



FIRENZE PARCHEGGI S.P.A.

Sede Legale: Via G. Le Pira 21 - 50121 Firenze
Telefono 055/27.20.11 Fax 055/27.20.134

NUOVO EDIFICIO POLIVALENTE E NUOVO INGRESSO AL PLESSO DIDATTICO DELLA FACOLTA' DI ARCHITETTURA

VARIANTE AI PROGETTI:

Concessione Edilizia lotto 1 n. 61/2012

Concessione Edilizia lotto 2 n. 425/2015

SC3

DESCRIZIONE ELABORATO

PROGETTO DELLE STRUTTURE CAPITOLATO TECNICO DELLE OPERE STRUTTURALI

☐ PRELIMINARE ☐ DEFINITIVO ☒ ESECUTIVO

	PROT. N.		DATA		NOVEMBRE 2018		SCALA			
	SOSTITUISCE IL N.									
	AGG.	DATA		FIRMA		AGG.	DATA		FIRMA	
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>					

Responsabile del procedimento:

Dr. Arch. Richard A. Cammarano

Committente:

FIRENZE PARCHEGGI SPA
via G. Le Pira 21 - Firenze

Progettisti:

Prof. Arch. Alberto Breschi, Prof. Arch. Guido Ferrara
Dr. Arch. Nicola Ferrara, Dr. Arch. Barbara Lami,
Dr. Arch. Giovanni Todesca, Dr. Arch. Matteo Zetti

Variente 2012 /2015:

Prof. Arch. Alberto Breschi

Strutture:

Prof. Arch. Giacomo Tempesta

Impianti:

P.I. Giovanni Ghini

Piano di sicurezza:

Arch. Tommaso Chilli

Collaboratori:

Arch. Claudia Giannoni, Arch. Michele Argintan, Arch. Gianluca Chiostrri



Alberto Breschi

GENERALITA'

Riferimenti

Per quanto non in contrasto con le presenti specifiche tecniche, valgono le norme del "Capitolato Generale dei lavori Pubblici" di cui al Decreto Ministeriale LL.PP. del 19/04/2000 n°145.

Si richiamano inoltre le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008.

Leggi e norme

I lavori, descritti nelle specifiche, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia e delle loro successive modifiche, integrazioni ed aggiornamenti, con particolare riguardo a:

- Legge 5.11.1971, n. 1086

"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";

- D.M. 27.7.1985

"Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;

- Legge 2.2.1974, n. 64

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";

- D.M. 3.3.1975

"Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";

- D.M. 21.1.1981

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- D.P.R. 27.4.1955, n. 547

"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";

- D.P.R. 7.1.1956, n.164

"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni";

- D.M. 2.9.1968

"Riconoscimento di efficacia di alcune misure tecniche di sicurezza per i ponteggi metallici fissi, sostitutive di quelle indicate nel D.P.R. 7.1.1956, n. 164";

- D.Lgs. 19/09/1994, n. 626 e successive modifiche ed integrazioni;

- Normative UNI, UNI-CNR, CEI;

- Standards e prescrizioni degli Enti erogatori di energia e di servizi;

- Norme particolari del Committente, qualora esplicitate.

Regole generali

Ai fini contrattuali le varie sezioni od articoli devono intendersi fra di loro correlati ed integrati.

I lavori, descritti nelle diverse sezioni, devono essere fra di loro coordinati, in modo da assicurare un regolare procedere di tutte le lavorazioni oggetto dell'appalto.

Le specifiche relative alle opere di pertinenza di una sezione, ma in essa non menzionate, vanno ricercate in altre sezioni.

Le norme di seguito richiamate devono intendersi come facenti parte integrante dei documenti contrattuali.

Le raccomandazioni dei Produttori sul trasporto, l'installazione e la posa in opera dei materiali e/o manufatti avranno valore di norma.

Le specifiche, nella loro stesura, potrebbero contenere delle frasi incomplete, l'Appaltatore dovrà completarle e interpretarle secondo la logica dell'argomento trattato.

L'errata ortografia, la mancanza di punteggiatura od altri errori simili non potranno modificare l'interpretazione del senso delle frasi intese nel contesto dell'argomento trattato.

In caso di riferimenti a sezioni diverse, errate o mancanti, l'Appaltatore dovrà procedere

alla loro individuazione secondo la logica dell'argomento trattato.

I lavori descritti nelle specifiche devono intendersi forniti in opera e compiuti in ogni loro

parte, comprensivi, cioè, di tutti gli oneri derivanti da prestazioni di mano d'opera, fornitura di materiali, mezzi d'opera, trasporti, noli, ecc..

In caso di discordanza tra specifiche tecniche ed elenco prezzi unitari, o fra specifiche tecniche, elenco prezzi unitari ed elaborati progettuali sarà valida la soluzione tecnicamente migliore o comunque la soluzione più vantaggiosa per la Stazione Appaltante.

Tutti i materiali necessari alla realizzazione dell'opera dovranno essere sottoposti tassativamente all'approvazione della Direzione Lavori e del Progettista architettonico. L'impresa non potrà in alcun modo iniziare i lavori senza aver ricevuto l'ordine di approvazione dei materiali. Se i materiali utilizzati non saranno di gradimento della D.L. o non conformi alle presenti specifiche, dovranno essere rimossi senza alcun compenso aggiuntivo da riconoscere all'Impresa.

L'impresa prende atto che nella redazione del progetto esecutivo sono state prese in considerazione tipologie di materiali e marche specificamente definite che trovano eventuale riferimento nell'Elenco Prezzi Unitari; tali indicazioni non costituiscono vincolo per l'Impresa ma hanno costituito riferimento alla progettazione esecutiva.

Pertanto saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri necessari all'adeguamento delle opere strutturali derivanti dall'utilizzazione di materiali diversi da quelli presi a riferimento per la progettazione suddetta senza che ciò comporti richieste di maggiori compensi o dilazione dei tempi di realizzazione.

CALCESTRUZZI – OPERE IN C.A.

CASSEFORME

Normativa di riferimento

UNI 7958/6.79

Prodotti finiti - Piatti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo - Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione

UNI 6467/7.69

Pannelli di legno compensato e paniforti - Termini e definizioni

UNI 6469

Pannelli di legno compensato e paniforti, composizione, caratteristiche e classificazione

UNI 6470Id.

Dimensioni, tolleranze e designazione

UNI 6471Id.

Classificazione secondo l'impiego

Generalità

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, potranno essere costruite con tavole di legno, oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche, la cui superficie potrà essere trattata con idonei prodotti disarmanti per agevolare il distacco del calcestruzzo.

L'impiego di detti prodotti dovrà essere attuato con cautela, secondo le prescrizioni del Produttore, previo benestare della Direzione di Lavori.

Le casseforme dovranno essere a tenuta (sufficientemente stagne) affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiacca, ecc.).

Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

Il loro dimensionamento sarà fatto caso per caso, tenuto conto dei tassi di lavoro dei materiali impiegati e delle sollecitazioni a cui saranno sottoposti.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti

competenti, ISPESL, ecc..

