

aicap

Associazione Italiana
Calcestruzzo Armato e Precompresso



**OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ
NELLA PROGETTAZIONE
DI STRUTTURE IN ZONA SISMICA**

I risultati dell'inchiesta AICAP

a cura di

Giovanni Angotti

componente del Consiglio Direttivo AICAP

Libero Professionista

INDICE

- 1) *Premesse*
- 2) *Introduzione inchiesta tra gli iscritti all'AICAP*
- 3) *La verifica del progetto strutturale*
- 4) *L'autorizzazione delle opere formate da strutture in c.a., in c.a.p. e metalliche in zona sismica*
- 5) *Ruolo e responsabilità delle software house*
- 6) *Le risposte degli iscritti all'AICAP*
- 7) *Elaborati del progetto strutturale*
- 8) *Considerazioni conclusive sull'evoluzione dei codici automatici di calcolo e di verifica alla luce della vigente normativa tecnica*
- 9) *Il ruolo delle Associazioni professionali*

OBBLIGHI E RESPONSABILITÀ NELLA PROGETTAZIONE DI STRUTTURE IN ZONA SISMICA

I risultati dell'inchiesta AICAP

1) Premesse

Vi è in atto in Italia una significativa evoluzione della elaborazione della progettazione delle opere pubbliche in tutte le sue fasi e livelli, dal documento preliminare, al progetto preliminare, al progetto definitivo ed a quello esecutivo, nonché delle verifiche rese obbligatorie dal Regolamento n. 207/2010 (Titolo II, Capo I e II) di ogni componente del progetto: architettonica, strutturale, impiantistica e funzionale.

Verifiche che costituiscono di fatto il collaudo del progetto, e che si concludono con l'atto definito di validazione, sottoscritto dal Responsabile Unico del Procedimento, con gli esiti delle verifiche effettuate e con le eventuali controdeduzioni del progettista e l'eventuale dissenso motivato dello stesso R.U.P. La validazione costituisce atto indispensabile per l'avvio della gara di affidamento dei lavori di ogni opera pubblica, da menzionarsi obbligatoriamente nel bando e nella lettera di invito. La progettazione delle opere pubbliche, dunque, nella sua evoluzione ha assunto carattere unitario ed integrato sin dalla concezione fino all'appalto di esecuzione dei relativi lavori, mentre ogni sua componente soggiace al rispetto, da verificarsi, di norme di legge e regolamentari nonché tecniche di settore.

Nel caso delle strutture, delle opere pubbliche e private, gli specifici riferimenti sono leggi e regolamenti dei quali farò menzione in seguito, nonché le Norme Tecniche di Costruzione vigenti che si ispirano agli Eurocodici, di tipo prestazionale, del 14.01.2008, definitivamente entrate in vigore il 1° Luglio 2009.

Norme tecniche che ribadiscono la concezione unitaria del progetto, ad esempio laddove prevedono, esplicitamente, che il progettista strutturale assuma anche la responsabilità della soluzione dei problemi inerenti agli elementi architettonici ed impiantistici quando siano interessati da azioni, sollecitazioni e deformazioni dovute alle loro connessioni con le strutture, in particolare in zona sismica.

Con carattere di maggiore generalità, ma allo stesso fine, la Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 617/2009, opportunamente enumera fra gli allegati del progetto strutturale quelli descrittivi e grafici dei progetti architettonico ed impiantistico richiedendo che sui relativi grafici venga rappresentata la esatta posizione delle strutture con il loro ingombro *“al fine di poterne verificare, ad esempio, la compatibilità con i criteri normativi specifici di sicurezza della tipologia dell'opera”* – nonché con quelli relativi alla sicurezza degli impianti e dei loro componenti ed in via del tutto generale con la destinazione, l'uso, la funzionalità e la durabilità dell'opera progettata.

Sia le opere pubbliche che quelle private, quest'ultime pur non soggette a verifiche e validazione con le formalità del Regolamento (D.P.R. n. 207/2010 e s.m.i.) delle opere pubbliche, devono possedere gli stessi requisiti di qualità, di definizione e di sicurezza.

A differenza di quelle private, ovviamente, le prestazioni relative alla progettazione delle opere pubbliche possono essere svolte all'interno delle amministrazioni:

- a) dagli uffici tecnici;
- b) dagli uffici consortili di progettazione;
- c) dagli organismi di altre pubbliche amministrazioni di cui le singole stazioni appaltanti possono avvalersi.

