

COSTRUZIONI.

Le nuove norme tecniche finiscono sotto esame Tanti conflitti all'attenzione del legislatore

IL DM 14.9.2005 E L'INDISPENSABILE ARMONIZZAZIONE CON LA DISCIPLINA EUROPEA

1. Introduzione

Dopo un'attesa durata quasi dieci anni, è stata effettuata dal legislatore la revisione completa delle norme tecniche per le costruzioni. Il decreto 14.9.2005 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha aggiornato e condensato in un unico volume di circa 400 pagine tutta la normativa italiana relativa alla progettazione e alla realizzazione delle opere di ingegneria civile, estendendo la regolamentazione anche a materiali e tecnologie che non erano stati trattati nelle precedenti norme emesse dal legislatore nazionale, come ad esempio il legno lamellare per usi strutturali.

Le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" vengono incontro alla richiesta fortemente sentita nel campo delle costruzioni di avere un riferimento normativo con caratteristiche di coerenza, chiarezza e sinteticità. Il decreto (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 23 settembre 2005) è entrato in vigore il 23 ottobre 2005 e prevede, per alcuni requisiti, un periodo di diciotto mesi di coesistenza con il precedente apparato normativo.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti da costruzione, il legislatore recepisce immediatamente, senza alcun periodo transitorio e senza proroghe, la regolamentazione europea dei prodotti da costruzione e la relativa marcatura CE e prescrive ai fabbricanti dei medesimi prodotti la certificazione dei processi di produzione e del sistema qualità.

Le nuove norme avranno quindi un impatto notevolissimo sull'attività di tutte le parti coinvolte nel processo edilizio: progettisti, collaudatori, costruttori e fornitori di materiali. Esiste un serio problema di trasferimento al personale delle imprese e alle varie figure professionali del settore delle costruzioni (siano liberi professionisti o dipendenti della Pubblica Amministrazione) delle competenze essenziali per tenere sotto controllo l'attuazione dei requisiti legislativi e regolamentari, ad esempio, di marcatura CE dei prodotti da costruzione. Quali potranno essere, inoltre, gli strumenti per verificare la conformità dei prodotti utilizzati in cantiere?

2. Evoluzione della normativa tecnica per le costruzioni

La progettazione, la direzione dei lavori ed il collaudo delle opere di ingegneria civile sono regolamentati in Italia da un corpo normativo cogente costituito da un elevato numero di leggi e decreti che hanno i seguenti riferimenti base:

- legge 1086 del 5 novembre 1971, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- legge 64 del 2 febbraio 1974, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

L'AUTORE.

L'ingegnere **Sergio Lai** svolge la libera professione e opera presso il Dipartimento di Ingegneria strutturale dell'Università di Cagliari.

telefono: 070.675.5430
e-mail: serlaieng@tiscali.it

Queste leggi prevedono che le normative di carattere squisitamente tecnico siano emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici (poi diventato Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, e oggi Ministero delle Infrastrutture) di concerto con il Ministero degli Interni mediante appositi decreti, oggetto di frequenti aggiornamenti ad opera dello stesso Ministero. Ad esempio, l'art. 21 della 1086 prevede un aggiornamento biennale e, nel caso di norme antisismiche, "ogni qual volta occorra in relazione al progredire delle conoscenze del fenomeno sismico".

In pratica il legislatore ha previsto l'emanazione di norme tecniche attraverso l'emanazione di provvedimenti di secondo livello (D.M. di rango secondario) che sulla carta richiedono tempi inferiori e procedure più snelle rispetto a quanto previsto dalle leggi, che devono seguire un iter in Parlamento prima dell'approvazione.

Tuttavia la frequenza degli aggiornamenti previsti sia dalla 1086/71 che dalla 64/74 non è stata rispettata; infatti

fino al settembre del 2005, gli ultimi decreti emanati risalgono al gennaio 1996:

- D.M. 9.1.1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16.1.1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.M. 16.1.1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Il primo decreto prevedeva tre metodologie di calcolo: le classiche tensioni ammissibili, gli stati limite in "versione nazionale" e gli stati limite in "versione europea". Per le tensioni ammissibili, di fatto, il decreto faceva riferimento alla versione del 1992 e non era aggiornabile in quanto il metodo, da tempo largamente diffuso, era estraneo ai filoni di ricerca del settore.

Quindi dal 1996 l'insieme delle norme rimane praticamente invariato fino al 2003, anno in cui si verifica un fatto inatteso: a seguito dell'onda emotiva seguita al crollo di San Giuliano di Puglia, viene emanata, in tempi record, una nuova normativa per le costruzioni in zona sismica, che coglie tutti di sorpresa sia per le modalità di emanazione delle norme sia per il loro contenuto. Le nuove norme, infatti, non sono inserite in un provvedimento del Ministero delle Infrastrutture (così come previsto dalla legge 1086/71 e dalla 64/74) ma emanate da un'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, su indicazione del Dipartimento della Protezione Civile.

L'impressione che si ebbe in quei giorni fu di inadeguatezza della normativa sismica vigente e questo fatto può avere probabilmente giustificato un'iniziativa così drastica e dirompente di un soggetto non preposto, di norma, a tale compito. La nota ordinanza n. 3274/2003 è corredata di quattro allegati voluminosi attraverso i quali, sostanzialmente, viene riscritta tutta la normativa per le costruzioni in zona sismica e viene adottata una nuova classificazione sismica su tutto il territorio nazionale.

Tra i numerosi elementi di novità ricordiamo:

- la classificazione dell'intero territorio nazionale come zona sismica;
- l'abbandono definitivo del metodo delle tensioni ammissibili, ritenuto obsoleto;
- le verifiche degli spostamenti della struttura a causa del sisma (S.L.D.);
- la messa in conto degli effetti locali nella valutazione della sollecitazione sismica;
- l'introduzione del concetto di progettazione in bassa e alta duttilità.

L'ordinanza aveva previsto un periodo transitorio di 18 mesi dalla data di pubblicazione (8 maggio 2003), con vari rinvii e ultima scadenza ottobre 2005. Nonostante il rinvio, numerose sono state le perplessità ed i timori sia dei professionisti che delle amministrazioni. Tutti infatti sono chiamati ad una maggiore mole di lavoro e, occorre precisarlo, le categorie professionali e le istituzioni (soprattutto le Regioni) non sono state adeguatamente coinvolte.

La stessa ordinanza è stata motivo di fortissimi contrasti tra il Dipartimento della Protezione Civile (che ha

redatto il provvedimento) ed il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che rappresenta il soggetto usualmente preposto alle attività di aggiornamento ed emanazione della Normativa Tecnica. È opportuno ricordare che cosa è avvenuto: il ministro Lunardi ha nominato una commissione con lo scopo di elaborare un testo organico che provveda ad aggiornare e coordinare tutte le norme tecniche per le costruzioni - quindi in un ambito molto più ampio di quanto disposto con l'ordinanza - e con l'intento, manifestato in più sedi, di giungere all'emanazione prima dell'entrata in vigore dell'ordinanza 3274, vanificandone di fatto gli effetti.

Quindi si è giunti al paradosso che - dopo circa un decennio di stagnazione normativa - due organismi dello Stato procedono alla revisione normativa ignorandosi e non coordinandosi a vicenda. Da un lato il Ministero ha lavorato, nel riserbo quasi assoluto, alla stesura di un testo totalmente nuovo, mentre il Dipartimento della Protezione Civile, sulla base di alcune indicazioni provenienti dalle Regioni, ha revisionato gli allegati tecnici della 3274.

