

I problemi di informatizzazione delle norme tecniche

Roberto Spagnuolo

Sinossi

La meccanica computazionale è una disciplina matura e che già dà un grande aiuto nella progettazione strutturale. Essa però ha esigenze di coerenza e completezza degli algoritmi che le sono affidati. Le normative tecniche non sono formulate secondo questi criteri benché sia ovvio che sono destinate ad un calcolo automatico. Da ciò derivano notevoli problemi di automazione del progetto strutturale che ne minano la qualità e l'affidabilità. Esamineremo i principi basilari per una corretta informatizzazione che non sono stati considerati nell'estensione delle norme tecniche.

Indice

1. Premessa	5
2. La "macchina" software	6
3. Il significato di “programmazione”	7
4. Sulla fallibilità del software	10
5. La norma ostacolo della ricerca	13
5.1 Un caso ancora più eclatante: le murature	16
6. Disamina storica	19
7. La mancanza di generalità nelle prescrizioni normative	22
8. Discontinuità nei modelli	25
9. Complessità logica	26
10. Incertezza probabilistica	28
11. L'eredità del calcolo “manuale”	31
12. Il pelo nell'uovo	32
13. Riferimenti autorevoli	34

1. Premessa

Per inquadrare i termini del problema, occorre allargare la visione dai contenuti tecnici della normativa alle convinzioni di fondo che ne hanno guidato la stesura. Ovvero al movente “politico” della norma. La norma con valore di legge tende la condivisibile scopo di tutelare il cittadino. Il problema è “come”. In campo tecnico è arduo se non impossibile limitare i comportamenti progettuali entro rigidi confini. Nel tentativo di conseguire questo scopo le attuali normative sono diventate molto minuziose. Tanto minuziose che è arduo, se non impossibile, adempiere a tutti i requisiti senza un strumento automatico. Nasce allora il problema del rapporto tra norma come specifica tecnica e possibilità di definire degli algoritmi che attuino tali specifiche. Inoltre le soluzioni offerte dalla meccanica computazionale sono state finora focalizzate sul problema della analisi strutturale, la gestione del progetto delle membrature e dei giunti non ha ottenuto al stessa attenzione per cui resta un campo piuttosto inesplorato sotto il profilo della soluzione computazionale.

2. La "macchina" software

Il calcolatore elettronico opera tramite precise istruzioni racchiuse in un programma di calcolo che formalizza una serie di passi logici descritti in un algoritmo. Nel caso della progettazione strutturale l'algoritmo si basa attualmente su un modello matematico. Diciamo "attualmente" perché questa non è l'unica soluzione possibile, ad esempio una "base di conoscenza" resa automaticamente disponibile tramite un "sistema esperto" potrebbe in molti casi essere più efficace di un modello matematico. Il problema dunque è quello di verificare se esistono modelli matematici che descrivano adeguatamente i sotto problemi della progettazione strutturale. Qui facciamo una importante differenza, che spesso sfugge, tra i molti sotto-problemi del progetto. Il sotto problema della analisi, della determinazione cioè delle sollecitazioni, è un problema posto già nel '600 da Galilei nel suo *"Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti la meccanica ed i moti locali"*. Negli anni 50 di questo secolo si arriva al metodo degli elementi finiti basato su una rigorosa formulazione matematica. Pertanto l'analisi strutturale ha delle credibili e controllabili basi come strumento di informazione del progettista. Ma altrettanto si può dire di altri problemi meno storicamente studiati? Il progetto di elementi in calcestruzzo, ad esempio, ha avuto ricerche importanti dopo l'entrata in scena del calcolatore elettronico, ma la normativa e l'uso comune impiegano metodi di calcolo "manuale" con le limitazioni tipiche di questa metodologia. Oggi nessuno più si chiede cosa sottende una analisi con il metodo degli elementi finiti, ma progetta una sezione in calcestruzzo tramite i "campi di rottura" e formulazioni molto semplificate e il progettista si sofferma nella conoscenza di questi metodi semplificati solo perché può dominarli, non perché non possano essere affrontati con modelli matematici più complessi ma per nulla dominabili "manualmente". Quindi nel seguito noteremo come l'aspetto di analisi, anche nella normativa, è divenuto marginale in quanto assimilato, mentre le prescrizioni più maneggevoli sono oggetto di minuziose descrizioni.

3. Il significato di “programmazione”

Produrre software è una attività organizzata come qualsiasi altra attività produttiva umana. Per le costruzioni avremo uno schema del genere di qi quello della figura 3.1.

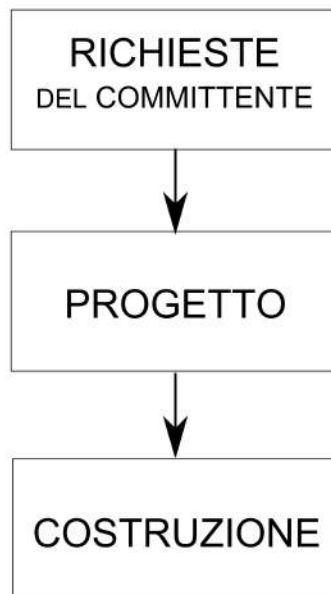


Fig. 3.1

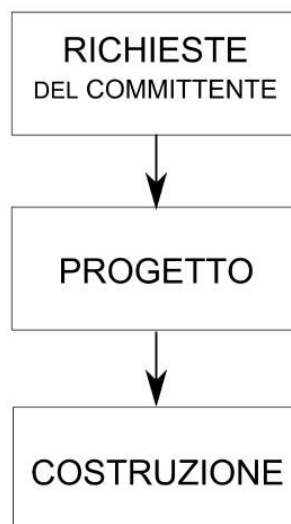


Fig. 3.2

Nel caso del software realizzato su commessa, il procedimento è identico, dal punto di vista logico. Si veda la figura 3.1.

Se ora veniamo al software per la progettazione strutturale abbiamo una situazione che può

raffigurarsi in due diverse procedure. La prima (Fig. 3.3) riguarda delle “specifiche” ben definite sotto il profilo logico-matematico che trovano riscontro in una algoritmizzazione, ovvero in modelli numerici, ottenuti in anni di ricerca specifica da esperti del settore. Alludiamo ad esempio ai metodi dell'analisi numerica, ai metodi sofisticatissimi di fattorizzazione di matrici sparse, al metodo degli elementi finiti per la soluzione numerica di sistemi di equazioni differenziali. Metodi tutti che si prestano ad una validazione rigorosa per cui l'aspetto della programmazione è il punto critico, ma i metodi suddetti hanno una logica forte per cui la validazione è possibile in termini rigorosi.

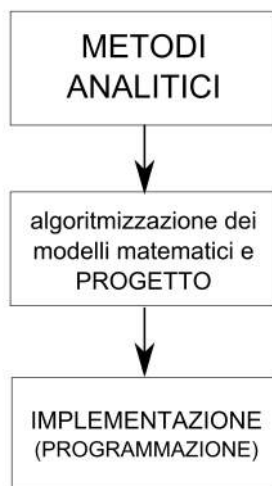


Fig. 3.3

L'altra situazione per l'informatizzazione del progetto strutturale riguarda il progetto e la verifica delle membrature per le quali non esiste lo stesso bagaglio a monte di ricerca e di messa a punto di modelli matematici sperimentati. Dove oltretutto il calcolatore elettronico, ovvero l'analisi numerica, non è entrata come nel campo dell'analisi tensionale un po' per la complessità del problema, un po' per carenza di ricerca in questo senso. Tale carenza le norme tendono a colmare (Fig. 3.4) come prescrizioni rigorose ma purtroppo a valle di esse non vi sono modelli matematici affermati, non vi sono strumenti di validazione, non esiste un approccio algoritmico consolidato. Per questi motivi nella formazione di modelli matematici sulle “specifiche” della norma si hanno grandi e seri problemi di modellazione più che di programmazione. Oltretutto la frammentarietà e la formulazione scarsamente unitaria delle prescrizioni si riflette sulla qualità della “esecuzione” cioè della programmazione vera è propria come, nel campo delle costruzioni, un muratore ha più possibilità di sbagliare se il progetto è inutilmente complicato. Si fa spesso confusione tra modelli per la scienza delle costruzioni e modelli per la normativa che non sono sempre assimilabili e spesso si attribuisce, erroneamente, l'affidabilità dei primi anche ai secondi.

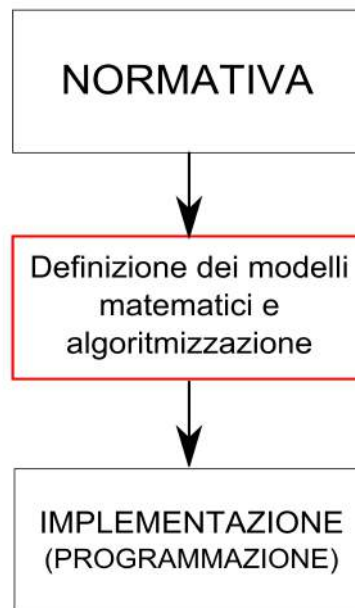


Fig. 3.4

4. Sulla fallibilità del software

La normativa pre-NTC - assimilato il problema dell'analisi tensionale come non necessitante di normazione - era in teoria applicabile con metodi "manuali". Il software forniva, a valle, ripetiamo, dell'analisi, uno strumento di produttività più che di conoscenza. Con le NTC le prescrizioni sono talmente tante, minuziose, intricate, che il ricorso al software si impone non per la complessità dei modelli matematici, ma per la complicazione logica dei procedimenti. Oggi il progettista cerca nel software non le informazioni per decidere, ma le "istruzioni per l'uso" della normativa che non tutti conoscono a fondo e che è facile mal interpretare viste le complicazioni logiche che contiene. Prima di affrontare questo argomento, è necessario porsi una domanda. si può ragionevolmente ritenere che la complessità della normativa si possa acriticamente affidare al software senza chiedersi i limiti che ha questo strumento?

