



*Centro Internazionale di Aggiornamento
Sperimentale – Scientifico*

*Controlli in opera sulle strutture
Compiti della Direzione Lavori e
del Collaudatore*

Palermo, 12 ottobre 2012



Controlli in opera sulle strutture
Compiti della Direzione Lavori e del Collaudatore
12 ottobre 2012 - Palermo

Le novità normative: cosa cambia per i Direttori dei Lavori ed i Collaudatori Cenni storici

Marcello Arici

Università degli Studi di Palermo
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Aerospaziale



Cenni storici

"Le regole servono a chi non sa regolarsi"

Affermazione ottimistica che rivendica la libertà di pensiero e di azione di chi manifesta un'eccessiva fiducia nelle proprie capacità e conoscenze.

Al contrario:

"Le regole hanno nobili motivazioni: l'intento di tutelare la sicurezza strutturale e porgere un aiuto; di portare coerenza e chiarezza in un quadro frammentario e a volte confuso"

Ma scrive Piero Pozzati:

"Un numero di regole eccessivo comporta l'impoverimento dell'autonomia e della creatività, in quanto l'opera del progettista è irretita dalle norme; la difficoltà di discernere quello che veramente conta; la sensazione di avere, al riparo dalle norme, responsabilità assai alleviate che giustificano certe regole, accettando schemi operativi che il pensiero non è più chiamato a giustificare. Ma tra le conseguenze una delle più temibili è l'attenuazione del senso di **responsabilità...**"

Frase pesanti da tenere ben presenti nel breve excursus sulla nuova normativa.

Cenni storici

Le *norme tecniche italiane* erano considerate **prescrittive**

Le *norme tecniche europee* (Eurocodici) sono state concepite con una impostazione **prestazionale**. In esse vi è una chiara distinzione tra **principi**, cioè affermazioni generali, requisiti e modelli analitici, per i quali *non è ammessa alternativa*, e **regole di applicazione** che hanno più un *carattere orientativo* e possono essere sostituite da altre che consentano di raggiungere gli stessi obiettivi.

In realtà il confine tra **prescrizioni** e **richieste prestazionali** è **molto sottile**. L'impianto legislativo italiano era prevalentemente prescrittivo ma è anche vero che la distinzione tra principi e regole auspicata dalle norme prestazionali è soltanto un **desiderio difficilmente realizzabile**.

Cenni storici

Lo sviluppo normativo dai primi del Novecento ad oggi può avere notevole importanza per chi affronta il problema della ristrutturazione e della messa in sicurezza di strutture esistenti.

Una buona conoscenza della prassi costruttiva e delle norme vigenti all'epoca della costruzione, fornisce informazioni importanti che costituiscono una guida preliminare per la definizione di un piano di indagini.

I due capisaldi tecnici che hanno regolato le costruzioni in cemento armato fino all'inizio degli anni '70 del Novecento sono:

Regio Decreto 10/1/1907: Norme e condizioni per i materiali agglomerati idraulici e per le opere in cemento armato. **Per primo esso impose calcoli statici per la sicurezza delle costruzioni** nel rispetto di assegnate tensioni nei materiali

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229: Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato. **Introduce il processo di controllo ed approvazione dei calcoli statici**

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229

CAPO I: Prescrizioni Generali

Articolo 1 - Progetto esecutivo

Articolo 2 - Qualità e le proprietà dei materiali impiegati

Articolo 3 - Direzione dell'esecuzione delle opere

Articolo 4 - Presentazione della denuncia alla Prefettura della Provincia

CAPO II: Qualità dei Materiali

Articolo 5 - Caratteristiche del cemento

Articolo 6 - Caratteristiche della sabbia

Articolo 7 - Caratteristiche della ghiaia

Articolo 8 - Pietrisco

Articolo 9 - Dosatura del cemento

Articolo 10 - Caratteristiche dell'acqua

Articolo 11 - Quantità dell'acqua e dosatura

Articolo 12 - Prelevamento campioni di conglomerato da sottoporre a prove di resistenza

Articolo 13 - Determinazione della resistenza cubica del conglomerato

Articolo 14 - Esame di serie di tre travetti

Articolo 15 - Caratteristiche dei travetti

Articolo 16 - Caratteristiche conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nella esecuzione delle opere

Articolo 17 - Armatura

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229

CAPO III: Norme di Progettazione

- Articolo 18 - Carico di sicurezza
- Articolo 19 - Limite del carico di sicurezza
- Articolo 20 - Peso proprio del conglomerato
- Articolo 21 - Carichi accidentali
- Articolo 22 - Caratteristiche di sollecitazione
- Articolo 23 - Portata di una campata di trave
- Articolo 24 - Striscia di soletta nel calcolo di nervature a sostegno di solette
- Articolo 25 - Misure di spessore della soletta
- Articolo 26 - Mensole triangolari
- Articolo 27 - Armatura secondaria
- Articolo 28 - Carico isolato
- Articolo 29 - Calcolo delle tensioni massime
- Articolo 30 - Armatura longitudinale delle membrature sollecitate
- Articolo 31 - Assunzioni delle sezioni resistenti nelle membrature di sezione poligonale
- Articolo 32 - Travi inflesse a parete piena
- Articolo 33 - Coefficiente di dilatazione lineare
- Articolo 34 - Calcolo delle deformazioni di membratura
- Articolo 35 - Amalgama ingredienti negli impasti
- Articolo 36 - Preparazione degli impasti
- Articolo 37 - Norme generali di esecuzione
- Articolo 38 - Distanza minima delle superfici metalliche dalle faccie esterne in presenza di salsedine
- Articolo 39 - Barre di ricoprimento per assicurare la compartecipazione della soletta alla inflessione delle nervature principali
- Articolo 40 - Verifiche conclusive