Solo con l'emanazione del decreto legge 136 del 28 maggio 2004 si è risolto il quantomeno inopportuno conflitto istituzionale, stabilendo che il Ministero delle Infrastrutture deve provvedere all'emanazione di nuove Normative Tecniche per le costruzioni *di concerto* con il Dipartimento della Protezione Civile.

Con il decreto ministeriale 14.9.2005 (supplemento ordinario n. 159 alla Gazzetta Ufficiale del 23 settembre 2005, n. 222) il ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, di concerto con il ministro dell'Interno e con il capo del Dipartimento della Protezione civile, approva le norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed alla legge 17 luglio 2004, n. 186, di conversione del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136.

Occorre precisare che le norme di cui sopra non segnano, anche dopo il termine della prevista fase transitoria dell'ordinanza, la fine dell'ordinanza stessa. Infatti, come vedremo, il decreto ministeriale 14.9.2005 prevede la possibilità di continuare ad operare con le norme predisposte dal Dipartimento della Protezione Civile. Queste ultime, dopo un periodo di quasi tre anni nel quale sono state sottoposte a operazioni di revisione ed aggiornamento, hanno superato quasi tutte le imprecisioni e fugato le perplessità che avevano accompagnato la prima versione pubblicata.

3. Coesistenza tra le norme

Con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (n. 245 del 20 ottobre 2005) della OPCM n. 3467 del 13 ottobre 2005, che prevedeva la proroga fino al 23 ottobre 2005 del periodo transitorio previsto dalla OPCM 3274, sono state definitivamente allineate le nuove Norme Tecniche (DM 14.9.2005), l'ordinanza 3274/03 e le successive modifiche. Tutti tranquilli, quindi, per circa 10 mesi, durante i quali si potranno utilizzare ancora le vecchie norme (si veda il relativo atto di indirizzo della Presidenza del Consiglio dei Ministri) ai sensi dell'art. 14-undecies del D.L. 30.6.2005 n. 115, convertito

con legge 17 agosto 2005 n. 168. Solo dal 23 aprile 2007 diventeranno obbligatorie le nuove norme tecniche per le costruzioni previste dal D.M 14.9.2005.

Vediamo di fare una breve cronistoria della OPCM 3274. Il testo dell'ordinanza risale al 20 marzo 2003; sono stati redatti i seguenti allegati (tra parentesi le date di pubblicazione): allegato 1 (classificazione - 25 marzo 2005); allegato 2 (edifici - 3 maggio 2005); allegato 3 (ponti - 3 maggio 2005); allegato 4 (fondazioni - 25 marzo 2005).

Nell'allegato 1 sono riportati i criteri per l'individuazione delle zone sismiche con la formazione e l'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone. I criteri individuano 4 valori di accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; il numero delle zone è fissato in 4. Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema qui accanto.

Le valutazioni di accelerazione orizzontale (a_g/g) devono essere effettuate utilizzando:

- i) metodologie recenti e accettate a livello internazionale;
- ii) dati di base aggiornati;
- iii) procedure di elaborazione trasparenti e riproducibili, che evidenzino le assunzioni effettuate e le relative ragioni.

Nessun problema in varie regioni italiane - quali ad esempio l'Umbria - per l'applicazione della nuova classificazione sismica, poiché già in vigore dal 30 luglio 2003 (D.G.R. 18/6/2003 n. 852) con le relative norme transitorie per le zone di nuova classificazione. In tale regione, per il completamento degli interventi di ricostruzione in corso, continuano ad applicarsi le norme tecniche vigenti alla data dell'8 maggio 2003 (art. 2 comma 2, OPCM 3274), le norme tecniche appositamente predisposte e la classificazione sismica previgente al 30 luglio 2003 (DGR 18.6.2003 n. 852, art. 5).

Le nuove norme tecniche (DM 14.9.2005) sostituiscono le norme tecniche allegate alla OPCM 3274/03 (in quanto emanate nelle more dell'espletamento degli adempimenti di cui all'art. 93 del DL 31.3.98). Nel DM 14.9.2005 (art. 5.7.1.1) è comunque ribadita la possibilità di fare riferimento agli allegati 2 e 3 della OPCM 3274 (Norme tecniche per gli edifici e per i ponti), mentre non si fa alcun riferimento alla possibilità di adottare l'allegato 4 della OPCM 3274/03 (norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione).

4. Contenuti generali del D.M. 14.9.2005

Dopo un breve preambolo, che costituisce il capitolo 1, il decreto contiene i seguenti capitoli:

- 2. Sicurezza, prestazioni attese, azioni sulle costruzioni.
- 3. Azioni ambientali e naturali.
- 4. Azioni accidentali.
- 5. Norme sulle costruzioni.
- 6. Azioni antropiche.
- 7. Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce,

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

- per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii.
- 8. Collaudo statico.
- 9. Costruzioni esistenti.
- 10. Norme per la redazione dei progetti esecutivi.
- 11. Materiali e prodotti per uso strutturale.
- 12. Riferenze tecniche essenziali.

Il capitolo 12 contiene i Codici internazionali e la letteratura tecnica consolidata di riferimento, e richiama, infine l'OPCM 20.3.2003 n. 3274 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica").

5. Eurocodici e norme tecniche per le costruzioni

Mettendo a confronto gli Eurocodici e le nuove Norme Tecniche per le costruzioni (DM 14.9.2005), sarebbero oltre 100 gli elementi di conflitto. L'allarme giunge dalla Commissione Ingegneria Strutturale UNI, che sottolinea l'urgenza di un intervento correttivo durante i 18 mesi di fase sperimentale. Contrariamente diventerà impossibile l'attuazione delle indicazioni dell'Unione Europea.

Ricordiamo che il DM 14.9.2005 riunisce e ridisciplina tutta la normativa precedente da applicare nella realizzazione delle costruzioni. Se sulle prescrizioni relative a materiali e prodotti le Norme Tecniche per le costruzioni hanno un approccio sostanzialmente omogeneo ai riferimenti normativi UNI, non mancano tuttavia delle incongruenze sul tema relativo al calcolo strutturale. L'UNI denuncia a tal proposito la presenza di elementi di conflitto che rischiano di ostacolare l'entrata in vigore degli Eurocodici. In particolare, gli elementi di conflitto riguarderebbero il mantenimento del metodo alle "tensioni ammissibili", che invece la comunità scientifica internazionale ha abbandonato da decenni, ed il contrasto con le norme di prodotto armonizzate elencate nella sezione "materiali".

Gli Eurocodici sono norme europee che forniscono metodi comuni per il calcolo della resistenza meccanica degli elementi strutturali. E l'UNI - che partecipa da diversi anni alla loro redazione - spiega che stanno concludendo il loro programma di conversione da Env (norme europee sperimentali) a En (norme europee definitive). Tuttavia, data la natura conflittuale tra Norme Tecniche ed Eurocodici, questi ultimi sono destinati a rimanere norme prestazionali non cogenti. E in tal modo - mette in guardia la Commissione UNI - le nuove Norme Tecniche rischiano di far muovere al nostro paese un "incomprensibile passo indietro", con il suo conseguenziale isolamento normativo e scientifico.

La disparità dei metodi di calcolo in materia edilizia uti-

lizzati in Italia ostacolerebbe infatti la libera circolazione dei servizi di ingegneria ed architettura all'interno della Comunità europea. "Al contrario - sostiene l'Uni - la normativa nazionale cogente dovrebbe contenere le sole concise prescrizioni generali (indipendenti dalle singole tecniche e dai singoli materiali) intese a garantire la sicurezza delle costruzioni, formulare i requisiti essenziali e definire i Parametri di Determinazione Nazionale (NDP), affidando agli Eurocodici, non cogenti, il ruolo di normativa tecnica. In tal modo, come raccomandato dall'Unione Europea, si consentirà l'armonizzazione delle norme tecniche e l'Italia ne farà parte, pur salvaguardando interamente la competenza delle Autorità nazionali in tema di sicurezza".