Prima di procedere nell'analisi algoritmica della normativa, è opportuno fornire alcuni dati sulla specificità del software. Nel mondo della progettazione strutturale c'è un atteggiamento un poco infantile su questo argomento. Non va dimenticato il fatto, di forte impatto psicologico, che il software ha avuto sul progetto strutturale spostando verso degli "outsider", cioè gli informatici, il dominio storico di accademici e progettisti. Non si è ancora giunti ad un atteggiamento "maturo", vi è sempre di fondo della conflittualità che non fa bene a nessuno. I produttori di software hanno sempre proclamato l'infallibilità di questo strumento. I progettisti lo hanno sempre visto come una "tassa" sul loro lavoro. Gli accademici si sono visti passare la meccanica computazionale dall'ambito della meccanica a quello dell'informatica. E non gli è andata giù. Sono pochi oggi, e solo tra i più giovani, gli accademici in ambito strutturale che hanno anche una formazione informatica e la quasi totalità di loro si occupa di analisi, non di logica del progetto.

Osserviamo nella figura 4.1 un diagramma tratto da Stephen H. Kan [*Stephen H. Kan, Metrics and Models in Software Quality Engineering, Addison Wesley, 2000*] che mostra il modello probabilistico di Rayleigh dell'andamento della difettosità nella vita del software.

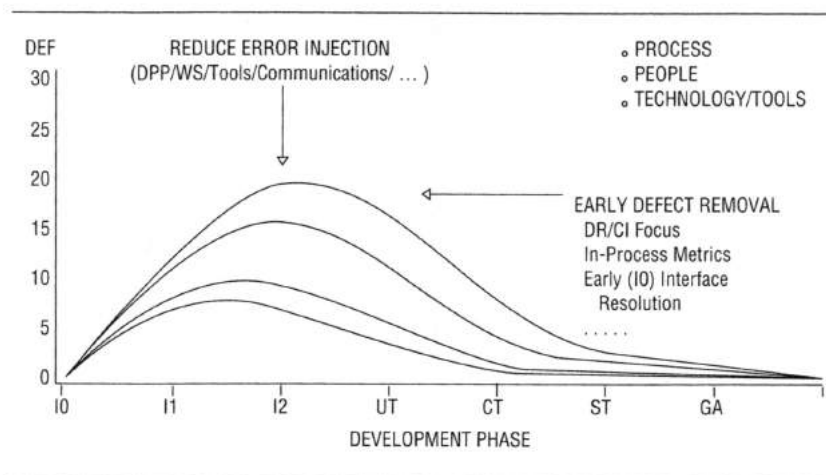


FIGURE 9.2
Rayleigh Model—Directions for Development Quality Improvement

Fig. 4.1

Il diagramma è esplicativo del rapporto tra tempo e difettosità. Durante lo sviluppo vi è un accumulo di difettosità che vengono rimosse nel tempo.

Sia chiaro un fatto. La difettosità della quale parliamo qui si riferisce alla fase di “programmazione” e non di concezione che è a monte di questo processo e deve avere una validazione preventiva (come il progetto strutturale prima della esecuzione dell'opera, qui per difettosità si intende quelle della esecuzione ovvero della sola programmazione). Questo parametro è misurabile, a differenza della difettosità della concezione ed è un elemento essenziale. Occorre, sempre facendo un parallelo con il mondo delle costruzioni, conoscere priori la capacità di un'impresa di costruzioni o di una metodologia costruttiva di realizzare un'opera, non si può assumere l'infallibilità. Vi è un margine di errore e va conosciuto in anticipo.

Quando la Softing ottenne la certificazione di qualità, veniva impiegata questa analisi per rilasciare una nuova versione solo quando il livello predetto di difettosità scende sotto una certa soglia che ovviamente, visto l'andamento della funzione NON PUÒ ESSERE NULLA. La difettosità diminuisce poi con il tempo di utilizzo e pertanto il software è come certo vino che migliora invecchiando. Poiché è facile qualunque cosa pensare che la difettosità sia evitabile con la sola buona volontà dei produttori, vediamo come la difettosità viene assunta nella letteratura internazionale intorno ad una media di 20 errori per 1000 linee di codice (1 KLOC) durante lo sviluppo ed il testing interno, e scende circa allo 0.5 al rilascio [Steve McConnell, *Code complete, Rapid development end Software estimation. Microsoft Press, 1993*]. Aggiungiamo a questo dato un altro dato molto significativo: il costo del testing per l'eliminazione dei difetti prima del rilascio, incide per circa il 40% del costo di sviluppo totale. E' ovvio che se vi sono problemi di investimento, la attività che maggiormente ne risente è proprio quella di testing. Oltretutto, la normativa assume che la difettosità del software sia nulla e non dipenda né dalla cattiva impostazione algoritmica a monte né dal costo di produzione. Imporre metodologie nazionali o, peggio (con il SIERC), regionali, fa sì che lo sviluppo del software sia affidato a strutture produttive nazionali e di dimensioni spesso ridotte le quali non possono neanche contare su un mercato internazionale per ammortizzare i costi di produzione. Andrebbero rapportati i benefici presunti di una normativa capillare rispetto ai costi ed alle incertezze di una automazione per sua natura non infallibile. Se cioè tra la Ordinanza del 2003 e le NTC del 2008 il coefficiente di sovrarresistenza (se non andiamo errati, ma è di poca importanza) passa da 1,15 a 1,20, e cioè cambia del 4%. Siamo sicuri che la revisione del software imposta da simili cambiamenti minimali non possa portare ad errori superiori? Non ne siamo così sicuri. Solo chi non è “addetto ai lavori” banalizza il problema. Immaginate che un programmatore scriva:

```
a=1.0;
b=0.0;
if (a>0.0)
  b=5.0;
```

e per stanchezza gli scappi un semplice punto e virgola:

```
if (a>0.0);
  b=5.0;
```

Nel primo caso, dopo l'istruzione condizionale si avrà b=5.0, nel secondo b=0.0; Per un punto e virgola si possono avere comportamenti del tutto inaspettati. Come si rileva e elimina l'errore? Con i test. Poniamo ora che questa parte del programma sia eseguita raramente, le probabilità di scoprire l'errore si affievoliscono per cui quella volta che il programma eseguirà quel pezzo di codice darà

un risultato inaspettatamente inattendibile!

Si dirà: i test saranno in grado di evidenziare l'errore! Ovviamente questo è un esempio didascalico e quindi con un esempio altrettanto didascalico proponiamo un altro errore: Le specifiche dicono di eseguire:

```
a=b*b;
```

Il programmatore stanco scrive:

```
a=b+b;
```

Chi fa i test ha programmato due test che paiono sufficienti per una simile banalità: $b=0$ e $b=2$: Entrambi soddisfano il test.... Si dirà che è un esempio irrealistico: per nulla affatto, si fallisce su una sola espressione, figuriamoci quando ce ne sono decine di migliaia se non milioni.

Perché sottolineiamo questo esempio banale? Per dire come delle “specifiche “ a monte (le norme sono specifiche per il software che deve implementarle) che siano inutilmente pedanti e confuse non garantiscono la qualità attesa. Si tratta, se chi fa le specifiche non è interessato al risultato finale e non vede il problema nella sua interezza ma solo limitatamente al suo compito, di uno scarica barile.

5. La norma ostacolo della ricerca

La normativa attuale purtroppo non si limita ad indicare dei livelli minimi di sicurezza, ma indica COME ottenerli. Cioè si sostituisce a chi opera con evidente supponenza e sfiducia nelle capacità altrui. E' come se una norma indicasse ad un chirurgo COME eseguire una operazione di appendicite. Prescrivesse cioè dimensione dell'incisione, ferri da usare etc. La ricerca nell'ambito della meccanica computazionale è ormai da trent'anni fatta in ambito informatico e non meccanico. Ponendo indicazioni su COME si interferisce con la ricerca in ambito computazionale. Si intenda bene: se la norma non fosse cogente e fosse una linea guida, nulla da dire, anzi sarebbe lodevole, ma poiché così non è il progettista di software non è più chiamato a cercare algoritmi che risolvano un problema visto dalla parte della computazione, ma diviene un compilatore di fogli elettronici per i quali conta più la piacevolezza del modo di presentarsi che i contenuti. Questo approccio della norma è stato DEVASTANTE per la qualità dell'approccio informatico. Alcuni temi.

