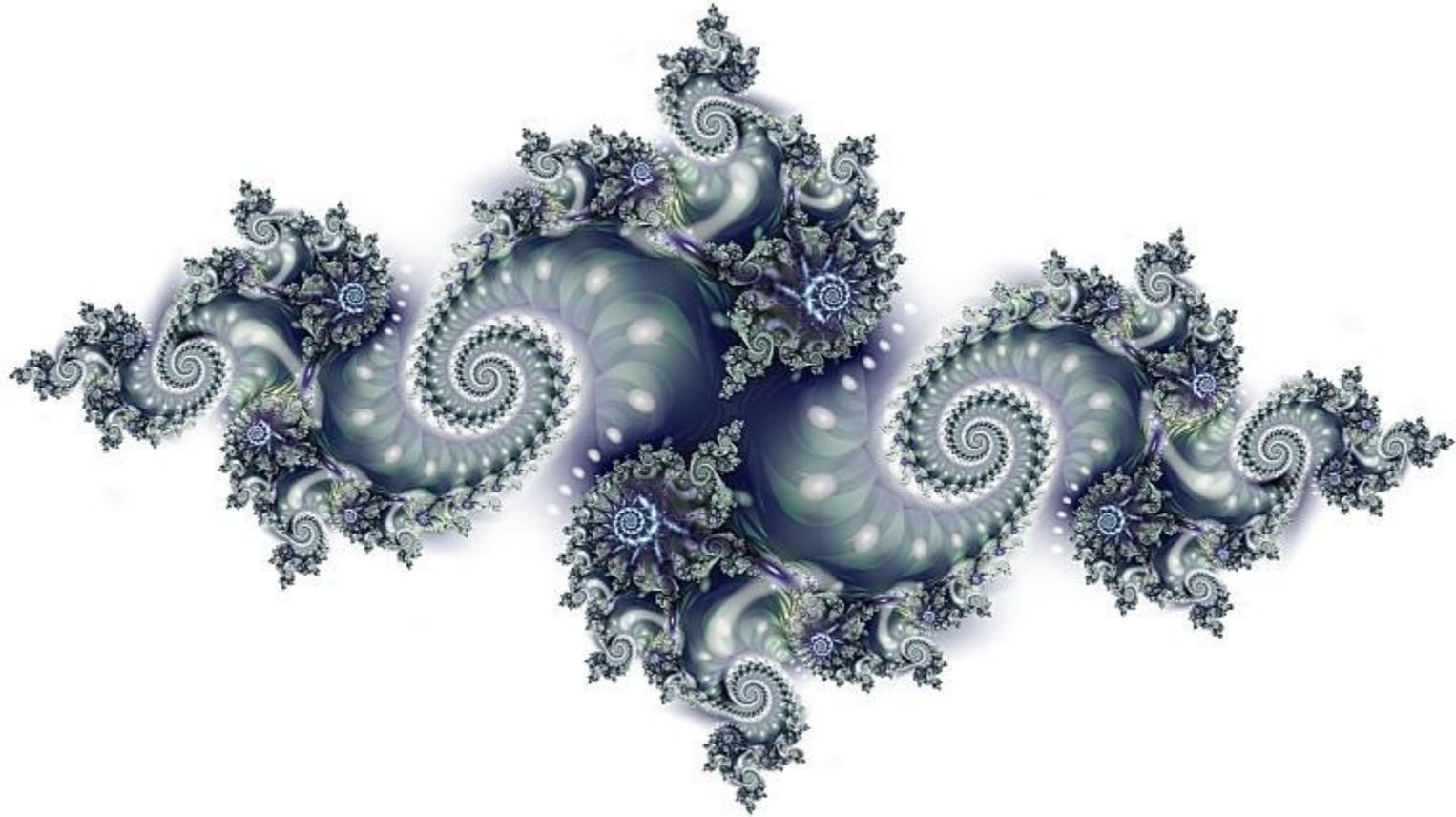


# LA REVISIONE DELLE NORME TECNICHE

## Sintesi commentata, Osservazioni e Raccomandazioni dal mondo delle Software House

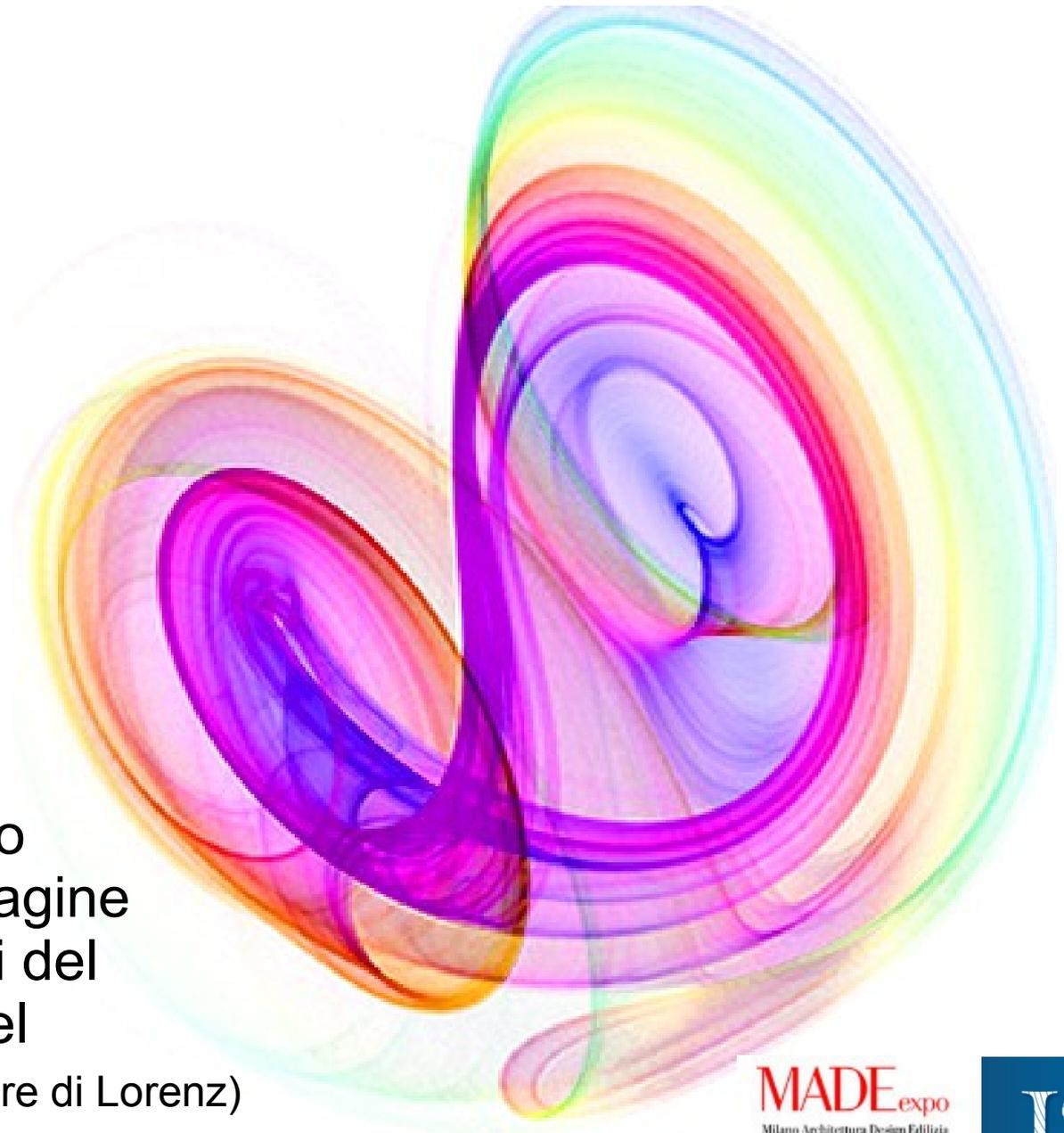
Milano – 18 Marzo 2015

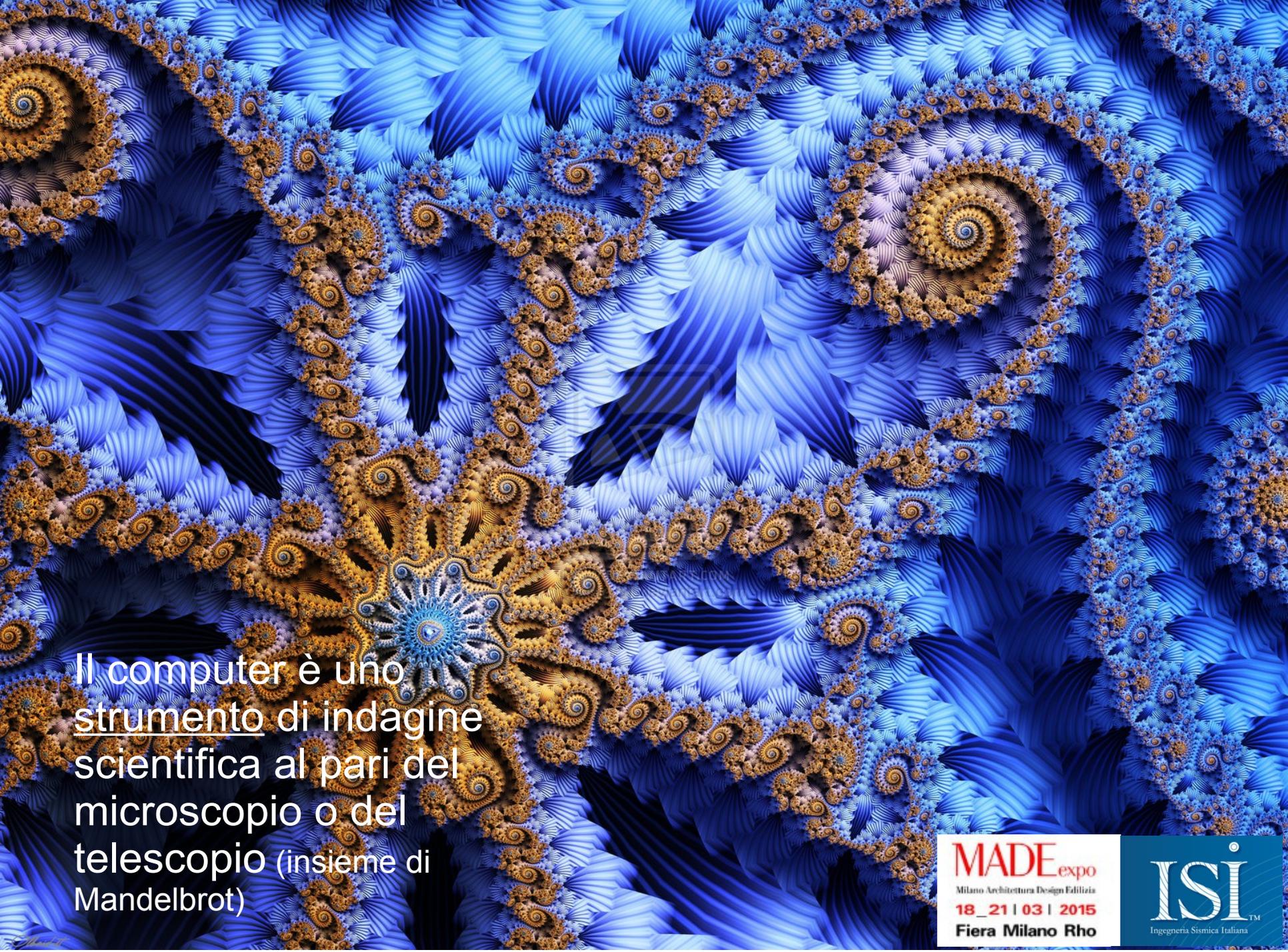
I problemi di informatizzazione  
della normativa  
Roberto Spagnuolo



Il computer è uno strumento di indagine scientifica al pari del microscopio o del telescopio (insieme di Julia)

Il computer è uno strumento di indagine scientifica al pari del microscopio o del telescopio (attrattore di Lorenz)





Il computer è uno strumento di indagine scientifica al pari del microscopio o del telescopio (insieme di Mandelbrot)

**MADE**expo  
Milano Architettura Design Edilizia  
18\_21 | 03 | 2015  
Fiera Milano Rho

**ISI**<sup>TM</sup>  
Ingegneria Sismica Italiana

Il computer è uno strumento di indagine scientifica al pari del microscopio o del telescopio (cavolfiore)

Software e normativa

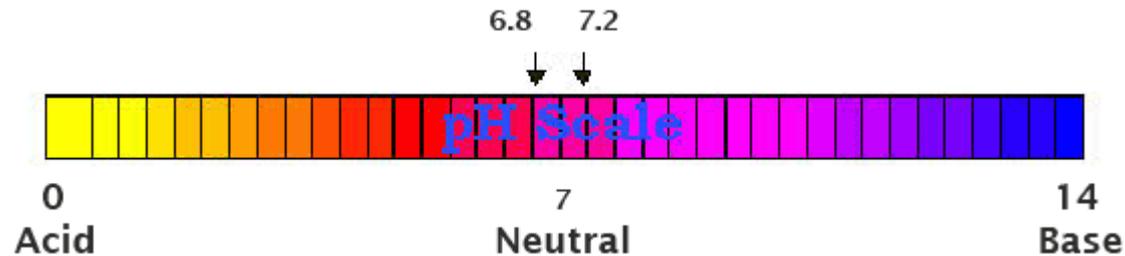


**MADE**expo  
Milano Architettura Design Edilizia  
18\_21 | 03 | 2015  
Fiera Milano Rho



Se la normativa si basa su metodi prescrittivi pseudo-scientifici,  
DEVE superare il test della algoritmizzazione.

Il software è la CARTINA DI TORNASOLE della normativa.