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229

CAPO IV: Norme di Esecuzione

Articolo 41 - Messa in opera del conglomerato

Articolo 42 - Divieto di messa in opera di conglomerato a temperatura inferiore a zero gradi centigradi

Articolo 43 - Costruzioni esposte a notevoli variazioni di temperatura

Articolo 44 - Manutenzione dei conglomerati fino a sufficiente maturazione

Articolo 45 - Conglomerato di cemento alluminoso

Articolo 46 - Armature in legname

Articolo 47 - Passaggio diretto degli operai

Articolo 48 - Disarmo

Articolo 49 - Registro

Articolo 50 - Certificati delle prove eseguite

CAPO V: Norme di Collaudo

Articolo 51 - Operazioni di collaudo

Articolo 52 - Divieto di assoggettamento a carico

Allegato - Elenco dei laboratori ufficiali

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229

Introduzione della Vigilanza e del Controllo del progetto e dell'esecuzione

Art. 4 - Presentazione della denuncia alla Prefettura della Provincia

Ai costruttori, prima di iniziare la costruzione delle opere, di cui all'art. 1, è fatto obbligo di presentarne alla Prefettura della Provincia denuncia, corredata di una copia del progetto di massima.

Nei cantieri, dal giorno dell'inizio a quello di ultimazione dei lavori, deve essere conservata una copia dei particolari esecutivi di tutte le parti delle opere in costruzione, datati e firmati dal progettista, dal direttore dei lavori e dal costruttore. Il direttore dei lavori deve riportare nei disegni, con inchiostro di colore diverso, tutte le modifiche introdotte nelle opere all'atto esecutivo, datandole e firmandole.

I disegni di cui sopra debbono dal costruttore essere tenuti a disposizione dei tecnici incaricati dalla Prefettura di eseguire eventuali visite di controllo.

Le visite predette possono essere affidate dalla Prefettura a funzionari di uffici tecnici municipali o provinciali o a liberi professionisti di riconosciuta competenza.

In ogni caso tali visite di controllo non esonerano il progettista, il direttore dei lavori ed il costruttore dalle responsabilità a ciascuno di essi spettanti.

Qualora dalle ispezioni risultassero gravi manchevolezze nella esecuzione delle opere la Prefettura potrà ordinare la sospensione dei lavori e far eseguire un'inchiesta da apposita commissione, per i provvedimenti del caso.

Agli ingegneri incaricati delle visite di controllo sono corrisposte, a carico dei costruttori, le competenze sancite dalla tariffa professionale del Sindacato nazionale fascista ingegneri.

Al termine dei lavori il committente, per ottenere la licenza di uso della costruzione, deve presentare alla Prefettura il certificato di collaudo delle opere, rilasciato da un ingegnere di riconosciuta competenza, iscritto all'albo.

Per le opere eseguite per conto dello Stato e sotto la sorveglianza degli organi tecnici statali, non è necessaria la denuncia alla Prefettura, né l'iscrizione all'albo del progettista, del direttore dei lavori e del collaudatore, se appartengono agli organi tecnici stessi.

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229

Art. 51 - Operazioni di Collaudo

Le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico dev'essere ripetuta fino a che non si verificano ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico dev'essere ugualmente ripetuta fino a che non si verificano ulteriori ritorni.


Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico dev'essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

Cenni storici

Regio Decreto 16/11/1939 n.2229 Vigilanza e stato d'uso

308


L. AAC

N.53441 DIV.IV*

IL PREFETTO DI PALERMO

VISTA l'istanza presentata in data 22.5.69 dalla
Ditta ~~XXXXXXXXXX~~ al fine di ottenere la licen-
za d'uso delle strutture in cemento armato eseguite
nello stabile (sopraelevazione di un 1° e 2° piano
due appartamenti per piano) sito in Palermo via Mar-
gitaraci;

VISTA la relazione resa in data 26.2.69 dall'Ing.
~~XXXXXXXXXX~~, tecnico incaricato da questa
Prefettura della vigilanza sulla esecuzione dei la-
vori;

VISTO il certificato di collaudo delle predette co-
struzioni, redatto dall'Ing. ~~XXXXXXXXXX~~
in data 8.5.69;


VISTA la nota n.14155 del 31.7.69, dell'Ufficio del
Genio Civile di Palermo, dalla quale risulta che
nulla è da osservare al verbale di collaudo predetto;


VISTI il R.D.L. 29/7/1933 n.1213 e il R.D. 16/11/
1939 n.2229;


D E C R E T A

La costruzione in cemento armato sopra indicata è
ammessa all'uso.