Il coefficiente di sicurezza per la flessione deviata viene imposto come combinazione pesata dei coefficienti per la flessione nei due piani. Inutile usare la potenza computazionale per formulare un metodo più evoluto di calcolo.

Il taglio "deviato" non può essere computato con metodi più sofisticati stante la puntigliosa formulazione imposta.

Peggio andiamo con le murature che DEVONO essere verificate con il vecchio metodo dei "maschi murari" risalente al POR, metodo proposto da Tomaževic nel 1978, cioè più di 30 anni fa. Ricerca su elementi finiti più evoluti, su metodi basati sul tensore di Eshelby e così via, spazzati in un sol colpo.

Vediamo più da vicino uno di questi temi per i quali la norma impone una metodologia: la classificazione delle sezioni.

Prima di tutto il termine è inappropriato. La sezione è "classificata" in base allo stato tensionale e quindi la sua classe non è una caratteristica della sezione, ma una sua caratteristica variabile con il contesto. Naturalmente il principio è ineccepibile: si tenta di valutare gli effetti della instabilità locale. Qui non entriamo nel merito delle carenze del metodo come esposto nella norma e trattate ampiamente ad esempio da Paolo Rugarli [Strutture in acciaio: la classificazione delle sezioni, EPC Libri, 2007].

Non si intende nemmeno proporre una soluzione alternativa a quella classificatoria proposta dalla norma - non è questa la sede - ma si vuole dare un'immagine di come il problema abbia soluzioni molto più computazionalmente valide e generali.

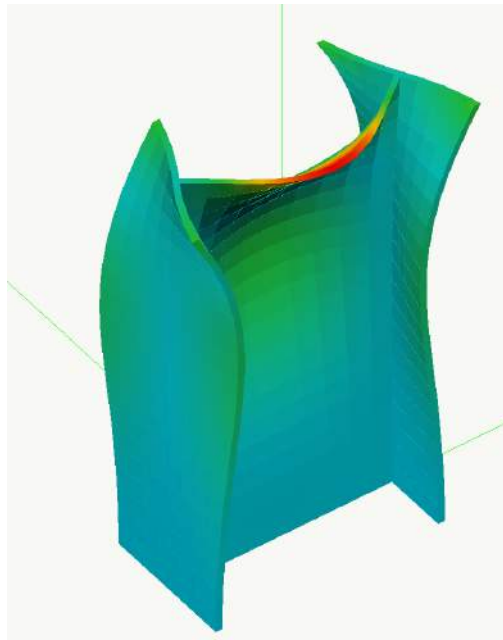


Fig. 5.1

Nella figura 5.1 la forma di instabilità di un profilo compresso e nella figura 5.2 lo stesso profilo inflesso ottenuta con Nòlian. Il modello è formato da 520 elementi finiti piani e il tempo di analisi della instabilità è stato di 0.9 secondi. Qui, trattandosi solo di uno stimolo per l'immaginazione, abbiamo fatto un'analisi di instabilità elastica ma nulla vieta di eseguire un'analisi elasto-plastica. Così avremmo la risposta generale, robusta, computazionalmente efficace per qualsiasi sezione sottoposta a qualsiasi stato di sollecitazione o di vincolo.

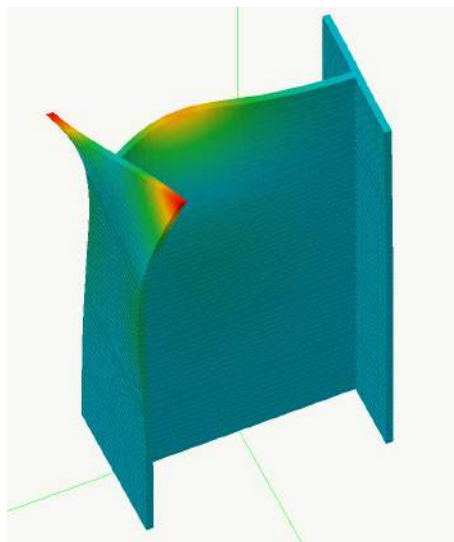


Fig. 5.2

Sia chiaro, non stiamo suggerendo che per ogni sezione il progettista debba costruire un modello FEM, ma le caratteristiche computazionali che soggiacciono al problema generale già ci sono, sono a portata di mano. E ovviamente si possono trovare dei metodi analoghi efficienti e dedicati.

Perché invece questa ricerca è resa vana? Perché i risultati sono certamente diversi, da quelli IMPOSTI dalla normativa. Sono più generali e quindi più sicuri se non addirittura più esatti. Ma sono diversi. Questo cosa comporta? Che il progettista si allarma, perde fiducia nel software interpretando la diversità come errore (oggi che va di moda apprezzare la diversità intesa come ricchezza) ed in più ad una verifica da parte delle Autorità preposte si troverebbe in difficoltà.

Dunque stop alla ricerca. Si confeziona un "foglio di calcolo", cosa molto più semplice, si apre la strada alla informatizzazione del progetto strutturale a competenze più basse e si rinuncia a qualsiasi contributo della meccanica computazionale al progetto strutturale.

Nota, quasi un post scriptum

Chi scrive ha in effetti messo a punto un algoritmo che univa il problema della instabilità ad un'analisi elasto-plastica della sezione. L'algoritmo è molto efficiente e soprattutto molto generale. Il problema che ha messo fuori commercio questo approccio è stata la differenza (valutata intorno a qualche unità percentuale) rispetto al sistema classificatorio della norma. Questa differenza ha causato perplessità negli utenti e quindi un danno sotto l'aspetto commerciale. La norma cioè ha avuto - ed ha! - il potere di penalizzare approcci computazionali evoluti e di premiare approcci burocratici e di immagine.

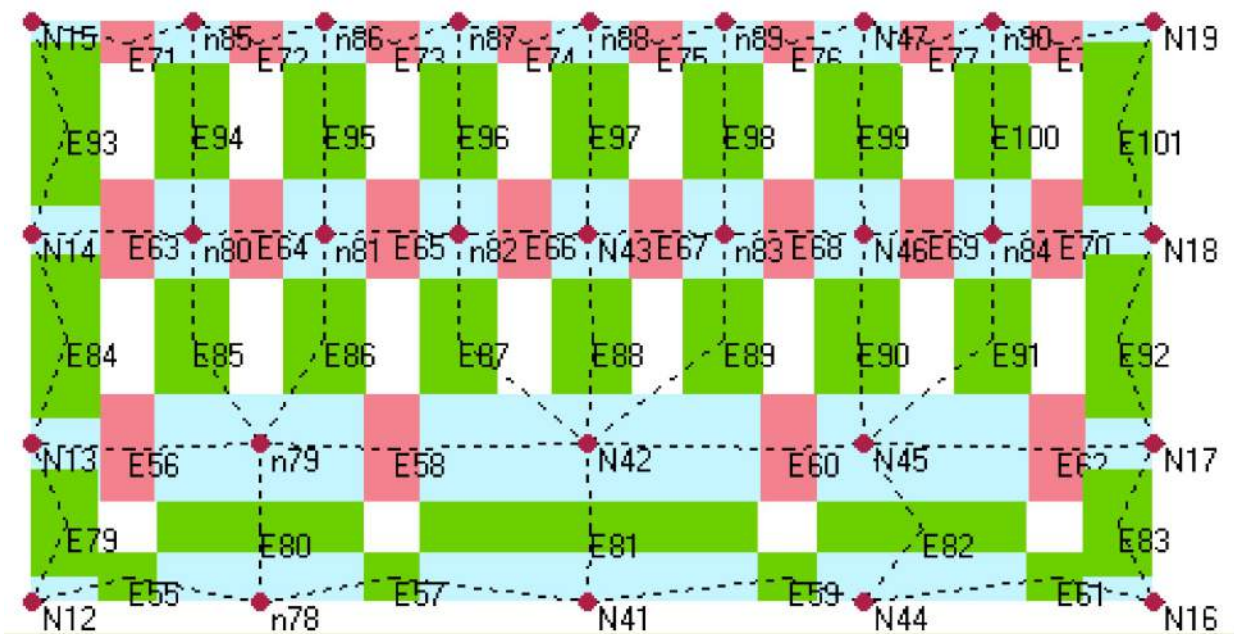
5.1 Un caso ancora più eclatante: le murature

Sintesi caratteristiche del metodo ad elementi finiti di superficie

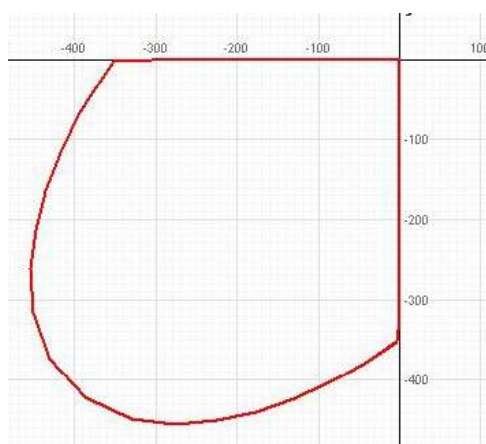
- Dipendenza dell'analisi dalla mesh (mesh dependent) e tempo di calcolo fortemente dipendente dalle dimensioni del modello; per grandi modelli il tempo di calcolo può essere notevole.
- Definizione puntuale delle leggi costitutive del materiale di difficile reperimento.
- L'ordinanza non contiene tutti i parametri necessari a definire il comportamento non lineare ed il degrado, senza i cui valori non è possibile applicare coerentemente i criteri di resistenza ed i limiti di spostamento associati al decadimento della resistenza globale della curva di capacità.
- Per l'applicazione dei criteri di resistenza a taglio e pressoflessione alla muratura è necessario integrare gli eretti nodali sui singoli elementi murari, almeno a controllo e verifica di quanto ottenuto con il modello costitutivo non lineare.
- L'Ordinanza, infatti, non presenta riferimenti espliciti a modellazione dei pannelli mediante discretizzazione in elementi di superficie ma propone una modellazione a telaio equivalente con maschi, travi in muratura ed eventuali altri elementi strutturali in c.a. ed acciaio.