**MADE**expo  
Milano Architettura Design Edilizia  
18\_21 | 03 | 2015  
Fiera Milano Rho





Roberto Spagnuolo

# IL CONVITATO DI VETRO

Il ruolo del software nel labirinto delle norme tecniche



**MADE**expo  
Milano Architettura Design Edilizia  
**18\_21 | 03 | 2015**  
**Fiera Milano Rho**





L'iperegolamentazione  
è un sintomo di insicurezza  
classificato come  
**disturbo ossessivo compulsivo  
di personalità**

Il **disturbo ossessivo compulsivo di personalità**, è un disturbo di personalità caratterizzato da un complesso di risposte rigide della personalità, comportamenti e sentimenti che si manifestano in più ambiti e si raccolgono perlopiù in questi insiemi:

Tendenza a conformarsi a procedure, abitudini o regole in modo eccessivo e non flessibile  
Occorrenza di pensieri o comportamenti ripetitivi  
Costante perfezionismo

La personalità ossessiva manifesta un senso di ansia quando le procedure vengono alterate o gli standard tendenti al perfezionismo non sono soddisfatti. Vi è spesso un atteggiamento generale di **inflessibilità di giudizio** (talvolta – ma non sempre – moralismo), desiderio di **ordine e fedeltà alla routine**, inquietudine eccessiva in situazioni che il soggetto percepisce come non prevedibili. Un tratto caratteristico osservabile è il **perfezionismo**.