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezze, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce libera superiore a 6 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

I casseri in legno per strutture, parti importanti e a faccia vista, non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

Prima della esecuzione dei getti, i casseri saranno ispezionati e controllati dalla Direzione dei Lavori al fine di verificarne:

- la corrispondenza tra esecuzione e progetto;
- l'indeformabilità e resistenza al carico del calcestruzzo;
- l'idoneità dei materiali impiegati;
- la sicurezza di accesso e di lavoro per le maestranze.

DISARMO

Si fa riferimento a quanto disposto al paragrafo 6.1.5 del D.M. 27 luglio 1985 e successivi aggiornamenti.

Il disarmo sarà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali.

Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, sentito il parere del Progettista delle Strutture.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo:

CONGLOMERATO DI CEMENTO Normale * Ad Alta Resistenza

Per sponde di casseri di travi e pilastri 3 gg * 2 gg

Per armature di solette di luce modesta 10 gg * 4 gg

Per puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc. e per solette di grande luce 24 gg * 12 gg

Per strutture a sbalzo 28 gg * 14 gg

Per le strutture portanti in conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi. Per le strutture particolarmente complesse, i tempi di disarmo saranno stabiliti in accordo con il progettista delle strutture stesse e con la Direzione dei Lavori.

Le casseforme, in relazione al loro grado di finitura conseguente all'aspetto estetico delle superfici dei getti che si desiderano ottenere, possono essere delle seguenti quattro classi:

- A. (speciale);
- B. (accurata);
- C. (ordinaria);
- D. (grossolana).

Se non diversamente a particolarmente disposto, le casseforme dovranno essere corrispondenti almeno alla classe B.

Qualora il calcestruzzo fosse del tipo faccia a vista le casseforme dovranno essere corrispondenti alla classe A.

Per la classificazione degli stati superficiali dei getti, nonché per le relative caratteristiche e tolleranze vale quanto prescritto al paragrafo (CALCESTRUZZI).

ARMATURE IN ACCIAIO

Normativa di riferimento

- Circ. Min. LL.PP. 14 Febbraio 1974 n. 11951 - Applicazione delle norme sul cemento armato
- Circ. Min. LL.PP. 31 Luglio 1971 n. 19581 - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 7 Collaudo statico
- Circ. Min. LL.PP. 23 Ottobre 1979 n. 1977 - Competenza amministrativa: Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 Legge 2 Febbraio 1974 n. 64
- Circ. Min. LL.PP. 1 Settembre 1987 n. 29010 - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 - D.M. 27 Luglio 1985 - Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.
- Circ. Min. LL.PP. 20 Luglio 1989 n. 1063/U.L. - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 20
- Autorizzazioni a laboratori per prove sui materiali.
- Legge 26 Maggio 1965 n. 595 - Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.
- D.M. 31 Agosto 1972 - Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.
- D.M. 9 Marzo 1988 n. 126 - Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.
- D.M. 3 Dicembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- Circ. Min. LL.PP. 16 Marzo 1989 n. 1063/U.L. - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 20
- Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 11 Marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. Min. 4 Maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali.
- Circ. Min. LL.PP. 25 Febbraio 1991 n. 34223 - Istruzioni applicative L. 2.2.1974 n. 64, art. 1 - D.M. 4.5.90.
- Istruzioni CNR 10018/85 - Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego.
- D.M. 9 Gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi".
- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Legge 5.11.1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2.2.1974, n. 64 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

- D.M. LL.PP. 14.02.1992 - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. contenente le istruzioni relative.
 - D.M. LL.PP. 12.2.1982 - "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982 n. 22631 contenente le istruzioni relative.
 - D.M. LL.PP. 24.1.1986 - "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative.
 - D.M. LL.PP. 3.12.1987 - "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
 - D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n.21597 contenente le istruzioni relative.
 - UNI EU 21 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio e prodotti siderurgici.
 - UNI 6407 - Tondi di acciaio per c.a. - Qualità, prescrizioni, prove, dimensioni, tolleranze.
 - UNI 8927/1286 - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.
 - CNR-UNI 10020 Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.
 - Barre e Rotoli: UNI EN ISO 15630-1:2004
 - Reti elettrosaldate: UNI EN ISO 15630-2:2004
 - Acciaio da calcestruzzo armato precompresso: UNI EN ISO 15630-3:2004
- Le norme contengono le modalità per la valutazione dell'indice di aderenza
 Prove di aderenza (beam-test): UNI EN 10080:2005

Tondo per c.a. normale: definizioni

Sotto la denominazione di tondo per cemento armato rientrano i seguenti tipi di armature:

- tondo a superficie liscia (laminato a caldo);
- tondo a superficie nervata ad aderenza migliorata (deformato a freddo).

Reti e tralicci: definizioni

Sotto la denominazione di reti di acciaio elettrosaldate rientrano le reti a maglia quadrata o rettangolare, fabbricate con fili tondi, lisci o nervati deformati a freddo, di diametro da 4 a 10 mm, saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie. Le reti di norma saranno fornite in pannelli prefabbricati piani o arrotolati.

I tralicci elettrosaldati sono costituiti da correnti longitudinali (lisci o nervati di diametro da 4 a 10 mm) e da staffe di collegamento, forniti in lunghezze varie, secondo le richieste di progetto, saldati elettricamente nei punti incrocio tra correnti e staffe.

Condizioni di fornitura

Il tondo per cemento armato (in barre o assemblato in reti e tralicci) deve essere esente da difetti tali da pregiudicarne l'impiego: screpolature, scaglie, bruciature, ossidazione accentuata, ricopertura da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato, ecc.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applicano le norme UNI EU 21. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da almeno uno dei seguenti certificati:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;
- certificato di controllo;
- certificato di collaudo;
- verbale di collaudo.

Messa in opera

E' vietato mettere in opera armature eccessivamente ossidate, corrosive o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Le armature che presentino superficie grassa e ricoperta da prodotti vernicianti, dovranno essere passate alla fiamma e quindi ben pulite.

La sagomatura, il diametro, la lunghezza, ecc., dovranno corrispondere esattamente ai disegni ed alle prescrizioni del progetto.

Le giunzioni e gli ancoraggi delle barre dovranno essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le barre piegate dovranno presentare nei punti di piegatura un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 diametri.

La staffettatura, se non diversamente specificato in progetto, dovrà avere, di norma, un passo non superiore a $3/4$ della larghezza del manufatto relativo. Le staffe dovranno essere sempre chiuse e ben ancorate alle barre longitudinali.

Laddove prescritto le barre dovranno essere collegate solidamente fra loro in modo da garantire la continuità elettrica e da permettere il loro collegamento alla rete generale di

messa a terra.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature dovranno essere ispezionate ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per garantire la corretta ricopertura delle armature con il calcestruzzo (copriferro), dovranno essere posti in opera opportuni distanziatori di materiale plastico, agenti tra le barre e le pareti dei casseri.