Palermo, lì 19 agosto 1969


Il Prefetto
(Dr. F. Vicari)




PREFETTURA DI PALERMO

Divisione IV* N. di prot. 53441
sposta a nota del 19 Div. N.
gli di trasmissione a ~~XXXXXXXXXX~~

P A L E R M O

Num. alligati	OGGETTO	Scopo della trasmissione
	Certificato d'uso strutture in c.a.	... per gli usi di legge, in esito ad istanza del 22.5.69

Palermo, 19/8/1969


IL PREFETTO
Il Vice Prefetto
(Dr. F. Vicari)



cartografico-alcamo

Cenni storici

Evoluzione normativa dagli anni '70 ad oggi

Legge n. 1086/71: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

Legge n. 64/74: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

Gli ultimi decreti emessi in base alla legge 1086/71 sono:

DM 14/2/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche. (***Tensioni ammissibili***)

DM 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche. (***Stati limite, consente l'uso degli Eurocodici 2 e 3***)

Segue un periodo di *incertezza* con l'emanazione dell'OPCM 3274 del 2003 e del DM 14/09/2005 (diatriba tra Protezione Civile Presidenza del Consiglio e Ministero dei Lavori Pubblici). *Si crea confusione e disaffezione nei tecnici che operano nel campo delle costruzioni*

Cenni storici

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14/01/2008 e circolare n. 617 del CSLP del 02/02/2009

Le NTC2008

- *raccogliono* in un unico **testo organico** norme precedentemente ripartite in più decreti
- *introducono* tuttavia **significative novità** e aspetti precedentemente non considerati
- *sono essenzialmente* **prestazionali** (basate su concetti quali vita utile, sicurezza, funzionalità, durabilità)
- *normano*, finalmente, tutti i **materiali da costruzione** comuni
- *si "integrano"* con la **normativa sovranazionale** e con gli Eurocodici
- *mantengono* qualche necessario legame con un "Italico passato"
- *"sdoganano"* definitivamente la **sismica**
- *aprono* ai "**nuovi materiali**"
- *disciplinano* in modo rigoroso la **redazione dei progetti esecutivi** delle strutture
- *creano* tuttavia un pesante e forse eccessivo fardello per gli operatori del settore e per la loro conoscenza di base

Le NTC 2008

Oltre agli aspetti tecnici, le NTC contengono anche significative novità per quanto concerne le **responsabilità** ed il **controllo degli adempimenti**.

Esse individuano infatti con maggior precisione le **responsabilità dei vari operatori** che intervengono nella realizzazione di un'opera strutturale. Il controllo degli adempimenti tecnico-amministrativi che competono a ciascuna figura chiave del processo (**progettista, costruttore, direttore dei lavori e collaudatore**) è reso tracciabile e l'inadempienza verso gli obblighi di legge è individuata dal previsto sistema di verifiche incrociate.

Le NTC completano quindi in tal senso il "corpus" legislativo definito dalla Legge 1086/71 (strutture in c.a., c.a.p. e a struttura metallica), dalla Legge 64/1974 (sismica) e dal "Testo Unico dell'Edilizia" (DPR 380/2001).

Gli aspetti più importanti ed innovativi riguardano gli **obblighi del Progettista** che, oltre al calcolo strutturale degli elementi, è tenuto a dare **indicazioni sulla posa in opera**, sulla stagionatura e sulle caratteristiche del calcestruzzo (in particolare, deve indicare il valore della Rck che tenga conto anche della durabilità della struttura in relazione all'ambiente dove sorge l'opera e la vita di servizio precisata nel progetto). Accanto a questi obblighi le Norme Tecniche lasciano al Progettista la possibilità e la responsabilità della scelta di altra letteratura tecnica consolidata o ad altre normative internazionali.

*Insomma le nuove NTC definiscono **chi deve fare che cosa** e nel contempo lasciano aperta la scelta sul come fare, sostituendo all'impostazione prevalentemente **prescrittiva** (e scarna) delle norme precedenti un'impostazione essenzialmente **prestazionale** (almeno nelle intenzioni)*

ADEMPIMENTI

Il Progettista

Deve indicare nel progetto le **caratteristiche dei materiali** da impiegare in relazione alle esigenze strutturali, **esecutive ed ambientali** dell'opera (ad esempio per il calcestruzzo deve essere certamente precisati: classe di resistenza, classe di consistenza, diametro max dell'aggregato in conformità con il copriferro, classe di esposizione).

Deve dichiarare nel progetto, e di concerto con il Committente, la **vita utile della struttura**. Tale assunto rappresenta un significativo cambiamento rispetto alle precedenti norme di legge. Da esso dipende la definizione di alcune delle azioni di progetto da considerare nel dimensionamento (sisma, vento, piene,)

In ogni modo, alla scadenza della vita utile di servizio dichiarata in progetto e valutata a partire dalla fine della costruzione ovvero dalla data del collaudo statico, la struttura dovrà essere sottoposta ad una nuova valutazione della sicurezza così come descritto dettagliatamente nel cap.8 delle NTC "Costruzioni esistenti".