Queste persone mostrano a volte **notevoli difficoltà a distinguere a prima vista i livelli diversi di importanza delle questioni**, cioè a limitare la **preoccupazione per i dettagli rispetto agli aspetti essenziali**. Hanno **difficoltà a delegare compiti ad altri** temendo che non siano svolti con le procedure desiderate. Gli standard elevati che essi chiedono agli altri in tutti gli ambiti possono creare significativi problemi alla vita di relazione.

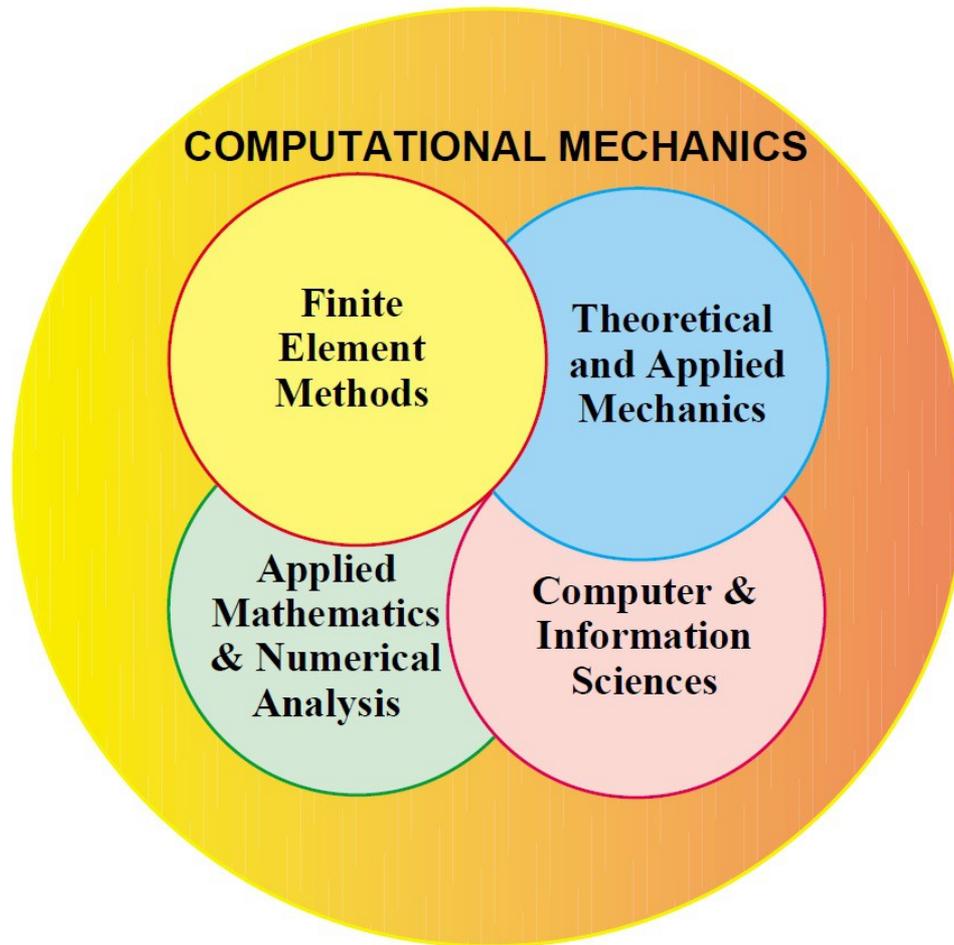
I meccanismi di difesa dell'Io tipici della personalità ossessiva sono l'annullamento, la rimozione, la formazione reattiva, l'isolamento dall'affetto e l'intellettualizzazione. (Wikipedia)

- Una normativa, che è LEGGE dello Stato, deve definire QUANTO (che è scelta politica) non COME (che è ambito tecnico).
- Se una norma definisce il COME deve farlo in modo ALGORITMICO e cioè tramite una metodologia che consenta di controllare COMPLETEZZA e CONGRUENZA
- Se una norma richiede l'uso di mezzi di calcolo automatico, a causa della sua complessità sia strutturale che di requisiti, deve essere REDATTA tenendo conto della natura di questi mezzi di calcolo.

Il nostro lavoro come softwarehouse ci vede coinvolti nell'ultimo punto:

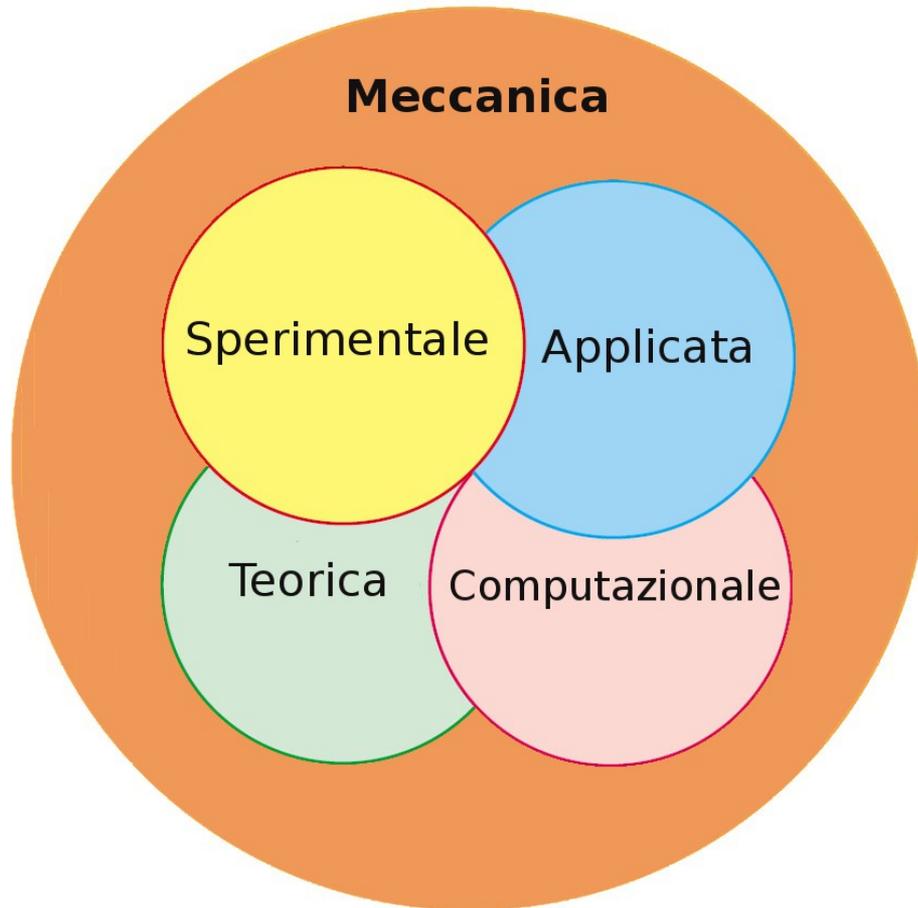
- Se una norma richiede l'uso di mezzi di calcolo automatico, a causa della sua complessità sia strutturale che di requisiti, deve essere REDATTA tenendo conto della natura di questi mezzi di calcolo.

