

Giornate aicap 2014

BERGAMO
22-24 Maggio 2014

Tema 4

MODELLAZIONE E PROGRAMMI DI CALCOLO

Camillo Nuti

Dipartimento di Architettura

Università degli studi di Roma Tre



Classificazione dei lavori tema 4

1 Strutture	2) Tipo di analisi	3) Confronti - validazione	4) Azione	5) Prodotto
1.e)edifici	2.s)Spinta (pushover) monomodale - multimodale	3.t)Analisi teoriche	4.s) sismica	5.s) software
1.p) ponti	2.m)Analisi modale	3.s) Confronti con misure sperimentali	4.c) corrosione - durabilità	5.t) considerazioni teoriche
1.d)dighe	2.i) Integrazione al passo		4.l) effetti lenti	5.p) considerazioni progettuali
3.m) elementi, materiali	2.n) analisi non lineare statica		4.g) azioni di carattere generale quasi statiche	5.m) modelli teorici

1)Tipo: elementi/materiali; ponti; dighe; edifici; **2) analisi:** nonlineare stat.; integraz passo; displac. based; spinta ; **3) validazione:** teoriche; sperimentali ; **4) azione:** sismica; generale statica; corrosione; lenta; **5) prodotto:** software; cons teoriche; progettuali; modello

	titolo	1) Tipo	2) analisi	3)validazione	4) azione	5) prodotto	Nuovo/Esistente
1	Forma chiusa per l'ottimizzazione dell'armatura in strutture in calcestruzzo soggette a stati piani di tensione	1.m)	2.n)	3.t)	4.g)	5.d)	N
	Gabriele Bertagnoli, Luca Giordano, Giuseppe Mancini						
2	UN APPROCCIO RAZIONALE PER LA PREDIZIONE DELLA CAPACITA' A TAGLIO DI ELEMENTI IN CALCESTRUZZO	1.m)	2.n)	3.s) 3.t)	4.g) 4.s)	5.t) 5.p)	N/E
	Marco Petrangeli, Paola Rita Marcantonio						
3	MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO CICLICO DI BARRE IN ACCIAIO INOSSIDABILE INCLUDENDO IL BUCKLING NONLINEARE	1.m)	2.n) 2.i) 2.d) 2.s)	3.s)	4.s) 4.g)	5.s) 5.t) (5.p)	N/E
	Davide Lavorato, Camillo Nuti, Zhihao Zhou						
4	Modellazione numerica di pilastri in cemento armato con armatura corrosa, soggetti ad azione ciclica	1.m)	2.n)	3.s)	4.c) 4.s)	5.t)	E
	Alessandro Marzucchini, Alberto Meda, Zila Rinaldi, Paolo Riva						
5	Effetti del creep su sezioni in calcestruzzo strutturale e influenza dell'armatura compressa	1.m) 1.p)	2.n)	3.t)	4.l)	5.t) 5.p)	N/E
	Francesco Rendace						
6	Valutazione della domanda e della capacità sismica di ponti con percorso di carico duale	1.p)	2.n)	3.t)	4.s)	5.t) 5.p) 5.s)	N/E
	Enrico Tubaldi, Andrea Dall'Asta, Luigino Dezi						
7	Vulnerabilità sismica di viadotti autostradali	1.p)	2.s)	3.t);	4.s);	5.s)	E
	Pietro Crespi, Nicola Giordano, Nicola Longarini, Giuseppe Pasqualato, Giuseppe Silvestro, Marco Zucca						
8	Risposta sismica di pile fondate su gruppi di pali inclinati	1.p)	2.i);	3.t)	4.s)	5.t) 5.P)	N
	Michele Morici, Sandro Carbonari, Francesca Dezi, Fabrizio Gara, Graziano Leoni						
9	Modellazione numerica e programmi di calcolo nell'ingegneria delle dighe: l'attività del Comitato Tecnico ICOLD "Computational Aspects of Dam Analysis and Design"	1.d)	2.n)	3.s) 3.t)	4.g)	5.t)	N/E
	Guido Mazzà, Giorgia Faggiani, Antonella Frigerio, Leonardo Mancusi, Piero Masarati, Massimo Meghella						
10	ANALISI DINAMICHE NON LINEARI DI DIGHE IN CALCESTRUZZO	1.d)	2.d) 2.i) 2.s)	3.t)	4.s)	5.s) 5.p) 5.t)	E
	Gabriele Fiorentino, L. Furgani, C. Nuti						
11	Strutture in c.a. isolate alla base con dispositivi LRB ad elevato smorzamento: valutazione della risposta e analisi di confronto	1.e) 1.m);	2.n);	3.t);	4.g)	5t) 5p)	N
	Alberto Maria Avossa, Pasquale Malangone						
12	Problemi di analisi e regolarità strutturale per edifici esistenti in c.a.: valutazione critica delle prescrizioni normative	1.e)	2.s) 2.i)	3.t)	4.s)	5.t) 5.p)	E
	Mauro Mezzina, Francesco Porco, Giacomo Alicino						
13	PROGETTAZIONE AGLI SPOSTAMENTI PER L'ADEGUAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO ESISTENTE	1.e)	2.s)	3.t)	4.s)	5.t) 5.p)	E