ADEMPIMENTI

Il Progettista

Deve definire le **regole esecutive** (cautele da adottare per gli impasti, posa in opera, maturazione dei getti e disarmo degli elementi strutturali - parr. 4.1.7 e 11.2.1 NTC). Come è consuetudine di queste NTC, mentre viene fatto esplicito obbligo di descrivere tali regole esecutive, si lascia libertà nell'utilizzo di norme internazionali per i dettagli esecutivi.

Deve, definire gli **scenari di progetto**, i sovraccarichi, i criteri di calcolo e verifica, nonché, di concerto con il Committente, gli specifici Stati Limite di Esercizio il cui superamento corrisponde alla perdita di una particolare funzionalità che condiziona o limita la prestazione di progetto dell'opera ("comfort" d'utilizzo). Le NTC introducono inoltre il concetto di **Robustezza Strutturale** (già presente in molte norme), intendendo con essa la capacità della struttura di sopportare danneggiamenti locali provocati da singoli **eventi eccezionali** (e.g. incendi, esplosioni ed urti) senza subire un collasso totale.

Deve, definire i **requisiti e le caratteristiche di durabilità** della struttura. E' un aspetto molto innovativo delle NTC (paragrafo 11.2.11), che coinvolge direttamente il Progettista nel fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), lo spessore del copriferro e le regole di maturazione, per garantire la durabilità delle strutture per la vita attesa di servizio

ADEMPIMENTI

Il Direttore dei lavori

Deve, adempiere a quanto prescritto dalla L. 1086/71 e dal DPR 380/2001;

Deve, **accertare preliminarmente che il calcestruzzo fornito sia conforme** al processo industrializzato e che la fornitura sia accompagnata dal certificato rilasciato dall'organismo di controllo autorizzato dal Ministero; in mancanza di questa documentazione il DL deve rigettare la fornitura del calcestruzzo.

Deve eseguire il **controllo di accettazione dei materiali**.

Deve, verificare, ove necessario, con prove distruttive e non distruttive, che il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera sia almeno eguale all'85 % **del valor medio della resistenza di progetto come richiesto**.

Deve redigere la **relazione a struttura ultimata** e sulla conformità dei materiali utilizzati.

ADEMPIMENTI

Produttore del Calcestruzzo:

Deve, garantire una **fornitura di calcestruzzo la cui Rck**, determinata sui provini prelevati in corso d'opera in presenza del DL, **sia almeno eguale a quella prescritta nel progetto;**

Deve garantire, nel caso di una produzione di **calcestruzzo industrializzato**, i **controlli** durante il **processo produttivo** i cui risultati siano certificati da un ente ispettivo indipendente riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

COLLAUDO STATICO

Le finalità del collaudo statico previsto dal T.U. dell'Edilizia (D.P.R. 380/2001) e dalla L.1086/71, che ne regola le procedure per le sole strutture in cemento armato normale e precompresso e metalliche, vengono estese a **tutte le parti strutturali delle opere**, indipendentemente dal sistema costruttivo adottato e dal materiale impiegato.

Le NTC detta **disposizioni minime per l'esecuzione del collaudo statico**, volto a verificare il comportamento e le prestazioni delle parti di opera che svolgono funzione portante e che **interessano la sicurezza** dell'opera stessa e, conseguentemente, **la pubblica incolumità**. Il collaudo statico comprende adempimenti sia tecnici che amministrativi volti a:

- *formare il giudizio del Collaudatore sulla sicurezza e stabilità dell'opera nel suo complesso*, le strutture di fondazione e gli elementi strutturali in elevazione, nonché sulla rispondenza ai requisiti prestazionali indicati in progetto con particolare riferimento alla vita nominale, alle classi d'uso, ai periodi di riferimento e alle azioni sulle costruzioni;
- *accertare l'avvenuto rispetto delle prescrizioni tecniche necessarie ad assicurare la pubblica incolumità e delle procedure previste dalle normative vigenti in materia di strutture.*

COLLAUDO STATICO

Il Collaudatore deve:

controllare i documenti attestanti il possesso delle necessarie **autorizzazioni**, la **denuncia di inizio lavori**, eventuali variazioni in corso d'opera, la relazione a struttura ultimata del DL a fine lavori;

esaminare il progetto dell'opera ed in particolare i **livelli di sicurezza e di durabilità adottati** in relazione alla **vita utile** di progetto dichiarata, i modelli geologico, dei materiali, **delle azioni** e di **calcolo adottati**, nonché le verifiche numeriche condotte **nei calcoli strutturali dal progettista** ed i piani di **manutenzione** previsti;

ispezionare l'opera nelle **fasi costruttive principali**, alla presenza del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, confrontando il progetto con la costruzione realizzata;

controllare le certificazioni dei **controlli di accettazione** su materiali e prodotti (in numero e in relazione alla conformità con i criteri di accettazione), i risultati delle indagini geotecniche, eventuali prove aggiuntive richieste dal DL, il registro delle non conformità;

esaminare i risultati di eventuali prove di collaudo esprimendo un giudizio di cui egli è il **solo e completo responsabile**.