6. Brevi richiami ai capitoli 2, 7, 8 e 9

6.1 - Capitolo 2.5

Un argomento decisamente innovativo a cui, in generale, non siamo stati abituati è rappresentato dai contenuti del capitolo 2.5 "Vita utile di progetto, livelli di sicurezza e classi di importanza". Si nota una certa analogia con i concetti del *Service Life Prediction*: infatti la vita utile di progetto di una struttura o componente è rappresentata da quel periodo di tempo nel quale la struttura, regolarmente sottoposta alle usuali operazioni di manutenzione ordinaria, può assolvere ai compiti per i quali è destinata. Nel D.M. la tabella 2.5.I riporta indicativamente la vita utile di progetto delle diverse tipologie di strutture.

L'aspetto innovativo e, per certi versi sconcertante, è rappresentato dal fatto che sia il Committente che il Progettista, di concerto, devono dichiarare nel progetto la vita utile della struttura. Vengono definiti i livelli di sicurezza sotto l'approccio probabilistico con riferimento alla probabilità annua di raggiungimento del collasso.

Le costruzioni vengono suddivise in due classi di importanza: classe 1, con vita utile pari a 50 anni e periodo di ritorno di 500 anni, e classe 2, con vita utile di 100 anni e tempo di ritorno di 1000 anni. Nella prima classe sono ricondotte "le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza". Appartengono alla seconda classe "le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti....".

Nella tabella 2.5.II sono riportati i costi relativi delle misure di sicurezza in funzione delle classi e del grado di sicurezza nei confronti degli SLU.

Verranno ora richiamati alcuni punti specifici dei capito-

li 7, 8 e 9 del D.M., rispettivamente relativi ad elementi strutturali quali pali e tiranti, collaudo e costruzioni esistenti, che meritano una menzione per la chiarezza e la semplicità della trattazione; verranno riportate le medesime numerazioni di cui al D.M. stesso.

6.2 - Capitolo 7

Per quanto riguarda il capitolo 7, nel punto 7.3.1.2.4 vengono fornite alcune indicazioni utili per le prove sui pali di fondazione, con informazioni sia sui carichi di prova che sul numero e l'ubicazione delle prove stesse di collaudo in funzione dell'importanza dell'opera e del grado di omogeneità del sottosuolo. La norma indica prescrizioni minime sul loro numero, che deve essere pari ad almeno l'1 % del numero totale di pali, con un minimo di 2. Sono consentite anche prove di tipo non distruttivo quali le prove di carico di tipo dinamico.

Nel paragrafo 7.3.3.3 vengono trattati i tiranti, con le indicazioni generali per le prove di collaudo, quali il numero di prove in funzione del numero complessivo dei tiranti presenti nell'opera, le modalità di esecuzione in funzione dei cicli di carico-scarico e dell'entità del carico massimo applicato rispetto a quello previsto in esercizio. È prevista la possibilità di realizzare dei tiranti preliminari di prova costruiti con il medesimo sistema costruttivo di quelli definitivi

Tabella 2.5.I - Vita utile di progetto per diverse tipologie di struttura

	vita utile di progetto (anni)
Strutture provvisorie, strutture in fase costruttiva	10
Componenti strutturali sostituibili (giunti, appoggi, ecc)	≥ 10
Strutture di Classe 1	50
Strutture di Classe 2	100

Tabella 2.5.II - Limite superiore della probabilità di collasso annua per diverse situazioni SLU

Costo relativo di misure migliorative della sicurezza	Classe 1	Classe 2
	P_c	P_c
Alto	$\leq 1 \times 10^{-4}$	$\leq 1 \times 10^{-5}$
Basso	$\leq 1 \times 10^{-5}$	$\leq 1 \times 10^{-6}$

Infine nel punto 7.3.4.6 vengono fornite alcune indicazioni sul monitoraggio e collaudo delle opere in sotterraneo, da eseguirsi in corso d'opera con lo scopo di verificare i comportamenti tenso-deformativi dell'opera rispetto alle previsioni progettuali e il comportamento delle opere di stabilizzazione e dei rivestimenti applicati.

6.3 - Capitolo 8

In questo capitolo si parla del collaudo statico con le prescrizioni di tipo generale e le indicazioni utili per l'esecuzione delle prove di carico. Vengono richiamati gli adempimenti delle prescrizioni formali previsti negli articoli 58 e 65 del DPR 6.6.2001 n. 380. Interessanti sono le indicazioni relative alla fattispecie di costruzioni eseguite secondo procedure di qualità, nel qual caso sono a carico del collaudatore statico le operazioni di validazione dei documenti di controllo qualità e del registro delle non conformità. In particolare per nessuna opera il collaudo statico potrà proseguire o concludersi qualora esistano non-conformità irrisolte.

Vengono richiamate tutte le operazioni classiche ed i compiti del collaudatore. Da sottolineare che viene esplicitamente previsto che *"...il collaudo statico, tranne casi particolari, 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"*.

Un capitolo è dedicato alle prove di carico. Nella parte iniziale viene riportata una frase che potrebbe ingenerare equivoci: *"le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, non potranno avere luogo prima che la struttura o il componente strutturale da provare abbia la configurazione di funzionamento finale"*.

Come interpretare questa disposizione? Se la configurazione finale della struttura rappresenta la situazione nella quale sono presenti tutti i carichi previsti, compresi quelli derivanti dal peso proprio e dalle rifiniture (nel caso di solaio dal massetto e dal pavimento), ci si ritrova con una prescrizione non corretta in quanto non sarebbe possibile, in questo caso, eseguire una prova di carico in presenza di rifiniture, in quanto sotto l'azione dei carichi applicati verrebbero molto probabilmente danneggiate, ad esempio, le pavimentazioni.

Per quanto riguarda lo svolgimento delle prove di carico, queste *"... si devono svolgere con le modalità indicate dal Collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro attuazione, è responsabile il Direttore dei lavori"*.

Per quanto riguarda la numerosità delle prove, questa è stabilita dal collaudatore e nel caso in cui siano presenti nell'opera *"diversi componenti strutturali, il collaudo dovrà essere ripetuto per ogni tipologia di componente"*. Quest'ultimo aspetto - seppure formalmente corretto dal punto di vista conservativo - appare alquanto penalizzante nelle implicazioni pratiche per quanto riguarda l'onere economico a carico dell'impresa, nel caso di interpretazione rigida della frase riportata nel decreto.

Infine è richiamata la possibilità di impiego di prove di tipo dinamico a patto che vengano adeguatamente confrontate con le prove statiche standard.

6.4 - Capitolo 9

Questo capitolo rappresenta una parte particolarmente delicata e importante in quanto si riferisce alla verifica della sicurezza ed al collaudo delle costruzioni esistenti, con tutte le implicazioni e difficoltà relative. Tra i criteri generali viene

precisato che *"le costruzioni esistenti devono avere i livelli di sicurezza definiti dai principi normativi fondamentali riportati al capitolo 2 e che sono identificati dalle specifiche norme per i diversi materiali costituenti la costruzione, di cui al capitolo 5"*.

Per le costruzioni precedenti ad un certo periodo spesso non è reperibile il progetto dell'opera, con la relazione di calcolo e i disegni costruttivi; in questa situazione si potrà programmare una campagna di indagini e accertamenti in situ anche mediante l'impiego di metodologie di prova di tipo non distruttivo.