Non è consentita la posa delle armature direttamente sul terreno, senza getti di sottofondazione o senza l'utilizzo dei distanziali

Controlli sulle barre di armatura

Il prelievo dei campioni e metodi di prova saranno effettuati conformemente alla norma

UNI 6407-69.

CONTROLLI IN STABILIMENTO

Tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento debbono essere accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale riferito al tipo di armatura di cui trattasi. La data del certificato non deve essere anteriore di tre mesi alla data di spedizione.

CONTROLLI IN CANTIERE

Il controllo in cantiere è obbligatorio sia per acciai non controllati in stabilimento sia per acciai controllati.

Le domande di prove ai laboratori ufficiali dovranno essere sottoscritte dal Direttore dei Lavori e dovranno contenere indicazioni sulla fornitura di appartenenza.

CONTROLLI SULLE ARMATURE DA PRECOMPRESSO

Si dovrà fare riferimento particolare all'allegato 3 della parte terza D.M. 27.7.1985.

Protezione delle armature

Le barre dovranno essere stoccate in luogo protetto dalle intemperie; la D.L. potrà rifiutare a suo insindacabile giudizio l'utilizzo di barre di armatura eccessivamente ossidate o in alternativa ordinare la spazzolatura dei ferri.

Nel caso di maltempo, di esposizione ad agenti aggressivi, ecc. le armature dovranno essere adeguatamente protette con teli impermeabili o con gli accorgimenti prescritti dalla Direzione dei Lavori.

CALCESTRUZZI

Normativa di riferimento

RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI - LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO

[I]

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale pre-compresso ed a struttura metallica.

D.M. 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 - Legge 1086, art. 7 - Collaudo statico.

Circolare Min. LL.PP. 1 settembre 1987, n. 29010 - Legge 1086 - D.M. 27 luglio 1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.

Circolare Min. LL.PP. 15 ottobre 1996 n. 252 - Legge 1086 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"; di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Legge 2 febbraio 1974, N. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Min. LL.PP. 19 luglio 1986 n° 27690 Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche sulle costruzioni sismiche. Circolare Min. LL.PP. 29 ottobre 1987, n. 29233 - Legge 1086, art. 20 - Autorizzazioni laboratori per prove sui materiali.

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici - Linee Guida sul calcestruzzo strutturale - Dicembre 1996.

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO

[3] **UNI 9858** Calcestruzzo - Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità

[4] **prEN206** Concrete - Performance, production and conformity - Rev. 17 – Aprile 1997.

PRESCRIZIONI E METODOLOGIE DI PROVA DELLE MATERIE PRIME

Cementi

[5] UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento - Classificazione e composizione.

[6] UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati - classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88.

[7] UNI ENV 197/1 Cemento - Composizione, specifiche e Criteri di conformità.

[8] Legge 26 maggio 1965 n. 595 - Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.

[9] UN110517 Cementi resistenti ai solfati - Metodi di controllo della composizione.

00XXDT01_20_4180.doc 27/186

[10] D.M. 9 marzo 1988, n. 126 - Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.

[II] D.M. 13 settembre 1993 - G.U. 22/9/93 - Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi. D.M. 31 agosto 1972 - Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

Acqua

[12] UNI EN1008 Acqua per calcestruzzo.

Aggregati

[13] UNI 8520 - Parti 1 - 22a - Aggregati per confezionamento di calcestruzzi

Additivi

[14] UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo - definizione e requisiti. UNI 7101

Definizione e classificazione. UNI 7102 Additivi fluidificanti - Idoneità e relativi metodi di controllo.

Aggiunte

[15] UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e controllo di qualità.

UNI EN 451/1 Metodo di prova delle ceneri volanti - Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero. UNI EN 451/2 Metodo di prova delle ceneri volanti -

Determinazione della finezza con stacciatura umida. Prodotti disarmanti per calcestruzzi.

[16] UNI 8866 Prodotti disarmanti per calcestruzzi - Parte 1a - Definizione e classificazione Parte 2a - Prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20 e 80°C. su superfici di acciaio o di legno trattato.

DURABILITÀ' DELLE OPERE E DEI MANUFATTI DI CALCESTRUZZO

[17] UNI 8981 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo.

METODOLOGIE DI PROVA PER CALCESTRUZZI

Calcestruzzo fresco

[18]

UNI 6126 Prelevamento di campioni in cantiere

UNI 6127 Preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo.

UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.

[19]

UNI 6393 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco.

UNI 6394/1 Determinazione della massa volumica su calcestruzzo fresco.

[20]

UNI 9418 Determinazione della consistenza - Prova di abbassamento al cono.

[21]

UNI 8020 Determinazione della consistenza del calcestruzzo fresco mediante l'impiego della tavola a scosse.

[22]

UNI 7122 C Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

UNI 7123 C Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione

UNI 6395 C Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria.

UNI 9416 Criteri generali di campionamento.

UNI 9417 Classificazione della consistenza.

Calcestruzzo indurito

UNI 6130 Provini in calcestruzzo per prove di resistenza meccanica.

UNI 6131 Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito.

[23]

UNI 6132 Prove di resistenza alla compressione.

UNI 6394/2 Determinazione della massa volumica sul calcestruzzo indurito.

UNI 6556 Determinazione del modulo elastico secante a compressione.

[24]

UNI 7087 C Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo.

[25]

ISO 7031 Calcestruzzo indurito - Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

ALTRE NORME

UNI-ENV 1992/1/1 Progettazione delle strutture di calcestruzzo DPR 2/41993 n. 246 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione [25] UNI EN ISO 9002 Modello per l'assicurazione della qualità nella fabbricazione, installazione ed assistenza.

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, ha avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ,
- durabilità delle opere (UNI 8981),

- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133-83,
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134),
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135),
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente “conglomerato cementizio a prestazione garantita” secondo la Norma UNI 9858. In nessun caso sarà ammesso l’impiego di “conglomerato cementizio a composizione richiesta” secondo la stessa Norma.

Materiali

Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento pozzolanico;
- cemento d’altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;
- è ammesso inoltre il cemento portland con tenore di alluminato tricalcico (C3A) $\leq 8\%$, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 Mpa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi pozzolanico o d’altoforno, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco.