COLLAUDO STATICO

E' inoltre sua facoltà:

richiedere accertamenti, studi ed indagini supplementari (prove in sito, monitoraggi della struttura) che, in caso di dubbio, lo convincano sulla sicurezza, durabilità e collaudabilità della struttura;

predisporre un programma di prove di carico da sottoporre all'accettazione del Progettista, del Direttore Lavori e del Costruttore. Responsabile dell'attuazione delle prove è il Direttore Lavori.

Il **certificato di collaudo statico** conterrà una **relazione sul progetto strutturale** e sui documenti esaminati e sulle eventuali attività integrative svolte, i verbali delle visite effettuate con la descrizione delle operazioni svolte, il giudizio sulla **collaudabilità o meno delle strutture** e della loro **ispezionabilità** ai fini della **manutenzione**, con riferimento **all'intero periodo della loro vita utile**.

COLLAUDO STATICO

Le **prove di carico**, ove ritenute necessarie dal Collaudatore statico, hanno la finalità di **identificare la corrispondenza fra comportamento teorico e sperimentale**. I materiali degli elementi sottoposti a prove devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il **programma delle prove**, predisposto dal Collaudatore statico, con **l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese** (deformazioni, livelli tensionali, reazione dei vincoli, ecc.) va sottoposto al Direttore dei lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista perchè ne convalidi la compatibilità con il progetto strutturale ed al Costruttore per accettazione.

Nel caso di mancata convalida da parte del Progettista o di non accettazione da parte del Costruttore, **il Collaudatore statico**, con relazione motivata, **potrà chiederne l'esecuzione al Direttore dei Lavori, ovvero dichiarare l'opera non collaudabile**.

Le **prove di carico** devono essere svolte con le modalità indicate dal Collaudatore statico che **ne assume la responsabilità** mentre la loro materiale attuazione é affidata al **Direttore dei lavori, che ne assume la responsabilità**.

CAPITOLO 11

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Principio generale:

“... i materiali e prodotti per uso strutturale dovranno essere:

identificati univocamente a cura del produttore secondo le procedure applicabili;

qualificati sotto la responsabilità del produttore secondo le procedure applicabili;

accettati dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante le prove sperimentali di accettazione.”

CAPITOLO 11

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.2 CALCESTRUZZO

Le Norme contenute nel paragrafo 11.2 si applicano al calcestruzzo per usi strutturali armato e non, normale e precompresso.

La prescrizione del cls all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante:

- la classe di resistenza f_{ck}/R_{ck} ;
- la classe di consistenza (slump);
- il diametro massimo dell'aggregato.

Il controllo di accettazione del materiale

Il DM 14.01.2008 descrive chiaramente come articolare il controllo di accettazione del materiale:

- *valutazione preliminare della resistenza*: ogni impianto di betonaggio ha le sue ricette di mix design per garantire le resistenze caratteristiche di progetto;
- *controllo di produzione*, ovvero controlli fatti a campione dal produttore come controlli di qualità tipici di ogni settore merceologico;
- *controllo di accettazione*, che si effettua con prelievi contestualmente al getto degli elementi strutturali, i cosiddetti “prelievi a bocca di betoniera”

Le NTC 2008 – Controlli sul cls

I compiti del **Direttore dei Lavori** relativamente al *processo di accettazione* del calcestruzzo sono:

1. Verificare che il cls sia stato correttamente prescritto all'atto del progetto mediante la *classe di resistenza*, la *classe di consistenza*, il *diametro massimo dell'inerte* e fissando le caratteristiche del cls mediante *classe di esposizione*, *copriferro* e regole di *maturazione*.
2. Verificare che in fase di progetto siano state valutate opportunamente le *condizioni ambientali del sito* ove sorgerà la costruzione e che la classe di consistenza sia congrua con la tipologia di getto (ad es. non prescrivere una classe S2 per il getto di un solaio o di un elemento strutturale fortemente armato).
3. Verificare che ogni fornitura di cls preconfezionato sia accompagnato da documenti che indichino gli *estremi di certificazione di controllo di produzione* in fabbrica e verificare che la fornitura sia corretta.
4. Eseguire *controlli di accettazione* a “bocca di betoniera”, ossia far effettuare dei prelievi contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali. *I controlli sono di TIPO A e di TIPO B.*

Le NTC 2008 – Controlli sul cls

Numerosità dei prelievi e dei controlli

I controlli tipo A o tipo B sono rimasti quelli del DM96 ma il tipo di controllo non è più discrezionale.

Controllo tipo A. E' riferito ad un quantitativo di miscela omogenea di 300 mc. Ogni controllo di accettazione è rappresentato da 3 prelievi ciascuno eseguito su un massimo di miscela omogenea di 100 mc. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

I controlli vanno effettuati su getti successivi (ogni volta con 3 prelievi in modo da poter individuare i lotti eventualmente non conformi) E' errato effettuare il controllo cumulativo su più di 3 prelievi. Nelle costruzioni con meno di 100 mc di miscela omogenea occorre comunque effettuare almeno 3 prelievi ma è consentito derogare dal prelievo giornaliero.

