

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

MODULO 11

- ***PROGETTO, DIREZIONE E COLLAUDO*** -

Relatore: Ing. Federico Carboni

Dottore di Ricerca in "Strutture e Infrastrutture"
presso l'Università Politecnica delle Marche

PROGETTO STRUTTURALE

Il progetto deve comprendere i seguenti elaborati

- Relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica
- Relazione sui materiali
- Elaborati grafici (scala $\geq 1:50$) e particolari costruttivi (scala $\geq 1:10$)
- Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera (corredato del manuale d'uso, del manuale di manutenzione e del programma di manutenzione delle strutture)
- Relazione sui risultati sperimentali corrispondenti alle indagini specialistiche ritenute necessarie alla realizzazione dell'opera (relazione geologica, relazione geotecnica e relazione sulla modellazione sismica della pericolosità sismica di base)

Particolare cura andrà posta nello sviluppare relazioni di calcolo al fine di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli da parte di soggetti diversi dal redattore del documento

PIANO DI MANUTENZIONE

Di seguito vengono descritte, a titolo di esempio, degli interventi relativi a delle coperture in acciaio e in calcestruzzo armato prefabbricato, quali elementi oggetto di manutenzione

Le coperture in acciaio richiedono un esame visivo almeno tre volte l'anno tramite sopralluogo da parte di un tecnico della Provincia.

Dovranno essere accertate le condizioni delle bullonature, dei collegamenti tra i pilastri e le strutture di orizzontamento e delle botole costituenti i "passi d'uomo".

E' necessario il controllo delle chiusure delle botole allo scopo di verificare che quest'ultime non siano oggetto di vandalismo o non rimangano aperte e siano quindi pericolose per il camminamento dei pedoni.

Inoltre, bisogna che venga accertato lo stato di manutenzione del camminamento in alluminio, realizzato al di sopra della struttura metallica di copertura, tramite verifica dei svincolamenti.

In caso di rottura di quest'ultimi, è necessario procedere alla riparazione immediata.

Le coperture in calcestruzzo prefabbricato non richiedono una particolare manutenzione, se non una verifica almeno una volta l'anno. Tale verifica consiste in un sopralluogo da eseguirsi da parte di un tecnico della Provincia che, entrato dentro il fosso (attraverso la botola d'accesso- "passo d'uomo"), accerti che la fondazione, le pareti in elevazione e la sovrastante soletta risultino integre, cioè prive di fessurazioni.

Nel caso in cui il tecnico riscontrasse anomalie alle strutture, occorre che avverta immediatamente il Dirigente del Servizio Viabilità della Provincia per concertare le azioni necessarie al ripristino delle strutture.

RELAZIONE DI CALCOLO – ATTENDIBILITA'

Il progettista delle strutture ha il compito e la responsabilità di comprovare la validità dei risultati dei calcoli e delle verifiche attraverso la verifica dell'attendibilità dei risultati ottenuti

A tal fine, la relazione di calcolo deve contenere

- **Informazioni sull'origine e caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati**
(titolo, autore, produttore, distributore, versione, estremi della licenza o di altro titolo d'uso)
- **Affidabilità dei codici utilizzati**
(documentazione a corredo del programma che fornisca una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego ed i casi di prova risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione)
- **Validazione dei codici utilizzati**
(esame di valutazione condotto dal progettista sull'affidabilità e idoneità del programma e della documentazione di validazione fornita a corredo dello stesso)

RELAZIONE DI CALCOLO – ATTENDIBILITA'

La verifica dell'attendibilità dei risultati ottenuti, oltre che tramite validazione della affidabilità dei codici di calcolo utilizzati, deve essere perseguita attraverso una validazione del calcolo

A tal fine, la relazione di calcolo deve contenere

- **Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati**
confronto dei risultati con quelli ottenuti mediante metodi tradizionali di larga massima
confronto tra i risultati ottenuti da differenti programmi (se richiesto dal Committente)
valutazione della consistenza delle scelte operate in sede di schematizzazione e modellazione
- **Controlli svolti**
verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati
comparazione tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate

Spetta ovviamente al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità secondo quanto sopra descritto

RELAZIONE DI CALCOLO – CONTROLLI

Nel caso di opere di particolare importanza, ritenute tali dal Committente, questi assumerà ogni onere per l'effettuazione di un controllo incrociato sui risultati delle calcolazioni

A tal fine è pertanto richiesto

- Il rifacimento dei calcoli da parte di un soggetto qualificato, prescelto dal Committente, diverso dal progettista originario delle strutture, eseguita mediante l'impiego di programmi di calcolo diversi da quelli impiegati originariamente
- L'impiego, da parte del progettista e/o del soggetto validatore, di programmi che possiedano i requisiti richiesti dalle NTC e che consentano la impostazione, la lettura e l'analisi del modello al loro interno, possibilmente attraverso file di trasferimento

RELAZIONE DI CALCOLO – PRESENTAZIONE

Il progettista delle strutture ha inoltre il compito e la responsabilità di adottare **una modalità di presentazione dei risultati che ne garantisca leggibilità e riproducibilità**

A tal fine, la relazione di calcolo deve comprendere senza ambiguità ed in modo esaustivo, **le seguenti informazioni in merito all'analisi svolta**

- **Dichiarazione del tipo di analisi strutturale condotta**
(statica, dinamica, lineare, non lineare)
- Indicazione del metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale
- Indicazione delle metodologie adottate per il progetto e la verifica delle sezioni
- **Indicazione delle combinazioni di carico adottate**
- Indicazione dei percorsi di carico seguiti nel caso di calcoli non lineari

RELAZIONE DI CALCOLO – PRESENTAZIONE

Il progettista delle strutture ha inoltre il compito e la responsabilità di adottare **una modalità di presentazione dei risultati che ne garantisca leggibilità e corretta interpretazione**