In una struttura esistente, soprattutto se datata e con scarso materiale documentale disponibile, risulta particolarmente complicato fare una valutazione della sicurezza attuale. Questa è obbligatoria in tutte quelle situazioni con evidente riduzione della capacità resistenziale dei materiali o degli elementi strutturali in presenza di azioni di degrado (corrosione dei ferri di armatura) oppure a seguito di azioni ambientali (sisma, vento o neve) o accidentali (urti, incendi o esplosioni), o ancora per modifica di destinazione d'uso con nuovi carichi.

Dal punto di vista computazionale, la valutazione della sicurezza degli edifici esistenti potrà essere eseguita anche con i più avanzati metodi dell'ingegneria strutturale in grado di fornire, talvolta, una più precisa modellazione che analizza meglio il comportamento dei materiali anche nei confronti di particolari meccanismi di collasso.

Viene ribadito anche in questo capitolo che *"Il committente e/o il proprietario, sotto la loro responsabilità nei riguardi della pubblica incolumità, secondo i principi del Capitolo 2, individueranno il termine della vita di servizio dell'opera"*.

Vengono poi fornite delle linee guida per quanto riguarda gli interventi di consolidamento o di riparazione delle opere esistenti nelle diverse tipologie individuate che sono gli interventi finalizzati all'aumento della sicurezza della costruzione, o legati a nuove esigenze e/o trasformazioni della costruzione stessa.

Tutti gli interventi relativi alle costruzioni esistenti dovranno essere realizzati attraverso la redazione di un progetto esecutivo secondo le linee guida di cui sopra e, dopo la loro esecuzione, dovranno essere sottoposti obbligatoriamente a collaudo statico.

7. Problematiche emerse nell'applicazione delle norme tecniche relative ai capitoli 2, 3, 5

Diversi enti normativi e di ricerca, varie associazioni tecnico scientifiche e ricercatori hanno avuto modo di esprimere vari commenti al Testo Unico. Tra le associazioni ricordiamo le più importanti: l'ACAI (Associazione Costruttori Acciaio), l'ANDIL (Associazione Industrie Laterizio), l'ANIDIS (Gruppo Isolatori Sismici), l'ASSOBETON, l'ATE (Associazione Tecnologi dell'Edilizia), il CTA (Collegio Tecnici Acciaio), l'ATECAP (di cui si riferisce nel successivo capitolo), il CTE (Collegio Tecnici dell'Edilizia), il CNR Gruppo Legno e l'UNI Commissione Ingegneria Strutturale.

Tra tutte le osservazioni che sono state mosse su alcuni punti specifici del Testo Unico ho trovato interessanti

▼

quelle preparate dall'Assobeton e quelle del CTE, diffuse attraverso uno specifico convegno. L'Associazione nazionale Industrie Manufatti Cementizi/Assobeton rappresenta, in ambito Confindustria, i principali settori produttivi dei prefabbricati in cemento. Il documento con le osservazioni riguarda specifici paragrafi riferiti a vari argomenti, tra cui le azioni sulle costruzioni compresa quella sismica, la scelta delle condizioni ambientali, i materiali (calcestruzzo e acciaio), le strutture composte acciaio-calcestruzzo, qualche segnalazione di errore e le incongruenze tra il Testo Unico e l'Ordinanza 3274.

Vediamo di sintetizzare alcune osservazioni distinte per argomento a cui ho aggiunto mie considerazioni.

7.1 Azioni naturali

Nel punto 3.5.4 ("Densità della neve") si indica che la densità della neve aumenta in funzione dell'età del manto nevoso e dipende dalla posizione del sito e dal clima. Nella tabella 3.5.1 vengono, a questo riguardo, forniti alcuni valori indicativi espressi in kN/m^3 : neve fresca, appena caduta 1,0; dopo parecchie ore o giorni dalla caduta 2,0; dopo parecchie settimane o mesi dalla caduta 2,5-3,5; e, infine, se umida 4,0. Mi viene il dubbio che questi valori non siano del tutto corretti.

Per quanto riguarda i carichi da neve nel punto 3.5.5 ("Periodo di ritorno") si fa riferimento, per costruzioni di classe 1 e 2, a periodi di ritorno di 500 e 1000 anni; questo non è molto corretto. Infatti in tutte le norme internazionali sia la neve che il vento hanno un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Considerando le classi 1 e 2 di struttura e le azioni di neve e vento derivano, probabilmente, degli ingiustificati incrementi dei costi, particolarmente per quanto riguarda le costruzioni in acciaio.

7.2 Azioni sismiche (incongruenza con l'Ordinanza)

Il territorio nazionale è diviso in quattro zone sismiche, ciascuna caratterizzata da un valore dell'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, rappresentata dal parametro a_g . I valori, come è noto, variano da 0.05g per la zona 4 a 0.35g per la zona 1. Se consideriamo le classi di importanza delle costruzioni come definite nel capitolo 2 - e cioè assegnamo alla classe 1 quelle ordinarie con destinazioni non pubbliche e alla classe 2 le costruzioni strategiche (ad es. strutture militari, ospedali, life line, ecc) e le costruzioni pubbliche o quelle soggette ad affollamento - si verifica quanto segue. La classe 2 è corrispondente ad un valore di a_g pari a 1.4 volte rispetto a quello previsto per la classe 1. L'Ordinanza 3274 prevede tre classi di importanza riferite a edifici ordinari, edifici sensibili al rischio sismico e edifici strategici, rispettivamente con azione sismica pari ad a_{gr} , $1,2 a_g$ e $1,4 a_g$. Quindi sarebbe suggeribile anche nel Testo Unico mantenere le tre classi.

Sempre a riguardo dell'azione sismica, se esaminiamo gli spettri di risposta per stato limite di danno vediamo che questi sono diversi tra Ordinanza e Testo Unico. Per quanto riguarda il fattore di struttura di cui al punto 5.7.7.1.1 questo non viene assegnato, mentre è indicato nell'Ordinanza. La considerazione derivante è che queste discrepanze o disomogeneità andrebbero limiate.

7.3 Azioni da incendio

I livelli prestazionali di una costruzione a proposito della sicurezza in caso di incendio sono 5; questi comportano classi prestazionali che vanno dalla 1 - per la quale non è richiesta la verifica della classe di resistenza al fuoco - ai livelli 4 e 5 per i quali deve essere mantenuta la capacità portante durante l'incendio e regimi deformativi, rispettivamente, contenuti e trascurabili. È forse uno degli argomenti sul quale sono state fatte pochissime osservazioni; una potrebbe essere quella di avere previsto un numero eccessivo di livelli prestazionali.

7.4 Costruzioni in conglomerato cementizio

Le osservazioni su questa parte sono numerose e secondo qualche ricercatore qui sarebbe necessario il maggior numero di revisioni. Vi sono parecchie incongruenze, cambiamento della simbologia per quanto riguarda viscosità, ritiro, ecc. oltre a formule differenti (ad esempio in quelle di combinazione) differenti rispetto agli eurocodici. Ad esempio nel punto 5.1.2.1.2 nella formula delle azioni di calcolo troviamo il simbolo G_{kj} che comprende anche l'azione da precompressione che viene indicata con P_{kj} sia nella precedente normativa che nel punto 5.1.2.3.3 dello stesso Testo Unico; armonizzando questo aspetto, il coefficiente γ dovrebbe passare da 1.4 a 1.2. Nello stesso punto 5.1.2.1.2 si chiarisce che è compito del progettista individuare il numero e le combinazioni delle azioni di calcolo che portano la struttura in condizioni di sicurezza oltre a dargli ampia libertà nella scelta del valore del coefficiente di combinazione Ψ_{0i} per per edifici industriali senza vincolo suggerito di valore minimo.