Per le opere pubbliche, nelle forme consentite dalla legge, (art. 90 Codice ed art. 10 Regolamento) e per le opere private in ogni caso, la progettazione viene svolta all'esterno:

- d) da liberi professionisti singoli o associati;
- e) da società di professionisti;
- f) da società di ingegneria;
- fbis) da prestatori di servizi di ingegneria ed architettura attinenti all'ingegneria anche integrata;

- g) da raggruppamenti temporanei costituiti dai precedenti soggetti esterni;
- h) da consorzi stabili di società di professionisti e società di ingegneria anche in forma mista.

Si tratta dunque di soggetti professionali pubblici o privati, autonomi o societari dei quali non mi occuperò specificatamente, limitandomi a qualche cenno ove occorra richiamarne il ruolo centrale da loro svolto nell'utilizzo di algoritmi e di parametri fisici nei codici di calcolo.

Qui basta ricordare che nell'ambito dei soggetti societari o dei gruppi di progettazione deve essere sempre presente il coordinatore della intera progettazione, che assuma le responsabilità del ruolo.

2) Introduzione inchiesta tra gli iscritti all'AICAP

L'A.I.C.A.P., tenuto presente quanto precede, consapevole della complessità della procedura e delle elaborazioni richieste dalle nuove N.T.C. 2008 ha promosso una inchiesta fra i propri iscritti al fine di conoscere alcuni elementi afferenti ai programmi di calcolo ed in particolare alle seguenti tematiche:

- rispondenza alle nuove N.T.C. in particolare alla possibilità di facilitare elaborazioni indipendenti, di verificare i risultati con metodi semplificati, ai requisiti prescritti (titolo, licenza, algoritmo impiegato, campi di impiego, esempi risolti e commentati, modellazione e simulazione, ecc.);
- forma dei risultati e loro coerenza con le N.T.C. 2008;
- verifiche geotecniche: interazione terreno-fondazione e calcolo fondazioni;
- calcolo strutture secondarie (non dissipative) in campo sismico, interazione strutture tamponamento;
- validazione del progetto ed autorizzazione in zona sismica da parte dell'Autorità regionale preposta.

Saranno quindi sinteticamente sviluppati, alla luce dell'indagine svolta e delle risposte ricevute dagli iscritti all'AICAP, i principali aspetti delle tematiche precedenti sia per le opere pubbliche che per quelle private avendo riguardo per le prime sia alle NTC 2008 che al Regolamento n. 207/2010.

3) La verifica del progetto strutturale

Il progetto strutturale delle opere pubbliche, dunque, va redatto e poi verificato seguendo le norme del Regolamento (Titolo II, Capo II, D.P.R. n. 207/2010) in ogni sua fase, preliminare, definitiva ed esecutiva, da appositi organismi esterni od interni all'amministrazione a seconda dei casi (importo dell'opera, presenza di idonea unità tecnica di verifica interna ecc.).

Le verifiche, come si chiarirà in appresso, sono state estese dalle N.T.C. anche alle opere private sia pure con modalità diverse da quelle pubbliche. Esse costituiscono, in ogni caso, documentazione progettuale di ciascun livello del progetto, con riferimento ai seguenti aspetti di controllo (Regolamento, art. 52, comma 1):

- a) "affidabilità";
- b) "completezza ed adeguatezza";
- c) "leggibilità, coerenza e ripercorribilità";
- d) "compatibilità".

In particolare il controllo della progettazione strutturale secondo il Regolamento delle opere pubbliche (art. 53 Regolamento) comporta la sequenza delle seguenti procedure:

- a) "verificare che le ipotesi ed i criteri assunti alla base dei calcoli siano coerenti con la destinazione dell'opera e con la corretta applicazione delle disposizioni normative e regolamentari afferenti al singolo caso in esame";
- b) "verificare che il dimensionamento dell'opera, con riferimento ai diversi componenti, sia stato svolto completamente, in relazione al livello di progettazione da verificare, e che i metodi di calcolo utilizzati siano esplicitati in maniera tale da risultare leggibili, chiari ed interpretabili";
- c) "verificare la congruenza di tali risultati con il contenuto delle elaborazioni grafiche e delle prescrizioni prestazionali e capitolari";
- d) "verificare la correttezza del dimensionamento per gli elementi ritenuti più critici, che devono essere desumibili anche dalla descrizione illustrativa della relazione di calcolo stessa";
- e) "verificare che le scelte progettuali costituiscano una soluzione idonea in relazione alla durabilità dell'opera nelle condizioni d'uso e manutenzione previste";