# La meccanica computazionale NON E' una branca della meccanica

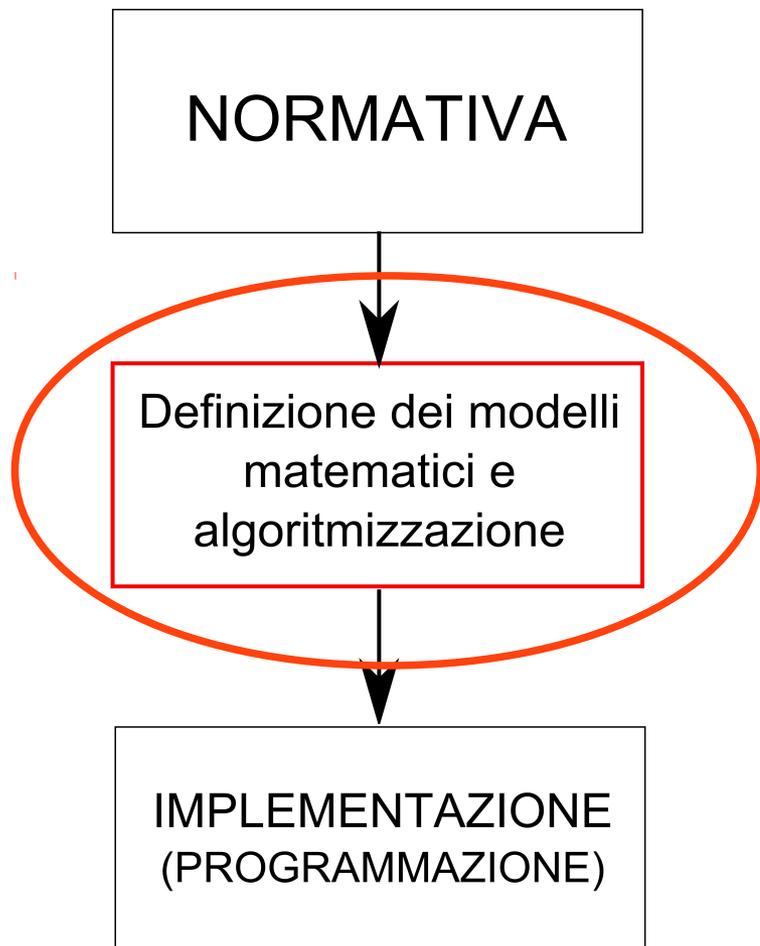


Da IFEN, Carlos Felippa

# La meccanica computazionale NON E' una branca della meccanica



La visione della meccanica  
computazionale definita oggi  
“arcaica” da Felippa (IFEN) ed altri.



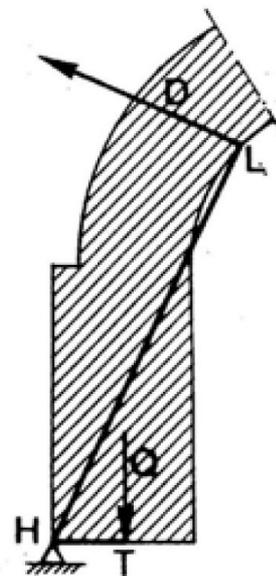
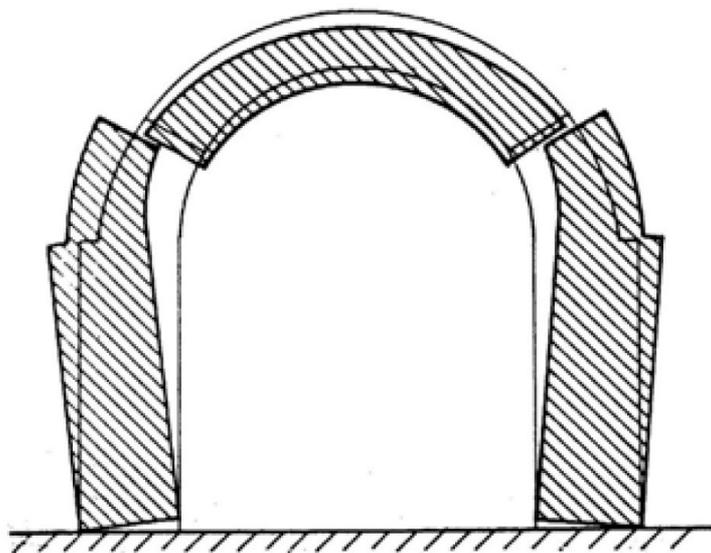
Perché il software possa essere usato nelle modalità corrette l'algoritmizzazione dei modelli deve essere più aderente possibile ai metodi della computer science ovvero della meccanica computazionale.



QUI ACCENNEREMO A DEI TEMI CHE  
**NON ATTENGONO AI CONTENUTI**  
NORMATIVI, MA CHE CAUSANO  
**EFFETTI DA CONSIDERARE**  
QUANDO LA NORMATIVA DIVIENE  
**LEGGE DELLO STATO**

## SVILUPPO STORICO DEL PROGETTO DELL'ARCO

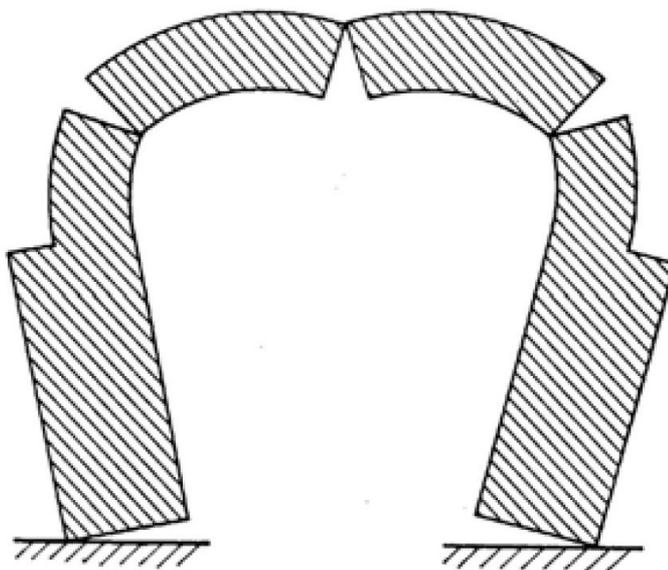
Immagini da: La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico di Edoardo Benvenuto



De La Hire nel 1730 ipotizza l'arco come un cuneo spingente

## SVILUPPO STORICO DEL PROGETTO DELL'ARCO

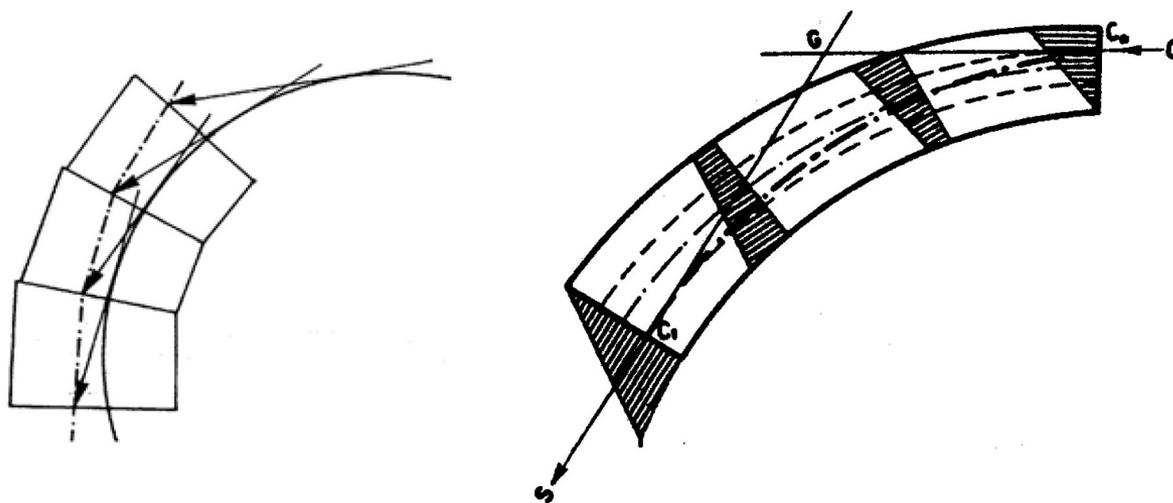
Immagini da: La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico di Edoardo Benvenuto



Coulomb, da uno studio di Lorenzo Mascheroni, supera il meccanismo del cuneo di de La Hire

## SVILUPPO STORICO DEL PROGETTO DELL'ARCO

Immagini da: La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico di Edoardo Benvenuto



Eduard Henry Mèrig nel 1840 giunge ad uno studio tensionale dell'arco

## SVILUPPO STORICO DEL PROGETTO DELL'ARCO



Che sarebbe accaduto se Luigi XV avesse imposto per legge lo schema di calcolo dell'arco di de La Hire?