Osservazioni generali

- 2 soli lavori si rivolgono al nuovo
- 11 lavori rivolgono all'esistente: questo è il nostro focus
- Lavori su:
 - Elementi strutturali
 - Ponti
 - Dighe
 - Edifici
- Azioni: molta sismica, ma anche altre azioni: fluage, corrosione (effetti),
- Prodotti: **s**oftware; cons **t**eoriche; **p**rogettuali; **m**odelli

Materiali - elementi

	titolo	1) Tipo	2) analisi	3)validazione	4) azione	5) prodotto	Nuovo/Esistente
1	Forma chiusa per l'ottimizzazione dell'armatura in strutture in calcestruzzo soggette a stati piani di tensione Gabriele Bertagnoli, Luca Giordano, Giuseppe Mancini	1.m)	2.n)	3.t)	4.g)	5.d)	N
2	UN APPROCCIO RAZIONALE PER LA PREDIZIONE DELLA CAPACITA' A TAGLIO DI ELEMENTI IN CALCESTRUZZO Marco Petrangeli, Paola Rita Marcantonio	1.m)	2.n)	3.s) 3.t)	4.s) 4.g)	5.t) (5.p)	N/E
3	MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO CICLICO DI BARRE IN ACCIAIO INOSSIDABILE INCLUDENDO IL BUCKLING NONLINEARE Davide Lavorato, Camillo Nuti , Zhihao Zhou	1.m)	2.n) 2.i) 2.d) 2.s	3.s)	4.s) 4.g)	5.a) 5.t) 5.p) 5.s)	E
4	Modellazione numerica di pilastri in cemento armato con armatura corrosa, soggetti ad azione ciclica Alessandro Marzucchini, Alberto Meda, Zila Rinaldi , Paolo Riva	1.m)	2.n)	3.s)	4.c) 4.s)	5.t)	N/E
5	Effetti del creep su sezioni in calcestruzzo strutturale e influenza dell'armatura compressa Francesco Rendace	1.m) 1.p)	2.n)	3.t)	4.l)	5.t) 5.p)	N/E

2) analisi: nonlineare stat.; integraz passo; displac. based; spinta ;

3) validazione: teoriche; sperimentali ;

4) azione: sismica; generale statica; corrosione; lenta;

5) prodotto: software; cons teoriche; progettuali; modello

Esistente:

Serve aumentare la conoscenza dei modelli e la loro rappresentatività: molti confronti e calibrazione con prove

Non si può pensare di migliorare la conoscenza sostituendo buoni modelli meccanici con modelli più semplici pesati da una incertezza epistemica stimata da «esperti»

E' importante conoscere le caratteristiche dei parametri meccanici e la dispersione da attendersi.

Inutile usare un modello raffinato meccanico del quale non si conoscono i parametri o le loro dispersioni!

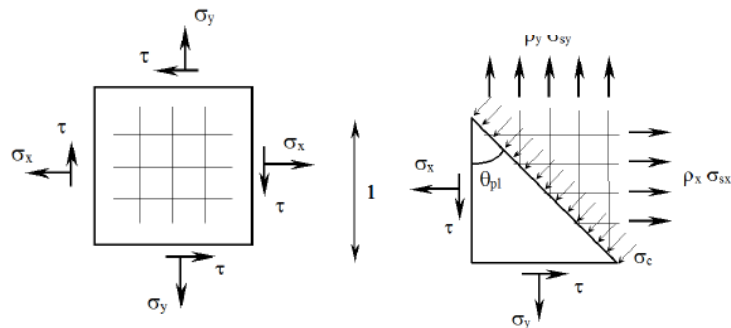
Importante stimare l'affidabilità dei modelli: quanto colgono il fenomeno, con che dispersione lo colgono?