- f) “verificare per le relazioni specialistiche che i contenuti presenti siano coerenti con:
- le specifiche esplicitate dal committente;
 - le norme cogenti;
 - le norme tecniche applicabili, anche in relazione alla completezza della documentazione progettuale;
 - le regole di progettazione”;
- g) “verificare per gli elaborati grafici, che ogni elemento identificabile sui grafici, sia descritto in termini geometrici e che, ove non dichiarate le sue caratteristiche, esso sia identificato univocamente attraverso un codice ovvero attraverso altro sistema di identificazione che possa porlo in riferimento alla descrizione di altri elaborati, ivi compresi documenti prestazionali e capitolari”;
- h) “accertare l'acquisizione di tutte le approvazioni ed autorizzazioni di legge previste per il livello di progettazione” e quindi anche l'autorizzazione dell'Ufficio tecnico regionale ove prescritta.

Le precedenti verifiche (elencate nell'art. 52, comma 1 del Regolamento, D.P.R. n. 207/2010), costituiscono attività essenziali che coinvolgono ruoli e responsabilità distinte, ma tra loro connesse, del progettista strutturale e delle software house. Esse devono ritenersi, come già detto, valide anche per le opere private.

La redazione e le conseguenti verifiche della progettazione strutturale coinvolgono infatti oltre alla responsabilità del progettista anche quella delle case produttrici dei Codici di calcolo automatico di dimensionamento e verifica nonché dei programmi afferenti a tutte le fasi del progetto compreso la rappresentazione grafica delle strutture. Codici e programmi devono garantire la corretta applicazione delle norme di legge e regolamentari, nonché di quelle tecniche specifiche di ogni progetto strutturale (edificio, ponte, opera geotecnica, serbatoio ecc.) e che trovano ormai applicazione diffusa.

Naturalmente il corretto uso di Codici e programmi è affidato al progettista strutturale che deve essere perciò un soggetto professionale qualificato in grado di assumere una consapevole responsabilità delle procedure e degli esiti.

I requisiti dello strutturista perciò non si limitano ai generici prerequisiti del titolo accademico, dell'abilitazione professionale ed eventualmente dell'iscrizione all'Ordine (non obbligatoria per i pubblici dipendenti). Per le opere pubbliche, ad esempio, si richiede allo strutturista pubblico o privato il possesso di un curriculum certificato nel settore relativo alla tipologia della struttura da progettarsi,

essenziale ed indispensabile, anche se non obbligatorio, per quelle private.

Sarebbe davvero illusorio, infatti, pensare che possa corrispondere compiutamente alle prescrizioni legislative, regolamentari e tecniche l'opera di uno strutturista che utilizzi con incertezza il software da applicare o che stenti a generare ed utilizzare i modelli di calcolo matematico appropriati o che non introduca nei modelli gli input dei parametri fisici strutturali richiesti nei casi concreti.

4) L'autorizzazione delle opere formate da strutture in c.a., in c.a.p. e metalliche in zona sismica

Una ulteriore problematica, rilevante ormai su quasi tutto il territorio nazionale, ad eccezione delle località definite a bassa sismicità, concerne l'autorizzazione scritta per l'esecuzione di qualsiasi opera pubblica o privata da parte degli Uffici regionali preposti, in particolare quando comprendano strutture in c.a., in c.a.p. e metalliche. Problematica che non può prescindere dalle conoscenze essenziali da parte degli Uffici regionali dei codici di calcolo e di verifica e dei programmi essendo l'autorizzazione regionale volta alla tutela della incolumità pubblica e privata connessa alla sicurezza strutturale dell'opera da realizzarsi. Autorizzazione prescritta, in ogni caso, per le opere di edilizia dall'art. 94 del D.P.R. n. 380/2001 (testo unico dell'edilizia) e per tutte le altre opere dall'art. 18 della legge n. 64/74 (legge sismica) non surrogabile da altre procedure a volte ammesse, però, dalle Regioni (ad esempio sorteggi, classifica dei progetti, ecc.).

