;
- esame magnetoscopico nella percentuale del 20% sia sui cordoni d'angolo sia sui giunti testa a testa: il controllo sarà eseguito in accordo alla norma UNI vigente
- esame radiografico o ultrasonoro nella percentuale del 100% sui giunti testa a testa a piena penetrazione di 1<sup>a</sup> classe e nella percentuale del 20% su quelli di 2<sup>a</sup> classe: il controllo radiografico sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8956. Il controllo ultrasuono 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<sup>a</sup> classe saranno adottati i criteri del raggruppamento B della norma UNI 7278; per i giunti di 2<sup>a</sup> classe sarà seguito il raggruppamento F della suddetta norma.

Per il controllo ultrasonoro (giunti di 1<sup>a</sup> 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 accettare 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<sup>a</sup> classe i limiti per i difetti allungati verranno aumentati del 50%.

I controlli potranno essere eseguiti direttamente dalla Direzione lavori o da un tecnico di un Istituto Ufficiale di controllo in funzione della estensione ed importanza dei controlli.

In questo ultimo caso gli oneri, le spese e i compensi per l'Istituto Ufficiale saranno posti a carico dell'Appaltatore.

#### **Art. 06 - Prove dei materiali**

L'Appaltatore e' obbligato a presentarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove previste dal presente Capitolato, sia sui materiali impiegati che su quelli da impiegare. In mancanza sia di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, sia di una normativa specifica del Capitolato, e' riservato alla Direzione Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. L'Appaltatore non potra' pretendere alcun compenso ne' per i materiali asportati ne' per il ripristino dei materiali eventualmente manomessi per il prelievo dei campioni, prelievo che verra' eseguito in contraddittorio e regolarmente verbalizzato; in tale sede l'Appaltatore avra' la facolta', sempre che cio' sia compatibile con il tipo e le modalita' esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa. Come gia' accennato, i campioni consegnati dalla Impresa e che devono essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli Uffici dell'Amministrazione Appaltante, nei modi piu' adatti a garantirne la autenticita'. Le prove, i cui esiti faranno fede a tutti gli effetti, potranno essere eseguiti presso gli Istituti Autorizzati, le fabbriche di origine od in cantiere, a seconda delle disposizioni del presente Capitolato o, in mancanza, della Direzione Lavori. Tutte le inerenti spese di prelievo, invio, esecuzione, assistenza, simili e connesse saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

#### **Art. 07 - Prescrizioni generali di esecuzione dei lavori**

Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino speciali norme prescritte nel presente Capitolato Speciale, l'Assuntore dovra' seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica ed attenersi agli ordini che potra' impartire la D.L.. Sara' cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, di procurarsi presso la Direzione dei lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti e poi eseguire il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc. sottoponendolo alla Direzione dei Lavori per il controllo; soltanto dopo l'assenso di questa, potra' iniziare le relative opere. Quantunque i tracciamenti siano verificati dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa resta responsabile della esattezza dei medesimi e quindi sara' obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto e alle prescrizioni della Direzione dei lavori. Tutti i prezzi presenti nell'elenco allegato si intendono validi in qualsiasi condizione di lavoro (localizzazione cantiere e difficolta' di approvvigionamento): si intendono compresi quindi gli oneri relativi, per esempio, all'approvvigionamento a mezzo elicottero.

## Art. 08- Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino indicati i limiti degli scavi, dei rilevati, le aree di occupazioni, le demolizioni e la posizione dei manufatti da realizzare; dovrà pure predisporre, se espressamente richiesto dalla Direzione Lavori, le modine atte a stabilire la esatta localizzazione e forma dei manufatti; sono a carico dell'Impresa gli oneri relativi a tracciamenti e livellazione in corso d'opera.

## Art.09 - Scavi e rilevati in genere

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la realizzazione delle opere in oggetto saranno eseguiti conformi alle previsioni di progetto salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione Lavori; dovrà essere usata ogni attenzione nello scavare i fossi, nello spianare e nel configurare le scarpate e nel riprofilare gli alvei. In particolare si prescrive:

a) Scavi – Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzioni dei lavori. Nella esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone o alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi. Le

materie provenienti dagli scavi in genere, ove non possano essere riutilizzabili o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese per distanze fino a 20 km. Le materie provenienti dagli scavi che saranno utilizzate per tombamenti o rinterrati dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno creare danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

b) Rilevati - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno fino al loro totale esaurimento, in generale e salvo quanto segue, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della D.L., per la formazione dei rilevati dopo avere provveduto alla cernita ed all'accatastamento separato dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, di inghiaamenti, di costruzioni murarie e comunque riutilizzabili, i quali restano di proprietà dell'Amministrazione come per Legge.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra ed, infine, per le strade da eseguire totalmente in rilevato nonche' per i terrapieni, si provvederanno le materie occorrenti scavandole o, come si suole dire, prelevandole da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti idonei dalla D.L.. Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali negli spessori previsti in progetto od ordinati dalla D.L..