Materiali - elementi

	titolo	1) Tipo	2) analisi	3)validazione	4) azione	5) prodotto	Nuovo/Esistente
1	Forma chiusa per l'ottimizzazione dell'armatura in strutture in calcestruzzo soggette a stati piani di tensione Gabriele Bertagnoli, Luca Giordano, Giuseppe Mancini			1.m) 2.n) 3.t) 4.g) 5.d)			
		Il modello si basa sulle formulazioni Eurocodice. Capisco bene che si fa calcolo elastico?. E' pensabile ridurre del 30% l'armatura senza una validazione sperimentale? Avete fatto confronto con analisi globali? Scala?					
2	UN APPROCCIO RAZIONALE PER LA PREDIZIONE DELLA CAPACITA' A TAGLIO DI ELEMENTI IN CALCESTRUZZO Marco Petrangeli, Paola Rita Marcantonio			1.m)2.n) 3.s) 3.t) 4.g) 4.s)5.t) 5.p)			
		Modello interessante per un problema ancora dibattutissimo. Sembra non soffrire di alcuni limiti di altri modelli. Come pensate di provarlo ancora?					
3	MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO CICLICO DI BARRE IN ACCIAIO INOSSIDABILE INCLUDENDO IL BUCKLING NONLINEARE Davide Lavorato, Camillo Nuti, Zhihao Zhou			1.m)2.n) 2.i) 2.d) 2.s) 3.s) 4.s) 4.g) 5.s) 5.t) (5.p)			
		L'acciaio Inox sembra aver comportamento diverso in trazione e compressione. Anche I nuovi inox?					
4	Modellazione numerica di pilastri in cemento armato con armatura corrosa, soggetti ad azione ciclica Alessandro Marzucchini, Alberto Meda, Zila Rinaldi, Paolo Riva			1.m) 2.n) 3.s) 4.c) 4.s)5.t)			
		Il modello fa alcune assunzioni di letteratura quali considerare le armature di area costante modificandone I parametri di resistenza e deformabilità. Ma questo potrebbe non funzionare per individuare problemi locali delle armature. Non è considerata l'instabilità, la penetrazione plastica? Forse il modello va pensato secondo I risultati che si vogliono cogliere.					
5	Effetti del creep su sezioni in calcestruzzo strutturale e influenza dell'armatura compressa Francesco Rendace			1.m) 1.p)2.n) 3.t) 4.l)5.t) 5.p)N/E.			
		Si parla di ponti. Si applicano modelli di letteratura. Andrebbe forse validato con qualche prova su strutture di dimensioni significative prima di estrapolare I risultati a casi critici?					

Progetto x sollecitazioni composte

1) Forma chiusa per l'ottimizzazione dell'armatura in strutture in calcestruzzo soggette a stati piani di tensione



Schemi per la scrittura degli equilibri plastici

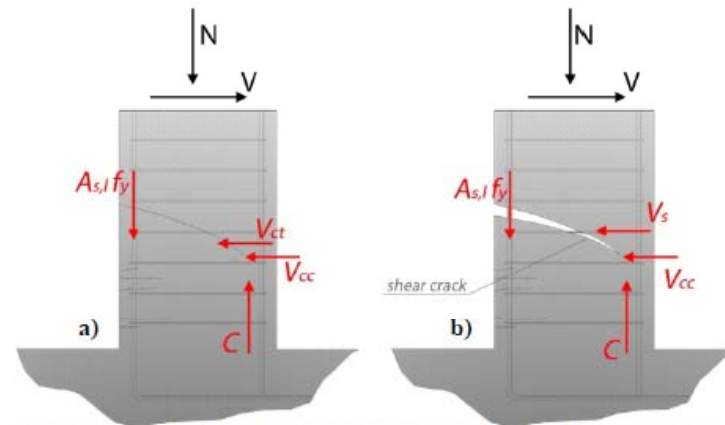


Figura 1 – Schematizzazione del modello meccanico per a) elementi non fessurati e b) elementi fessurati

2) UN APPROCCIO RAZIONALE PER LA PREDIZIONE DELLA CAPACITA' A TAGLIO DI ELEMENTI IN CALCESTRUZZO

Il confronto tra i due modi: somiglia al confronto tra analisi della tensione o delle caratteristiche globali

Non sono ancora chiari i problemi di scala: quanto è grande la zona in cui discretizzare la struttura?