A tal fine, **l'esito di ogni elaborazione deve essere sintetizzato in disegni e schemi grafici** che, evidenziando chiaramente le convenzioni sui segni, i valori numerici e le unità di misura nei punti o nelle sezioni più significative ai fini della valutazione del comportamento, illustrino

- Le configurazioni deformate
- La rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione
- La rappresentazione grafica delle componenti degli sforzi
- I diagrammi di involuppo associati alle combinazioni di carico considerate
- Gli schemi grafici con la rappresentazione dei carichi applicati
- Gli schemi grafici con la rappresentazione delle reazioni vincolari

MATERIALI

E' possibile distinguere materiali e prodotti per uso strutturale

- per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata
 - ⇒ Il Direttore Lavori deve **accettare** i materiali e i prodotti solo dopo accertamento del possesso della Marcatura CE verificabile attraverso uno dei seguenti documenti
Certificato di Conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo
Dichiarazione di Conformità sottoscritta dal Produttore
Benestare Tecnico Europeo
- per i quali non sia disponibile una norma armonizzata
 - ⇒ Accettazione dal DL dopo accertamento del possesso e del regime di validità di
Attestato di Qualificazione rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP.
- innovativi o comunque non ricadenti nelle tipologie precedenti
 - ⇒ Accettazione dal DL dopo accertamento del possesso e del regime di validità di
Certificato di Idoneità Tecnica rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP.
Ovvero **Marcatura CE** conforme a Benestare Tecnici Europei (ETA)

Il STC del Consiglio Superiore dei LL.PP. Potrà attivare un sistema di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni

CLS – PRESCRIZIONI DA PROGETTO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno per

- **CLASSE DI RESISTENZA**

E' definita come la resistenza caratteristica (per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori) dedotta da prove eseguite su provini normalizzati a 28 giorni di maturazione

E' consigliabile non scendere al di sotto della Classe C25/30

- **CLASSE DI CONSISTENZA**

E' definita in base ai risultati della prova di abbassamento al cono di Abrams, ed esprime il grado di lavorabilità dell'impasto

E' consigliabile non scendere al di sotto della classe S4 (Consistenza Fluida)

- **DIAMETRO MASSIMO DELL'AGGREGATO**

Oltre all'opportuno assortimento granulometrico, la dimensione massima degli aggregati deve essere limitata per evitare fenomeni di segregazione all'interno del getto

E' consigliabile adottare diametri massimi di 32 mm, opportunamente ridotti a 20 mm in caso di interferri inferiori ai 35 mm

(secondo Eurocodice $< \min \{ \frac{1}{4} \text{ sezione minima; interferro} - 5\text{mm}; 1,3 \text{ copriferro nominale} \}$)

CLS – REGIME DI QUALITA'

Con lo scopo di garantire il rispetto delle prescrizioni definite in sede di progetto, il calcestruzzo va prodotto in regime di qualità, effettuando i seguenti controlli aggiuntivi ai controlli di accettazione ed alle eventuali prove complementari

- VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA

E' a carico del costruttore, come responsabile della qualità del calcestruzzo, l'obbligo di dover effettuare, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, idonee prove di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste
In genere lo studio della miscela viene condotto presso il produttore di calcestruzzo, sovente con l'ausilio di un laboratorio autorizzato, ovvero presso il laboratorio stesso del produttore

- CONTROLLO DI PRODUZIONE

E' il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso

Di fatto tale assunto evidenzia l'inadeguatezza del calcestruzzo prodotto in cantiere,
suggerendo l'utilizzo di calcestruzzo preconfezionato

CLS – CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in controllo di tipo A o controllo di tipo B

Il controllo di accettazione è positivo se risultano verificate le seguenti condizioni

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ $s/R_m \leq 0,3$ (N° prelievi ≥ 15)
Ove:	
R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²);	
R_1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²);	
s = scarto quadratico medio.	

Dovendo prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di

due provini per ciascun prelievo

CLS – CONTROLLO DI TIPO A

Il controllo di tipo A è effettuabile su un quantitativo di miscela non maggiore di 300 m³

E' rappresentato da 3 prelievi (6 provini), ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di miscela omogenea, per un totale massimo appunto di 300 m³

I 3 prelievi non risultano comunque generalmente sufficienti, avendosi l'obbligo di effettuare almeno un prelievo per ogni giorno di getto

Tuttavia, nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto complessivo di miscela omogenea, è consentito derogare all'obbligo di prelievo giornaliero

Per dimensioni massime di getto superiori a 300 m³ e comunque inferiori a 1500 m³, dovrà prevedersi un controllo di accettazione di tipo A per ogni 300 m³ di calcestruzzo

CLS – CONTROLLO DI TIPO B

Il controllo di tipo A è obbligatorio per un quantitativo di miscela omogenea superiore a 1500 m³

E' rappresentato da almeno 15 prelievi (30 provini) sui 1500 m³

Rimane quindi, seppur non esplicitamente, l'indicazione di un prelievo ogni 100 m³ di miscela

Resta invece indicato l'obbligo di effettuare almeno un prelievo per ogni giorno di getto, non essendo oltretutto consentita in tal caso la possibilità di deroga dalla prescrizione

Analogamente a quanto evidenziato per il controllo di tipo A, dovrà prevedersi un controllo di accettazione di tipo B per ogni 1500 m³ di calcestruzzo

CLS – PRESCRIZIONI SUI CONTROLLI

E' obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo tutte le volte che **variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto** possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo, tale da non poter essere considerato omogeneo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che **provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo** e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle ed etichettature indelebili

La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve obbligatoriamente **riportare riferimento al verbale di prelievo**

Per controlli statistici di tipo B in cui il coefficiente di variazione sia superiore a 0,15 ovvero ove ritenuto necessario al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali), possono infine eseguirsi **prove complementari**