Si è notato inoltre che alcune tabelle dovrebbero essere uniformate: indichiamo ad esempio la tabella 5.1-VII e la tabella 5.2-VII.

7.5 Il c.a.p. e gli elementi prefabbricati

Il punto 5.1.2.2.7.1 "verifica della tensione massima di compressione del conglomerato cementizio nelle condizioni di esercizio" pone le usuali limitazioni della massima tensione normale attraverso l'impiego di un coefficiente parziale di sicurezza così come indicato nella tabella 5.1-XII dove sono riportati i valori dei coefficienti parziali in funzione delle condizioni ambientali e delle combinazioni di carico. È previsto che per spessori inferiori a 50 mm si applica una riduzione della tensione calcolata pari al 30%. Il coefficiente $\gamma_{m,c}$ va moltiplicato per il coefficiente $\gamma_{Rd} = 1.25$; in realtà mentre questo è giustificato nel caso di pareti, solette (elementi piani), non dovrebbe applicarsi nel caso di elementi prefabbricati realizzati in regime di controllo della qualità in presenza di spessore medio ≥ 50 mm.

Per quanto riguarda lo spessore di ricoprimento delle armature di precompressione previsto per le testate al punto 5.1.8.3.1 e pari a 35 mm, questo non è da considerare come copriferro ma come conglomerato cementizio in opera sulla testata (caso tipico dei solai).

7.6 Problematiche di durabilità

Nel capitolo 5.1.2.2.6 si parla di fessurazione e condizioni ambientali. Il progettista per poter valutare la durabilità

dell'opera dovrà definire gli stati limite di fessurazione, valutare la classe ambientale di cui alla tabella 5.1-IX e tener conto delle limitazioni di cui alla tabella 5.1-X. La procedura è la classica, con la verifica allo stato limite di fessurazione per sollecitazioni che inducono tensioni normali e verifica delle tensioni di esercizio. Ma sarebbe giusto definire la valutazione della classe ambientale con riferimento alla normativa UNI EN 206 che presenta, tuttavia, una tabella diversa rispetto alla 5.1-IX. Sarebbe necessario correlare le classi ambientali delle due tabelle, ad esempio associando le condizioni ambientali ordinarie e le condizioni ambientali aggressive, rispettivamente, con le classi XO, XC1, XC2, XC3 e le classi XC4, XD1, XS1 della EN-206.

7.7 Acciaio

Per quanto riguarda la tensione limite per gli acciai da c.a.p. di cui al punto 5.1.8.1.10 si può osservare che il valore limite σ_{sp} pari a f_{ptk}/γ_{ms} (cioè $1860/1.65 = 1127\text{Mpa}$) è abbastanza inferiore al valore della tensione iniziale che normalmente si attesta intorno a 1400 N/mm^2 .

Nel caso di strutture composte acciaio-calcestruzzo non vengono trattate le lastre tralicciate che potrebbero trovare accoglienza nel Testo Unico.

7.8 Considerazioni generali sul capitolo 5

Per quanto riguarda le verifiche delle tensioni del conglomerato cementizio, queste nel caso del c.a. sono veramente complicate ed anche eccessive; nel caso del c.a.p. ci troviamo con verifiche tutte diverse e, spesso, incompatibili con la fessurazione.

Nel caso di strutture in acciaio si è rilevato che le formule di combinazione sono diverse rispetto agli eurocodici con la presenza in alcune formule di coefficienti parziali indifferenziati. Da tutto questo emerge la necessità di uniformare il Testo Unico con gli Eurocodici.

8. Osservazioni sul capitolo 11

8.1 Certificazione del sistema di produzione e controllo qualità

Sempre con riferimento al capitolo 11, vorrei fare una riflessione sulle diverse tipologie di produzione del calcestruzzo, anche prendendo spunto da una serie di osservazioni e quesiti posti dall'Associazione Tecnico-Economica del Calcestruzzo Preconfezionato (ATECAP) al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Nell'introduzione del capitolo 11 (*Materiali e prodotti per uso strutturale - Generalità*) è previsto che *"i materiali e prodotti per uso strutturale devono essere: identificati ..., certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento"*.

Le prove sperimentali necessarie per la definizione delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali per impieghi strutturali dovranno essere eseguite e certificate dai laboratori menzionati all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

I materiali ed i prodotti di cui sopra devono essere accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente; inoltre sarà cura e responsabilità del medesimo direttore dei lavori raccogliere le attestazioni di conformità di quei materiali e prodotti per i quali è prevista la marcatura CE ai sensi del DPR 21/4/1993 n. 246. In tutte le altre fattispecie il Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, stabilirà le procedure di valutazione per accertare l'idoneità all'uso dei materiali e dei prodotti per uso strutturali. Il regime di controllo sulla corretta applicazione di quanto previsto nel Testo Unico verrà svolto dal Servizio Tecnico Centrale che attiverà un sistema di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione.

È chiaro, a questo punto, che i produttori di materiali e componenti devono necessariamente *dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica* in modo da garantire il controllo permanente di tutta la produzione che - adeguatamente documentata in modo sistemico - dovrà essere messa a disposizione di *qualsiasi soggetto od ente di controllo*.

8.1.2 - Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato. Rappresenta, per definizione, quel calcestruzzo confezionato con un processo industrializzato con l'impiego di impianti e strutture sia in cantiere che in uno stabilimento (impianto di betonaggio o di prefabbricazione). In sostanza, i requisiti devono essere tali da garantire una costanza di produzione con apparati idonei, personale preparato e apparati e attrezzature in grado di individuare e misurare non conformità in modo da mettere in atto le correzioni più opportune per correggere la qualità del calcestruzzo. Ma questi non sono altro che i principi di un sistema di qualità aziendale ai sensi delle norme UNI EN 9001 certificato da parte di un organismo terzo indipendente che deve operare in accordo alle norme UNI EN 45012.

Per poter confezionare un calcestruzzo di qualità si potranno seguire le indicazioni delle linee guida sul calcestruzzo preconfezionato emesse dal Servizio Tecnico Centrale. Ogni fornitura di calcestruzzo in opera dovrà essere accompagnata dalla documentazione relativa al processo industrializzato di produzione (certificazione del controllo del processo produttivo) da sottoporre a verifica da parte del direttore dei lavori, che potrà rifiutare le eventuali forniture non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.1.5 e le prescrizioni previste nel paragrafo 11.1.8. Se lo ritiene necessario, il D.L. potrà chiedere la relazione preliminare di qualifica o di pre-qualifica dei componenti, comprese le certificazioni di rito quale la marcatura CE degli aggregati e del cemento o altri leganti.

Per ciò che riguarda l'individuazione degli organismi idonei al controllo dei processi produttivi del calcestruzzo in stabilimento, si cita il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che in una recente adunanza ha osservato che gli organismi già abilitati dal Servizio Tecnico Centrale, ai sensi dei citati DPR 246/93 e D.M. 156/03, per l'attestazione di conformità dei prodotti da costruzione, garantiscono un adeguato livello di organizzazione societaria, di terzietà ed indipendenza. Purtroppo, questo può essere considerato solo come un pre-requisito e potrebbero essere considerati idonei solo se specificatamente

abilitati per attività di ispezione e certificazione di prodotti simili o in qualche modo assimilabili al calcestruzzo.