Incertezza dei modelli

Figura 3 – Resistenza a taglio al variare dell'Aspect Ratio (α_2)-
($b=220\text{mm}$; $d=360\text{mm}$; $f_c=40\text{ MPa}$; $\rho_s=2.5\%$)

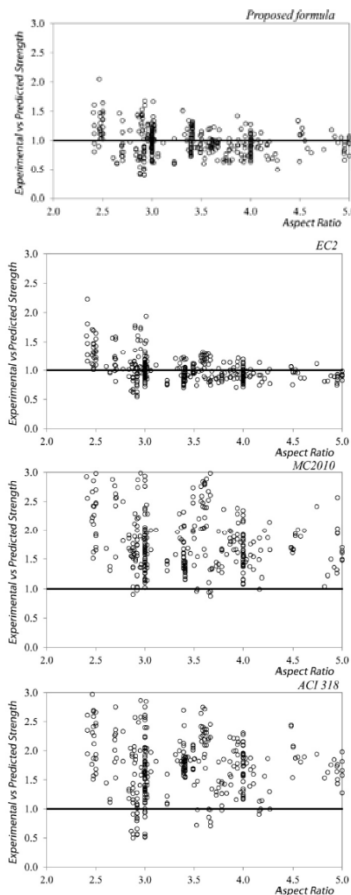


Figura 3 a,b,c,d – Dati sperimentali vs valori forniti dalle formule al variare dell'Aspect Ratio (α_2)

Vi sono notevole incertezze di modello:

Nel nuovo ci si caute allontinando la crisi per taglio

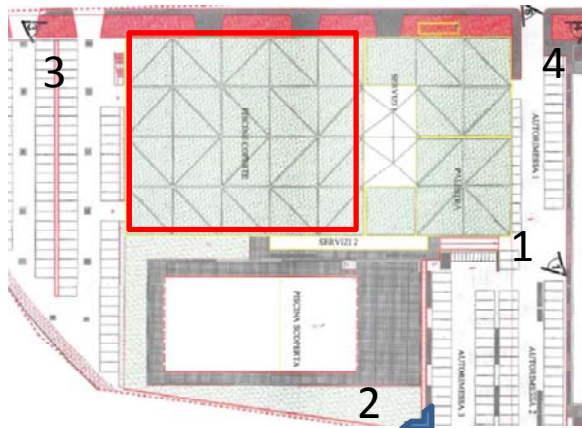
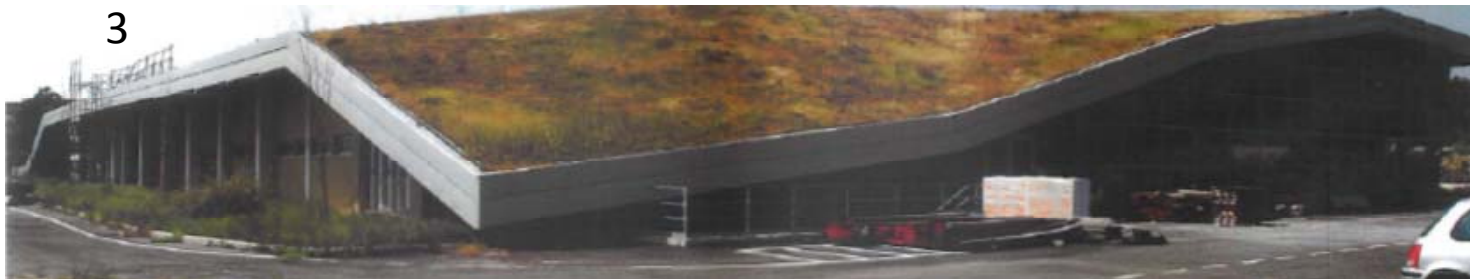
Nell'esistente?

La determinazione della sicurezza nelle strutture bidimensionali rimane una questione ancora aperta! Servono studi e modellazioni analitiche.