c) Scavi subacquei e prosciugamenti – E' facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei oppure il prosciugamento qualora l'Appaltatore non potesse fare defluire naturalmente l'acqua dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione malgrado l'osservanza delle prescrizioni e in caso di sorgive o filtrazioni.

Gli scavi subacquei sono considerati soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine e con l'apertura di canali fugatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm 20 dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione di Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

d) Armature di sostegno e armature permanenti degli scavi - Le armature permanenti degli scavi verranno installate, di norma, ove indicato dal piano di sicurezza o ordinate dalla Direzione Lavori e saranno realizzate mediante:

- 1) bulloni da roccia del tipo ad espansione o con bloccaggio in resina;
- 2) calcestruzzo spruzzato;
- 3) rete metallica elettrosaldata a maglia quadrata;
- 4) rete metallica zincata o zincata-plastificata a maglia esagonale.

L'Appaltatore resta il solo ed unico responsabile circa la piena efficienza e funzionalità della armatura adottata a sostegno degli scavi.

#### **Art. 10- Rilevati e rinterri addossati alle murature, riempimenti con pietrame**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscano e si gonfino generando spinte. E' vietato addossare terrapieni a murature di recente costruzione. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a tutto carico dell'Impresa. I riempimenti di 34/64

pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili, dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

#### **Art. 11 - Scavi a sezione ristretta o di fondazione e demolizioni**

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte o secondo le sezioni di scavo indicate in progetto o prescritte dalla D.L.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi a sezione ristretta dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla D.L. verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm, l'Impresa dovrà provvedere se richiesto dalla D.L. all'esaurimento dell'acqua stessa con i mezzi che saranno ritenuti opportuni.

L'Impresa sarà però tenuta ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno; nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Per l'esecuzione di detti scavi è previsto l'impiego di qualsiasi mezzo d'opera od ufficio ritenuto opportuno per ciascun caso.

Le sezioni di scavo computate saranno quelle del manufatto da realizzare al netto dello spazio per casseri e opere varie.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali e complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. La demolizione di murature di qualsiasi genere eseguite totalmente a macchina nell'ottica di uno sbancamento per allargamento stradale verranno considerate sbancamento.

Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che

verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

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

#### **Art. 12 - Malte e conglomerati**

I quantitativi di materiale da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno essere a prestazione garantita ed avere le caratteristiche previste nel progetto e nell'elenco prezzi. Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali prescrizioni, al fine di consentire una diversa resistenza caratteristica prescritta o particolari qualità del conglomerato, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni della UNI 11104 in accordo alla UNI EN 206-1. Gli impasti sia di malta che di conglomerato dovranno essere preparati nelle sole quantità necessarie all'impiego immediato. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I conglomerati dovranno essere forniti da ditte certificate.

#### **Art. 13 - Opere in calcestruzzo armato**

##### **NORME DI RIFERIMENTO**

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per Costruzioni

Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato

Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale

Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza

D.P.R. 246/93 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione

UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2004 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

UNI EN 197-1: 2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni



UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati

ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti  
36/64

UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per  
l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti

UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo

UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo

UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo

UNI-EN 13263 parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo

UNI EN 12350-2 Determinazione dell' abbassamento al cono

UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse

UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco

UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua  
d'impasto essudata

UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla  
valutazione della resistenza meccanica a compressione

prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del  
calcestruzzo(in situ) della struttura in opera

UNI EN 12504-1:2002 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della  
resistenza a compressione

EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato

UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: Metodi di prova

EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.

UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures

UNI 8866 Disarmanti

## **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **Cementi**

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

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

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

#### *Controlli sul cemento*

##### *Controllo della documentazione*

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

##### *Controllo di accettazione 37/64*

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso. Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

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

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

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale

di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

#### **Aggiunte**

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

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

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

#### *Ceneri volanti*

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

alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

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

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

Tipo di cemento Classi di resistenza Valori di k

CEM I 32.5 N, R 0.2

CEM I 42.5 N, R

52.5 N, R 0.4

CEM IIA 32.5 N, R 42.5 N, R 0.2

CEM IIIA 32.5 N, R42.5 N, R0.2

CEM IVA 32.5 N, R42.5 N, R0.2

CEM VA 32.5 N, R42.5 N, R0.2

*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 38/64

La quantità (cemento +  $k \cdot$  quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

### **Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE 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/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo

conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m<sup>3</sup>.

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

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

### *Aggregati di riciclo*

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo posseda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità prescritti. 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.

### **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.  $\leq 37 \leq 30\%$   $\leq 25$  fino al 60%

Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati – da qualsiasi classe di calcestruzzi  $>C(45/55) \leq 55$  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.

### **Acqua di impasto**

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

### **Additivi**

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia 39/64

l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti.

Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dall'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.

## **Acciaio**

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

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

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono 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.

### *Requisiti*

#### *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 suprodotta 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).

#### **Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/01/2008**

##### **Proprietà Valore caratteristico**

$f_y \text{ (N/mm}^2\text{)} \geq 450 \alpha$

$f_t \text{ (N/mm}^2\text{)} \geq 540 \alpha$

$f_t/f_y^3$  1,15 b

$E$  1,35 b

$A_{gt} (\%)^3$  7,5 b

$f_y/f_{y,nom}$   $E \geq 1,25$  b

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

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

In aggiunta a quanto sopra riportato si richiedono le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC.

### **Proprietà aggiuntive**

40/64

### **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**

$\emptyset < 12$  4d

$12 \leq \emptyset \leq 16$  5d

$16 < \emptyset \leq 25$  8 d

$25 < \emptyset \leq 40$  10 d

### *Resistenza a fatica in campo elastico*

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $s_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150

N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

### *Resistenza a carico ciclico in campo plastico*

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

**Prova carico ciclico in relazione al diametro**

**Diametro nominale (mm) Lunghezza libera Deformazione (%)**

$d \leq 16 \quad 5 d \pm 4$

$16 < 25 \quad 10 d \pm 2,5$

$25 \leq d \quad 15 d \pm 1,5$

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  $6 \leq d \leq 8$  Da  $d > 8$  a  $d \leq 50$

**Tolleranza in % sulla sezione**  $\pm 6$   $\pm 4,5$

*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).

**Valori dell'indice  $I_r$  in funzione del diametro**

41/64

**Diametro nominale (mm)  $I_r$**

$5 \leq \emptyset \leq 6 \quad \geq 0.048$

$6 < \emptyset \leq 8 \quad \geq 0.055$

$8 < \emptyset \leq 12 \quad \geq 0.060$

$\emptyset > 12 \quad \geq 0.065$

*Controlli sull'acciaio*

*Controllo della documentazione*

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.11 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.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

#### *Controllo di accettazione*

Il Direttore dei Lavori eseguirà 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 sarà 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 recedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

### **Valori limite per prove acciaio**

#### **Caratteristica Valore Limite Note**

$f_y$  minimo 425 N/mm<sup>2</sup> (450 - 25) N/mm<sup>2</sup>

$f_y$  massimo 572 N/mm<sup>2</sup> [450x(1.25+0.02)] N/mm<sup>2</sup>

Agt minimo  $\geq 6.0\%$  Per acciai laminati a caldo

Rottura/snervamento  $1.13 < f_t/f_y < 1.37$  Per acciai laminati a caldo

Piegamento/raddrizzamento 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  $42/64$  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).

#### *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**

$\varphi \leq 16 \text{ mm}$   $4g$   $a\varphi$  **nci**

$\varphi > 16 \text{ mm}$   $7 \varphi$

#### *Deposito e conservazione in cantiere*

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

### **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO**

#### **Le classi di resistenza**

Si fa 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).

#### **Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati**

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 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'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici) e comunque in accordo al progetto esecutivo.