CLS – MODALITA' DI PRELIEVO

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0,3 m³ di calcestruzzo e **preferibilmente a metà dello scarico della betoniera**, avendo cura di pulire e trattare preventivamente con un liquido disarmante le casseforme, che dovranno essere realizzate con materiali **rigidi, non assorbenti ed a tenuta stagna**

Sulla superficie orizzontale del provino dovrà essere applicata (**annegandola nel calcestruzzo**) un'etichetta di plastica o cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile

Tale etichetta sarà **siglata dalla direzione dei lavori** al momento del confezionamento dei provini

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per un periodo compreso tra le 16 ore e i 3 giorni, trascorso il quale dovrà essere consegnato presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento

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

CLS – VERBALE DI ACCETTAZIONE

Il verbale di prelievo che accompagna l'esecuzione del prelievo, deve riportare

- **Identificazione del campione**
 - tipo di calcestruzzo
 - numero di provini effettuati
 - codice del prelievo
 - metodo di compattazione adottato (pestello, barra diritta, vibratore, tavola vibrante)
 - numero del documento di trasporto
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera
- **Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice**
- **Data e ora di confezionamento dei provini**
- **La firma della Direzione Lavori**
 - In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali, il verbale dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere

CLS – NON CONFORMITA'

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata **definitivamente rimossa dal costruttore**

In tal caso si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso **una serie di prove sia distruttive che non distruttive** non sostitutive dei controlli di accettazione

Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad **un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura** interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo

Ove la rimozione della non conformità non sia possibile, ovvero i risultati dell'indagine teorica e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si potrà

- **Dequalificare l'opera** (variazione vita nominale, classe d'uso, destinazione)
- **Eseguire lavori di consolidamento**
- **Demolire l'opera**

LEGANTI

Nelle opere strutturali è prescritto l'uso di leganti idraulici dotati di **Certificato di Conformità ovvero di uno specifico Benestare Tecnico Europeo**

In generale, la scelta del tipo di legante da adottare per il calcestruzzo può effettuarsi sulla base delle seguenti considerazioni in merito al calore di idratazione e di resistenza agli agenti chimici



AGGREGATI - PRESCRIZIONI

Gli aggregati per calcestruzzo strutturale devono essere soggetti a
Sistema di Attestazione della Conformità 2+ secondo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1

In particolare, possono evidenziarsi le seguenti prescrizioni

Aggregati con massa volumica media del granulo non inferiore a 2,6 kg/l

Classe di contenuto di solfati AS0.2 e AS0.8 rispettivamente per gli aggregati grossi e per le sabbie

Contenuto totale di zolfo inferiore allo 0.1%

Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali

Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% ovvero di classe F2 o MS25

Ciò al fine di evitare danneggiamenti per effetto pop-out o dei cicli di gelo e disgelo

AGGREGATI - ACCETTAZIONE

Per quanto concerne invece i controlli di accettazione **da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori**, questi dovranno essere finalizzati alla determinazione **almeno** delle seguenti caratteristiche

Descrizione petrografica semplificata

Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)

Indice di appiattimento

Dimensioni per il filler

Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)

Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)

Potendo fare riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati

CALCESTRUZZO CONFEZIONATO

In caso di utilizzo di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in uno stabilimento anche esterno al cantiere, **prima dell'inizio dei lavori di costruzione dell'opera**, l'impresa e il direttore dei lavori dovranno accertarsi congiuntamente che

il fornitore di calcestruzzo sia in grado di produrre il calcestruzzo rispondente alle specifiche di capitolato definite in fase progettuale

Ciò attraverso anche l'acquisizione della seguente documentazione

- documentazione di conformita' delle materie prime impiegate nella produzione del calcestruzzo alle norme vigenti
(UNI-EN 12620, UNI-EN 934-2, UNI-EN 1008, UNI-EN 197/1,etc.)
- certificazione di un organismo terzo che attesti che la produzione del calcestruzzo avvenga con un controllo di processo in accordo alle « linee guida sul calcestruzzo preconfezionato »
(da non confondersi con la certificazione di qualità in accordo alla ISO 9001)

CALCESTRUZZO – DURABILITA'

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

Al fine di ottenere tale prestazione richiesta, è possibile fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle **Linee Guida sul calcestruzzo strutturale**, suggerendo i seguenti valori limite

	NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DAI CICLI DI GELO/ DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO			
						ACQUA DI MARE			CLORURI PROVENIENTI DA ALTRE FONTI										
						X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1								XS2
MASSIMO RAPPORTO a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45	
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C28/35	C28/35	C32/40	C35/45	
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (Kg/m ³)		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360	
CONTENUTO MINIMO IN ARIA (%)													3,0 (a)						
ALTRI REQUISITI													AGGREGATI CONFORMI ALLA UNI EN 12620 DI ADEGUATA RESISTENZA AL GELO/DISGELO				E' RICHIESTO L'IMPIEGO DI CEMENTI RESISTENTI AI SOLFATI (b)		
(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, LE SUE PRESTAZIONI DEVONO ESSERE VERIFICATE RISPETTO AD UN CALCESTRUZZO AERATO PER IL QUALE È PROVATA LA RESISTENZA AL GELO/DISGELO, DA DETERMINARSI SECONDO UNI 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE.																			
(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156.																			

CALCESTRUZZO – DURABILITA'

Ulteriori prescrizioni possono ovviamente trovarsi per il copriferro

Oltre a quanto già osservato e disposto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, è possibile osservare i seguenti valori limite previsti dalle Linee Guida per la prescrizione delle opere in c.a.