Il brano sopra riportato è tratto da un opuscolo di STA-DATA, le evidenziazioni in rosso sono mie. Il brano tende a sostenere la soluzione per le murature a telaio equivalente contro quella ad elementi finiti piani. Le prime due frasi rimarcate non sono esatte. Infatti un elemento finito può anche non essere dipendente dalla mesh. Lo sono in genere gli elementi "no tension". Si tratta di come li si formula. Non è esatto neanche che i legami costitutivi siano così difficilmente reperibili. Basti pensare al tensore di Eshelby per l'omogeneizzazione di materiali non omogenei. Le altre tre frasi che abbiamo rimarcato sono: "ordinanza non contiene....i criteri di resistenza [rescritti dall'Ordinanza]....l'Ordinanza non presenta." Sostanzialmente il metodo ben più evoluto, robusto affidabile degli elementi finiti non si può applicare non per difficoltà insite nel metodo ma semplicemente perché "l'Ordinanza non lo sostiene".

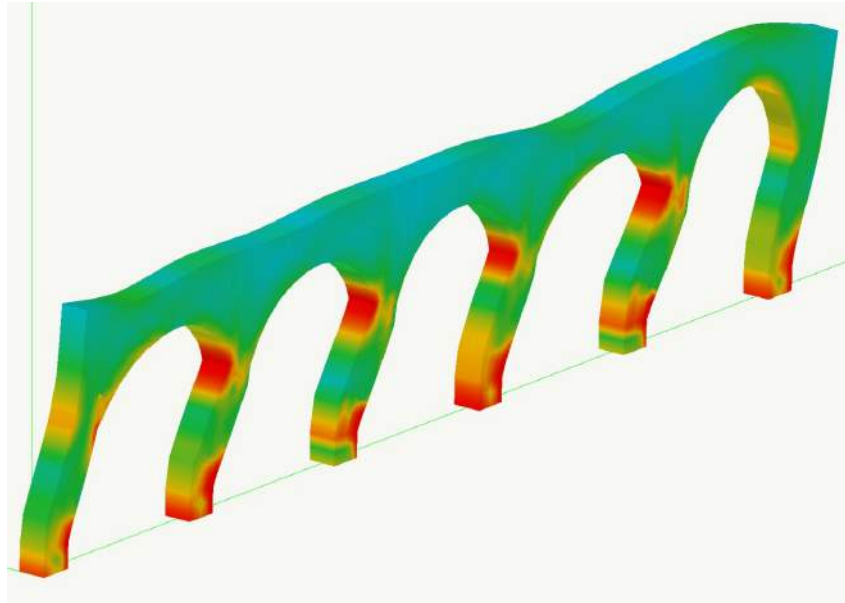
E' un caso, tra l'altro emblematico degli effetti di una normativa che non coinvolge i professionisti e "cala" dal mondo accademico attraverso il potere politico infatti l'approccio della normativa tecnica attuale è in linea con le ricerche accademiche portate avanti da alcuni ricercatori che hanno ANCHE partecipato alla stesura della normativa.



Per non dire poi dello spesso sottaciuto enorme problema di definire un telaio equivalente di strutture in muratura antiche e prive di ogni regolarità. Basta fare qualche prova per vedere che cambiando anche di poco il modello equivalente i risultati non si mostrino affatto stabili. La figura precedente è anch'essa tratta dallo stesso opuscolo di STA-Data. Oltretutto, visto che parliamo di automazione, l'automazione di questo aspetto è quanto mai inaffidabile se non impossibile.



In figura la risposta di un materiale a plasticità anisotropa e con eventuale mancanza di resistenza trazione (da Nòlian).



La figura precedente mostra un antico acquedotto romano verificato con Nòlian. In figura lo stato plastico. (Ing. Francesco Oliveto). Si tratta di 802 elementi ad otto nodi elasto-plastici e l'analisi ha impiegato 193 secondi, quindi nulla di proibitivo.

Quindi le murature si possono analizzare tranquillamente con elementi finiti “evoluti” e la normativa non dovrebbe porre limiti a queste ricerche private ed a questi sviluppi.

6. Disamina storica

Vediamo rapidamente la storia della evoluzione del dimensionamento dell'arco tratta dallo stupendo *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico* di Edoardo Benvenuto (Sansoni 1981) fortunatamente ristampato nel 2001 da *Storia e Letteratura* (pp. 948!).

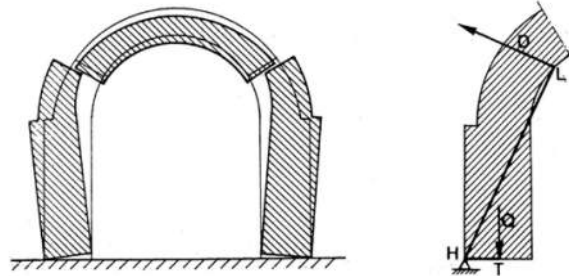


Fig. 6.3

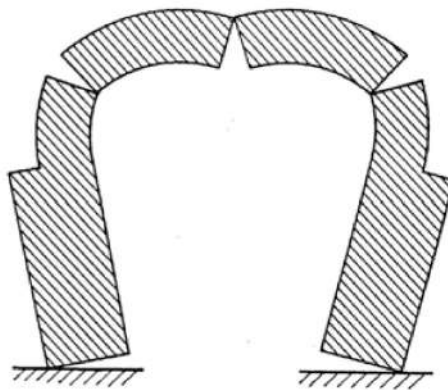


Fig. 6.4

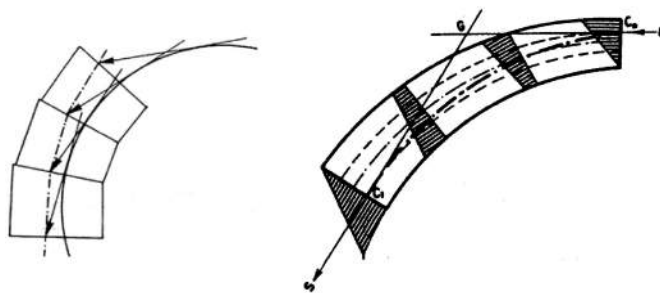


Fig. 6.5

De La Hire nel 1730 ipotizza l'arco come un cuneo spingente (Fig. 6.3). Coulomb da uno studio di Lorenzo Mascheroni supera il meccanismo del cuneo di de La Hire (Fig. 6.4). Eduard Henry Mèrig nel 1840 giunge ad uno studio tensionale dell'arco (Fig. 6.5). E' un continuo sviluppo.

La domanda è: se hai tempi di de La Hire il re Luigi XV, detto *Il beneamato*, avesse promulgato un

editto: si fa come dice il nostro del la Hire e basta! (e Luigi poteva ben farlo...) ci sarebbe stato Mascheroni?

Chiaramente la nostra è una provocazione anche perché i Mascheroni di oggi sono nei nostri dotti atenei, ma la scienza di oggi usa il computer come Koch usava il microscopio: uno strumento di ricerca. Quindi tarpando le ali con un editto ai computisti meccanici, che non sono i meccanici, è esattamente come l'editto di Luigi: si fa come dice de La Hire e basta!

Vediamo ora alcuni esempi eclatanti dove la normativa lascia molti dubbi per una corretta interpretazione algoritmica.

Quelli che seguono non sono “errori” della normativa che non è né nostro compito né nostra competenza rilevarli, ma sono esempi significativi di una impostazione spesso contraddittoria e non coerente che genera difficoltà non di poco conto ad una corretta automazione del processo progettuale.



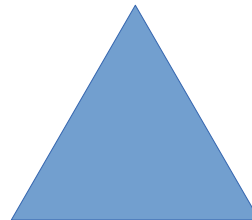
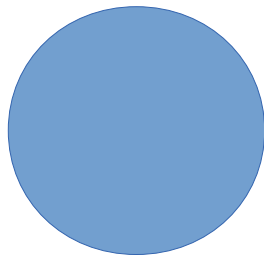
7. La mancanza di generalità nelle prescrizioni normative

7.1 Il taglio nel calcestruzzo

$$V_{Rsd} = 0,9 d \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} (ctg \alpha + ctg \theta) \sin \alpha \quad \text{NTC 4.1.18}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (ctg \alpha + ctg \theta) / (1,0 + ctg^2 \theta) \quad \text{NTC 4.1.19}$$

$$\tau_{max} = \frac{T}{0,9 d b_{min}} \quad \text{CALZONA 3.19.3}$$
$$\sigma_b = 2,0 \tau$$



La prima cosa che viene in mente, se si è un po' birichini, è chiedere al normatore di dirci quale è il valore di b nelle due figure precedenti. Ma non insistiamo facendo però notare che il problema non è affatto risolto nei termini delle prescrizioni di “legge”.