L’Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall’istituto I.C.I.T.E. C.N.R. e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell’Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 e D.M. 3/6/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copie di tutti i certificati di prova saranno custodite dalla Direzione Lavori la quale potrà inoltre richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

E’ vietato l’uso di cementi diversi per l’esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silos del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E’ ammesso l’impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli

aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520-2:2005 aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15

A). A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame sarà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15/A e comunque almeno una volta all'anno. Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA A / Caratteristiche degli Aggregati			
CARATTERISTICHE	PROVA	Norma	Tolleranza di Accettabilità
Gravità degli aggregati	Gravità	CNR 49 o UNI 8520 parte 20	peso al massa $\pm 1\%$ dopo 30 min
Resistenza alla abrasione	Linea Ingoma	CNR 34 o UNI 8520 parte 39	peso al massa $\pm 10\%$
Compattezza degli aggregati	Degenerazione alla soluzione abrasiva	UNI 8520 parte 10	peso al massa dopo 30 min $\pm 10\%$
Presenza di grani a polip. angol.	Analisi chimica degli angoli	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argilla	Equivalenti in acqua	UNI 8520 parte 15	$FS \geq 40$ $FS \leq 0,5$ contro di FS
Presenza di polli. sottoposti a rottura	Analisi chimica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di contamin. organiche	Determinazione colorimetria	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione p.p. (questo colore standard) di riferimento
Presenza di forme di silice reattive	Presenza reattiva silice (preparato - metodo chimico) Polimerizzazione (metodo di prova) - metodo chimico di prova	UNI 8520 parte 22 UNI 8520 parte 22 punto 3	UNI 8520 parte 22 punto 4
Resistenza di compressione	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	$CO_2 \leq 0,05\%$
Contenuto di forme di silice reattive	Determinazione dei coefficienti di forma di silice reattiva	UNI 8520 parte 16	$CO_2 \leq 0,15$ (Dmax=30mm) $CO_2 \leq 0,12$ (Dmax=15mm)
Frequenza delle prove	Le frequenze sarà definite dal progettista con approvazione della Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove prima dell'uso (esecuzione all'impiego, per ogni cambiamento di cave o materiali, ogni corpo di prova, ogni tipo di aggregato).		

Nella sopra esposta tabella sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 5.000 mc impiegati. La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco, (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m3 1000 di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- minore dello spessore del copriferro.

Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'articolo 2. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta) della Norma UNI 8520 parte 5).

Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 8145. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI 9858 (vedi tab. 15C) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI 9418. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore. Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%). TABELLA / Classe di consistenza del calcestruzzo fresco secondo UNI 9858

Classe di Slump (cm) Denominazione corrente

S1 Da 1 a 4 Umida

S2 Da 5 a 9 Plastica

S3 Da 10 a 15 Semifluida

S4 Da 16 a 20 Fluida

S5 >21 Superfluida

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15 B, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati

(D_{max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con

l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile. In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfele di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti. I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Disarmanti

Dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alla norma UNI 8866 1° e 2° del gruppo 400 come precedentemente ti tolato.

Controlli in corso d'opera

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

Resistenza dei conglomerati cementizi

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza. La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore. La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza. Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f^A e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R^A , entrambi espressi in N/mm² (1 N/mm² = 10 Kg/cm²).

Tabella 4.1 - Classi di resistenza del calcestruzzo

Classe di resistenza Cxx/yy Cxx/10	f_{ck} (N/mm ²) A	R_{ck} (N/mm ²) A	Categoria calcestruzzo de
C12/15	12	15	non strutturale
C16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

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

Tabella 4.2 - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Classe Ambiente di esposizione. Esempi di condizioni ambientali

Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo

XO molto secco interni di edifici con umidità relativa molto bassa

Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo

XC1 Secco Interni di edifici con umidità relativa bassa

XC2 Bagnato, raramente secco Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni

XC3 Umidità moderata Interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia

XC4 Ciclicamente secco e bagnato Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2

Corrosione indotta dai cloruri

XD1 Umidità moderata Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenenti cloruri

XD2 Bagnato, raramente secco Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri

XD3 Ciclicamente secco e bagnato Parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto

Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare

XS1 Esposizione alla salsedine marina ma Strutture sulla costa o in prossimità non in contatto diretto con acqua di mare

XS2 Sommerse Parti di strutture marine

XS3 Nelle zone di maree, nelle zone Parti di strutture marine soggette a spruzzi

Attacco da cicli di gelo/disgelo

XF1 Grado moderato di saturazione, in Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo assenza di agenti disgelanti

XF2 Grado moderato di saturazione, in Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti presenza di sali disgelanti disgelanti nebulizzati nell'aria

XF3 Grado elevato di saturazione in Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo assenza di sali disgelanti

XF4 Grado elevato di saturazione, in Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua presenza di sali disgelanti contenenti sali disgelanti

Attacco chimico

XA1

Aggressività debole

XA2 Aggressività moderata

XA3 Aggressività forte

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

A seconda di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella 4.2 [2] [4].

Poiché la classificazione di tabella 4.2 differisce da quella della Norma UNI 9858 [3], si forniscono una correlazione tra le classi di esposizione ambientale dei due documenti (tabella 4.3) e le caratteristiche del calcestruzzo ai fini della durabilità delle opere (tabella 4.4).

Le resistenze caratteristiche R_{ck} di tabella 4.4 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 4.2. Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280 kg/m³.

La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di R^h e a/e di tabella 4.4 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) si dovranno applicare le prescrizioni integrative

Nel caso di calcestruzzi soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA) si dovranno applicare le prescrizioni integrative .

Tabella 4.3 -

Ambiente d'esposizione (UNI 9858) Classi di esposizione UNI 9858 Linee Guida / prEN206

Secco / Molto secco (0) 1 X0<°>

Umido senza gelo 2a XC1 XC2

Debolmente aggressivo 5a XC3 XD1 XA1 <2>

Umido con gelo 2b<1> XF1

Marino senza gelo 4a XS1 XD2

Moderatamente aggressivo 5b XA2 (2> XC4

Umido con gelo e sali disgelanti 3<1> XF2 <1>

Marino con gelo 4b<D XF3 <1>

Fortemente aggressivo 5c XD3 XS2 XS3 XF4<1> XA3 <2>

(0) L'ambiente della classe X0 è definito in [2] come "molto secco"

(1) Classi di esposizione per le quali il calcestruzzo deve rispettare le prescrizioni del punto 6.2.2

(2) Classi di esposizione per le quali il calcestruzzo deve rispettare le prescrizioni del punto 6.2.3

Tabella 4.4 - Caratteristiche del calcestruzzo

Classe di esposizione ambientale Rapporto a/c massimo R_{ck} minima (N/mm²)

XS2 XS3 XA3 XD3 XF4 0,45 45

XS1 XD2 XA2 XC4 XF2 XF3 0,50 40

XA1 XD1 XC3 XF1 0,55 37

. XC1 XC2 0,60 30

1 (UNI 9858) – X0 0,65 25<1>

(1) Per ambiente molto secco (U. R. < 45%, classe di esposizione XO) è ammesso l'uso di calcestruzzo Rck20

Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati. La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91. La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti. In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelodisgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - prima dei cicli = 10^{-9} cm/sec
 - dopo i cicli = 10^{-8} cm/sec

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699:2005. La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione. La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impianti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump), e il conglomerato cementizio è ancora

nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi. La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti del conglomerato cementizio medesimo.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico con la prova indicata al seguente paragrafo 15.7.6.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Posa in opera

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

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

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte e betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a cm 50 misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste saranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà

indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà

disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del

nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 K e 303 K.