Con riferimento alle leggi citate tuttora vigenti, infatti, la Corte Costituzionale (sentenza n. 182/2006), ha dichiarato “l'illegittimità costituzionale della legge regionale della Toscana n. 1/2005 (per il governo del territorio n.d.r.) nella parte in cui non dispone che, per gli interventi in zona sismica, non si possono iniziare lavori senza preventiva autorizzazione scritta del competente ufficio tecnico regionale”. Ciò a riprova dell'insufficienza del mero deposito prescritto dalla legge 1086/71 e dal D.P.R. n. 380/2001, che ha scopi essenzialmente notarili e storici della struttura.

La procedura di autorizzazione, coinvolge, invece, non solo il progettista strutturale al quale le N.T.C. vigenti hanno affidato per la prima volta in Italia “il compito e la responsabilità del controllo dell'affidabilità dei codici

utilizzati e dell'idoneità del programma di ogni singola concreta applicazione nonché la verifica dell'attendibilità dei risultati di calcolo", ma anche gli Uffici tecnici regionali preposti al rilascio della menzionata autorizzazione nelle località sismiche, nonché le case produttrici di codici e programmi utilizzati per la redazione del progetto strutturale.

5) Ruolo e responsabilità delle software house

Tenendo presente le applicazioni e le procedure sinteticamente descritte per il conseguimento degli obiettivi della progettazione strutturale (redazione del progetto strutturale, completo di modellazione, di verifiche e di rappresentazione grafica, nonché della congruenza degli esiti, del documento di deposito, della autorizzazione nelle località sismiche) le case di software devono rendere noto lo stato dell'arte dei programmi strutturali prodotti, gli algoritmi impiegati, le loro criticità, i codici automatici, la loro evoluzione, il loro rispetto integrale o parziale delle norme tecniche e regolamentari vigenti, le modellazioni e le analisi compatibili ed infine ogni utile istruzione per il loro corretto impiego da parte di progettisti strutturali opportunamente resi informati e consapevoli, sul prodotto affidato al loro uso.

Dinanzi alla complessità degli argomenti mi limiterò a sviluppare concetti presenti nelle vigenti normative di legge, regolamentari e tecniche o da queste deducibili onde poter comprendere ruoli e responsabilità delle case produttrici di software, che non possono essere astrattamente trasferite, in ogni caso, al progettista in quanto definito dalle N.T.C. "responsabile dell'intera progettazione strutturale" o addirittura all'Ufficio regionale preposto al rilascio dell'autorizzazione a costruire in zona sismica, tenendo presente che analisi e verifiche sono sempre svolte (salvo casi assai elementari) con l'uso dei codici automatici di calcolo e di verifica prodotti dalle case di software.

Il primo requisito stabilito dalle N.T.C. riguarda l'affidabilità dei programmi che deve essere garantita dalle case produttrici attraverso indicazioni, documentazioni, procedure fornite dal produttore o dal distributore a corredo del programma stesso, quali:

- a) l'indicazione del titolo, dell'autore, del produttore, del distributore della versione del programma, degli estremi della licenza o di altro titolo d'uso, eliminando così il vergognoso mercato dei programmi in nero se non addirittura pirati;

- b) la documentazione corredata
 - di una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati;
 - dell'individuazione dei campi di impiego;
 - dei "casi di prova interamente risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione"

Al progettista strutturale è perciò di fatto precluso dalle Norme Tecniche vigenti l'impiego di codici privi dei requisiti descritti e della documentazione che le case di software devono fornire. In mancanza, codici e programmi non possono essere classificati affidabili e le case produttrici possono essere chiamate a rispondere delle inosservanze.

Ciò premesso, al progettista strutturale si richiede perciò:

- a) "l'esame preliminare di valutazione dell'affidabilità e soprattutto l'idoneità del programma nel caso di specifica applicazione";
- b) "l'esame della documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione del programma".

A questo punto occorre ritornare brevemente sull'intreccio delle responsabilità fra case di software e progettista delle strutture.

La diffusione della corretta descrizione degli elementi del software nei suoi contenuti legislativi, regolamentari e tecnici da fornirsi dal produttore al progettista strutturale (autonomo o societario), è pregiudiziale; essa si attiene alla responsabilità esclusiva della casa produttrice.

Le attività di modellazione e simulazione nonché di verifica nelle fasi di svolgimento del calcolo e quindi del corretto impiego del programma, si attengono invece alla esclusiva responsabilità del progettista.