### **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: 43/64

(aaggr) => 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);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

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

ottenendo la formula:

$$eff\ m\ agg\ add\ a = a + a + a$$

### **Lavorabilità**

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

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

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

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);

- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

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

#### **Acqua di bleeding**

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

#### **Contenuto d'aria**

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta 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 nel progetto (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

#### **PRESCRIZIONI PER IL CONGLOMERATO**

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in classe di esposizione XC2 (UNI 11104), Rck 30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S3, Dmax 32 mm, Cl 0.4

#### **Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato**

**A1)** Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

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

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

**A4)** Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o

potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di 44/64 malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

**A5)** Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1

**A6)** Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

**Prescrizioni per il calcestruzzo**

**B0)** In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.14/01/08) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un **Sistema di Controllo della Produzione (FPC)** effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

**B1)** Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

**B2)** Classi di esposizione ambientale: XC2

**B3)** Rapporto a/c max: 0.60

**B4)** Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

**B5)** Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

**B6)** Dosaggio minimo di cemento: 300 Kg/m<sup>3</sup>

**B7)** Aria intrappolata: max. 2,5%

**B9)** Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm

**B10)** Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4

**B11)** Classe di consistenza al getto S3

**B12)** Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

**Prescrizioni per la struttura**

**C1)** Copriferro minimo: 35 mm

**C2)** Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni.

**C3)** Acciaio B450C conforme al D.M. 14.01.08:

**QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

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

- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il primo caso 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 secondo caso 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 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: 45/64

- 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.

La Direzione Lavori accerterà 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.).

### **POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO**

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

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

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

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



Per la compattazione del getto verranno adoperati 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 verr  protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

### **Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato**

#### **Classe di consistenza Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)**

S1 25 - 30

S2 20 - 25

S3 15 - 20

S4 10 - 15

S5 5 - 10

F6 0 - 5

SCC Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Nel caso siano previste riprese di getto sar  obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo gi  parzialmente indurito. Tale superficie, che dovr  possedere elevata rugosit  (asperit  di circa 5 mm) verr  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 "waterstop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera 46/64 tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

### **Tolleranze esecutive**

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

- 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  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

### **Casseforme**

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicher  preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalit  esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilit  dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono

riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

#### *Caratteristiche delle casseforme*

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali 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. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### *Predisposizione di fori, tracce e cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi

accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

#### *Disarmo*

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 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.

#### **Getti faccia a vista**

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

#### **STAGIONATURA**

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

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

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

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

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

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

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

### **CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

La direzione dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione verrà 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 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera", 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 sessola. 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  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

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

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

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta. La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione 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 acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °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.

### **CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE**

#### **Carotaggi**

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.

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.

#### **Zona di prelievo**

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. 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.

### **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 egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente.

Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

### **Art. 14 - Demolizioni e rimozioni**

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

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

Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti ed oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e a spese dall'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali utilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati, ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli e per evitare la loro dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'articolo 40 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

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

#### **Art. 15 - Danni di forza maggiore**

I lavori e le somministrazioni necessarie per riparare i danni prodotti da cause di forza maggiore, saranno compensati secondo le norme stabilite dall'art.24 del Capitolato Generale.

Si dichiara e, tuttavia, si conviene contrattualmente che non saranno da considerare come danni di forza maggiore quelli derivanti da pioggia, siccità, vento e simili eventi, essendo l'Appaltatore tenuto a prevenirli adottando le necessarie cautele.

#### **Art. 16 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori**

Prima di dare inizio a lavori, l'Impresa è tenuta ad informarsi con congruo anticipo presso gli enti proprietari delle zone interessate all'esecuzione delle opere (Comuni, Consorzi, ecc.) se, eventualmente, nelle zone nelle quali ricadono le opere stesse esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, gasdotti, etc.);

in caso affermativo l'Impresa dovrà eseguire il coordinamento dei sottoservizi e dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Telecom, E.N.E.L., Comuni, Province, Consorzi, Società, etc.) la data



presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle accennate opere; inoltre, l'Impresa è tenuta all'esecuzione di tutti lavori concernenti le strade stesse nei modi e nei tempi che l'Ente Proprietario della strada ritenesse opportuno prescrivere per l'autorizzazione e/o durante i lavori medesimi. Il maggiore onere al quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi in elenco. Qualora, nonostante lecautele usate, si dovessero verificare danni ad i cavi o alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli Enti proprietari delle strade che agli Enti proprietari delle opere danneggiate ed alla D.L.. Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione Appaltante da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

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

L'Amministrazione si riserva, in ogni modo, il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio senza che l'Impresa possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Appena constatata l'ultimazione dei lavori, le opere oggetto d'appalto saranno consegnate per l'utilizzo previsto; l'Amministrazione si riserva la facoltà di procedere a consegne parziali di parti delle opere che venissero progressivamente ultimate senza che ciò possa dare diritto all'Impresa di avanzare pretese al di fuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, degli interventi di ripristino e/o manutentivi che si rendessero necessari a giudizio della D.L..