CLASSE D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE	SPESSORE MINIMO DI COPRIFERRO			
	VITA NOMINALE 50 ANNI		VITA NOMINALE 100 ANNI	
	C.A.	C.A.P.	C.A.	C.A.P.
	XC1	15	25	25
XC2, XC3	25	35	35	45
XC4	30	40	40	50
XS1, XD1	35	45	45	55
XS2, XD2	40	50	50	60
XS3, XD3	45	55	55	65

Dovendo essere almeno pari a 40 mm per un cls gettato in opera contro terreni trattati e a 75 mm per un cls gettato direttamente contro il terreno senza lisciatura delle superfici di scavo

CALCESTRUZZO – DURABILITA'

In caso di climi rigidi in cui possano prevedersi cicli di gelo e disgelo, è opportuno rispettare le seguenti prescrizioni aggiuntive

Rapporto acqua/cemento massimo 0,50

Classe di resistenza a compressione minima C25/30

Dosaggio minimo di cemento 340 kg/m³

Area inglobata 4,5÷5,5%

Spacing (spaziatura dei fori) inferiore a 250 µm

Mirando le ultime due prescrizioni a creare degli spazi atti a contenere le espansioni di volume dell'acqua garantendo comunque una ridotta porosità in virtù della dimensione minuta degli stessi

CALCESTRUZZO – DURABILITA'

Ulteriori prescrizioni sono da adottarsi per il contenuto di cloruri massimo all'interno del calcestruzzo al fine di evitare l'innesco della corrosione delle armature

Tipo di struttura	Classe di contenuto in cloruri	Percentuale massima di cloruri rispetto la massa del cemento
Struttura non armata	Cl 1,00	1,00%
Struttura in c.a.	Cl 0,40	0,40%
Struttura in c.a.	Cl 0,20	0,20%
Struttura in c.a.p.	Cl 0,20	0,20%
Struttura in c.a.p.	Cl 0,10	0,10%

Osservandosi 2 classi distinte per le strutture in c.a. e per le strutture in c.a.p. in funzione delle condizioni al contorno che vincolano la progettazione dell'opera

CALCESTRUZZO – POSA IN OPERA

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

Se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla Direzione Lavori, **è proibito** eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scenda al **disotto dei +5° C** ovvero qualora la temperatura ambientale **superi i 33° C**

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco non deve eccedere i 50 centimetri, a tal fine deve utilizzarsi un **tubo di getto** che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso

In presenza di riprese di getto sarà obbligo procedere ad **una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo** già parzialmente indurito, creando una superficie ad elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) che dovrà essere **opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto** del nuovo strato di calcestruzzo

CALCESTRUZZO – LAVORABILITA'

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato **la lavorabilità al momento del getto deve essere controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza** caratteristica convenzionale a compressione

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (a casseri scorrevoli o manufatti estrusi) o caratterizzate da geometrie particolari (travi di tetti a falde molto inclinate) **non dovrebbero utilizzarsi calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4**

Sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto

La classe di consistenza prescritta è garantita per un intervallo di tempo di **20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere**

Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della minore lavorabilità rispetto a quella prescritta ed il calcestruzzo potrà essere respinto o accettato a discrezione della D.L.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto **non dovrà superare i 90 minuti** e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto

CALCESTRUZZO – COMPATTAZIONE

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione

Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, **l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa**, protraendo la vibrazione per un tempo che è funzione della classe di consistenza del calcestruzzo

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

CALCESTRUZZO – STAGIONATURA

E' compito del progettista prescrivere le regole di maturazione del calcestruzzo

In tal senso, appare opportuno prescrivere che

Lo scasso avvenga dopo un periodo non inferiore a 3÷10 giorni

In alternativa deve garantirsi per tale durata una maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente)

Più precisamente, è possibile desumere i seguenti giorni minimi di maturazione

Classe di resistenza	≤ C25/30		> C25/30	
	Interno	Esterno	Interno	Esterno
Esposizione della struttura				
Periodo di esecuzione dei getti	Aprile-Settembre		Aprile-Settembre	
	3	7	3	5
Periodo di esecuzione dei getti	Ottobre-Marzo		Ottobre-Marzo	
	7	10	5	7

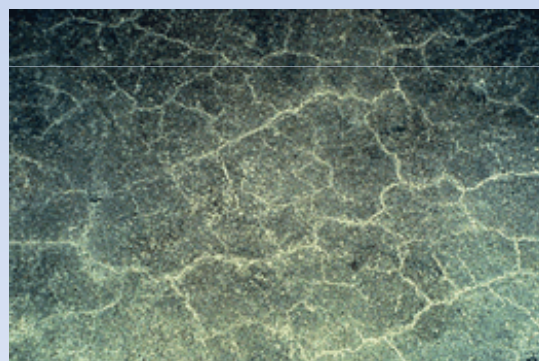
CLS – CICLI DI GELO E DISGELO



CLS – CLORURI



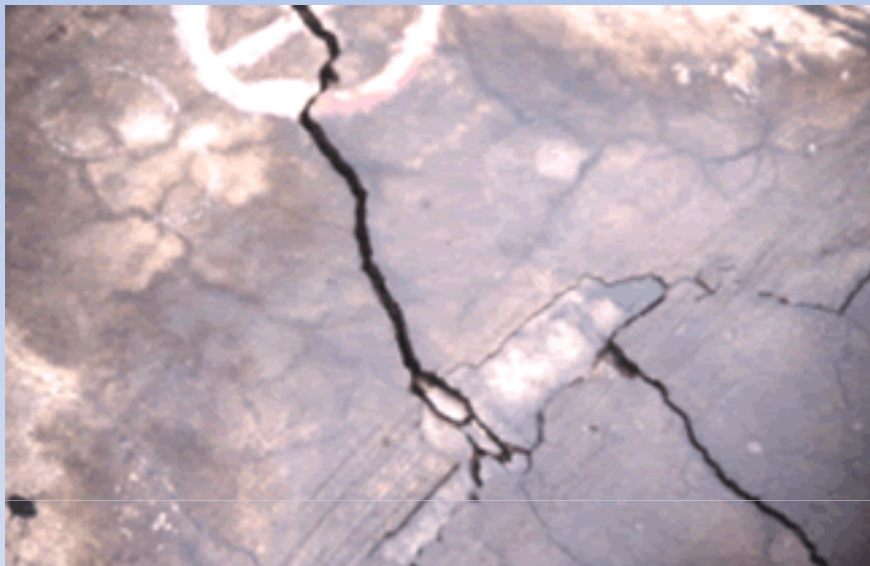
CLS – RITIRO



CLS – REAZIONI ALCALI AGGREGATO



CLS – AGENTI AGGRESSIVI



ACCIAIO – QUALIFICAZIONE

Tutti gli acciai destinati all'utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di organismo terzo indipendente