Il secondo requisito che le case produttrici devono garantire è quello "di consentire, o meglio, di facilitare le elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi" dal progettista strutturale originario allorquando "l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico", mediante l'impiego di programma diverso da quello originario.

La circostanza ricorre sicuramente nei seguenti casi:

- a) quando "si renda necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale". È il caso, ad

esempio, della verifica prescritta dal Regolamento, in ogni caso, per i progetti strutturali delle opere pubbliche;

- b) "nel caso di opere di particolare importanza", per le quali manca però una definizione normativa sia per le opere pubbliche che per quelle private. In carenza, la Circolare n. 617/2009 del Consiglio Superiore dei LL.PP. ha lasciato al Committente (pubblico o privato) la facoltà di classificare l'importanza dell'opera e di scegliere il soggetto professionale preposto alla ripetizione del calcolo strutturale. Credo occorra però ritornare sull'argomento nella prossima revisione delle Norme Tecniche e fornire indispensabili precisazioni sull'argomento;
- c) in ogni altro caso ritenuto opportuno dal Committente privato (nessuno può contestargliene il diritto) ricorrendo eventualmente anche allo stesso progettista originario attraverso l'uso, però, di un programma diverso da quello impiegato originariamente o dal Committente pubblico, che deve ricorrere, invece, obbligatoriamente, a norma di Regolamento, sia a verificatori diversi dal progettista strutturale, sia all'uso di programmi diversi da quello originario.

La verifica indipendente, da chiunque effettuata, rientrando sicuramente tra i compiti e le responsabilità di un progettista, sarebbe notevolmente facilitata se le case di software fornissero anche il file di trasferimento dei dati da un programma ad altri, magari selezionati e resi noti fra quelli di maggiore affidabilità e diffusione. Al momento l'argomento non sembra, però, abbia fatto passi in avanti significativi.

Il terzo requisito riguarda le modalità di aggiornamento dei codici e dei programmi a qualsiasi causa dovute (semplificazioni, correzioni, modifiche introdotte da sopravvenuti aggiornamenti normativi, ecc.) e l'assistenza che il produttore deve fornire all'utilizzatore del programma. Si tratta di requisiti essenziali connessi con il software che le case produttrici devono fornire per tempo all'utilizzatore essendone attribuite le conseguenze, quanto meno morali, alla loro responsabilità, ove non risulti una esplicita rinuncia ad esse da parte dell'utente.

Le considerazioni fin qui svolte sull'uso dei codici automatici di calcolo e di verifica nonché dei programmi di progettazione, costituiscono, ai sensi delle vigenti N.T.C., anche criteri di guida per l'esame dei progetti strutturali da parte degli Uffici regionali preposti al rilascio dell'autorizzazione a costruire in zona sismica nonché per la verifica dei progetti strutturali ai sensi del Regolamento

D.P.R. n. 207/2010, da parte degli organismi di verifica interni od esterni all'amministrazione.

Per quanto concerne il rilascio dell'autorizzazione a costruire in località sismica, sarebbe opportuno che gli Uffici regionali non richiedano elaborati diversi da quelli prescritti dalle leggi di settore ed elencati nelle vigenti N.T.C. con gli specifici contenuti propri del capitolo 10 ed in quello corrispondente della Circolare n. 617/2009 del Consiglio Superiore dei LL.PP., nonché dal D.P.R. n. 380/2001 e dalla legge n. 64/74.

Ciò significa, ad esempio, che la verifica degli elaborati, in particolare della relazione, e l'uso dei codici automatici di calcolo, non dovrebbero essere ricondotti dagli Uffici regionali all'uso ed alla applicazione di un unico codice eventualmente in loro possesso, configurando ciò una evidente limitazione dell'autonomia del progettista.