Nell'appalto si intendono compresi gli oneri per l'eventuale posa e gestione di semafori e opere volte a regolare il traffico ed alla protezione del cantiere; l'Impresa è tenuta a limitare al minimo l'occupazione della sede stradale ed oltre a seguire le prescrizioni del Piano di Sicurezza dovrà concordare con la D.L. ogni limitazione della viabilità.

#### **Art. 17- Tipologia sottofondo a drenaggio orizzontale sotto il manto**

Ripristino del piano di posa esistente mediante livellamento del massetto mediante la posa di un intonaco fibrorinforzato adatto al ripristino di strutture in muratura e c.c.a. , a spessori variabili .

Realizzazione di fori passanti con trapano a percussione , in numero e posizione secondo le indicazioni della Direzione Lavori , del diametro di mm 20 , fino al raggiungimento del terreno naturale sottostante .

Realizzazione dei carotaggi sulle murature in c.c.a. di sostegno del campo di gioco secondo numero e posizione indicato dalla Direzione Lavori , del diametro di mm 10 e successivo rivestimento interno con tubo in pvc dello stesso diametro , al fine di favorire il drenaggio orizzontale .

## Art. 18 - Sistema manto

Sistema per la realizzazione di un campo calcio in erba artificiale di ultima generazione composto dai seguenti elementi:

- Manto attestato L.N.D., composto da fibre di polietilene antiabrasivo, estremamente resistenti all'usura e con speciali trattamenti anti-UV
- Struttura della fibra: dritta
- Tipo della fibra: monofilo
- Altezza del filo della fibra: da 40 mm
- Tipo di intasamento: di stabilizzazione e prestazionale
- Tipo di intaso prestazionale: termoplastico, Tabella G punto 1 del regolamento L.N.D. in vigore
- Tappeto elastico: presente con funzione di geodreno
- Il manto completo ed installato dovrà essere conforme ai requisiti tecnici e prestazionali stabiliti dalla F.I.G.C. - L.N.D. e possedere le relative attestazioni ufficiali riferite al Regolamento vigente.
- Geodreno: come geodreno si intende un "prodotto" tipo sandwich dello spessore minimo di 10 mm. e massimo di 25 mm. canalizzato per permettere lo scorrimento orizzontale dell'acqua ed avere una resistenza alla compressione di almeno 0,2 kg/cmq, come pure i tappeti elastici drenanti e modificati con canalizzazioni per svolgere anche la funzione dello scorrimento orizzontale dell'acqua.
- Manto in erba artificiale prodotto in teli da mtl. 4 di larghezza e di lunghezza variabile a seconda delle dimensioni del campo composto da fibre di polietilene di lunghezza da mm. 40 realizzate in monofilamento estruso, anti-abrasive ed estremamente resistenti all'usura e con speciale trattamento anti-UV, tessute con 6 monofili (3 fili verde chiaro e 3 fili verde scuro) per inserzione su supporto drenante in polipropilene/poliestere ed ancorati tramite termosaldatura per aumentare la forza di strappo del ciuffo che dovrà risultare non inferiore a 50N. La particolare forma dei fili, con nervatura centrale, conferisce agli stessi un'elevata resilienza e un'ottima durata. Lo speciale supporto è drenante su tutta la superficie e non presenta fori per il passaggio delle acque meteoriche che possono indebolire la struttura e ostruirsi nel tempo, conforme a quanto richiesto dal regolamento L.N.D.. La segnaletica sarà eseguita con strisce intarsiate del medesimo prodotto di larghezza variabile e disponibile nel colore bianco per risultare in contrasto con il tappeto di colore verde, come richiesto dalle normative vigenti.
- Il manto così costituito sarà intasato con: intaso di stabilizzazione in sabbia silicea omologata e intaso prestazionale in granulo colorato (verde), non vulcanizzato, termoplastico, a base di gomma e poliolefine, a resilienza controllata per garantire le prestazioni sportive, la sicurezza e la salvaguardia degli atleti, come da Regolamento in vigore Tabella G punto 1. In tema di compatibilità ambientale, il granulo intasante in particolare non dovrà contenere assolutamente ammine aromatiche e non possedere composti aromatici policondensati (PAK) in quantità totale superiori a 1mg/kg e

dovrà essere conforme alla norma EN71 parte 3. Il tutto dovrà essere corredato di relativa certificazione da parte di enti riconosciuti. I materiali da intaso verranno posati attraverso spargimento in più mani sino a riempimento del tappeto e si provvederà successivamente alla ripetuta spazzolatura e rullatura finale.