D'altro canto, le attività di certificazione ed ispezione per attestazioni di conformità di prodotti o materiali simili o appartenenti alla medesima grande famiglia possono essere considerate come sufficienti a garantire la capacità, preparazione ed esperienza dello stesso personale anche nella fattispecie del calcestruzzo industrializzato. Per poter svolgere questa funzione è previsto che gli organismi di certificazione abilitati per attestazioni di conformità depositino presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle infrastrutture una documentazione che comprende i dati sul personale ispettivo e sulle procedure di tipo operativo previste per la certificazione degli impianti di betonaggio o di preconfezionamento in genere. Tra i prodotti assimilabili, in qualche misura, al calcestruzzo vanno annoverati i cementi, le calci da costruzione ed altri leganti idraulici (di cui al mandato C.E. M/114) e gli aggregati (mandato C.E. M/125).

Il sistema di qualità di tipo aziendale, certificato ai sensi delle norme UNI EN 9001, non va confuso con la certificazione di prodotto a seguito di specifica procedura al fine di poter emettere la dichiarazione di conformità, in analogia a quanto previsto nel DPR 246 del 21 aprile del 1993 recante "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione". Naturalmente le due procedure possono viaggiare di pari passo.

Un discorso a parte è quello relativo alla produzione di calcestruzzo senza processo industrializzato. In questo caso si dovranno applicare le prescrizioni relative alla legge 1086/71 ("Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"); questo significa che la produzione del calcestruzzo andrà effettuata sotto il diretto controllo del Direttore dei Lavori, senza la verifica del controllo produttivo da parte di un organismo di terza parte. Naturalmente il produttore di calcestruzzo non può comunque esimersi dal fornire la necessaria documentazione per quanto riguarda le caratteristiche dei componenti.

8.2 Controlli sperimentali sui requisiti di accettazione del calcestruzzo

Oltre a quanto già indicato in precedenza, nel capitolo 11 sono presenti ulteriori cambiamenti apportati alle specifiche prestazionali e alle modalità di controllo per i materiali e i prodotti da costruzione per usi tipicamente strutturali. Nei paragrafi da 11.1.1 a 11.1.8 vengono specificatamente trattati i controlli di qualità sui conglomerati cementizi, le valutazioni della resistenza meccanica sia con i classici controlli di accettazione tipo A e tipo B sia mediante verifiche sperimentali *in situ* anche con l'impiego di prove complementari.

Il presente paragrafo è stato specificatamente dedicato, anche per il particolare interesse dello scrivente, ad un approfondimento di questi argomenti che fanno chiarezza anche sui ruoli delle varie figure interessate (direttori dei lavori, imprese di costruzione e produttori di calcestruzzo).

8.2.1 Resistenza caratteristica e controlli di qualità del calcestruzzo. Il conglomerato cementizio viene individuato attraverso la sua resistenza caratteristica, che è definita come

la resistenza (specificatamente e usualmente si fa riferimento a quella a compressione) al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione totale dei valori di resistenza. Generalmente si ottiene attraverso delle prove a compressione cubica su provini prelevati dai vari impasti, al momento della posa in opera nei casseri, che servono per la confezione di un gruppo di due provini. La cosiddetta resistenza di prelievo è rappresentata dalla media delle resistenze a compressione dei due provini riferiti ad un prelievo.

Per quanto riguarda le modalità di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo, si fa riferimento a quanto prescritto nella UNI 6127-73 e nella UNI FA 72, mentre per la forma e le dimensioni dei provini e dei relativi casseri e per la determinazione della resistenza a compressione si applica, rispettivamente, la UNI 6130 e la UNI EN 12390-3 e 4 (precedentemente UNI 6132-72).

Il controllo di qualità del calcestruzzo si pone l'obiettivo di verificare che il calcestruzzo presenti una resistenza caratteristica uguale o maggiore rispetto a quella di progetto, e questo deve valere per ciascuna miscela omogenea. Quindi prima della costruzione di un'opera o della produzione in serie in uno stabilimento andrà valutata la resistenza caratteristica, come già specificato nel precedente D.M. 9.1.96, in modo che sia l'impresa che la direzione lavori verifichino che il produttore fornisca il calcestruzzo in accordo alle specifiche indicate dal progettista. Questo avverrà attraverso un controllo di accettazione secondo il classico controllo di tipo A o di tipo B.

Il primo, rappresentato da tre prelievi ciascuno eseguito su massimo 100 mc di miscela omogenea (e comunque mediante un prelievo per ogni giorno di getto) consiste nella seguente valutazione delle tre resistenze di prelievo: se con

$$R_{c\ p1} \leq R_{c\ p2} \leq R_{c\ p3}$$

indichiamo le tre resistenze di prelievo e con R_m il relativo valore medio, determiniamo un controllo positivo con calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_{cp1} \geq R_{ck} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Il controllo di tipo B, relativo a costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea, rappresenta un controllo di tipo statistico e poiché vige la regola di un prelievo almeno ogni 100 mc di calcestruzzo si ottengono almeno 15 prelievi ogni 1500 mc. Se con R_m , R_1 e s indichiamo, rispettivamente, il valore medio, il valore più piccolo dei 15 o più prelievi e lo scarto quadratico medio, il controllo risulta positivo con l'accettazione del calcestruzzo se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1.48 s$$

(nel precedente D.M. del 9.01.96 veniva utilizzato 1.4 s)

$$R_1 \geq R_{ck} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Facendo riferimento alla EN 206 ed UNI 11104, vengono impiegati valori di resistenza riferiti sia a provini cubici

Classi di resistenza caratteristica previste dalla EN 206, UNI 11104 e dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Classe di resistenza caratteristica	F _{ck} (N/mm ²)	R _{ck} (N/mm ²)	Tipo di struttura (Classe di resistenza qualitativa del calcestruzzo)
C 8/10	8	10	Non armata o a bassa % di armatura (molto bassa)
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	Semplicemente armate (bassa)
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C28/35	28	35	Semplicemente armate o precomprese (media)
C30/37	30	37	
C32/40	32	40	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	Semplicemente armate o precomprese (alta)
C55/67	55	67	
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	Altissima resistenza
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

che cilindrici e la classe di resistenza caratteristica del calcestruzzo viene calcolata con C x/y, dove x ed y rappresentano, rispettivamente, i valori di resistenza a compressione f_{ck} , ricavati da cilindri (con rapporto tra diametro e altezza pari a 0.50 (diametro pari a 150 mm e altezza di 300 mm) mentre il valore ottenuto dai tradizionali provini cubici è R_{ck} , entrambi espressi in N/mm.

La tabella in alto riporta le classi di resistenza caratteristica previste per il calcestruzzo dalle due normative sopramenzionate, unitamente al tipo di struttura cui sono destinate (opere in conglomerato cementizio non armato, a bassa percentuale di armatura, armato e precompresso) e alla classificazione del conglomerato in accordo al Capitolo 5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Oltre alla resistenza a compressione può essere impiegata la resistenza a trazione del calcestruzzo, determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini appositamente confezionati, secondo la norma EN 12390-2. Le tipologie possibili sono la prova di trazione diretta, quella indiretta e di trazione per flessione, eseguite rispettivamente secondo le norme UNI 6135; UNI EN 12390-6 e UNI EN 12390-5. Il valore da assumere durante la progettazione sarà la resistenza media a trazione semplice (assiale) del conglomerato cementizio con il valore convenzionale

$$f_{ctm} = 0,48 * R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}.$$

8.2.2 - Condizioni di maturazione e relativa influenza sulla resistenza a compressione del calcestruzzo. Le modalità di maturazione e conservazione dei provini, siano essi cubici o cilindrici, rivestono una grande importanza sulle resistenze ottenibili dal calcestruzzo; è fondamentale che dopo il getto i provini vengano maturati in un ambiente controllato in

termini di umidità e temperatura (la norma di riferimento è la UNI EN 12390-2).