Le formule 4.1.18 e 4.1.19 delle NTC relative al taglio nelle sezioni in calcestruzzo, salvo la possibilità di considerare il traliccio resistente con inclinazione variabile, sono formalmente identiche a quelle che troviamo, ad esempio in un testo molto pre-NTC, (il primo che ci capita tra le mani dei vecchi testi) ad esempio *Appunti dalle lezioni di tecnica delle costruzioni* di Remo Calzona, edizione ESA, 1974 (!), a pagina 205 (formula 3.19.3). Nel testo di Calzona è spiegata accuratamente la derivazione di questa formulazione dalla teoria di Jourawsky.

Ragionando un poco sulla formula delle NTC, assumendo che si tratti di staffe per cui $\alpha = 90^\circ$, il valore di θ , legato al concetto di traliccio ad inclinazione variabile era ai tempi di Calzona assunto prudenzialmente $\theta = 45^\circ$ ed in ogni caso una norma avrebbe semplicemente potuto asserire che era ammesso considerare il traliccio resistente ad inclinazione variabile, senza dare una formulazione specifica. Levato questo coefficiente che fa sembrare esoterica la formula (cioè assumendo $\theta = 45^\circ$ per il nostro discorso), e levato dalla formula il coefficiente α_c che dovuto all'effetto del contributo della forza assiale alla resistenza al taglio e può essere valutato indipendentemente, portando al primo membro alcune variabili otteniamo per la resistenza del calcestruzzo (NTC 4.1.19):

$$\frac{V_{Rcd}}{0,9 d b_w} = 0,5 \alpha_c f'_{cd}$$

Ma poiché, parlando di tensioni, con traliccio di Mörsh “classico” $\sigma_b = 2 \tau$, la formula precedente assume l'espressione classica:

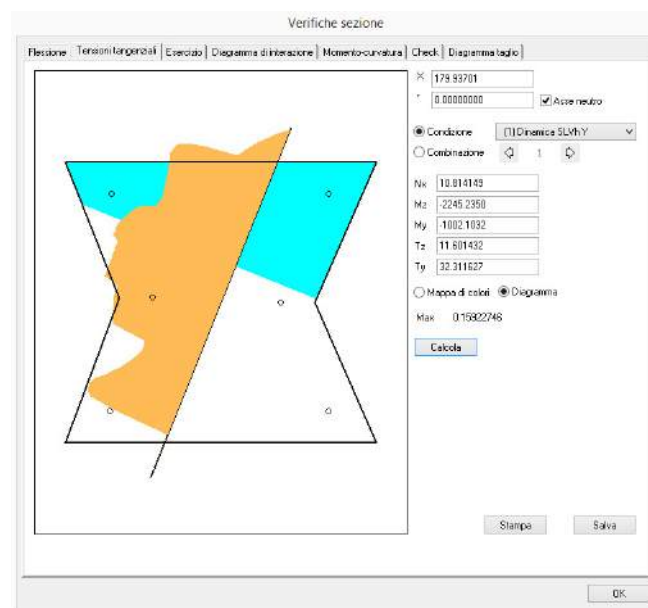
$$\frac{V_{Rcd}}{0,9 d b_w} = \tau_{cd}$$

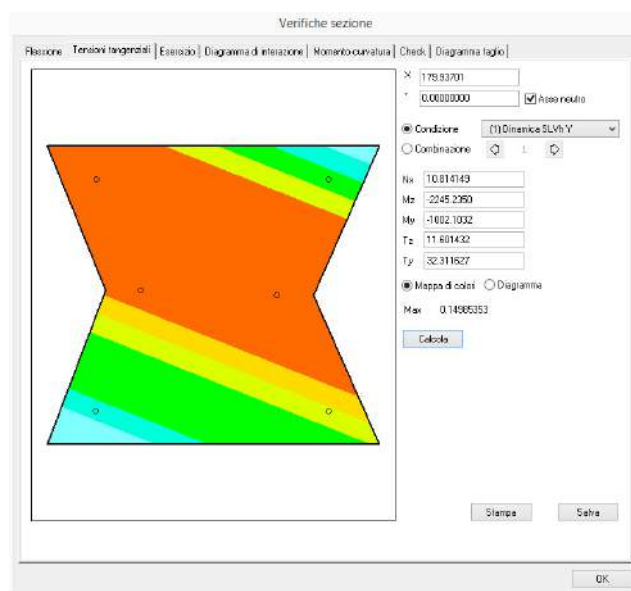
Si poteva scrivere semplicemente: il taglio etc. si verifica secondo i dettami della S.d.C assumendo eventualmente in via semplificativa il braccio delle forze interne pari a 0.9d secondo Jourawsky e considerando l'effetto della forza assiale eventualmente con la relazione etc. Inoltre, **IMPORTANTISSIMO**, τ_{cd} si può calcolare con metodi numerici sofisticati, la formula di normativa no.

Ora ci si chiede che necessità ha portato a recepire una formula arcinota in una “legge” ma soprattutto: immaginiamo di dare ad un progettista software quella formula come specifica di progetto del software. Poiché a tale progettista del software è stato anche detto che le sezioni in calcestruzzo hanno forme moto variabili che vanno dal cerchio alla T, ci chiederà: scusi quale è la larghezza minore, b_w , nel caso di una sezione circolare? E' ovviamente nulla, egli osserverà. Invece pare di no... Allora occorre “interpretare” la norma. E chi lo deve fare visto che la norma è una legge dello Stato? Si chiede al giudice – unico interprete autorizzato di un LEGGE, quale è la larghezza minore della circonferenza? Non era meglio semplicemente dire ciò che si deve fare e non COME lo si deve fare? Il problema non è peregrino perché il metro di misura non deve essere variabile: non è ammissibile che dove la norma è lacunosa ci si debba arrangiare ma se non la si applica sono guai. O si è flessibili da entrambe la parti o chi deve applicarla **PRETENDE** che sia precisa, congruente ed esaustiva.

La normativa **DEVE** dire che V_{Rcd} è funzione di (geometria, forza assiale, resistenza del meaterial etc.) cioè: $V_{Rcd} = f$ (parametri....) e **DEVE** dire che $V_{Rcd} > V_E$.

Ma **NON E' COMPITO** ELLA **NORMATIVA** DEFINIRE ***f*** !





Nelle due figure precedenti (da EasyBeam), l'andamento dello scorrimento in una sezione di forma qualsiasi ottenuta per integrazione numerica. Si veda la sensibilità del metodo che è in grado di tener conto addirittura delle barre di armatura. Questo metodo molto generale, sicuro, affidabile, ed è “a rigore”, FUORI LEGGE!

La meccanica computazionale consente di impiegare un'analisi non lineare di sezioni poligonali qualsiasi soggette a flessione. Una derivazione numerica consente il calcolo dello scorrimento medio lungo una linea secondo la ipotesi semplificativa di Jourawsky. Tale metodo consente di tenere in conto l'interazione con la forza assiale e di essere applicata a qualsiasi sezione.

La domanda è: questo metodo più sofisticato è da considerarsi compatibile con la normativa? Chi lo può asserire ufficialmente? Sarebbe onere del singolo progettista dimostrarlo agli uffici del Genio Civile? Il risultato potrebbe essere quello di fermare la ricerca di soluzioni più consone ad una corretta informatizzazione.

7.2 L'instabilità nelle strutture in legno

Altro caso eclatante. Strutture in legno, paragrafi 4.4.8.2.1 e 4.4.8.2.2. Il primo titola “Elementi inflessi (instabilità di trave)” ed il secondo “Elementi compressi (instabilità di colonna)”. Sia l'Eurocodice 5 che le istruzioni CNR DT 206-2007 hanno un terzo paragrafo ben più importante. Per le istruzioni CNR è il paragrafo 6.5.2.3 “Elementi presso-inflessi (instabilità composta di trave e colonna)”. E' facile constatare che questo paragrafo è il caso più generale dei precedenti due, che sono solo delle semplificazioni ad uso “manuale” del terzo paragrafo. Solo il buon senso, e non un algoritmo (quale è il limite dell'una o dell'altra sollecitazione?), può definire se è il caso o meno di considerare un elemento compresso o inflesso perché in genere le due sollecitazioni sono presenti entrambe. Quindi i primi due paragrafi sono INUTILI essendo solo dei sotto-problemi del terzo e confondono chi deve applicare la norma. Per di più nel caso delle NTC il terzo paragrafo è stato dimenticato di riportare. Si tratta evidentemente di una semplice distrazione perché la mancanza di tale capitolo lascia un vuoto per i caso di presso-flessione. Ma, ripetiamo, la normativa non è una linea guida, ma è una LEGGE dello Stato e quindi chi è che si deve prendere la briga di interpretarla dove è carente o contraddittoria?

8. Discontinuità nei modelli

La normativa per le strutture esistenti in calcestruzzo torneremo anche in seguito perché è un ottimo esempio di come si possano complicare le cose riteniamo inutilmente.