Costipamento

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

- Costipamento per vibrazione

Le vibrazioni possono essere applicate al getto attraverso i casseri, oppure direttamente al getto stesso. La forma, le dimensioni e le posizioni di applicazione degli attrezzi vibranti, la frequenza e l'ampiezza delle vibrazioni impiegate, nonché l'entità della massa vibrante, devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della massa di calcestruzzo da vibrare, alle armature, agli inserti ed alla disposizione di questi nel getto, nonché alla composizione granulometrica del calcestruzzo.

La vibrazione del calcestruzzo va eseguita con particolari cautele al fine di evitare conseguenze dannose (ad es.: la vibrazione locale del getto fresco può generare inconvenienti nelle zone gettate in precedenza, in specie quando si usino le armature per trasmettere al getto le vibrazioni su zone più estese o quando la vibrazione è trasmessa al getto attraverso i casseri).

Analoga cautela va osservata per la durata di applicazione locale della vibrazione onde evitare ogni segregazione dei componenti dell'impasto; un indice dell'inizio di questo fenomeno è la comparsa di acqua sulla superficie del getto. In ogni caso, tale durata non deve superare i 100 secondi.

E' sconsigliato applicare le vibrazioni alle armature.

- Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

Condizioni speciali di lavorazione

- Getti a basse temperature ($< +2^{\circ}\text{C}$)

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a $+2^{\circ}\text{C}$, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i $+5^{\circ}\text{C}$ al momento del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentirne il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti procedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua d'impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi a indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto. Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo sarà a contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio e possibilmente devono essere mantenute ad una temperatura prossima a quella del getto.

In ogni caso, il getto dovrà essere protetto dalla neve e dal vento.

- Getti a temperature elevate ($> 35^{\circ}\text{C}$)

Per effettuare il getto in ambienti a temperature elevate, devono essere presi tutti i provvedimenti atti a ridurre la temperatura della massa del calcestruzzo, in specie durante il periodo di presa.

Inoltre si dovrà evitare che il getto subisca una presa ed una evaporazione dell'acqua di impasto troppo rapida. Il calcestruzzo e i casseri dovranno essere irrorati in continuità e protetti dall'isolamento diretto e dal vento.

Comunque si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i $+35^{\circ}\text{C}$, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai $+75^{\circ}\text{C}$, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che il salto tra le due temperature non dovrà superare i 40°C .

- Getti in acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa esser eliminata con scalpellatura.

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua-cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

- Getti contro terra

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno). I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

- Interruzione nel lavoro

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili waterstop (PVC) per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto. Le dimensioni, la sagoma ed il tipo dei profili waterstop sono soggetti all'approvazione della D.L.

- Riprese del getto

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide. Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa. Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiere stirate.

- Bagnatura e protezione dei getti

Al fine di assicurare al calcestruzzo le più adatte condizioni termoigrometriche durante la presa e l'indurimento e fino a quando il calcestruzzo non abbia raggiunto il 70% della resistenza prevista nel progetto, si deve ricorrere all'umidificazione delle superfici del getto e/o alla posa di teli di protezione, in particolare quando il getto presenti grandi superfici esposte. Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

Stagionatura e disarmo

- Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei. I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla

Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento, prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

- Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

- Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a

quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

- Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio. In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding). La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

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

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati. Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

- Provini

a) prova del cono di cui all'App. E della UNI 6394-79;

b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393-72 e alla UNI 6394-69;

c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI 6395-72;

d) prova del contenuto d'acqua;

- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

- Determinazione del diametro massimo degli inerti

La determinazione del diametro massimo degli inerti sarà effettuata come segue: Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo pesatura (sia P il peso), sarà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso). La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore $p/P \times 100$, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio). Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa. Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

Stati superficiali del getto

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite. Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non sono consentiti schiarimenti dovuti a separazione della calce, screziature o corpi estranei;
- essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scarpellature e fresature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.

Classificazione degli stati superficiali

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti quattro classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (speciale);
- B (accurata);
- C (ordinaria);
- D (grossolana).

Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

- Planarità generale

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

Classe A - $d = 0.4\%$

Classe B - $d = 0.6\%$

Classe C - $d = 1.0\%$

- Planarità locale

L'errore di planarità locale "e" è misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze. Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

Classe A - $e = 3 \text{ mm}$

Classe B - $e = 6 \text{ mm}$

Classe C - $e = 10 \text{ mm}$

- Gradini dovuti al posizionamento dei casseri

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

Classe A - $f = 3 \text{ mm}$

Classe B - $f = 6 \text{ mm}$

Classe C - $f = 10 \text{ mm}$

- Giunti tra elementi

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno

essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati. L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

Classe A - $g = 0.3 L$

Classe B - $g = 0.5 L$

Classe C - $g = 0.7 L$

con un valore max, però, rispettivamente di:

Classe A - 8 mm

Classe B - 10 mm

Classe C - 15 mm

- Distanza fra i motivi decorativi

Il rapporto "r" tra la distanza reale e la distanza teorica tra i motivi decorativi previsti in progetto dovrà essere, per le classi previste, compreso tra i seguenti valori:

Classe A - $r = 0.9 / 1.1$

Classe B - $r = 0.7 / 1.3$

Classe C - $r = 0.5 / 1.5$

STRUTTURE IN ACCIAIO

Normativa di riferimento

Le strutture in acciaio dovranno uniformarsi alla normativa vigente al momento della loro esecuzione.

Dovranno in particolare osservare le seguenti norme e leggi:

- 1) Legge 5 novembre 1971 n° 1086 “Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e per le strutture metalliche”;
 - 2) D.M. del 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
 - 3) Circolare Min. LL.PP: 4 luglio 1996 n° 156 AA.GG. /STC istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei sovraccarichi di cui al D.M. del 16 gennaio 1996.
 - 4) D.M. del 9 gennaio 1996 “Norme Tecniche per l’esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
 - 5) Circolare Min. LL.PP. 15 Ottobre 1996 n° 252 Istruzioni per l’applicazione delle Norme D.M. del 9 Gennaio 1996
 - 6) D.M. del 14 febbraio 1992 “Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- _ Norme UNI ed UNI-EN in generale; in particolare si considerano le norme:
- UNI EN 1990:2004 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - parte. 1 Basi di calcolo”
 - UNI EN 1991-1-1:2004 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-1 Azioni sulle strutture – Massa volumica, pesi propri e carichi imposti”
 - UNI EN 1991-1-2:2004 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-2 Azioni sulle strutture – Azioni sulle strutture esposte al fuoco ”
 - UNI EN 1991-1-3:2004 –Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-3 Azioni sulle strutture – Carichi da neve”
 - UNI EN 1991-1-4:2004 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-4 Azioni sulle strutture – Azioni del vento”
 - UNI EN 1991-1-5:2004 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - parte 2-5 azioni sulle strutture – azioni termiche
 -
- CNR 10011/85
Costruzioni in acciaio
Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione
-
- CNR 10012/85
Ipotesi di carico sulle costruzioni
-
- CNR 10018/85
Apparecchi di appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego
-
- UNI Gruppo 108
Saldatura
-
- UNI Gruppo 153
Generalità sulla bulloneria
-
- UNI Gruppo 155
Viti e bulloni - categoria C

UNI Gruppo 156

Viti, dadi, rosette e piastrine ad alta resistenza

-

UNI Gruppo 167 Dadi esagonali e quadri

-

UNI Gruppo 172

Rosette, piastrine e controdadi - Norme generali

-

UNI Gruppo 173

Rosette, piastrine e controdadi - Norme dimensionali

-

UNI Gruppo 433

Lamiere e nastri

-

UNI Gruppo 435

Profilati

-

UNI Gruppo 436

Barre, vergelle e larghi piatti

-

UNI Gruppo 440

Blocchi, dischi, anelli e manicotti

-

UNI Gruppo 441

Tubi

Nel caso in cui i riferimenti citati siano insufficienti deve essere fatto riferimento ad appropriate normative concordate tra D.L. progettisti e costruttore.