Gli acciai devono essere quindi accompagnati da Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con validità di 5 anni

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare la documentazione ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi



ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

00 /06-CA

In conformità al D.M. 14.09.2005 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

*B450C, impiegabile anche come FeB44k,
saldabile in barre laminate a caldo nei diam. 8-30,
processo di laminazione tempore*

Marchio di laminazione



prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.09.2005: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data 26.07.2006 ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 26.07.2006

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale



PER IL SEGRETARIO GENERALE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE
Dott. Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART. 8 DEL D.P.R. 246/93 (GOTTSCHE LOWENSTERN EUROPEA N. 0969)

ORGANISMO DI RISTABILIRE TECNICO EUROPEO (RISTABILIRE EOTA) AI SENSI DELL'ART. 5 DEL D.P.R. 246/93

ORGANISMO DI RISTABILIRE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.09.2005

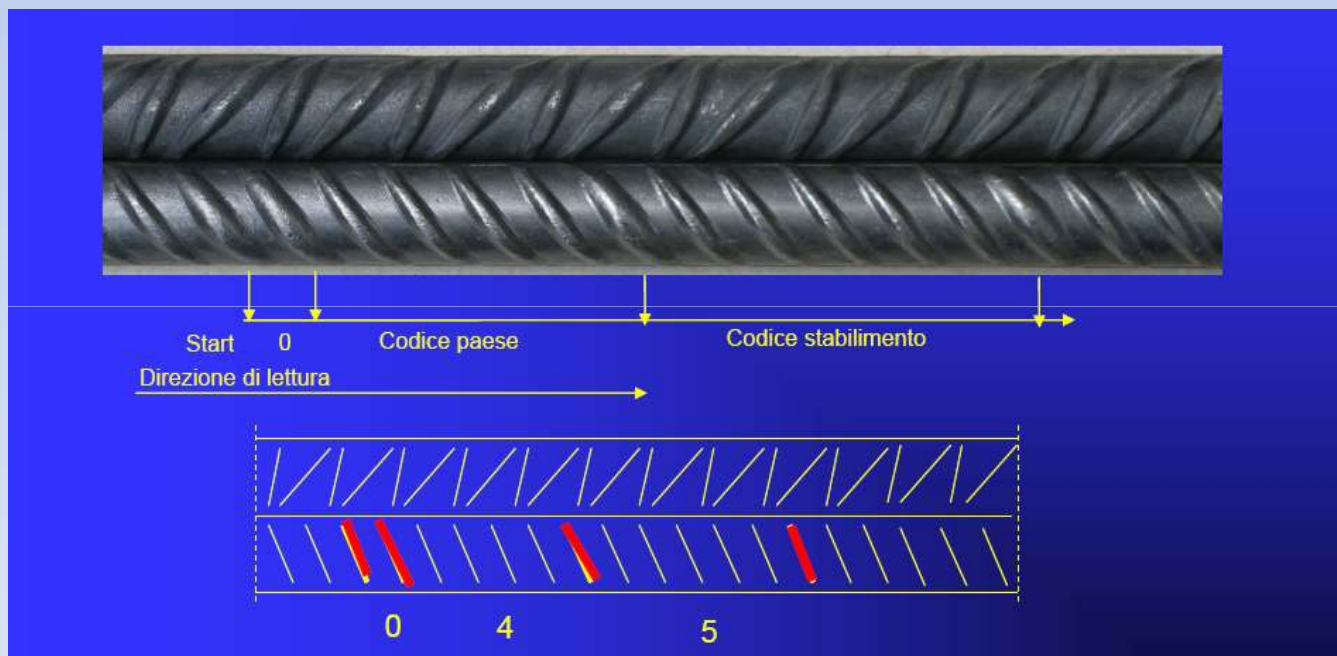
VIA NOSTRITANG 2 - 00161 ROMA
TEL. 06/4412.1161 - FAX 06/4426.7383
www.infrastrutturatransporti.com/itp

ACCIAIO – RINTRACCIABILITA'

Il produttore ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione dei documenti di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico

Inoltre ogni prodotto deve essere riconoscibile tramite marchiatura indelebile



ACCIAIO – CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine accompagnati dalla documentazione prevista

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle norme

Il sistema di gestione della qualità del prodotto deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che verifichi, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto

I centri di trasformazione sono inoltre tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le dimensioni degli elementi e fornendo una copia della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo

ACCIAIO – ACCETTAZIONE

I controlli di accettazione devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in ragione di 3 spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto di spedizione

In caso che il materiale non provenga da uno stesso stabilimento, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti

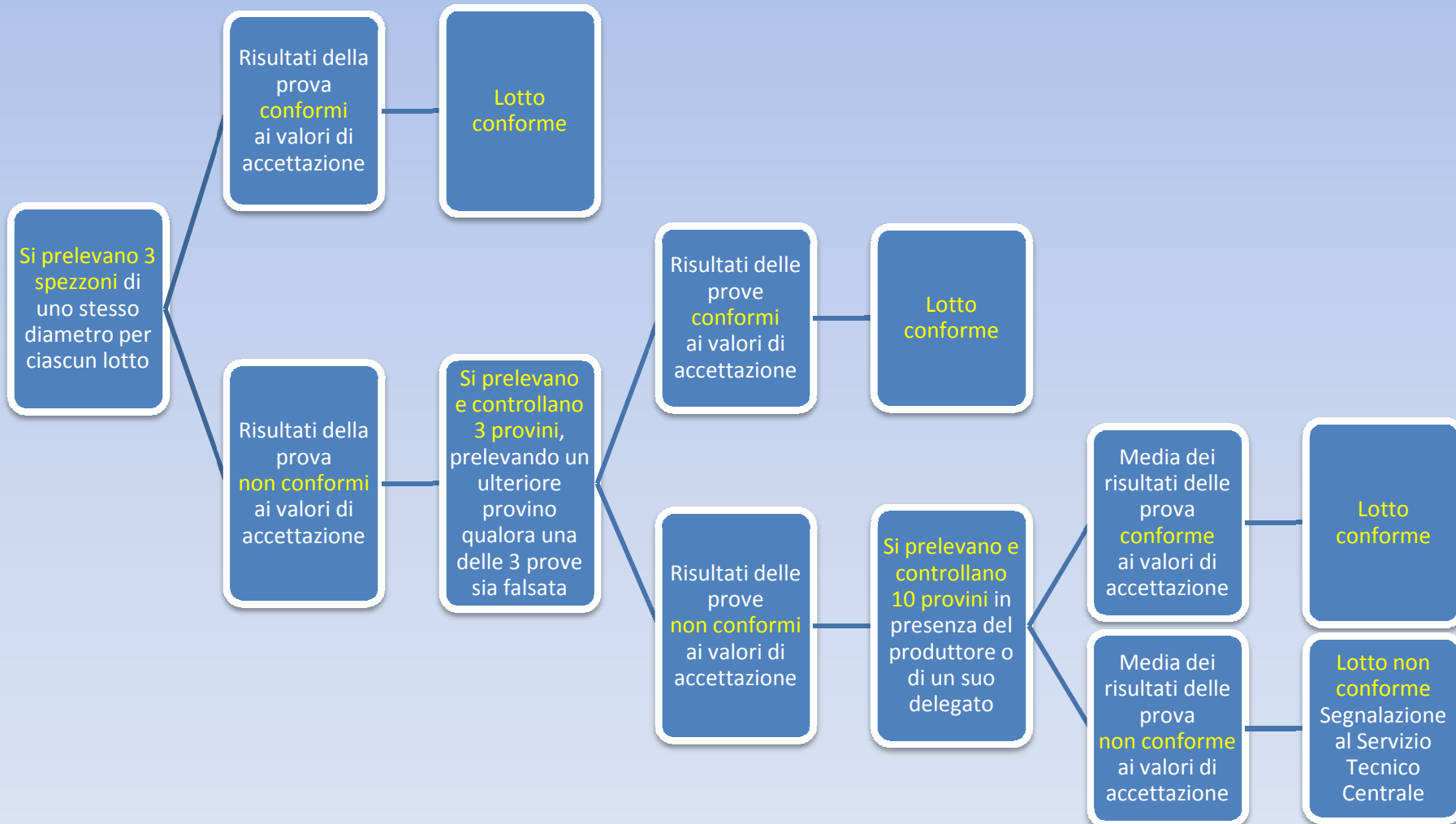
I valori di resistenza e di allungamento a rottura di ciascun campione devono essere accertati prima della messa in opera del prodotto

I valori di accettazione sono espressi nella tabella seguente

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 x (1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

ACCIAIO – NON CONFORMITÀ'

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, si procede con ulteriori provini al fine di avvalorare o meno la non conformità



ACCIAIO – ULTERIORI DISPOSIZIONI

I controlli di accettazione di **acciai per calcestruzzo armato precompresso** devono essere effettuati con le stesse modalità descritte per gli acciai per calcestruzzo armato ordinario ma in ragione di 3 spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto di spedizione di massimo 30t

I controlli di accettazione di **reti e tralicci** sono obbligatori e devono essere effettuati in ragione di 3 saggi ricavati da 3 diversi pannelli entro ciascun lotto di spedizione

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita

Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti

Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi secondo la procedura descritta per le barre di acciaio da calcestruzzo armato ordinario

ACCIAIO – PRELIEVO CAMPIONI

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, **può recarsi presso il Centro di trasformazione ed effettuare i controlli in stabilimento**

In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori che deve comunque assicurare, mediante sigle ed etichettature indelebili, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati

In ogni caso, la domanda di richiesta prove al laboratorio deve essere sempre sottoscritta dal Direttore dei Lavori e contenere le indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo

ACCIAIO – QUALIFICAZIONE

Per la realizzazione di **strutture metalliche** e di **strutture composte** si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie

UNI EN 10025 (per i **laminati**)

UNI EN 10210 (per i **tubi senza saldatura**)

UNI EN 10219-1 (per i **tubi saldati**)

Tali acciai dovranno recare la Marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità 2+ dimostrato da apposito Certificato ovvero **Dichiarazione di Conformità**

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, il Direttore dei Lavori deve accertarsi della presenza e del regime di validità dell' **Attestato di Qualificazione** rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

La marcatura CE e la relativa Dichiarazione di Conformità deve essere recata anche assieme agli elementi di collegamento quali chiodi e bulloni

ACCIAIO – SALDATURE

La saldatura degli acciai **dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001**, essendo l'uso di procedimenti diversi ammesso solamente qualora sostenuto da adeguata documentazione teorica e sperimentale

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo

A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, **il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4**

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza

ACCIAIO – REQUISITI PER SALDATURE

Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve rispondere ai requisiti di norme di comprovata validità riassunti nella tabella di seguito riportata

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Essendo il livello di conoscenza subordinato al grado di pericolosità della saldatura **A, B, C o D**