“La verifica degli elementi 'duttili' viene eseguita confrontando gli effetti indotti dalle azioni sismiche in termini di deformazioni con i rispettivi limiti di deformazione. La verifica degli elementi 'fragili' viene eseguita confrontando gli effetti delle azioni sismiche in termini di forze con le rispettive resistenze.” così recita il Commentario alle NTC al paragrafo C8.7.2.4.

Come si vede vi è una netta biforcazione tra i metodi di verifica da adottare i quali ovviamente non avendo una continuità metodologica, conducono a risultati, in termini di fattore di sicurezza, non sovrapponibili. Il concetto è assolutamente condivisibile, ma solo se la discriminante fosse sotto il controllo del progettista. Così non può essere perché la norma è tassativa. Ora cosa consente di classificare un elemento come duttile o fragile? La necessità della classificazione è funzionalmente ineccepibile in quanto i meccanismi di rottura per taglio o per flessione sono molto diversi e sono da valutare con modelli diversi. Il discriminante è dunque il taglio massimo equilibrante i momenti ultimi delle sezioni di estremità, e cioè, nel caso non agisca un carico gravitazionale sull'elemento:

$$V_{sd} = \max \left\{ \frac{M_R^{T+} + M_L^{T-}}{L_{netta}}; \frac{M_R^{T-} + M_L^{T+}}{L_{netta}} \right\}$$

Il taglio sollecitante sopra definito deve essere confrontato con il taglio resistente V_{rd} . Ora il valore di V_{sd} costituisce uno “spartiacque” numerico dove vi è una discontinuità. Basta una variazione piccolissima, infinitesima (di quantità di armatura ad esempio), per far scattare uno o l'altro metodo che portano a risultati molto diversi. Non si tratta di un processo “caotico”, nel senso matematico del termine. Ma certamente una perturbazione piccolissima dei dati iniziali porta ad una variazione molto grande dei risultati. Anche qui, come abbiamo già detto, una soluzione tecnicamente ineccepibile, attuabile con buon senso in modo molto utile, può dar luogo, se affidata ad un sistema automatico, addirittura a dei contenziosi se non civilistici almeno burocratici. Infatti la discontinuità è causata da una metodologia che è LEGGE dello Stato. Chiunque abbia un programma di calcolo che consente una rapida interattività può far la prova: si modifichi il passo delle staffe e si verifichi se l'elemento è classificato come duttile o fragile. Si cambi il passo fino a trovare il valore limite e quindi si può constatare come, variano di pochissimo tale valore, il coefficiente di sicurezza nella verifica dell'elemento scatti di valori non proporzionali alla variazione dei dati.

9. Complessità logica

9.1 Le strutture esistenti

La normativa, tornando alle strutture esistenti, propone un metodo di classificazione estremamente intricato. Anche leggendo la normativa si ha spesso l'impressione che si stia leggendo un non-sense o uno scioglilingua. Soltanto per le proprietà dei materiali da usare vi è nel Commentario la tabella C8.4 che è già piuttosto conturbante.

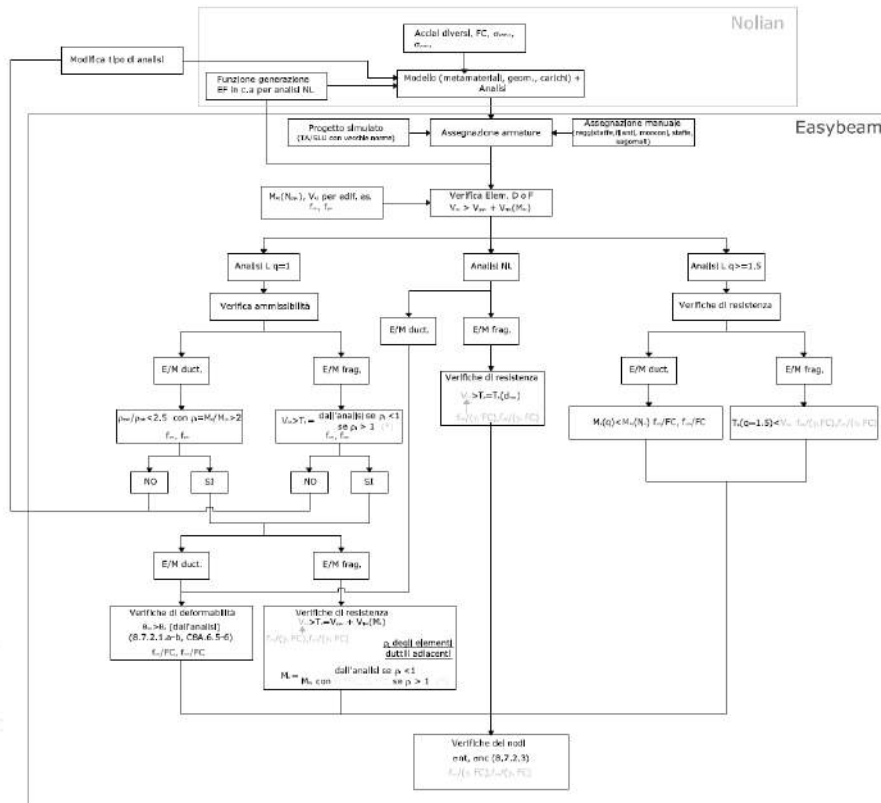


Fig. 9.1

La figura 9.1, per cortesia dell'Ing. Cristiano Bilello, mostra un diagramma di flusso per la verifica delle strutture esistenti. Il diagramma in effetti sarebbe anche più complesso, ma già questa sintesi mostra la complessità logica della concezione dei metodi di verifica. Chiunque abbia tentato di destreggiarsi mentalmente con un grafo che prevede più di 4 o 5 possibilità si sarà sentito sperduto. Ciò anche nella vita quotidiana: vado a trovare Gianni, ma se c'è Alfredo che non mi è simpatico è meglio che dica anche a Mario di venire per farmi compagnia ma se Mario non può potrei dirlo a Giovanni ma se Giovanni esce con sua moglie forse anche mia moglie vuole uscire con la moglie di Giovanni e ed allora non possiamo andare da Gianni. Provate. Però, si dice: lo "fa il software". Non è così vero come sembra. Vi sono varie "metriche" per valutare la complessità del software, una delle più semplici ed efficaci è la "complessità ciclomatica di Thomas J. McCabe. Si tratta, semplificando molto il concetto, di contare i percorsi che si possono fare per giungere alla fine del grafo. McCabe ritenne che una complessità ciclomatica maggiore di 10 sia sconsigliabile nel software. Tale limite è consigliato anche dal NIST (*National Institute for Standard and*

Technologies). Bene. La normativa per le strutture esistenti, almeno contando sul diagramma precedente, arriva ad un valore di 11. Sconsigliabile.

La complessità eccessiva è difficile da gestire anche per chi scrive un programma, nasconde insidie potenziali ad ogni “bivio”, richiede dei “casi prova” almeno pari al numero di percorsi possibili (quindi l'attività di testing aumenta di costo e diminuisce di affidabilità). E vi sono poi altre ragioni più tecniche sulle quali non ci pare il caso di soffermarci. Notiamo solo che il comportamento “caotico” visto al punto precedente, si amplifica al moltiplicarsi delle diramazioni. Siamo sicuri che i vantaggi che si ottengono applicando, tramite una procedura complessa, dei coefficienti che variano di poche unità percentuali, si ottenga poi una qualità altrettanto sofisticata in uscita di tale procedura complessa? Ne dubitiamo fortemente.

10. Incertezza probabilistica

Occorrerebbe uno studio storico più approfondito, ma varrebbe la pena farlo. Il DM LL.PP. del 4 maggio 1990, relativo al progetto e collaudo dei ponti, introduce un metodo di combinazione dei carichi che non viene ancora definito "semi-probabilistico" ma contiene dei coefficienti di sicurezza parziale (vedi Fig. 8.1). In effetti una verifica di ponti all'epoca (è molto ben documentata quella nella provincia di Bolzano) poneva un problema non indifferente. Infatti molti ponti resistevano egregiamente a carichi ben superiori a quelli previsti dalle norme dell'epoca, ma avrebbero dovuto invece avere un traffico limitato nel rispetto della norma. Il costo sociale del rispetto di norme troppo restrittive era improponibile. Si pose allora attenzione ai coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa e vennero dei forti dubbi sulla eccessiva severità di questi.

STATI LIMITE ULTIMI

U I	1,5(1,0)	1,5(1,0)	1,5(β_2)	1,2(0,85)	1,2(0)	1,2(0)	1,2(0)	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5	(**)
U II	1,5(1,0)	1,5(1,0)	1,5(β_2)	1,2(0,85)	1,2(0)	1,2(0)	1,2(0)	1,5	1,5	0	0	0,9	1,5	1,5	
U III	1,5(1,0)	1,5(1,0)	1,5(β_2)	1,2(0,85)	1,2(0)	1,2(0)	1,2(0)	1,5	1,5	1,5	0	0,3	1,5	1,5	
U IV	1,5(1,0)	1,5(1,0)	1,5(β_2)	1,2(0,85)	1,2(0)	1,2(0)	1,2(0)	1,5	1,5	0	1,5	0,3	1,5	1,5	

Fig. 10.1

Non si parlava, in questa norma, di metodo "semi-probabilistico", ma pare chiaro che i riflettori si accesero sui coefficienti di sicurezza. In effetti il metodo "semi-probabilistico" entrò nella norma qualche anno dopo (nel 1996 per le costruzioni) e pare evidente che il metodo probabilistico era una giustificazione pseudo-scientifica della scelta dei coefficienti di sicurezza. Si nota che il termine "semi" indicava proprio che il metodo era ibrido: probabilistico per i dati, deterministico nei metodi.