Nelle usuali condizioni di cantiere si possono presentare diversi casi: getti in clima caldo e in clima freddo. In presenza di temperature elevate, vengono accelerate le reazioni di idratazione per un effetto di catalisi delle reazioni chimiche; conseguentemente risulta una presa più rapida del cemento a causa dell'azione concomitante della sottrazione di acqua dall'impasto fresco e della formazione degli alluminati idrati e dei solfoalluminati idrati. Questa fenomenologia è accompagnata da una riduzione marcata della lavorabilità (in fase di getto) contrastata dall'aumento di acqua nell'impasto o dall'impiego di un additivo ritardante della presa e indurimento. Gli effetti della temperatura elevata possono indurre, soprattutto in presenza di bassi valori di umidità ambientale, fessurazioni da ritiro sia interne che esterne con grave compromissione della resistenza. Quindi se da un lato possono venire raggiunte resistenze più elevate alle brevi stagionature si ha una penalizzazione delle resistenze alle medie stagionature (cioè al momento dell'esecuzione delle prove di compressione).

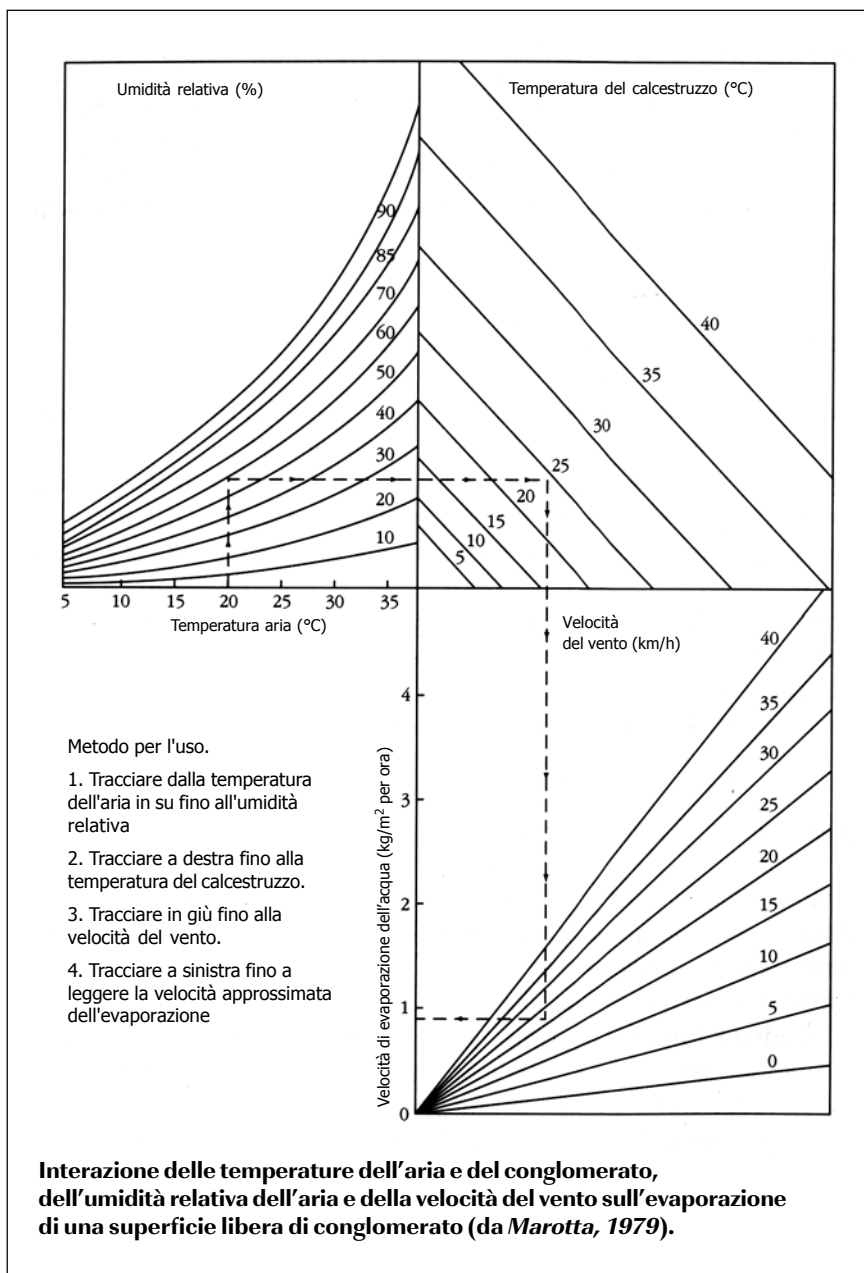
Nel caso di maturazione a bassa temperatura, il ragionamento da fare è più complicato; occorre infatti ricordare che le fasi di presa e indurimento, legate alle reazioni di idratazione del cemento, sono alquanto lente a bassa temperatura. L'esperienza mostra che una presa più lunga, a causa di una bassa temperatura esterna, può costituire addirittura un vantaggio in tema di trasporto e di getto (per il maggior tempo complessivo a disposizione). Tuttavia un eccessivo ritardo nei confronti dell'indurimento, soprattutto nelle brevi stagionature, può indurre degli inconvenienti nelle strutture legati al maggiore tempo necessario per il disarmo e, nel caso di

provini, il possibile ulteriore abbassamento della temperatura esterna con conseguenti formazioni di ghiaccio nell'impasto ancora fresco.

Alcuni autori ritengono che il conglomerato cementizio possa superare quasi indenne una prima gelata in due situazioni: se risulta ancora fresco, e conseguentemente rivibrabile dopo il disgelo, oppure se ha raggiunto un minimo di indurimento, con resistenza meccanica di almeno 5-6 N/mm² circa. Senza entrare nel merito di una serie di meccanismi sulla temperatura di congelamento che, per la presenza di soluzioni, è inferiore a 0 °C si può ricordare che il meccanismo conseguente ad una bassa temperatura, dovuto al passaggio da stato liquido a solido, avviene con forte aumento del volume per cui quando l'acqua gela nel conglomerato, risulta contrastato tale aumento con conseguenti azioni interne di notevole entità. In casi estremi questo fenomeno può causare la disgregazione del getto, se questo non ha raggiunto i valori minimi di resistenza sopra riportati. Naturalmente esistono situazioni intermedie, di temperatura di curing, con effetti finali meno penalizzanti in termini di resistenza meccanica alle medie stagionature (28 giorni).

Come indicato in precedenza, sarebbe ideale una maturazione in ambiente con U.R. > 95 % oppure in acqua. Questa prescrizione è importante per l'influenza dell'umidità ambientale e del curing sullo sviluppo delle resistenze. Normalmente si fa riferimento alla cosiddetta umidità relativa, che è rappresentata dal rapporto tra l'umidità presente in un certo ambiente e quella massima che potrebbe esserci in funzione della temperatura e della tensione di vapore. Tale rapporto, moltiplicato per cento, diviene l'umidità relativa percentuale usualmente indicata con U.R.

Normalmente una maggiore umidità relativa ambientale favorisce il raggiungimento di maggiori resistenze meccaniche, quindi, occorre fare in modo che l'umidità di getto e di conservazione sia la più alta possibile. Se due conglomerati, a parità di mix design, con identico rapporto acqua/cemento vengono stagionati ad umidità differenti, la maggiore resistenza meccanica sarà raggiunta da quello stagionato con maggiore umidità relativa. Ora, poiché la resistenza meccanica è funzione inversa del rapporto A/C (nel senso che minore è il rapporto A/C e maggiori sono le resistenze ottenibili) potrà avvenire che un conglomerato con rapporto A/C pari a 0.50, maturato con U.R. pari al 90 % offra resistenze maggiori rispetto ad un conglomerato con rapporto A/C pari a 0.45 ma stagionato in un ambiente con U.R. pari al 70 %.