Generalità e qualità dei materiali

Gli acciai impiegati saranno del tipo Fe 430 o Fe 510 B,C classificato secondo UNI 7070-72 (si vedano gli elaborati grafici). É ammesso l'uso di altri tipi di acciai di uguali o più elevate caratteristiche meccaniche e comunque rispondenti ai requisiti delle norme UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10025-2:2005.

I materiali oltre che essere costruiti con acciai di qualità previsti dalla Norma Uni EN 10025 e devono essere esenti da soffiature, scorie di laminazione o altri difetti. I materiali devono essere inoltre adatti agli usuali processi di costruzione, incluso le lavorazioni a caldo e a freddo. Tutti i materiali devono essere esenti da olio, grasso vernice ed adatti alla zincatura a caldo dopo la lavorazione.

Le qualità degli acciai da impiegare devono corrispondere a quelle indicate sui disegni esecutivi. Per le piastre saldate deve essere utilizzato acciaio Fe 510 grado C se non altrimenti specificato..1 Per tutti gli acciai diversi dalle qualità Fe 360B, Fe 430B, Fe 510B e tutti i profilati tubolari devono essere specificati i valori di resilienza. Una opzione di prova di resilienza è richiesta per la qualità Fe 510C.

L'acciaio grezzo deve essere opportunamente colorato ed immagazzinato in modo da garantire la possibilità di identificazione delle diverse qualità.

Tutti i profilati laminati devono essere in accordo alla Norme UNI EU 54-81, UNI EU 55-81, UNI EU 56-84 e UNI EU 57-79.

I certificati delle prove meccaniche devono essere resi disponibili e, quando richiesto, corredati con i valori della resilienza dichiarata dal Produttore.

L'acciaio non può essere avviato in costruzione prima che i certificati di cui in precedenza non siano stati controllati secondo le rispettive specifiche di appartenenza. Nell'eventualità che i certificati suddetti non non siano ottenibili, il Fornitore deve provvedere in proprio all'esecuzione delle prove meccaniche sui materiali. Una copia di tutti i certificati, deve essere trasmessa alla Direzione Lavori.

I bulloni, salvo diversamente specificato, devono essere in accordo alle prescrizioni delle norme UNI 3740-82 e UNI 5727-88. Le designazioni e classi di resistenza, lunghezze delle filettature, ecc. devono essere specificate sui disegni d'officina e sulle distinte dei materiali.

Viti a testa svasata o altre viti che non abbiano la testa esagonale devono essere previste con il taglio per cacciavite.

Le quantità dei bulloni, salvo diversamente specificato, devono includere la scorta nella misura del 3% per ogni diametro e lunghezza.

I certificati delle prove meccaniche di tutti i tipi di bulloni devono essere resi disponibili alla Direzione Lavori.

Le rondelle elastiche, quando richieste, devono essere in accordo alle prescrizioni delle Norme UNI 1751-88. Le rondelle piene devono essere in accordo alle prescrizioni UNI 6592-69.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l' attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell' approvvigionamento dei materiali da impiegare l' Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e 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.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere 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' Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell' approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

1 NOTA: alcuni acciai possono provocare rivestimenti di zincatura che presentano un'aderenza inferiore alla normale e ciò dovuto al contenuto di silicio a certi livelli percentuali. E' pertanto necessario, in questi casi, adottare i dovuti accorgimenti sia nei procedimenti di zincatura che nelle successive operazioni di movimentazione, imballaggio e spedizione

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell' Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l' estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d' opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dalle norme in vigore, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell' Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell' Impresa. Il taglio dei materiali con spessori fino ed incluso quelli sotto indicati, pos-sono essere indifferentemente tranciati, tagliati a fiamma o segati a freddo:

Fe 360 20 mm

Fe 430 18 mm

Fe 510 16 mm

I materiali di spessore superiore debbono essere tagliati con macchina ossi-taglio (il taglio manuale con cannello non è accettabile) oppure segati a freddo. Quando i materiali sono tranciati il bordo finito deve essere esente da strappi, sbavature, dentellature e distorsioni. Il taglio a fiamma dell'acciaio ad alta resistenza deve essere preceduto da un leggero preriscaldamento in un'area nell'intorno della linea di taglio deve essere ridotta rispetto a quella normalmente usata per gli acciai di media resistenza e di spessore corrispondente. Precauzioni devono essere adottate al fine di evitare il taglio a fiamma di materiali in stato di tensione ed in particolare negli acciai ad alta resistenza. I bordi tagliati devono essere leggermente rifiniti dopo il taglio al fine di eliminare dentellature, bruciature, ecc.

Le forature e punzonature dei materiali con spessori fino ed incluso quelli sotto indicati,

possono essere punzonati al diametro finale o forati:

Fe 360 18 mm

Fe 430 16 mm

Fe 510 14 mm

I materiali di spessore superiore devono essere forati al diametro finale o punzonati con un diametro inferiore di 3 mm ed alesati successivamente al diametro finale.

Le sopracitate limitazioni sono relative ai materiali punzonati mediante processi meccanici; nel caso di utilizzo di macchine idrauliche, le suddette limitazioni possono essere superate secondo modalità da concordarsi con la D.L.

Nessun foro può essere punzonato quando gli spessori dei materiali sono superiori al diametro finale del foro. I fori finiti devono essere precisi nella forma ed esenti da strappi, sbavature e deformazioni.

L'otturazione mediante saldature di fori eseguiti in errata posizione non è permessa senza l'autorizzazione della direzione lavori. Nei casi in cui l'autorizzazione è preventivamente concessa il nuovo foro deve essere eseguito al trapano indipendentemente dallo spessore e dalla qualità del materiale, se attraversa o passa adiacente all'area di saldatura del foro precedente.

Presso - piegatura. Tutte le pieghe superiori a 5° sugli acciai ad alta resistenza devono essere eseguite a caldo e con una temperatura compresa fra 850° C e 1000° C. Idonei

strumenti devono essere previsti per il controllo delle temperature (es. termometro a contatto o pirometro).