L'impressione che ne deriva, è che una cautela giustificata per i ponti entrò nella pratica progettuale anche di strutture più modeste. Non sta a noi dare giudizi sui metodi adottati nelle norme ma è nostro compito segnalare come maggiore è la complessità del metodo maggiore è la probabilità che nella applicazione vi sia una "probabilità" di introdurre incertezze.

Il coefficiente di sicurezza, prima del metodo semi-probabilistico, veniva definito scherzosamente "coefficiente di ignoranza". Si assumeva cioè che vi potessero essere delle incertezze nel progetto. Questo concetto è scomparso dalla cultura del progetto. Si è spostata l'incertezza dal progetto alla conoscenza dei dati iniziali. Si tratta di un approccio che ha radici filosofiche profonde. Il dibattito sul significato di "probabilità" è tutt'ora accesissimo. Qui ci limitiamo a far notare che si tratta di un concetto per nulla intuitivo. Innanzi tutto vi è una probabilità epistemica, legata appunto alla non conoscenza, ed una probabilità olistica, cioè propria del sistema generatore di incertezza, come un dado o un mazzo di carte.

La probabilità olistica qualche filosofo attuale tende a legarla a quella epistemica asserendo che se si conoscessero esattamente tutti i dati iniziali, si potrebbe anche prevedere quale numero si presenterà lanciando un dado. Vi è poi l'interessantissimo lavoro di Kolmogorov che associa la definizione di probabilità alla informazione. Da Wikipedia citiamo un brano che illustra come si dovrebbe parlare di probabilità con molta cautela:

Alcuni statistici assegneranno delle probabilità solo agli eventi che si pensano essere casuali, in base alle loro frequenze relative, o a sottoinsiemi di popolazione in relazione al tutto; questi sono frequentisti. Altri assegnano probabilità a proposizioni incerte o secondo gradi soggettivi di confidenza nella loro verità, o a livelli logicamente giustificabili di confidenza nella loro verità. Tali persone sono Bayesiani. Un Bayesiano può assegnare una probabilità alla proposizione che c'era vita su Marte un miliardo di anni fa, dal momento che questo è incerto; un frequentista non assegnerebbe una probabilità a tale proposizione, poiché non si tratta di un evento casuale che abbia una frequenza relativa a lungo termine.

Qui vorremmo però sottolineare come nelle prove sperimentali si ammette una incertezza epistemica strumentale. Analogo fenomeno accade nel software che è uno strumento. Il software e l'uso del software hanno una incertezza epistemica che aumenta con la complessità ed allora aumentare la presunta accuratezza del metodo, aumentandone la complessità, siamo certi conduca ad una incertezza totale minore? Non ne siamo affatto convinti. Almeno finché il "coefficiente di ignoranza" (del progetto) non torni nella cultura del progetto.

Un esempio eclatante, e involontariamente comico, di questa iperfiducia nella matematizzazione è stata offerta dalla recente proposta di revisione della normativa per le strutture esistenti ad opera del CNR. Nel progetto strutturale le variabili associate ad una incertezza sono molte. Se assumiamo di avere due variabili (ad esempio resistenza di un materiale e accelerazione sismica) e assumiamo che tali variabili possano assumere, diciamo 5 valori di incertezza, avremmo 25 casi da esaminare. E' chiaro che i casi da esaminare sono s^v , con v numero di variabili ed s numero degli stati. Esiste un metodo nell'analisi statistica di dati sperimentali che porta i casi da esaminare a s^{v-1} . Si tratta del "quadrato latino". Il nome pare derivi dalle prime applicazioni della statistica a esperimenti agrari che vedevano i campi divisi in settori quadrati come l'accampamento romano.

Per esempio, indicando nelle colonne i 4 livelli (I, II, III, IV) del primo fattore, nelle righe i 4 livelli del secondo fattore (1, 2, 3, 4) e con A, B, C, D i 4 livelli del trattamento principale o terzo fattore, la rappresentazione tabellare dell'esperimento a quadrati latini 4 x 4 diventa:

	COLONNE			
RIGHE	I	II	III	IV
1	D	B	C	A
2	C	D	A	B
3	B	A	D	C
4	A	C	B	D

Fig. 10.2

Abbiamo preso questo esempio da "*Fondamenti di statistica applicata all'analisi e alla gestione dell'ambiente*" di Lamberto Soliani. La proposta CNR, un poco comicamente, introduce lo "ipercubo latino" con evidente gusto per la parola roboante che però nasconde un numero di analisi da effettuare altrettanto comica. Se l'incertezza epistemica insita nell'applicazione di questo metodo fosse tenuta in conto e se il costo della applicazione venissero valutati con la stessa fantasia con cui

si sono valutate le altre incertezze, si scoprirebbe che un metodo così complicato è semplicemente inapplicabile.

11. L'eredità del calcolo “manuale”

Cosa è la “rigidezza di piano” che viene citata per la definizione di regolarità? Ai tempi del calcolo “manuale” non si poteva fare molto di più che sommare le rigidezze dei pilastri trascurando l'influenza dell'insieme trave-pilastro. Ora che il calcolo automatico consente una più corretta valutazione della rigidezza come rapporto forza spostamento si può porre il problema, prima necessariamente trascurato, delle condizioni di vincolo alla base dei pilastri di piano. Infatti la “condizione di vincolo” dipende dalla rigidezza del piano sottostante. Dunque non si ha la stessa rigidezza di due piani identici. La rigidezza di piano è un elemento prescritto dalla normativa per valutare la regolarità. Ma se è così mal definito il concetto, come si può farne una prescrizione di LEGGE? Se il normatore intendeva la rigidezza del piano avulso dal contesto (con i pilastri incastrati alla base e liberi in sommità), doveva specificarlo. In questo modo si apre la strada a contenziosi burocratici a confronti impropri tra programmi di calcolo diversi. Se poi ci mettiamo anche un verificatore automatico come il SIERC chi ha ragione?

Quando apparve nella normativa il problema di valutare la regolarità, vi fu un notevole contributo scientifico, poi ovviamente smorzatosi. Il lavoro di Mueller e Keintzel, ripreso da Mazzolani, Calderoni, Ghersi e altri, suggerisce delle modalità numeriche molto più congruenti di quelle IMPOSTE dalla normativa. E' possibile cioè, tramite un'analisi statica della intera struttura applicando per ogni piano forze e momenti proporzionali al primo modo di vibrare, ottenere una accurata valutazione della eccentricità del centro di rigidezza rispetto al centro di massa, ma soprattutto il calcolo del rapporto tra giratore delle rigidezze e delle masse che indica il rapporto tra frequenze disaccoppiate dei modi di vibrare traslazionale e rotazionale. Secondo gli autori citati, verificata una variazione contenuta (inferiore al 25%) in altezza dell'eccentricità, il suddetto rapporto di giratori di rigidità e di masse indica i limiti di eccentricità accettabili.

12. Il pelo nell'uovo

Andiamo ora un poco fuori tema toccando un argomento che non ci compete. Ma è nostra convinzione che la normativa che si dice “prestazionale” sia invece, nella concezione, fortemente prescrittiva proprio perché è LEGGE e la legge non può essere “prestazionale”... Un esempio per tutti: le strutture in muratura non si possono analizzare con il metodo degli elementi finiti ma discretizzandole in non meglio precisabili “maschi” e “fasce”. La normativa prescrivendo dei metodi e non solo dei requisiti minimi, tarpa la ricerca di soluzioni numeriche avanzate e trasforma il software da un sistema che può fornire informazioni al progettista, ad uno strumento burocratico. E' utile sapere che dei Paesi europei solo Portogallo, Italia e Romania hanno norme tecniche con valore di legge dello Stato. Questa valenza della norma la snatura completamente. Ma è proprio necessaria? La norma non fa differenza tra impegno del problema: si applica indistintamente ad un edificio di 20 piani come ad una villetta monofamiliare al mare. Chiunque capirebbe che forse l'impegno e le capacità progettuali sono molto diverse.