Controllo tipo B. Per le costruzioni che richiedono l'impiego di più di 1500 mc di miscela omogenea è *obbligatorio* il controllo di tipo statistico. Va eseguito un controllo ogni 1500 mc di miscela omogenea e non cumulativamente, Per ogni giorno di getto va effettuato almeno un prelievo. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione s/R_m superiore a 0,3.

Il Direttore dei Lavori deve valutare i volumi di getto omogenei e programmare il numero di prelievi e di controlli.

L'opera o la parte di **opera non conforme** ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori.

Qualora gli ulteriori controlli confermino la non conformità, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della parte della struttura interessata dal quantitativo di cls non conforme, sulla base della resistenza ridotta del cls.

Altrimenti si può:

- dequalificare l'opera
- eseguire lavori di consolidamento;
- demolire l'opera.

Le NTC 2008 – Controlli sul cls

I controlli di accettazione sono obbligatori ed *il collaudatore è tenuto a controllarne la validità qualitativa e quantitativa.*

Ove ciò non fosse il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del cls, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Il controllo della resistenza del cls in opera deve eseguirsi:

- nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza;
- sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del cls ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela;
- si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un cls precedentemente messo in opera.

Si può procedere ad una valutazione della resistenza sia mediante prove distruttive che non distruttive. I risultati di tali prove potranno servire al DL o al collaudatore per *formulare un giudizio* sul cls in opera qualora non sia rispettato il controllo di accettazione.

Le NTC 2008 – Controlli sul cls

Resistenza POTENZIALE

E' la resistenza determinata sperimentalmente su provini cubici fatti prelevare dal D.L. durante il controllo di accettazione della fornitura di calcestruzzo ed è la **resistenza media delle resistenze di prelievo**

La norma definisce che:

Per i controlli di tipo A: $R_m \geq R_{ck} + 3,5$ [MPa]

Per i controlli di tipo B: $R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ [MPa]

in cui s è lo scarto quadratico medio.

Resistenza del PRELIEVO

E' la **resistenza media dei valori di rottura** dei due provini che costituiscono il prelievo:

$$R_1 = (R_{c1} + R_{c2}) / 2$$

Resistenza STRUTTURALE

E' il **valore medio della resistenza del calcestruzzo in opera** ed è generalmente inferiore al valore medio di resistenza dei prelievi in fase di getto e maturati in condizioni di laboratorio. E' accettabile un valor medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche distruttive e/o non distruttive e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valor medio in fase di progetto:

$$R_{cm,STRU} \geq 0,85 R_{cm,PROG}$$

CAPITOLO 11

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3 ACCIAIO

11.3.1.1 CONTROLLI

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione da eseguirsi sui *lotti di produzione*;
- nei centri di trasformazione da eseguirsi sulle *forniture*;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui *lotti di spedizione*.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo, bobina di trefolo, fascio di barre, etc...). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensioni, meccaniche di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t spediti un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Le NTC 2008 – Controlli sull'acciaio

11.3.1.5 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, provenienti dallo stabilimento di produzione (produttore) devono essere accompagnate:

a) *Nel caso sussista l'obbligo di marcatura CE*

- da copia della **dichiarazione di conformità CE** riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;

- dal **documento di trasporto** con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.

b) *Nel caso non sussista l'obbligo della marcatura CE*

- dalla copia **dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale** riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;

- dal **documento di trasporto** con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate, al destinatario.

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

11.3.2.10.4 Controlli di accettazione in cantiere

Controlli obbligatori ed effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale eseguito su tre spezzoni marchiati di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto proveniente da uno stesso stabilimento.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo col punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi.

Prove richieste dal D.M. 14/01/2008

Resistenza meccanica

- snervamento o scostamento dalla proporzionalità allo 0,2%;
- carico massimo;
- distacco del nodo saldato (reti, tralicci elettrosaldati).

Duttilità

- piegamento e raddrizzamento;
- allungamento al carico massimo.

Aderenza al calcestruzzo

- beam test (*);
- area relativa di nervatura (*), (**).

Saldabilità

- analisi chimica (*);
- carbonio equivalente (*).

Tolleranze

- deviazione dalla massa nominale.

(*)

- Prove di qualificazione;
- Prove verifica periodica della qualità del prodotto in stabilimento.

(**)

Controlli in cantiere se si tratta di materiale prodotto in rotolo.

Le NTC 2008 – Controlli sull'acciaio

1. Prova di trazione

La prova di trazione **deve essere preceduta dall'invecchiamento artificiale** se il prodotto è:

-Acciaio B450A trafilato a freddo (filo raddrizzato, reti e tralicci elettrosaldati,...);

-Acciaio B450C laminato a caldo, prodotto in rotolo (filo raddrizzato, reti e tralicci elettrosaldati,...);

Il materiale perviene al laboratorio raddrizzato.