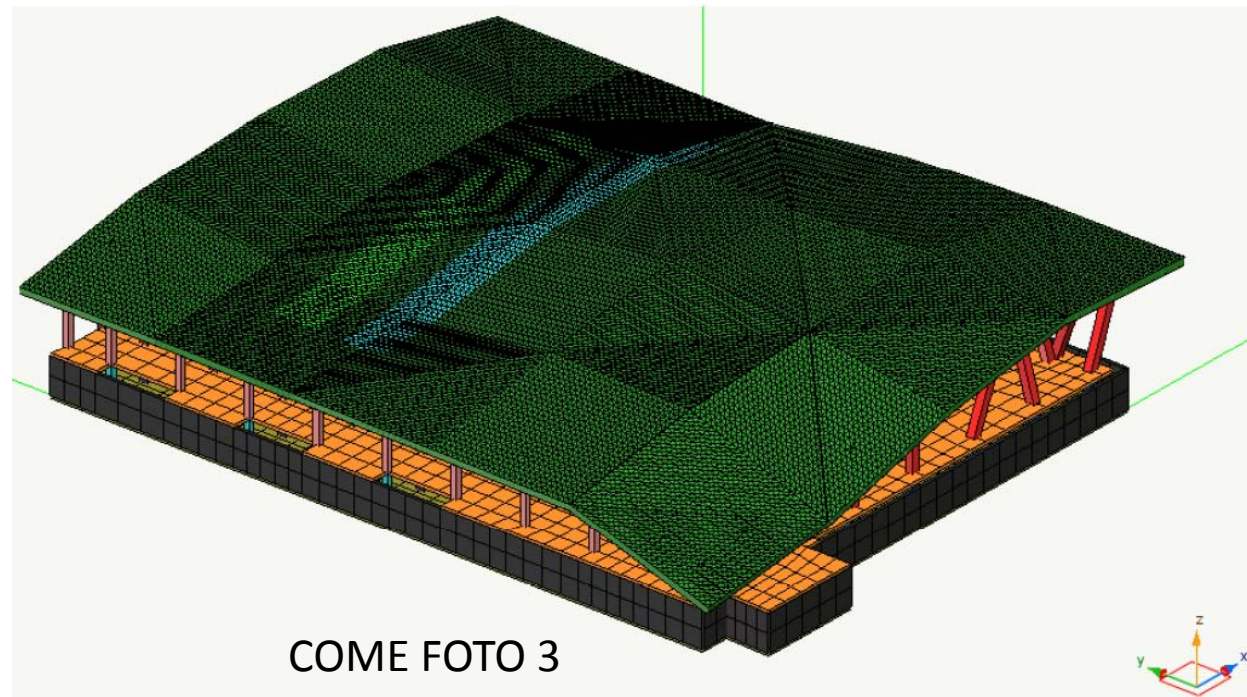
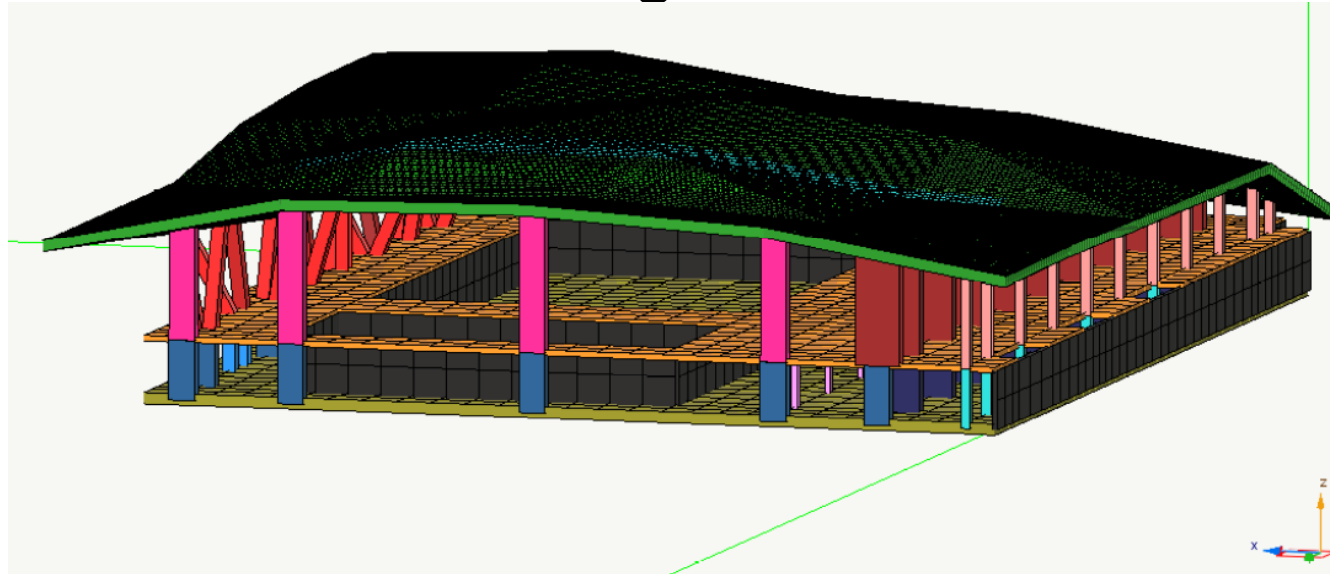
Il problema delle strutture bidimensionali piane sembra complesso, si possono utilizzare modelli complicati (a partire dal modello 2D) o semplificati (globali).