Qui daremo alcuni spunti su un tema che chi ha maggiori capacità di noi di fare valutazioni economiche dovrebbe approfondire e che qui preghiamo di essere indulgente. Abbiamo fatto un modello di edificio abitativo e lo abbiamo progettata a Milano, Roma e Reggio Calabria. Molto banalmente abbiamo calcolato la differenza di armatura nelle tre strutture lasciando invariato il dimensionamento. Considerando l'incidenza delle armature sul costo della struttura e considerando l'incidenza del costo della struttura in un edificio abitativo, la differenza tra Milano e Reggio Calabria a noi risulta del 5,7%. Qui ci affidiamo a chi a più dimestichezza di noi con i prezzari avvisando che non abbiamo tenuto conto della variazione dei prezzi per regione. Ma non crediamo di essere andati lontano. Cioè, costruire a Milano come se si fosse a Reggio Calabria costa molto meno degli oneri urbanistici! Si consideri che le tabelle di sismicità vengono pubblicate con 4 decimali e la zonizzazione è su un reticolo di 4 km. E questo quando da un estremo all'altro dell'Italia in effetti la variazione di costo è così modesta? E questo genera un altro pericoloso fenomeno, che si sposta l'attenzione del progettista, il suo tempo e le sue risorse, più sulla normativa che non sul SAPER costruire e saper FAR costruire.

Chi scrive è un ammiratore di Uğur Ersoy, notissimo ingegnere turco che ha redatto “*A simple approach for preliminary design of reinforced concrete structure to be built in seismic regions*”. Questo testo è impiegato come linee guida in numerose regioni della Turchia. E' interessante la sua introduzione all'argomento. Egli inizia da una valutazione delle cause dei crolli dovuti a terremoti. Traduciamo sintetizzando. (Il testo è disponibile su Internet in formato pdf).

Le osservazioni condotte dall'autore dopo il terremoto di Adapazari del 1967, rivelano che [...] le cause principali che causarono gravi danneggiamenti e crolli, possono classificarsi in tre gruppi:

- a) errori nella scelta del sistema strutturale o della configurazione architettonica*
- b) inadeguatezza o mancanza di particolari sulla disposizione delle armature*
- c) mancanza di controlli durante al costruzione.*

E poi, ancora, poco oltre:

Gli edifici sono spesso progettati da quelli che possono essere definiti “medi ingegneri”. Per la loro mancanza di esperienza, questi ingegneri non comprendono a fondo le complesse prescrizioni dei codici di costruzione turchi. Essi acquistano un software e lo usano come una scatola nera senza comprendere i concetti fondamentali che sono alla base.

Concludiamo riportando una tabella di dimensionamento che ci lascia ad amare riflessioni: perché da noi, in Italia, tanti begli ingegni non comprendono che costruire, come diceva Nervi, è più un'arte che non una scienza?

Table 1. Shear Strength of columns

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
h	b	f_{ctd}	A_c	A_{sw}/s	f_{ywd}	V_{cr}	V_c	V_w	V_r	V_r/V_{cr}
(mm)	(mm)	(MPa)	(mm ²)	(mm)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
300	300	1.1	90000	0.50	365	64.4	51.5	47.5	98.9	1.54
350	300	1.1	105000	0.50	365	75.1	60.1	47.5	107.5	1.43
350	350	1.1	122500	0.50	365	87.6	70.1	56.6	126.6	1.45
400	300	1.1	120000	0.50	365	85.8	68.6	47.5	116.1	1.35
400	350	1.1	140000	0.50	365	100.1	80.1	56.6	136.7	1.37
400	400	1.1	160000	0.50	365	114.4	91.5	65.7	157.2	1.37
450	300	1.1	135000	0.79	365	96.5	77.2	75.0	152.2	1.58
450	400	1.1	180000	0.79	365	128.7	103.0	103.8	206.8	1.61
450	450	1.1	202500	0.79	365	144.8	115.8	118.2	234.1	1.62
500	300	1.1	150000	0.79	365	107.3	85.8	75.0	160.8	1.50
500	400	1.1	200000	0.79	365	143.0	114.4	103.8	218.2	1.53
500	500	1.1	250000	0.79	365	178.8	143.0	132.6	275.6	1.54
600	300	1.1	180000	0.79	365	128.7	103.0	75.0	177.9	1.38
600	400	1.1	240000	0.79	365	171.6	137.3	103.8	241.1	1.40
600	500	1.1	300000	0.79	365	214.5	171.6	132.6	304.2	1.42
600	600	1.1	360000	0.79	365	257.4	205.9	161.5	367.4	1.43

Fig. 12.1

Ah, dimenticavamo di dirvi: le istruzioni di Ersoy constano di 16 pagine.

13. Riferimenti autorevoli

L'ordine degli Ingegneri di Milano si è pronunciato sulla normativa e su La Rivista dell'Ordine degli Ingegneri di Milano la Commissione Strutture ha scritto un pregevole articolo al quale rimandiamo. E' sottoscritto dai membri della commissione: Bruno Finzi, Danila Campagna, Michele Capè, Claudio Chesi, Arturo Donadio, Mauro Giuliani, Pietro Romani, Paolo Rugarli. Qui desideriamo solo riportare alcuni passi che suffragano quanto diciamo benché siano opinioni viste dall'ottica ovviamente del professionista e non da chi fa software che ha differenti problemi.

“Esistono alte professionalità non corrispondenti a docenze universitarie, che possono tranquillamente interloquire su problematiche specifiche con elevata autorevolezza. Nonostante ciò non si ha notizia di un sistematico coinvolgimento degli ingegneri più esperti nella stesura delle norme che di fatto sono state da sempre appannaggio degli ingegneri docenti universitari.”

Assolutamente condivisibile con ovvia estensione alle competenze informatiche delle softwarehouse.

“Il lavoro dei Normatori è dunque un lavoro diverso da quello dei ricercatori e richiede specifiche abilità tecniche volte a raggiungere l'obiettivo della semplicità senza andare a scapito della affidabilità, ma semmai sacrificando una quota parte della precisione della quale si riconosce la sostanziale illusorietà data la intrinseca convenzionalità dei calcoli eseguiti.”

Qui con condivisibile atteggiamento si suggerisce pacatamente che siano le organizzazioni professionali e non le università a redigere le normative come per altro avviene in altri Paesi. Ci sentiamo autorizzati a suggerire che anche chi fa software sia chiamato a “raggiungere l'obiettivo della semplicità” ed aggiungeremmo della affidabilità e della robustezza che sono generate soprattutto da una adeguata formulazione del problema.

“L'Ordinanza 3274 introduceva la analisi “pushover” [...] ma di fatto si assiste ad un uso indiscriminato applicato a strutture esistenti [...] e tutt'altro che in grado di esibire un comportamento plastico”.

Anche qui, benché questo tipo di analisi escluda un approccio “manuale”, le softwarehouse hanno sempre messo in guardia da applicare metodi numericamente molto complessi da parte di chi non conosca a fondo la materia. Si tratta cioè di metodi che NON possono, per la loro specificità, trovare spazio in una normativa come indicazioni procedurali.

“La maggior parte delle costruzioni è relativamente semplice e le esigenze di economicità spesso non sono legate al risparmio del materiale. Pertanto progettazioni semplificate o semplici sarebbero altamente auspicabili, e così metodi di chiara e rapida applicazione. Sembra quindi che una buona norma preveda metodi di diversa complessità da utilizzare a seconda delle esigenze.”

Chi scrive ha sempre auspicato e ritenuta indispensabile questa diversificazione. Nell'ambito del software, poiché l'utilizzatore ha intrinseche difficoltà a valutare la completezza e complessità con la quale un software affronta il problema, è generalmente spinto dal mercato ad usare software in grado di dare risposte mediamente accettabili per problemi semplici che però vengono visti come software generali da potersi usare per qualsiasi problema a prescindere dalle difficoltà. Oltretutto questa irriconecibilità dei livelli qualitativi sposta la valutazione del software sull'aspetto dei prezzi e pertanto viene favorita una produzione a basso livello qualitativo.

“Dunque la possibilità che le procedure di calcolo diano risultati inattendibili o errati è tutt'altro che ipotetica. Peraltro le norme non sono affatto scritte avendo in mente la loro programmabilità e certo non da persone esperte di programmazione . Da questa situazione appare velleitaria la pur giustissima prescrizione del capitolo 10 NTC 2008 di validare o motivare i risultati, stante il fatto che [...] sono spesso impossibili da validare.”

Questo argomento è stato da noi fin dall'inizio sostenuto e pertanto non sono necessari commenti.

“Per quanto riguarda le incertezze, l'uso di trattare statisticamente i dati ha forse dato a qualcuno l'illusione che si possa calcolare la probabilità di collasso che invece è cosa ben diversa”

Si conferma la nostra convinzione già espressa sulla inutile complicazione introdotta con il calcolo statistico-deterministico.

“E' illusorio e controproducente l'uso indiscriminato e generalizzato di procedure di calcolo molto complesse poiché la maggior precisione di cui sono portatrici è elisa dalle incertezze sui dati di input e dalla impossibilità pratica di svolgere una mole di calcoli proibitiva e fattibile solo a mezzo di procedure automatiche di ardua validazione.”

Qui aggiungiamo che la complessità si riflette anche sulla struttura delle procedure di calcolo che non sono affatto immuni dal problema solo perché sono “automatiche” e che soprattutto richiedono una struttura logica del problema molto robusta e dettagliata.

L'articolo termina con la richiesta di “*correggere le NTC 2008 con l'aiuto ed il supporto degli Ordini*”.

Noi aggiungiamo che, poiché è ormai riconosciuta, anche in questo articolo, la necessità di soluzioni automatizzate, oltre all'aiuto ed al contributo degli Ordini, occorre l'aiuto ed il contributo delle Associazioni dei Produttori di software.