## SVILUPPO STORICO DEL PROGETTO DELL'ARCO

LA NORMATIVA CON VALORE DI LEGGE  
DISINCENTIVA LA LIBERA RICERCA E LA  
RACCHIUDE NEGLI ATENEI DI STATO

# UN ESEMPIO ATTUALE DI COME LA NORMATIVA INDIRIZZI LA RICERCA: LA CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

		Parti interne compresse				
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72e$	$c/t \leq 33e$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{390e}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{35e}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83e$	$c/t \leq 38e$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456e}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5e}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124e$	$c/t \leq 42e$	quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42e}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62e(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
$\varepsilon$		1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

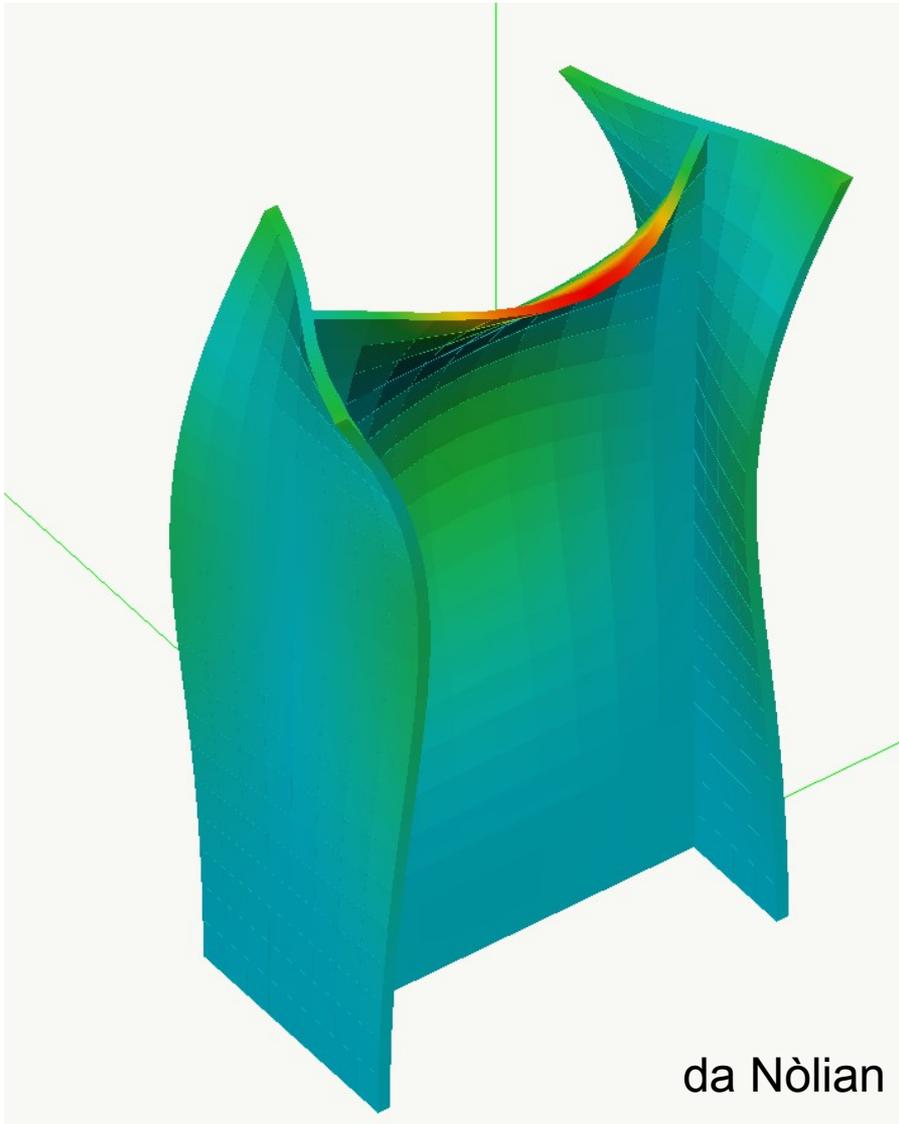
SONO A TUTTI NOTE LE TABELLE CLASSIFICATORIE DELLA NORMA....

## UN ESEMPIO ATTUALE DI COME LA NORMATIVA INDIRIZZI LA RICERCA: LA CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI

```
b=1.0;  
if (a>0.0)  
    b=10000.0;
```

```
a=0.0           → b=1.0  
a=0.0000000001 → b=10000.0
```

Ma se c'è una cosa che il calcolo automatico non ama sono proprio le classificazioni. Basta la espressione precedente per rendersi conto di come una quantità infinitesimale possa alterare in modo “caotico” i risultati.



da Nòlian

UN ESEMPIO ATTUALE DI  
COME LA NORMATIVA  
INDIRIZZI  
LA RICERCA: LA  
CLASSIFICAZIONE DELLE  
SEZIONI

Vi sono ormai metodi  
numerici che possono  
tener conto della plasticità  
e della instabilità. Questi  
metodi possono dare  
valori diversi da quelli i  
norma (spesso più  
generali ed esatti) ma  
sono per questo  
**CONTESTABILI.**

## UN SECONDO CASO: LA MURATURA

### **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 effetti 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.