Se si tratta di B450A il trattamento va sempre effettuato. Se si tratta di B450C deve essere riconosciuta l'origine e se, proveniente da rotolo, deve essere invecchiato artificialmente prima della prova.

2. Prova di piegamento e raddrizzamento

Dopo il piegamento a 90° **si deve effettuare l'invecchiamento su tutti i prodotti B450A e B450C** per i quali è richiesta la prova.

Invecchiamento artificiale

L'invecchiamento artificiale (mantenimento a 100°C per 60 minuti e raffreddamento in aria calma a temperatura ambiente) si deve effettuare quando, prima della prova richiesta, il provino subisce o ha subito una deformazione permanente a temperatura ambiente.

Quindi deve essere effettuato su:

- **tutti gli acciai B450A** (normalmente prodotti per deformazione a freddo);
- **tutti gli acciai B450C prodotti in rotolo** (sia per laminazione diretta a caldo che per stiratura del semilavorato nervato prodotto in rotolo da laminazione a caldo);
- **tutti i provini piegati** (B450A, B450C) prima del raddrizzamento.

CAPITOLO 8: EDIFICI ESISTENTI

Oggetto.

Nel presente capitolo si definiscono i criteri generali per la **valutazione della sicurezza** e per la **progettazione, l'esecuzione ed il collaudo** degli interventi sulle costruzioni esistenti.

E' definita costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, la **struttura completamente realizzata**.

Le NTC 2008 – Verifica degli edifici esistenti

Nel processo di valutazione di un edificio esistente l'acquisizione dei dati riveste fondamentale importanza. Infatti:

- a. Il progetto riflette lo stato delle conoscenze al tempo della costruzione;
- b. L'edificio può contenere difetti di impostazione concettuale e di realizzazione non immediatamente rilevabili;
- c. Possono essere stati soggetti a terremoti passati o ad altre azioni i cui effetti non sono manifesti.

Le principali novità rispetto al DM del 96, possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

1. Introduzione del concetto di **livello di conoscenza** dell'edificio;
2. Nuova classificazione degli interventi possibili: **adeguamento, miglioramento, intervento locale o riparazione**.
3. Introduzione di specifiche metodologie di calcolo (statica, dinamica, lineare, non lineare) da applicare a tutto l'organismo strutturale nel caso di analisi complessiva (**adeguamento, miglioramento**).

8.4 Classificazione degli interventi

1. Di **adeguamento**, atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle norme.
2. Di **miglioramento**, atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme.
3. Di **riparazione** o **interventi locali** che interessino elementi isolati e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Gli interventi di adeguamento e miglioramento DEVONO ESSERE SOTTOPOSTI A COLLAUDO STATICO.

Per i **beni di interesse culturale** in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del DLgs. 22/01/2004 n.42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio", **è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.**

Le NTC 2008 – Verifica degli edifici esistenti

La norma introduce tre **livelli di conoscenza** e associa i rispettivi **fattori di confidenza**:

LC1: Conoscenza LIMITATA.	FC = 1.35
LC2: Conoscenza ADEGUATA.	FC = 1.20
LC3: Conoscenza ACCURATA.	FC = 1.00

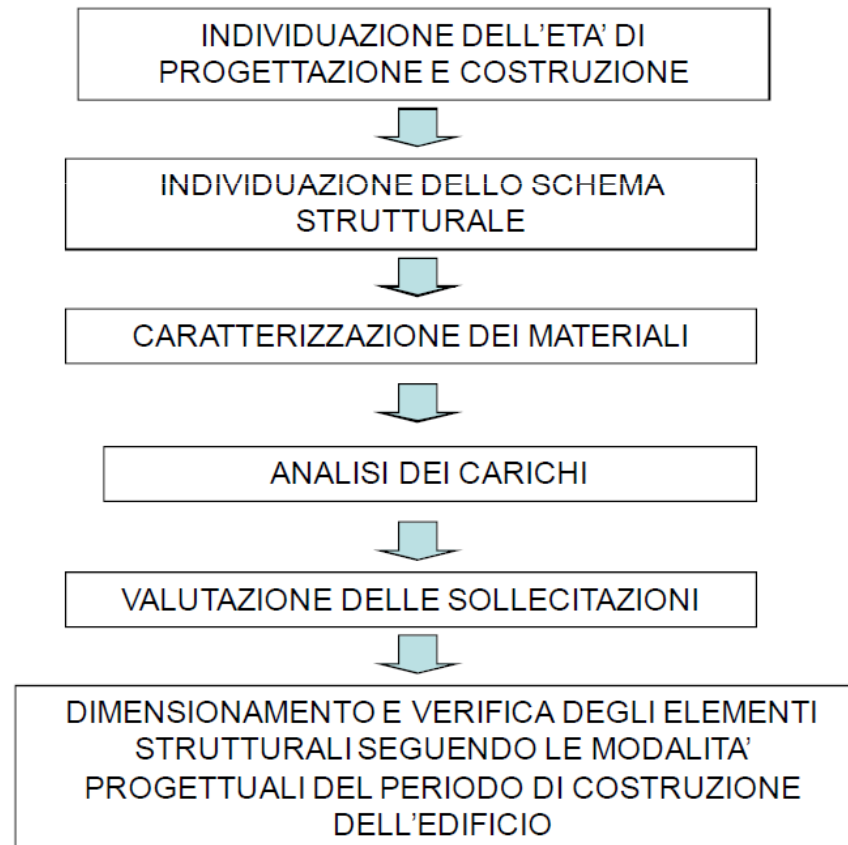
Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- La **geometria** (ovvero le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali)
- I **dettagli costruttivi** (ovvero la quantità e disposizione delle armature negli edifici in c.a. e la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti)
- I **materiali** (ossia le proprietà meccaniche dei materiali costituenti la struttura).