Le pieghe sulle piastre in acciaio a media resistenza fino a 10 mm di spessore possono essere eseguite a freddo sino ad un angolo massimo di 175/100 (60°).

Le pieghe, aperture e chiusure delle ali sugli angolari possono essere eseguite a freddo sino ad un angolo massimo di 60/100 (30°).

Comunque, in entrambi i casi sopramenzionati l'officina dovrà prendere le adeguate precauzioni per evitare il rischio del successivo infrangimento dovuto alla zincatura a caldo.

Le pieghe devono essere di uniforme sezione ed esenti da danneggiamenti superficiali dovuti alle incisioni delle attrezzature utilizzate sulle presse. La formazione di pieghe col metodo "tagli e saldatura" su particolari che non presentino la caratteristica funzionale di rompitratte, non è permessa senza la preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Saldature

Tutte le saldature devono essere eseguite in accordo alle prescrizioni della normativa vigente. Quando richiesto dalla Direzione Lavori, il Fornitore deve sottoporre per approvazione i propri procedimenti di saldatura.

Tutti i saldatori devono essere qualificati secondo quanto prescritto dalle Norme UNI 7720-77 e UNI 4634-60 dall'ISTITUTO DELLA SALDATURA. La riqualifica periodica deve essere fatta in accordo alla norme sopracitate.

Ogni campione di prova deve riportare chiaramente stampigliato il codice di identificazione dei saldatori ed in modo analogo devono essere indicati i materiali utilizzati.

Tutti gli elettrodi utilizzati devono essere conformi alla Norme UNI 5132-74. Gli elettrodi

devono essere immagazzinati ed essiccati secondo le specifiche ed istruzioni del fabbricante. Particolare attenzione deve essere fatta per gli elettrodi basici ed ai prelievi di consumo che debbono rispondere ad un preciso principio di rotazione.

I fili di apporto per saldature con arco in atmosfera protettiva devono essere conformi con le norme AWS CODE D1.1.80.

Tutti i termini ed i singoli delle saldature devono essere conformi alle Norme UNI 1310-86 oppure alle norme AWS 4.79.

Il preriscaldamento, quando richiesto, deve essere controllato mediante l'uso di un termometro a contatto o strumento appropriato su una superficie di 150 mm in entrambe i lati dell'area saldata.

Nei complessi saldati, le puntature devono essere eseguite con le stesse procedure e condizioni delle saldature principali e devono avere una lunghezza di almeno 50 mm.

Le posizioni di arrivo e partenza delle saldature non devono coincidere con intagli e bordi delle piastre al fine di poter consentire la continuità della saldatura sino all'estremità. Quando la prima passata (saldature a più passante) è maggiore delle passate successive la saldatura deve essere eseguita con continuità sino al completamento assicurando in questo modo che la superficie saldata non si raffreddi.

Dopo il completamento, le saldature debbono essere lasciate raffreddare lentamente e non debbono essere soggette ad immersioni o basse temperature.

Quando i materiali debbono essere zincati a caldo, tutte le saldature interrotte così da garantire una perfetta tenuta nel bagno di decapaggio. Le saldature devono inoltre essere completamente pulite (preferibilmente mediante sabbiatura al fine di rimuovere ogni scoria, silicati di manganese (saldature al CO₂) e gocciolature.

Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa 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'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità")
- 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 prescritto 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'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. 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 possano essere tollerati giochi da mm 2 a mm 5 di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o 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-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086. 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;
- fori per chiodi e 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: $D = \text{mm } 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che a giudizio della Direzione Lavori potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati con controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

Controlli saldature

- a) ESAME VISIVO: le saldature saranno sottoposte ad un accurato controllo visivo per la ricerca dei difetti superficiali e per valutare la regolarità dei cordoni. L'esame dovrà essere condotto da personale dotato di preparazione specifica;
 - b) ESAME MAGNETOGRAFICO: verrà utilizzato per la ricerca di difetti superficiali e superficiali, la tecnica esecutiva sarà conforme a quanto indicato nella norma UNI 7704, classe di controllo 52. I difetti che possono essere caratterizzati come nicchie superficiali o non emergenti in superfici non saranno accettati;
 - c) ESAME ULTRASUONO: sarà eseguito su eventuali giunti a T a piena penetrazione con le modalità riportate sulla norma UNI 8387 (2ª classe). Non saranno accettate incollature, e mancanza di penetrazione al vertice;
 - d) ESAME RADIOGRAFICI: sarà eseguito su eventuali giunti testa a testa con le modalità riportate nella norma UNI 8956 classe di sensibilità radiografica 2ª. Potranno essere utilizzate apparecchiature a raggi X oppure sorgenti di raggio Y.
- In particolari condizioni potrà essere sostituito il controllo ultrasuono. I suddetti controlli saranno eseguiti da personale qualificato almeno al 2º livello secondo ASNT-TC-1A.

Regole pratiche di progettazione

Si fa riferimento alle norme CNR 10011785 di cui di seguito si indicano i capitoli:

1. Introduzione
2. Materiali
3. Metodi di calcolo
4. Resistenze di calcolo e limiti di deformabilità
5. Verifiche di resistenza dei collegamenti
6. Verifiche di resistenza delle membrature
7. Verifiche di stabilità
8. Verifiche relative alla fatica
9. Regole pratiche di progettazione ed esecuzione

10. Controlli sui prodotti laminati per strutture in acciaio
 11. Redazione del progetto, collaudo, sorveglianza e manutenzione
- Per gli apparecchi di appoggio in gomma e PTFE vedere la norma CNR 10018/85.

Tolleranze di lavorazione o di montaggio

Le opere murarie alle quali le carpenterie metalliche dovranno essere connesse potranno avere le seguenti tolleranze:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/500 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Le carpenterie montate dovranno avere le seguenti tolleranze massime:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm;
- lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max 10 mm;
- il fuori piombo max delle colonne non dovrà superare l'1,5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

Esecuzione delle opere

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.

Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cave, connessioni, ancoraggi, ecc.). L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalla Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione. Dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori. Le superficie di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate. In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.

Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori. Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-vite. Per il serraglio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%.

I bulloni saranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraglio completo.

Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C. I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.

Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

Posa in opera

Dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati. Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.

I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati. La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisori, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

Movimentazione e trasporto dei manufatti

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

I - Collaudo

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di accedere alle officine di lavorazione allo scopo di ispezionare il materiale, seguire le lavorazioni e presiedere alle varie prove.

Potrà anche prelevare a suo giudizio campioni di materiale per sottoporli a prove presso Laboratori ufficiali: l'onere economico di tali prove sarà a carico dell'Appaltatore.

Tali prove potranno consistere in: verifiche dimensionali, prove di trazione, prove di piegamento, prove di resilienza, controlli radiografici sui giunti saldati, controlli sull'aspetto esterno della saldatura e del grado di raccordo con il materiale base.

Il Direttore dei Lavori avrà pure il diritto di rifiutare e chiedere la sostituzione di qualsiasi parte della fornitura, anche se già messa in opera, che presentasse difetti per cattiva qualità dei materiali e/o per cattiva lavorazione.