6) Le risposte degli iscritti all'AICAP

Hanno fornito risposta ai quesiti formulati, riassunti nel precedente paragrafo 2, ben 52 iscritti all'AICAP, fornendo le seguenti risposte sintetiche sui programmi utilizzati:

- danno la possibilità di trasferire i dati di input ad altri programmi (50%);
- danno la possibilità di verificare i risultati con metodi semplici (30%);
- sono dotati degli estremi e delle licenze che ne consentono legittimamente l'uso (100%);
- sono indicate le basi teoriche e gli algoritmi impiegati (85%);
- indicano i campi di impiego (90%);
- contengono casi risolti e commentati riproducibili (90%);
- indicano metodi di validazione dell'analisi numerica della struttura – modellazione e simulazione - (65%);
- la casa produttrice fornisce aggiornamento ed assistenza (100%);
- danno i risultati sia in formato numerico che grafico (100%);
- indicano le limitazioni imposte dalle NTC 2008 (69%);
- consentono verifiche dell'interazione struttura-terreno in campo statico e/o dinamico (73%);

- consentono verifiche delle fondazioni con tutti gli appoggi (60%);
- effettuano il calcolo delle strutture secondarie (non dissipative) in campo sismico (46%);
- tengono conto delle interazioni struttura-tamponamento (100%)

Infine è stato chiesto agli iscritti:

- il loro interesse relativo ad una valutazione del software di analisi e progettazione strutturale da parte dell'AICAP. Ha risposto positivamente l'88%.

In merito, invece, alla validazione del progetto strutturale da parte dell'Autorità Regionale preposta in zona sismica le risposte sono state poche e vaghe.

In sintesi dalle risposte risulta primariamente la fiducia degli iscritti nei confronti dell'AICAP e quindi nella sua eventuale attività relativa al software. Ma risulta anche una diffusa perplessità nei confronti dell'Autorità pubblica preposta alla verifica della progettazione strutturale. Risulta altresì una sostanziale affidabilità dei codici impiegati.

7) Elaborati del progetto strutturale

Per completezza si rammenta che le norme cogenti, prescrittive di settore (art. 17 legge n. 64/74, art. 93 D.P.R. n. 380/2011) tuttora in vigore, richiedono per le zone sismiche la presentazione all'Ufficio regionale preposto al rilascio dell'autorizzazione:

- *“di un progetto firmato da professionisti abilitati a redigerlo”.*
- *che “il progetto deve essere esauriente per planimetria, piante, prospetti e sezioni ed accompagnato da una relazione tecnica, dal fascicolo dei calcoli delle strutture portanti, sia in fondazione che in elevazione, e dai disegni dei particolari esecutivi delle strutture”*
- *che “al progetto deve inoltre essere allegata una relazione sulle fondazioni, nella quale dovranno illustrarsi i criteri adottati nella scelta del tipo di fondazione, le ipotesi assunte, i calcoli svolti nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione”.*
- *“La relazione sulla fondazione deve essere corredata da grafici o da documentazione, in quanto necessari”.*

Le modalità di redazione del progetto strutturale sono naturalmente quelle stabilite dal capitolo 10 delle vigenti N.T.C. del 14.01.2008 compreso, ovviamente, gli elaborati e le informazioni richieste dalle stesse norme, nonché dalla citata Circolare n. 617/2009 e dall'art. 52 del Regolamento n. 207/2010 per le opere pubbliche. Modalità che coinvolgono, perciò, progettisti e case produttrici del software.

8) Considerazioni conclusive sull'evoluzione dei codici automatici di calcolo e di verifica alla luce della vigente normativa tecnica

Prima di concludere, ritengo opportuno ricordare alcuni precedenti sull'argomento trattato e svolgere poche altre considerazioni.

Negli anni 80 del secolo scorso il C.N.R. sottopose ad inchiesta pubblica le Istruzioni CNR 10.024/86 relative alle *“Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”* essendo insorti gravi dubbi sulla concezione e sull'uso di alcuni programmi di calcolo strutturale all'epoca disponibili sul mercato.

Alla iniziativa del C.N.R. aderii con una ricerca fondata sull'impiego di alcuni programmi all'epoca correnti sul mercato, applicandoli al progetto delle strutture di uno stesso edificio in zona sismica, rappresentato da un modello regolare e piuttosto semplice, assoggettato alla medesima combinazione di carichi. Il risultato (in verità non proprio sorprendente) fu quello della notevole differenza dei risultati numerici delle caratteristiche di sollecitazione ottenute (base della verifica e del dimensionamento delle strutture), in taluni casi del 100%. L'inaffidabilità degli esiti di alcuni programmi risultò perciò evidente. Resi nota la ricerca pubblicandola su *“L'ingegnere Italiano”*, auspicando la creazione di un organismo di verifica e certificazione dei codici automatici, magari presso lo stesso C.N.R..