Entro 30 giorni dalla posa dovrà essere eseguita verifica dello stato del manto con conseguente ritaratura dell'intasamento, qualora si renda necessario, il tutto a carico dell'aggiudicatario della gara. Il sistema dovrà essere prodotto in accordo con i requisiti previsti dalla norma UNI EN ISO 9001 per la progettazione, la produzione e la rintracciabilità da aziende che dimostrano la certificazione del proprio Sistema Qualità aziendale da parte di Enti riconosciuti. Il sistema dovrà essere conforme ai requisiti tecnici e prestazionali stabiliti da F.I.G.C. –

L.N.D. e possedere le relative attestazioni ufficiali riferite al Regolamento in vigore.

#### **Art. 19 - Manutenzione ordinaria settimanale**

(a cura della Società sportiva che ha in gestione il campo)

a) spazzolatura del manto con apposito attrezzo trainato da un piccolo trattore equipaggiato con route "garden" per evitare danni al tappeto, al fine di rendere omogenea la distribuzione del granulo di gomma od organico.

Tale operazione è da effettuarsi a velocità medio alta in senso rotatorio su tutta la superficie del campo e in particolare nella zona di massimo giuoco (aree portieri e fasce di centro campo nel senso longitudinale).

b) Irrigazione del manto nei periodi caldi e/o secchi ed assolati, al fine di stabilizzare il granulo di gomma nelle varie azioni di giuoco, oltre a rendere la superficie del campo veloce, in funzione dell'effetto scivolo del pallone come sull'erba naturale. Inoltre necessita per ridurre le temperature nel periodo più assolato. Si consiglia l'effettuazione dell'operazione almeno mezz'ora prima dell'inizio della partita.

c) Controllo delle zone di massimo scolo delle acque piovane, dopo eventi atmosferici di particolare intensità, con eventuale ricarico del granulo di gomma od organico.

d) Rimozione di agenti contaminanti (foglie, semi, polveri, ecc.) con apposita spazzatrice per evitare l'indurimento del terreno da giuoco.

e) Controllo dell'intasamento del granulo di gomma con eventuale ricarico e spazzolatura come al punto a) al fine di regolarizzare la superficie.

f) Monitoraggio giornaliero dell'area dischetto calcio di rigore, meglio identificato in un'area circostante di 1,00 m, con ricarica di intaso prestazionale e controllo corretto dell'incollaggio del dischetto.

g) Ispezione del sistema di drenaggio (verifica del perfetto stato delle canaline e dei pozzetti di drenaggio).

- h) Non utilizzare la superficie di giuoco per eventi alternativi, come ad esempio spettacoli, concerti, campeggi, fiere, mercati, parcheggi, ristoro, ecc.
- i) Non utilizzare scarpe da giuoco con tacchetti non regolamentari e/o scarpe chiodate da atletica.
- j) Non gettare oggetti contundenti o appuntiti (come ad esempio attrezzi per atletica o simili), e non lasciare per lungo tempo materiali pesanti sul tappeto erboso.
- k) Non gettare mozziconi e sigarette accese, bengala o qualsiasi prodotto di materiale infiammabile.
- l) Non realizzare altre marcature sul tappeto erboso per qualsivoglia ragione, in quanto questi prodotti risultano sempre aggressivi sul polietilene.

#### **Art. 20 - Manutenzione straordinaria annuale**

(almeno due volte l'anno a cura dei tecnici del produttore del manto)

- a) Controllo accurato e localizzato delle zone di massima attività di giuoco riguardante particolarmente l'intasamento prestazionale (granulo di gomma od organico) con ricarica dello stesso e spazzolatura della superficie come al punto a).
- b) Controllo di eventuali presenze di scollature delle giunte dei teli anche in corrispondenza degli inserti della segnaletica da giuoco.
- c) Ispezione del sistema di irrigazione.
- d) Ispezione del sistema di drenaggio (verifica del funzionamento di tutte le tubazioni, con eventuale spurgo, del perfetto stato delle canaline e dei pozzetti di drenaggio).
- e) Decompattazione e pulizia della superficie con apposite attrezzature.
- f) Ricarica dei materiali da intasamento e spazzolatura finale della superficie.
- g) Disinfettazione del terreno di giuoco e dovunque vi sia erba artificiale entro la recinzione del campo.
- h) Il primo intervento di manutenzione straordinaria annuale è gratuito ed il costo dei successivi sono concordati in fase di gara d'appalto.