Il mancato uso di tale diritto non esimerà l'Appaltatore dalle sue responsabilità. L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le prove di resistenza dei materiali secondo le modalità delle leggi vigenti e fornire i relativi certificati alla Direzione dei Lavori. Tale operazione di controllo in officina, se non richiesta espressamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere condotta dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assumerà a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori. Le richieste delle prove da effettuare presso un Laboratorio Ufficiale dovranno essere sottoscritte dalla Direzione dei Lavori e dovranno portare indicazioni precise circa i profili da cui saranno stati prelevati i provini in relazione agli elementi strutturali da realizzare con i profili stessi.

A montaggio ultimato sarà fatto il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature. Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

SOLAI

Normativa di riferimento

Le opere ed i materiali impiegati dovranno essere conformi alle prescrizioni e alle seguenti

leggi e norme:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – OPERE EDILI E STRUTTURALI

- Legge 5.11.1971, n. 1086:

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

- Legge 2.2.1974, n. 64:

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

- D.M. LL.PP. 14.2.1992:

"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. contenente le istruzioni relative.

- D.M. LL.PP. 12.2.1982:

"Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982, n. 22631 contenente le istruzioni relative.

- D.M. LL.PP. 24.1.1986:

"Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative.

- D.M. LL.PP. 11.3.1988, n. 6:

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e Circ. Min. LL.PP. 24.9.1988, n. 21597 contenente le istruzioni relative.

- CNR 10011/85 - Costruzioni in acciaio

Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione

- CNR 10012/85 Ipotesi di carico sulle costruzioni
- CNR 10018/85 Apparecchi di appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego
- CNR 10022/85 Profili formati a freddo: Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni
- UNI Gruppo 108 Saldatura
- UNI Gruppo 153 Generalità sulla bulloneria
- UNI Gruppo 155 Viti e bulloni - categoria C
- UNI Gruppo 156 Viti, dadi, rosette e piastrine ad alta resistenza
- UNI Gruppo 167 Dadi esagonali e quadri
- UNI Gruppo 172 Rosette, piastrine e controdadi - Norme generali
- UNI Gruppo 173 Rosette, piastrine e controdadi - Norme dimensionali
- UNI Gruppo 433 Lamiere e nastri
- UNI Gruppo 435 Profilati
- UNI Gruppo 436 Barre, vergelle e larghi piatti
- UNI Gruppo 440 Blocchi, dischi, anelli e manicotti
- UNI Gruppo 441 Tubi

Solai in lamiera grecata

Quando gli elementi di lamiera debbano essere vincolati ad una struttura metallica non è necessaria alcuna predisposizione particolare.

Nel caso in cui la struttura principale sia in c.a. e quindi gli elementi di lamiera debbano appoggiare su travi o muri di calcestruzzo, si dovrà ancorare nel corpo di tali elementi portanti un corrente tubolare o angolare sul quale fissare le lamiere con viti, chiodi o bottoni di saldatura. La distribuzione dei punti di fissaggio delle lamiere (sia con viti, chiodi o bottoni di saldatura) non dovrà scendere sotto i seguenti limiti:

lamiere di copertura:

I fissaggi dovranno essere disposti su tutte le onde in corrispondenza della gronda, del colmo, di tutte le sovrapposizioni longitudinali, nonché delle parti aggettanti del perimetro della costruzione; in corrispondenza dei supporti intermedi il fissaggio potrà essere previsto su onde alterne; il collegamento di due lamiere adiacenti lungo i sormonti laterali avverrà in corrispondenza di tutti i supporti;

lamiere di solai intermedi:

I fissaggi dovranno essere previsti in corrispondenza di tutte le onde.

Solaio in lamiera grecata e getto di cls collaborante alleggerito

Tale tipo di struttura è realizzata con l'impiego di lamiere dotate di bugnature lungo le pareti subverticali della grecatura, che impediscono sia lo scorrimento relativo longitudinale sia il distacco verticale tra calcestruzzo e acciaio. Per quanto concerne la preparazione degli appoggi e la posa degli elementi di lamiera vale quanto detto al paragrafo precedente.

E' da tenere presente che le lamiere grecate del tipo in questione, non potendo sovrapporsi lungo i loro lembi di testa, potranno essere solo accostate lungo una linea di appoggio: per evitare colature di calcestruzzo si chiuderà la fessura lungo tale linea con l'applicazione di un nastro adesivo.

Per quanto concerne la distribuzione dei punti di fissaggio vale quanto detto al paragrafo precedente. Prima del getto la zona interessata di solaio dovrà essere accuratamente pulita da materiali o liquidi che possano ridurre l'aderenza tra calcestruzzo e lamiera.

In caso di necessità si potranno prevedere armature complementari a cavallotto sugli appoggi per momenti negativi o in campata con barre da annegare nelle nervature; particolare cura dovrà essere adottata per il posizionamento di tali armature con l'uso di adatti distanziatori.

Nel caso di realizzazione di soletta su lamiera grecata facente parte di struttura composta acciaio-calcestruzzo dovranno essere tenute in considerazione le seguenti istruzioni:

- la sezione della lamiera grecata dovrà avere caratteristiche geometriche tali per cui il rapporto tra la larghezza b di onda e la sua altezza a sia $b/a > 2$;
- la testa del connettore dovrà sporgere oltre l'estradosso dell'onda di almeno 25 mm;
- la copertura di calcestruzzo sopra la testa del connettore dovrà risultare di almeno 25 mm.

Il calcestruzzo dovrà essere del tipo alleggerito strutturale secondo la UNI EN 206-1.

Peso specifico non superiore ai 1400 kg/mc.

CONNETTORI IN ACCIAIO

Il connettore a DIAPASON consiste di un piatto in lamiera zincata di 3 mm di spessore avente una piastra di base nervata rettangolare da 70x55 mm, piegata a forma di "U" con due ali inclinate. Nella parte inclinata sono predisposti due fori per l'alloggiamento di due barre in acciaio trasversali. Quattro chiodi ad alta resistenza passano attraverso i fori predisposti nella piastra e fissano il connettore alla struttura metallica.

Chiodo

in acciaio al carbonio, diametro gambo 4,5 mm, lunghezza 22,5 mm, diametro testa 14 mm, zincatura galvanica 7 micron, resistenza a trazione 2000 MPa.

I valori di resistenza allo scorrimento di seguito riportati sono stati ottenuti sperimentalmente secondo le modalità riportate nelle norme Eurocodice 4 UNI EN 1994 - 1 - 1 / 2005 e istruzioni CNR 10016/98.

Voce di capitolato: Staffa di connessione stampata, in lamiera zincata spessore 3 mm. Dimensione piatto di base nervato 70x55 mm avente due ali inclinate da 55x100 mm / 55x125 mm. Sagomata per l'impiego su vari tipi di lamiera e predisposta a ricevere barre di rinforzo. Fissata alla struttura mediante 4 chiodi ad alta resistenza.