Le NTC 2008 – Verifica degli edifici esistenti

Il progetto simulato per gli edifici esistenti

Il progetto simulato serve, in mancanza dei disegni esecutivi o costruttivi originali, a definire la tipologia di intervento di rinforzo e per il c.a. la disposizione e la quantità delle armature negli elementi strutturali. Il progetto deve essere redatto sulla base delle norme tecniche in vigore e della pratica costruttiva caratteristica all'epoca della costruzione.



La bozza delle NTC 2012 – Novità principali

- eliminazione della verifica alle tensioni ammissibili
- previsione della vita nominale per le strutture esistenti sottoposte a verifica
- introduzione dello stato limite di duttilità
- eliminazione del riferimento alla “zona 4”; modificato il criterio di verifica semplificato allo SLV per le costruzioni progettate nelle zone a bassa sismicità ($a_g \leq 0.075g$)
- aggiornamento dei coefficienti di sovraresistenza per la verifica dei vari elementi strutturali, secondo il criterio della gerarchia delle resistenze
- miglioramento del criterio di progettazione delle strutture di fondazione
- possibilità di omettere, per pilastri e pareti, le verifiche di duttilità se sono previsti specifici dettagli costruttivi nelle zone dissipative
- introduzione dei coefficienti costruttivi per le murature confinate
- introduzione di un coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a carico limite di fondazioni superficiali più basso rispetto alle condizioni statiche, nelle combinazioni sismiche e non sismiche
- meglio precisate le verifiche da eseguire nel caso di intervento di adeguamento
- integrate le prescrizioni generali relative al collaudo statico
- esplicitato meglio quello che deve contenere la relazione di calcolo

Conclusioni

Luci e ombre della nuova normativa

Insieme ad alcuni aspetti certamente innovativi della nuova normativa tra i quali i punti sotto elencati:

- Sono stati aggiornati e sviluppati i criteri ed i valori delle azioni (azioni eccezionali ed azioni sismiche...)
- Calcoli e verifiche allineati agli Eurocodici
- Criterio della robustezza e della durabilità
- Costruzioni esistenti
- Collaudo statico
- Costruzioni in legno
- Isolatori e dispositivi antisismici
- Qualità e rintracciabilità dei materiali

non si può tacere di alcune ombre che affliggono la nuova normativa (almeno a mio parere).

Conclusioni

Luci e ombre della nuova normativa

- Eccessiva **voluminosità** del corpus dottrinale (norme e circolare e futura errata corrige) anche se poi risulta necessario ricorrere alla letteratura, alle linee guida e a testi specializzati.
- **Complessità nella trattazione** di alcuni temi in relazione alle *conoscenze di base medie* degli operatori (progettazione per azioni sismiche, isolamento e dissipazione, costruzioni esistenti).
- **Necessità di ricorrere a programmi di calcolo** preconfezionati senza prendere parte attiva nel processo valutativo della sicurezza strutturale.
- **Incertezza nella interpretazione** di alcuni argomenti specifici. Interpretazioni personali contrastanti dei vari tecnici anche di grande livello.
- **Eccessiva fiducia nei criteri dei controlli** di accettazione nel valutare la resistenza del calcestruzzo fresco attraverso i prelievi "a bocca di betoniera" e quella del *calcestruzzo in opera*. Si deve considerare che non stiamo valutando la **misura** di una grandezza fisica ma di una **stima**. Il calcestruzzo è di per sé un materiale disomogeneo per cui, a parità di prelievo della stessa miscela, si ottengono risultati diversi e dispersi. Una *misura* di peso o di allungamento sotto carico dipende invece soltanto dallo strumento di misura

Conclusioni

Luci e ombre della nuova normativa

Infine:

L'applicazione meccanicistica delle regole sui controlli da parte di alcuni CTU eccessivamente confidenti nei risultati ottenuti ha condotto a coniare definizioni azzardate quale il termine di **calcestruzzo depotenziato** che tanto piace ai media. Indagare sulla resistenza in opera del calcestruzzo di alcuni pali senza porsi il problema se il numero o la necessità dei pali fosse giustificata risulta un controsenso rispetto alla valutazione di resistenza del calcestruzzo del singolo palo.

E' necessario, soprattutto nella fase di **giudizio del collaudatore**, rispettare *la sensibilità e la capacità di giudizio globale* del tecnico incaricato, che deve emergere da una grande **professionalità e responsabilità**.