Una rappresentazione schematica dei diversi processi relativi alla temperatura e all'umidità di curing con eventuale contestuale presenza di vento può essere quella presentata nella figura qui accanto.

Sostanzialmente le prescrizioni di cui sopra servono per far dipendere il valore di resistenza ricavato dalle prove di compressione esclusivamente dal mix design del conglomerato e quindi dal produttore e non dalle condizioni esterne.

Il direttore dei lavori ha l'obbligo dell'effettuazione dei prelievi per il controllo di qualità del calcestruzzo mediante le indicazioni normative e della tipologia del cantiere (controlli di tipo A e B). Resta in ogni caso la possibilità di eseguire, in caso di non conformità (esito negativo dei controlli di accettazione), di dubbi o se richiesto per operazioni di collaudo, prove *in situ* anche mediante tecniche non distruttive o parzialmente distruttive. Infatti le Norme Tecniche per le Costruzioni indicano che si "... potrà procedere ad una valutazione

ne delle caratteristiche di resistenza attraverso delle prove non distruttive".

Tra le metodologie parzialmente distruttive troviamo i carotaggi che consistono nell'esecuzione sulla struttura, attraverso l'impiego di apposite attrezzature dotate di corona diamantata, di appositi fori da cui estrarre le carote che dopo rettifica e spianatura vengono sottoposte a prova di compressione; le operazioni di prelievo devono essere eseguite in accordo alla EN 12504-1. Per la determinazione della resistenza a compressione si può anche impiegare il classico metodo del rimbalzo con l'uso dello sclerometro (martello di Schmidt) sfruttando le correlazioni tra la stessa e l'indice di rimbalzo misurato sulle parti superficiali delle strutture mediante lo sclerometro, in accordo a quanto indicato dalla norma EN 125042, o con altre metodologie non distruttive (Son.Reb, pistola Windsor, ecc.).

9. Possibili ricadute giuridiche del sistema normativo

Il rapido evolversi della scienza e della tecnica ha condotto il legislatore comunitario e quello nazionale ad impostare su nuove basi l'interazione tra diritto e tecnica al fine di raggiungere l'obiettivo della sicurezza dei prodotti e degli impianti.

Risultata inattuabile la diretta specificazione delle regole tecniche nello stesso testo normativo, pena il rischio di una rapida obsolescenza di questo, le direttive comunitarie e il legislatore nazionale si sono affidati al criterio del "rinvio recettizio" alle norme tecniche, elaborate via via dagli enti di normazione: questo criterio mobile fa sì che le regole tecniche da osservarsi da parte dell'industria risultino costantemente aggiornate allo stato dell'arte.

Il sistema di indirizzo e di controllo degli standard produttivi mediante il rinvio alle norme tecniche pone una serie di questioni: alcune sono questioni di natura prettamente giuridica (si pensi al rapporto tra norme tecniche e principi civilistici in tema di responsabilità contrattuale ed extracontrattuale, oppure al rapporto tra norme tecniche e normativa sul diritto di autore); altre non meno importanti questioni riguardano l'effettività dell'applicazione delle norme tecniche e i relativi controlli del mercato. A questo riguardo occorre evitare che pratiche elusive delle norme tecniche possano comportare un ingiusto vantaggio competitivo per taluni produttori a danno di altri più corretti e possano esporre gli utenti e i consumatori a eventuali pericoli per la propria incolumità e per i loro beni.

10. Monitoraggio e aggiornamento delle norme

Il D.M. 14 settembre 2005 prevede una Commissione consultiva per il monitoraggio dei contenuti della normativa delle costruzioni, previa intesa con la Conferenza unificata Stato-Regioni, al fine di provvedere alla revisione periodica biennale delle norme tecniche.

Si ricorda che l'art. 14-undecies del D.L. 30.6.2005 n. 115, convertito nella legge 17.08.2005 n. 168 (G.U. n. 194 del 22.8.05) prevede l'avvio di una fase sperimentale di applicazione delle citate norme tecniche con durata di 18 mesi dall'entrata in vigore delle stesse (23.10.05). In sostanza viene indicata la possibilità di applicazione, in alternativa, della nor-

mativa precedente sulle costruzioni di cui alle leggi 1086/1971 e 64/1974 e relative norme di attuazione.

A far parte della Commissione ministeriale sono stati chiamati rappresentanti designati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dal Ministero dell'Interno, dal Dipartimento della Protezione Civile, dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano, nonché rappresentanti di associazioni imprenditoriali e degli Ordini professionali interessati.

Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri ha individuato e segnalato al competente Ministero due Colleghi esperti nel settore nelle persone dell'ing. Luigi Bosco di Catania (e-mail l.bosco@boscoingg.191.it) e dell'ing. Donatella Guzzoni di Bergamo (e-mail dguzzoni@tin.it).

Questo nuovo scenario relativo alla normazione tecnica nel campo dell'industria delle costruzioni diventa l'occasione per tutti gli ingegneri, siano essi liberi professionisti o dipendenti pubblici o privati, per partecipare, direttamente o attraverso le commissioni tecniche locali istituite presso ciascun Ordine, alla revisione ed aggiornamento dei contenuti del D.M. attraverso le loro puntuali e specifiche osservazioni e proposte di modifiche sulla complessa materia delle costruzioni. Naturalmente le osservazioni dovranno essere fatte al CNI tramite i due collegi di cui sopra. È questa un'occasione storica per essere ascoltati e, anzi, dovrà instaurarsi una collaborazione continua e non episodica con la segnalazione di eventuali osservazioni e commenti sia sulle formule e tabelle riportate nel D.M. che sui contenuti descrittivi nei diversi capitoli del provvedimento.

Da quanto sopra esposto emergono alcune perplessità: la Direttiva 89/106 sui Prodotti da costruzione indica che gli Eurocodici devono diventare la normativa di base in tutti gli stati membri. Ma se ciò non dovesse avvenire, ci potremmo trovare in serie difficoltà, ad esempio nel caso di appalti internazionali. Non solo, ma le stesse figure tecniche e professionali e i ricercatori potrebbero trovarsi, praticamente, in uno stato di isolamento scientifico-culturale. Un altro aspetto riguarda la linea guida "L" della Commissione europea, che prevede che - dopo il periodo di transizione con la coesistenza tra norme nazionali e sopranazionali - vengano abrogate tutte le norme nazionali in conflitto con la norma europea.

Un'ultimo aspetto è relativo all'Ordinanza e alle incongruenze con il Testo Unico. Qualcuno, anche molto preparato, ha dipinto uno scenario di sconcerto e di fortissime perplessità per i professionisti italiani che si ritrovano con testo unico, ordinanza ed eurocodici da una parte e Ministero infrastrutture, Protezione civile, Commissione europea dall'altra. Viene addirittura suggerito di adottare il vecchio decreto ministeriale con l'ordinanza. Voglio essere più ottimista e spero che sulla scia delle numerose sollecitazioni di professionisti e associazioni si possa correggere il testo unico con quelle necessarie integrazioni e armonizzazioni con le norme italiane ed europee in modo da renderlo, così come richiesto da tutti, uno strumento di lavoro per il progresso del Paese e non un elemento di ingessatura e di allontanamento dell'Italia dagli altri Paesi anche in termini culturali.

Sergio Lai