da un opuscolo di STAdata

## UN SECONDO CASO: LA MURATURA

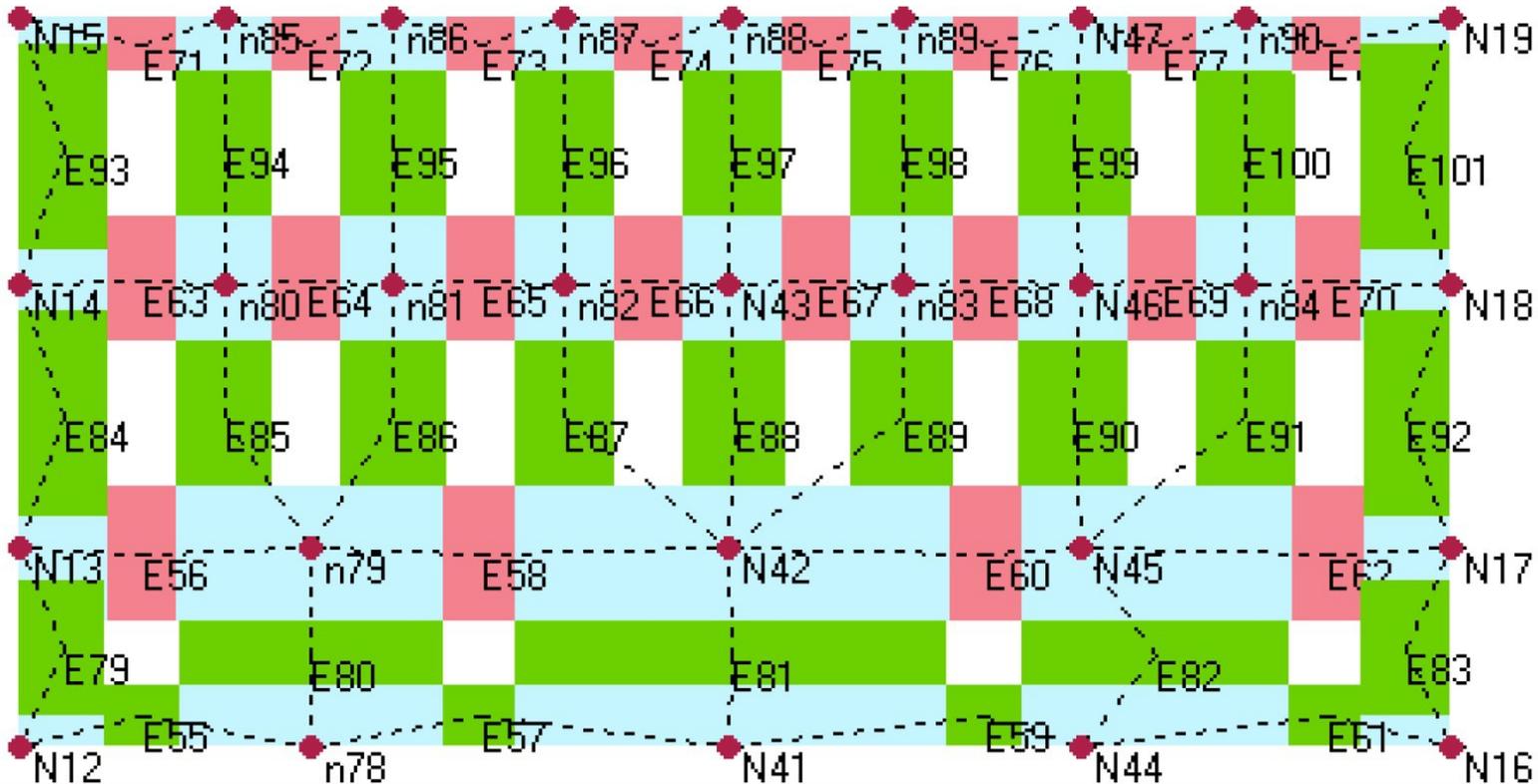


Non corretto: ci sono elementi finiti non mesh dependent.  
Le leggi costitutive invece sono spesso molto sofisticate



I criteri di resistenza sono IMPOSTI dalla normativa in funzione del modello da essa adottato.  
I parametri “necessari” non sono contenuti nella norma per lo stesso motivo: una scelta di fondo autoritaria accademica e non venuta dal campo.

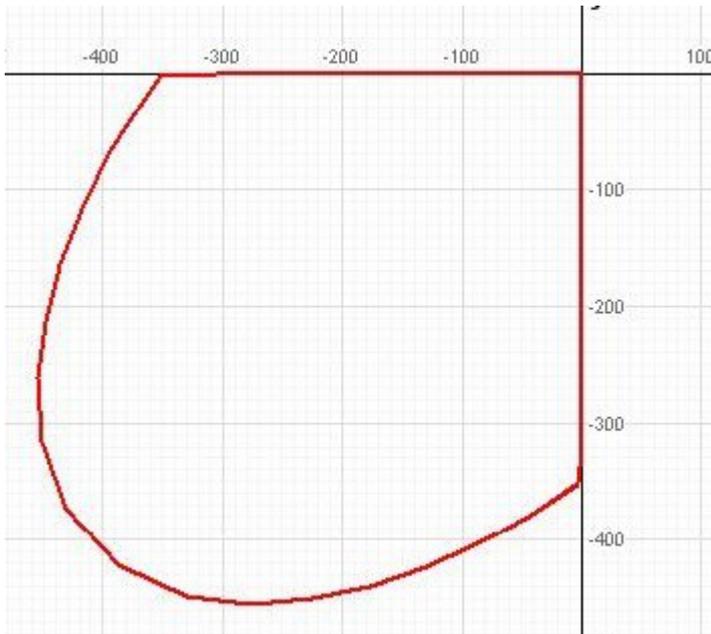
## UN SECONDO CASO: LA MURATURA



da un opuscolo di STAdata

La cervellotica riduzione a “telaio equivalente” è scarsamente automatizzabile e può introdurre errori non trascurabile. Oltretutto il modello non è unico per cui è **IMPOSSIBILE** un confronto con altre soluzioni.

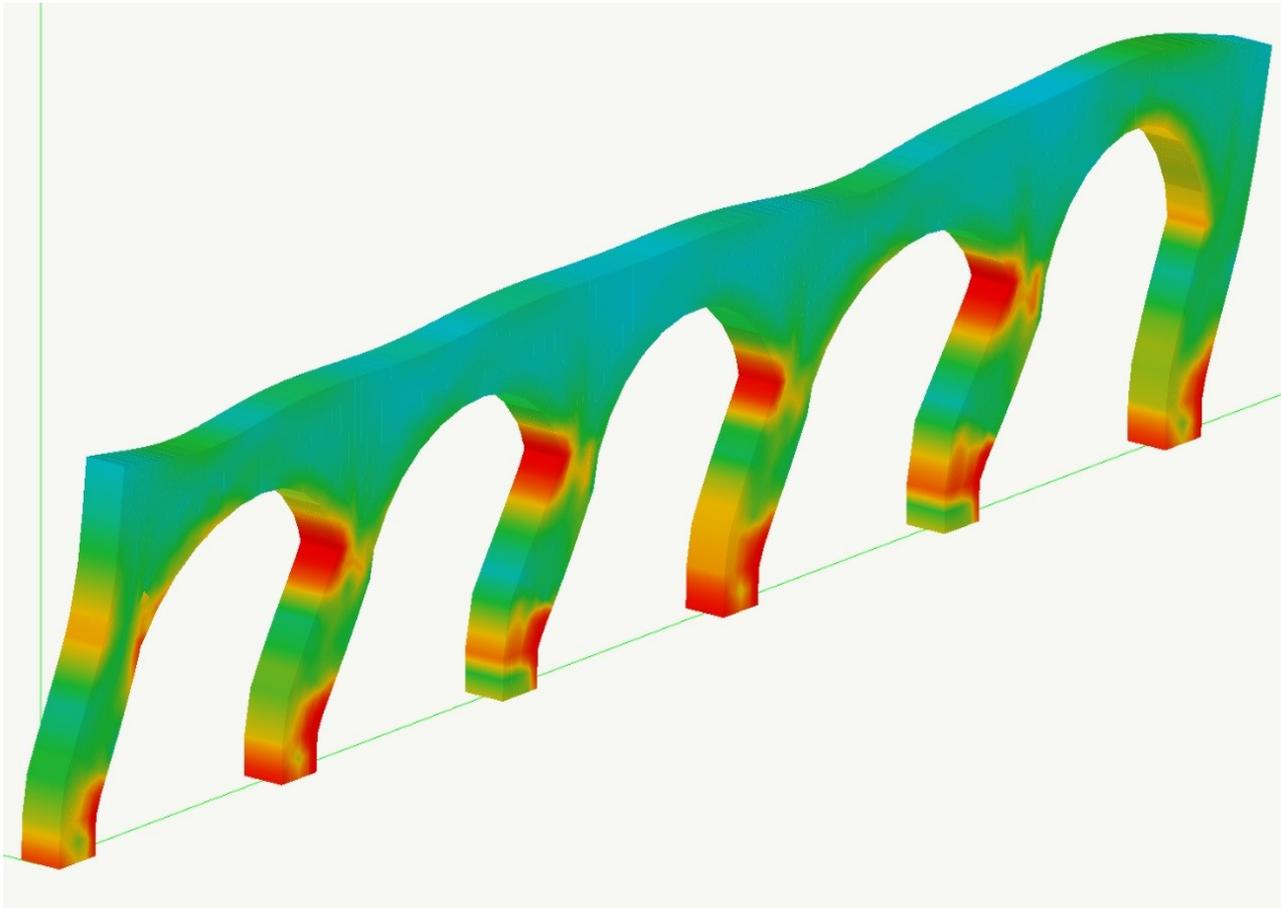
## UN SECONDO CASO: LA MURATURA



Comportamento di un materiale  
**elasto-plastico no-tension**  
con caratteristiche ottenute tramite  
 **tensore di Eshelby.**  
(da Nòlan)

La meccanica computazionale non è necessariamente un branca della meccanica, ma dell'informatica che è in grado di scoprire soluzioni numeriche a problemi complessi come questo.