L'argomento non ebbe però seguito, sicché oggi, pure in un contesto notevolmente mutato e migliorato per la disponibilità sul mercato di programmi prodotti da diverse case affidabili, redatti da autori affidabili, sostanzialmente coerenti con la vigente normativa tecnica, notevolmente più complessa di quella degli anni 80 – generalmente riconosciuta dalle risposte ricevute dagli iscritti all'AICAP - l'esigenza del controllo, pur attenuata, non è venuta meno.

Manca tuttora l'auspicato organismo di verifica e certificazione dei codici di calcolo automatico e dei programmi che ne garantisca la validità, il campo d'impiego nonché l'eshaustività delle elaborazioni richieste dalle vigenti Norme Tecniche e da quelle del Regolamento per la redazione e verifica del progetto strutturale.

In particolare per quanto concerne aspetti critici quali la stabilità globale, la gerarchia delle resistenze, l'instabilità dell'equilibrio, nonché le modalità di presentazione dei risultati del calcolo chiari, leggibili e completi, *"sintetizzati (come richiedono le vigenti N.T.C.) in disegni e schemi grafici contenenti, almeno per le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione e delle componenti degli sforzi, i diagrammi di inviluppo associati alle combinazioni dei carichi considerati, gli schemi grafici con la rappresentazione dei carichi applicati e delle corrispondenti reazioni vincolari"*.

Si tratta, indubbiamente, di una attività complessa concludente in una certificazione mirata dei codici di calcolo, dei programmi e dei loro limiti d'uso. Attività che richiede naturalmente accuratezza, tempo ed impegno economico, da svolgersi a cura e spese del produttore del software, naturalmente con ricarico sul costo di un prodotto di maggiore garanzia.

Al momento le N.T.C. rendono obbligatorio, nelle forme più opportune, anche attraverso calcoli semplici, il controllo dei risultati da parte del progettista strutturale per ogni combinazione di carico prevista. Controllo che deve essere esteso alle armature, sezioni e dimensioni degli elementi strutturali. Si tratta però di controllo utile, approssimativo ma non esaustivo.

Pur tuttavia, al momento, il progettista, rimane il responsabile unico ed indiscusso dell'applicazione di qualsiasi codice e programma; spettando ad esso l'obbligo di fornire informazioni sull'algoritmo, sulla modellazione e simulazione, in particolare sui modelli adottati geologico, geotecnico, sismico, sulla pericolosità sismica di base, sulla vita nominale e sulla classificazione e quindi sulla vita di

riferimento della costruzione, sui materiali impiegati, sulle ipotesi teoriche del calcolo, ecc.

Il progettista strutturale si conferma, quindi, il soggetto professionale responsabile che deve fornire esiti corretti dell'applicazione delle Norme Tecniche vigenti, ottenuti attraverso l'uso di codici automatici di calcolo, da rendere noti all'Ufficio regionale preposto al rilascio dell'autorizzazione a costruire in zona sismica per ogni opportuna valutazione di competenza.

9) Il ruolo delle Associazioni professionali

Le Associazioni tecniche dei vari campi strutturali (c.a., c.a.p., acciaio, legno, murature, materiali innovativi, ecc.), come l'AICAP, il CTE, il CTA, l'ATE ed altre, possono contribuire in modo decisivo alla formazione di professionisti, qualificati nella progettazione delle strutture dei vari campi e di varia tipologia attraverso corsi di formazione specifica essenzialmente nonché convegni, quest'ultimi utili per l'inquadramento generale delle problematiche o per l'approfondimento di singoli temi, ed attraverso pubblicazione di esempi interamente svolti, relativi alle tipologie di costruzioni di uso più frequente. Ciò costituirebbe il miglior contributo al progresso verso la sicurezza statica attesa.

Le Associazioni, forse, con uno sforzo congiunto, d'intesa con il C.N.R. e con il Consiglio Superiore dei LL.PP. potrebbero promuovere anche la creazione dell'organismo di certificazione del software, che potrebbe, eventualmente, essere lo stesso C.N.R., al quale chiunque possa rivolgersi nei casi in cui le circostanze lo richiedano.

Va però esplicitamente tolta l'illusione agli strutturalisti, a quelli inconsapevolmente fiduciosi, che la certificazione auspicata possa risolvere i loro personali problemi professionali della modellazione e della verifica del calcolo e del dimensionamento della struttura.