ACCIAIO – CONTROLLI SALDATURE

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme tecniche

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori

Cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione

metodi di superficie

liquidi penetranti

polveri magnetiche

Giunti a piena penetrazione (eccetto giunti a T)

metodi di superficie +

metodi volumetrici

a raggi X o gamma

a ultrasuoni

Giunti a piena penetrazione (giunti a T)

metodi di superficie +

metodi volumetrici

a ultrasuoni

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello

ACCIAIO – MANUTENZIONE SALDATURE

In particolare nella determinazione degli intervalli ispettivi deve essere tenuta in considerazione sia la **categoria di ispezione** che la **criticità della saldatura**, parametro quest'ultimo che esprime se la gravità delle conseguenze associate ad una eventuale rottura del giunto saldato sia molto bassa (**A**), bassa (**B**), media (**C**) o elevata (**D**)

	Categoria di Ispezione	Descrizione
5	Elevata efficacia	In grado di rilevare il danno in quasi tutti i casi
4	Alta efficacia	In grado di rilevare il danno nella maggior parte dei casi
3	Buona efficacia	Tale da garantire con buona attendibilità l'individuazione di difetti, il degrado del materiale e i sottospessori
2	Media efficacia	Tale da garantire con media attendibilità l'individuazione di difetti, il degrado del materiale e i sottospessori
1	Sufficiente efficacia	Tale da garantire con sufficiente attendibilità l'individuazione di difetti, il degrado del materiale e i sottospessori

ACCIAIO – DANNO DELLE SALDATURE

L'approccio da seguire per la determinazione degli intervalli di ricontrollo consiste ovviamente nell'individuazione del **livello di rischio** associato al componente in esame, funzione a sua volta della **categoria di probabilità** di verificarsi dell'evento

Un criterio semplificato è quello di prendere in considerazione quale categoria di probabilità lo stato di danneggiamento riferito ad una determinata saldatura o al componente nel suo complesso combinando il risultato di tutti i controlli eseguiti in un indice rappresentativo della probabilità di rottura detto **PID** (**P**arametro **I**ndicativo del **D**anno)

<i>PID</i>	<i>Degrado Globale</i>
1	Molto Basso
2	Basso
3	Medio
4	Alto
5	Molto Alto

CLASSE DEL DIFETTO	5	II	III	IV	V	(*)
	4	II	III	IV	V	(*)
	3	II	II	III	IV	(*)
	2	I	II	III	IV	(*)
	1	I	II	III	IV	(*)
PID	1	2	3	4	5	
	CLASSE DEL DANNO MICROSTRUTTURALE					

Dovendosi riparare la saldatura per classe di danno microstrutturale pari a 5

ACCIAIO – RISCHIO DELLE SALDATURE








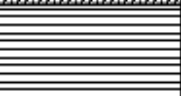



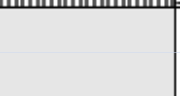

E' possibile quindi definire una correlazione semplificata tra il **Parametro Indicativo del Danno** e il livello di **criticità della saldatura** introducendo il **PIR** (**P**arametro **I**ndicativo del **R**ischio)







PID	V	PIR 4	PIR 5	PIR 5	PIR 5
	IV	PIR 4	PIR 4	PIR 5	PIR 5
	III	PIR 3	PIR 3	PIR 4	PIR 5
	II	PIR 2	PIR 2	PIR 3	PIR 3
	I	PIR 1	PIR 1	PIR 1	PIR 1
		A	B	C	D
		LIVELLO DI CRITICITÀ SALDATURA			

ACCIAIO – RICONTROLLO SALDATURE

L'individuazione di un dato livello di rischio permette di eseguire delle valutazioni per la determinazione degli intervalli di ricontrollo

L'intervallo di ricontrollo può essere determinato in funzione del valore massimo del PIR e della Categoria dell'ispezione facendo riferimento, ad esempio, alla tabella seguente

PIR	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
		Categoria di Ispezione				

	Intervallo molto ridotto (es. 5.000 ore)
	Intervallo ridotto (es. 7.000 ore)
	Intervallo medio-ridotto (es. 12.000 ore)
	Intervallo medio (es. 25.000 ore)
	Intervallo esteso (es. 40.000 ore)
	Intervallo molto esteso (es. 50.000 ore)

ACCIAIO – CENTRI DI TRASFORMAZIONE

In merito agli acciai per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, i centri di trasformazione possono essere rivolti alla

- Produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo
- Prelavorazione di componenti strutturali
- Produzione di carpenterie metalliche
- Produzione di bulloni e chiodi

Il Direttore dei Lavori e gli utilizzatori dei prodotti in genere, sono tenuti a verificare la documentazione di accompagnamento con **gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione**

I centri di trasformazione, a loro volta, sono generalmente tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la propria attività, con specifico riferimento al processo e al controllo di produzione

La dichiarazione deve essere confermata annualmente dal Servizio Tecnico Centrale e assieme alla relativa attestazione dovrebbe far parte della documentazione di accompagnamento

LEGNO – GENERALITA'

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno ed a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un **sistema di assicurazione della qualità** e di un **sistema di rintracciabilità** che copra la catena di distribuzione dal momento della prima classificazione e **marcatura** dei singoli componenti e/o semilavorati fino al momento della prima messa in opera

Oltre che dalla documentazione di rito (**Certificato di Conformità**, Dichiarazione di Conformità, Benestare Tecnico Europeo, **Attestato di Qualificazione** ovvero **Certificato di Idoneità Tecnica**), ogni fornitura deve essere accompagnata, a cura del produttore, da **un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera**

Le caratteristiche dei materiali indicate nel progetto inoltre **devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura**, secondo le disposizioni applicabili, attraverso una **documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto**

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto prescritto

LEGNO – ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'**Attestato di Qualificazione** del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della qualificazione e vengono rispettate le prescrizioni periodiche di legge

Sulla copia dell'attestato **deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto**

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

Gli adempimenti descritti devono applicarsi anche ai prodotti finiti provenienti dall'estero

LEGNO – RINTRACCIABILITA'

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, anche dello stesso produttore

Per quanto possibile, anche in relazione alla destinazione d'uso del prodotto,
il produttore é tenuto a marchiare ogni singolo pezzo

Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di legname nonché al lotto e alla data di classificazione

E' inoltre responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono infatti assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marchiature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto

COMPONENTI PREFABBRICATI – ISTRUZIONI

Ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengano indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, da consegnare al Direttore dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera
- l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le opere di completamento
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti (da consegnarsi a cura del Direttore dei Lavori al Committente alla conclusione dell'opera)
- per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal produttore e dal Direttore Tecnico (Il certificato deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche depositate presso il Servizio Tecnico Centrale, riportando il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione)
- documentazione attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato (tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti)

COMPONENTI PREFABBRICATI – ISTRUZIONI

Come osservato, il produttore di elementi prefabbricati deve fornire al Direttore dei Lavori, e questi successivamente al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti le **istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti**

Tali istruzioni dovranno esplicitare in particolare

- **destinazione** del prodotto
- **requisiti fisici** rilevanti in relazione alla destinazione
- **prestazioni statiche** per manufatti di tipo strutturale
- **prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione**, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati
- **tolleranze dimensionali** nel caso di fornitura di componenti
- **le caratteristiche meccaniche delle sezioni**, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni
- il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli **apparecchi metallici** di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego
- se la sezione di un manufatto deve essere completata in opera, **la resistenza richiesta al getto integrativo**
- **la possibilità di impiego in ambiente aggressivo** e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono

COMPONENTI PREFABBRICATI – COMPITI DL

Oltre a controllare che le forniture siano accompagnate dalla documentazione descritta precedentemente, il Direttore dei Lavori dovrà

- **Accertarsi della presenza della Marcatura CE** ovvero di attestazioni o certificazioni equipollenti (Certificato o Dichiarazione di Conformità, Attestato di Qualificazione, Certificato di Idoneità), verificandone la corrispondenza con i prodotti ed il regime di validità
- **Accertarsi che una marchiatura fissa e indelebile contrassegni ogni elemento prefabbricato** ai fini della rintracciabilità del produttore, dello stabilimento di produzione e della serie di origine (la marchiatura dovrà riportare anche il peso dell'elemento se superiore ad 8 kN)
- **Allegare copia del certificato di origine alla relazione a strutture ultimate** ovvero alla dichiarazione finale da compilare alla chiusura dei lavori

MURATURA – MARCATURA CE

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e recare la Marcatura CE secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente tabella

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di Attestazione della Conformità
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	CATEGORIA I	2+
	CATEGORIA II	4

Le malte per muratura portante **a prestazione garantita** devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e recare la Marcatura CE secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente tabella

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

MURATURA – ACCETTAZIONE

Il Direttore dei Lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti

Tali prove di accettazione sono obbligatorie e devono essere effettuate su almeno tre campioni costituiti ognuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione

Al solito, spetta al Direttore dei Lavori l'obbligo di assicurare, mediante sigle ed etichettature indelebili, che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere, con indicazioni precise sulla loro fornitura e posizione nella muratura

Dette f_1 , f_2 ed f_3 le resistenze a compressione ottenute per ciascuno dei 3 elementi, il controllo può considerarsi positivo qualora risultino verificate le seguenti disuguaglianze

$$\begin{aligned} (f_1 + f_2 + f_3)/3 &\geq 1,20 \cdot f_{bk} \\ \min \{f_1; f_2; f_3\} &\geq 0,90 \cdot f_{bk} \end{aligned}$$

Essendo f_{bk} la resistenza caratteristica a compressione dichiarata dal produttore

COLLAUDO STATICO

Il collaudo statico va eseguito in corso d'opera quando vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione

Possono essere eseguiti collaudi statici parziali in corso d'opera, qualora siano motivati da difficoltà tecniche e da complessità esecutive dell'opera

Il Collaudatore **è tenuto**, tra le altre cose, a

- un'ispezione generale dell'opera, nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali dell'opera con specifico riguardo alle strutture più significative, da mettere a confronto con i progetti esecutivi strutturali conservati presso il cantiere, attraverso un processo ricognitivo alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore
- un esame dei certificati relativi alle prove sui materiali, dei certificati relativi ai controlli sulle armature e dei verbali delle prove di carico (in particolare quelle sui pali di fondazione)
- un esame dell'impostazione generale della progettazione dell'opera, degli schemi di calcolo utilizzati e delle azioni considerate
- la convalida dei documenti di controllo di qualità e del registro di non conformità nel caso in cui l'opera sia eseguita con procedura di garanzia di qualità

PROVE DI CARICO

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre per la loro materiale attuazione è responsabile il Direttore dei lavori

Qualora l'esecuzione delle prove di carico induca rischi aggiuntivi per la salute e sicurezza delle persone presenti o coinvolte direttamente o indirettamente dalle operazioni di prova, non previsti nei piani e documenti di sicurezza (Notifica preliminare, PSC, POS e PSS), occorrerà preventivamente adeguare questi ultimi, a cura delle figure professionali responsabili

L'esito della prova, condotta sotto le sollecitazioni massime indotte dalle azioni di esercizio per combinazioni caratteristiche rare, va valutato accertando che

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi
- non si siano prodotte fratture, fessurazioni, deformazioni o dissesti che compromettano la sicurezza o la conservazione dell'opera
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova, o comunque la struttura tenda ad un comportamento elastico
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata

BIBLIOGRAFIA

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

Circolare applicativa del D.M. 14 gennaio 2008

Decreto Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380

Decreto Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246

Decreto Presidente della Repubblica 10 dicembre 1997, n. 499

Direttiva n. 89/106/CEE

UNI ENV 13670-1: 2001

UNI EN 206-1: 2006

"Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo", STC del Consiglio Superiore LL.PP.

"Linee Guida per la valutazione della vita residua di componenti in regime di scorrimento viscoso", Dipartimento Omologazione e Certificazione ISPESL