## UN SECONDO CASO: LA MURATURA



Antico acquedotto.  
Livelli di plasticizzazione

(Nòlian, Ing. Francesco Oliveto.)

Analisi elasto-plastica. 802  
elementi, tempo di analisi 193  
sec.

QUI INTRODURREMO ALCUNE  
FORMULAZIONI DI NORMATIVA CHE

**NON SONO “ERRORI”**

IN QUANTO NON E' NOSTRO COMPITO  
QUESTA VALUTAZIONE, MA CHE  
CAUSANO

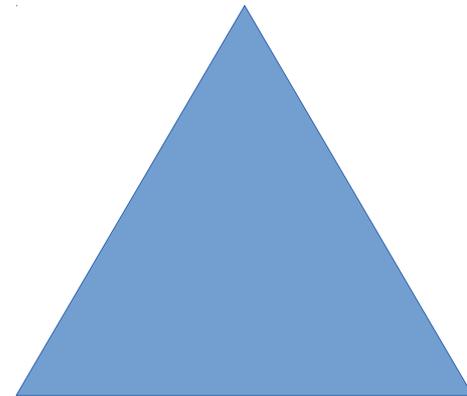
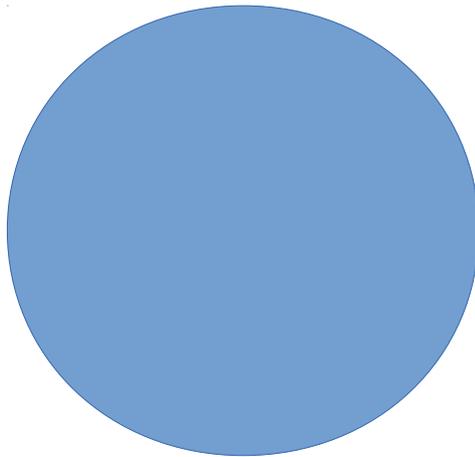
**PROBLEMI NELLA INTERPRETAZIONE**

“AUTOMATICA”, CIOE' NELLA  
TRADUZIONE IN UN ALGORITMO.

## MANCANZA DI GENERALITA'

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

$b_w$  è definita la larghezza minore....



pregasi indicare larghezza minore....

## MANCANZA DI GENERALITÀ

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

Il fattore  $\alpha$  e quelli con funzioni trigonometriche, sono legati all'effetto della forza assiale e al traliccio a inclinazione variabile sono numericamente valutabili indipendentemente. Sfrondati quei termini che confondono e assumendo  $\theta=45^\circ$ , si ha:

$$\frac{V_{Rcd}}{0,9 d b_w} = 0.5 f'_{cd} = \tau_{cd}$$

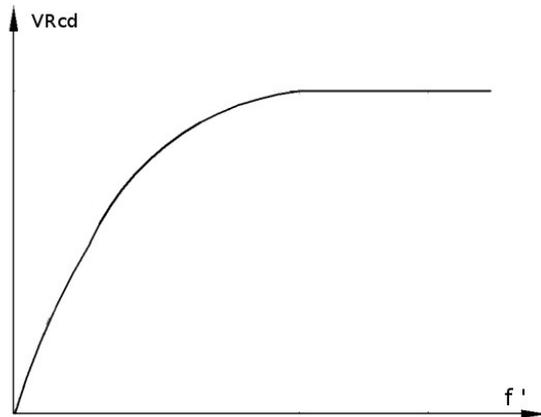
Il vantaggio **IMPORTANTE** è che la  $\tau$  si può calcolare con sofisticati metodi numerici, la formula di normativa invece non è applicabile nei casi generali. Ma se applichiamo un metodo numerico sofisticato, ci potrebbero chiedere i valori di  $d$  e  $b$  che in un metodo generale non hanno invece significato.

# MANCANZA DI GENERALITÀ

La normativa **PUO' E DEVE** dire:

$$V_{Rcd} = f(\text{geometria, } N, f', \text{ theta ..})$$
$$V_{Rcd} > V_E$$

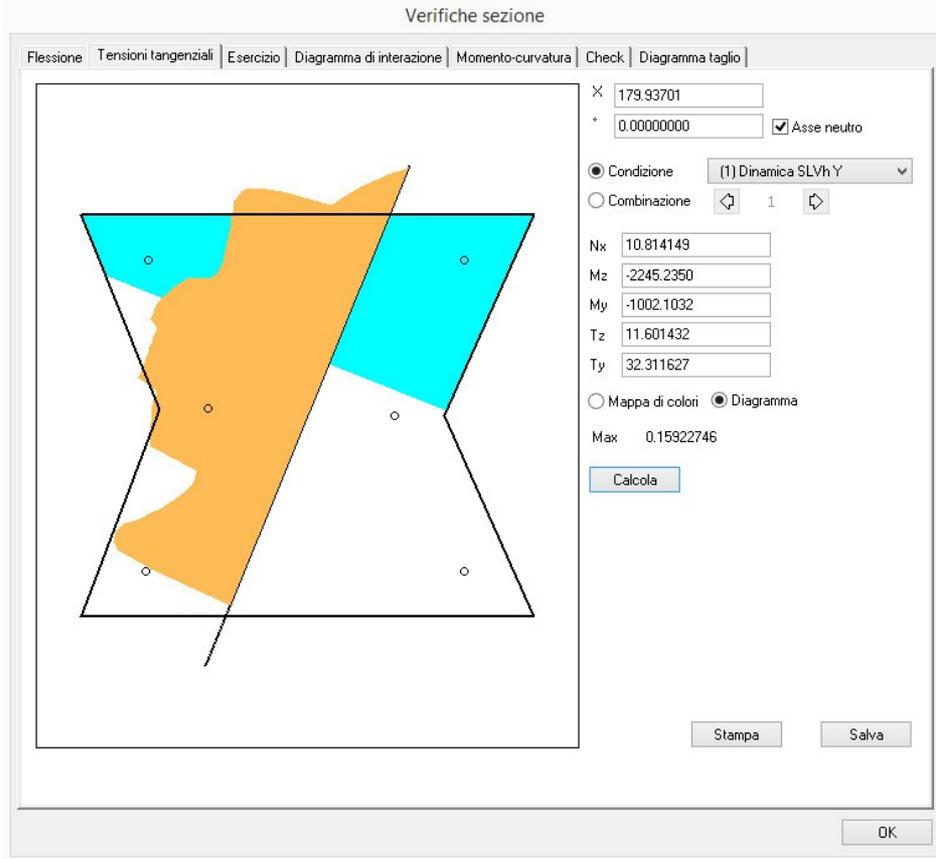
Ma **NON DEVE** definire **f** che è ambito della S. d. C e della meccanica computazionale.



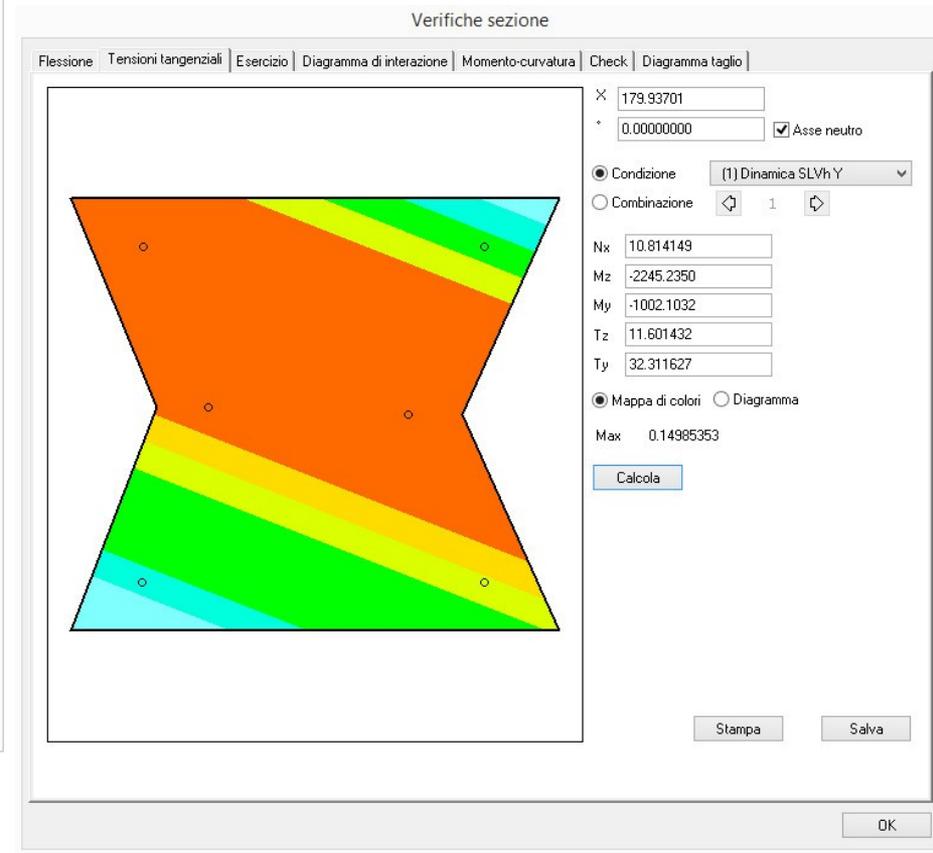
... altrimenti funzioni numeriche più generali e sicure vengono tagliate fuori.

# MANCANZA DI GENERALITÀ

Questo si può e si poteva ottenere già venti anni fa!



(da EasyBeam)



## MANCANZA DI COMPLETEZZA

*4.4.8.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)*

*4.4.8.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna)*

### E la presso-tenso flessione?

#### 6.5.2.3 - Elementi presso-inflessi (Instabilità composta di trave e di colonna)

Meno male che la CNR DT 206-2007 non se ne è dimenticata...

Il progettista del software cosa deve fare? Nelle specifiche con valore di legge questo argomento lo hanno dimenticato...

# MANCANZA DI CONTINUITA'

Commentario alle NTC paragrafo C8.7.2.4.

“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.”

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

if  $V_{sd} < V_{rd}$

→ procedura per elementi duttili

else

→ procedura per elementi fragili

Basta che  $V_{sd}$  superi di un infinitesimo  $V_{rd}$  che si attuano due diversi procedimenti che non hanno continuità per  $V_{sd} = V_{rd}$  !

# COMPLESSITA' LOGICA

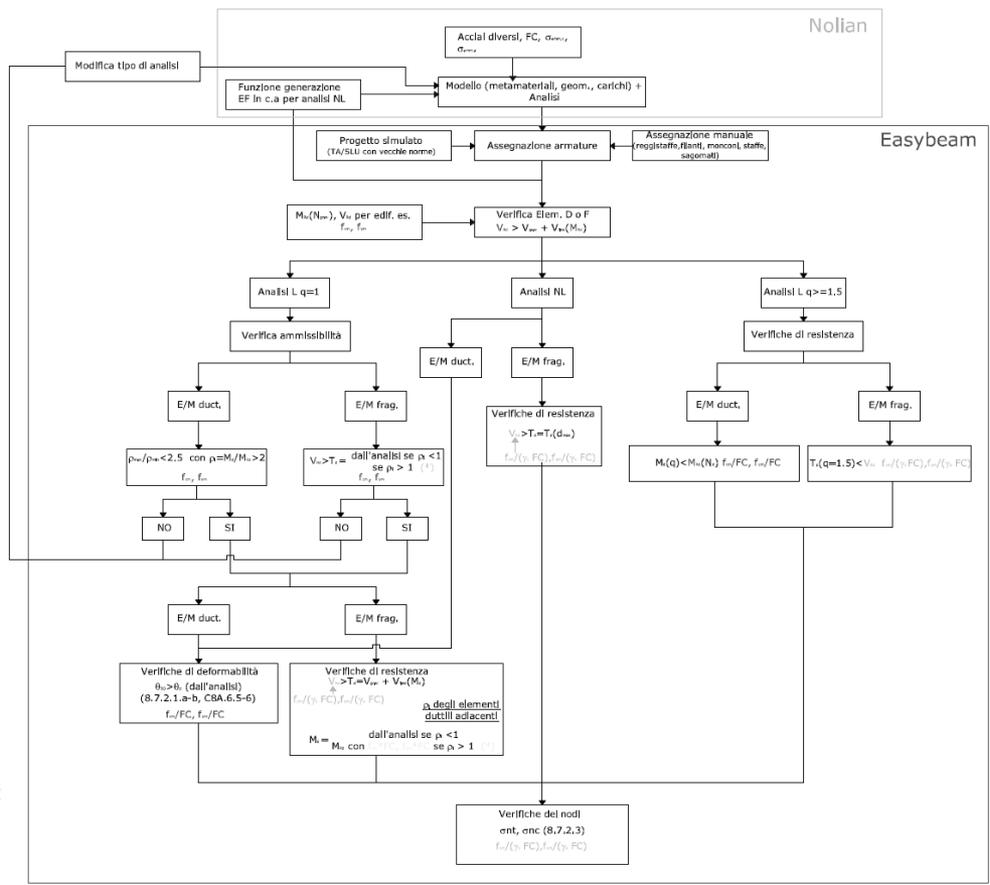


Diagramma di flusso per la verifica delle strutture esistenti

## COMPLESSITA' LOGICA

La “complessità ciclomatica” è una metrica del software per valutarne il livello di complessità logica. Sia il suo inventore, Thomas McCabe che il NIST (National Institute for Standard and Technologies) raccomandano di non superare la

complessità ciclomatica 10.

Oltretutto maggiore è la complessità ciclomatica maggiore il numero di casi prova per validare una procedura.

il grafo logico per la verifica delle strutture esistenti ha una  
complessità 11 !

# COMPLESSITÀ CLASSIFICATORIA

Progettiamo la stessa struttura per edificio abitativo a

REGGIO CALABRIA e a MILANO

Variando solo la quantità di armatura.

Per un edificio di media finitura, la differenza di costo a noi è risultata dello

**5.7%.**

(Sarebbe opportuno si approfondisse l'argomento).

I costi di urbanizzazione (spesso fittizi) e i prelievi fiscali di varia natura sono molte volte maggiori.

Ha senso una zonizzazione con maglie di 4 km e delle prescrizioni così minuziose? Non si potrebbero usare delle semplici linee guida per strutture semplici? (oltretutto di più facile controllo?)

"Anche se le leggi della matematica si riferiscono alla realtà, non possiedono una veridicità assoluta, e se l'avessero allora non si riferirebbero alla realtà."

A. Einstein



**MADE**expo  
Milano Architettura Design Edilizia  
18\_21 | 03 | 2015  
Fiera Milano Rho