Ma non in tutti i casi: vote di forma articolata

Planimetria e foto cert collaudo

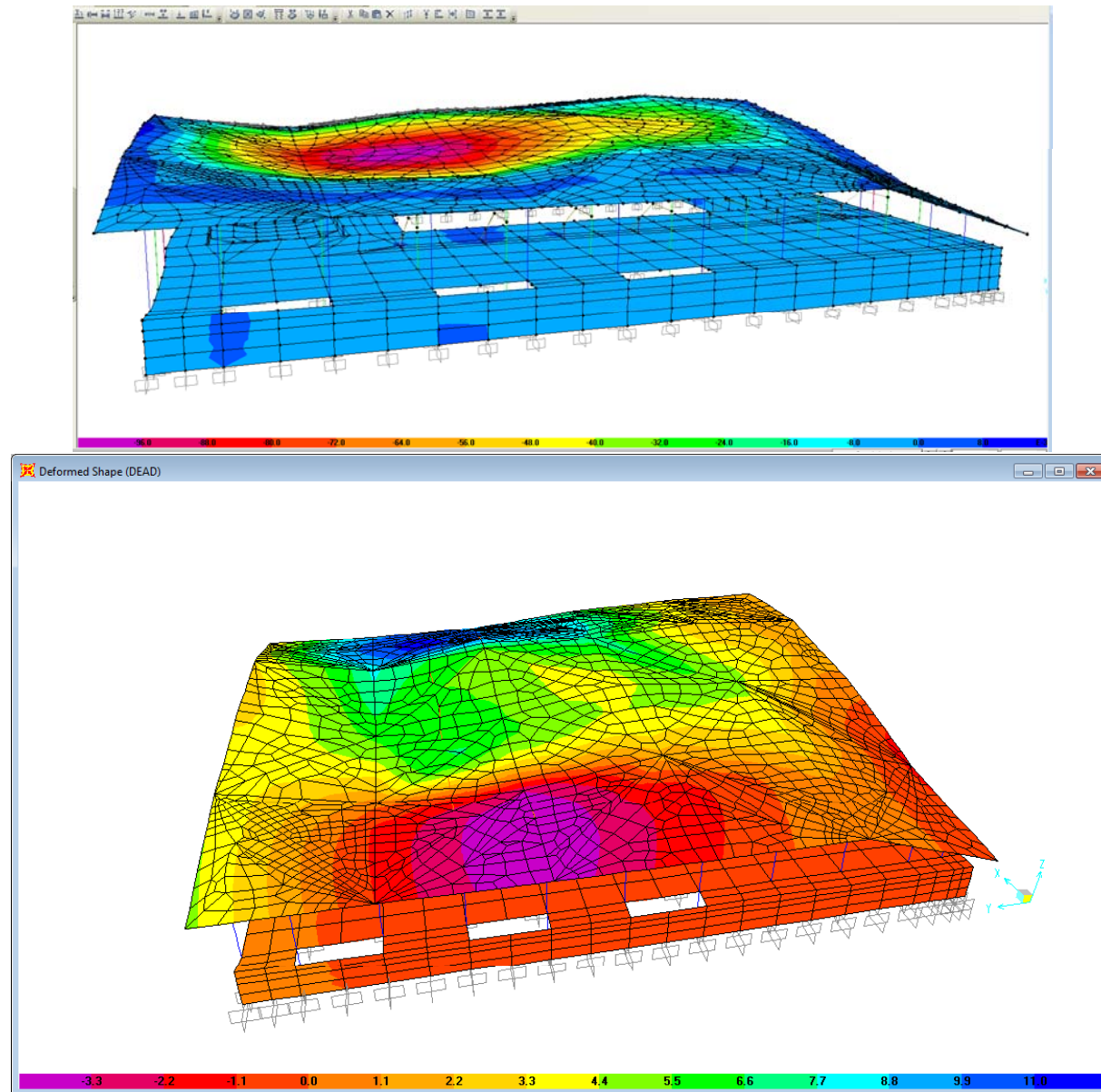


Vista generale

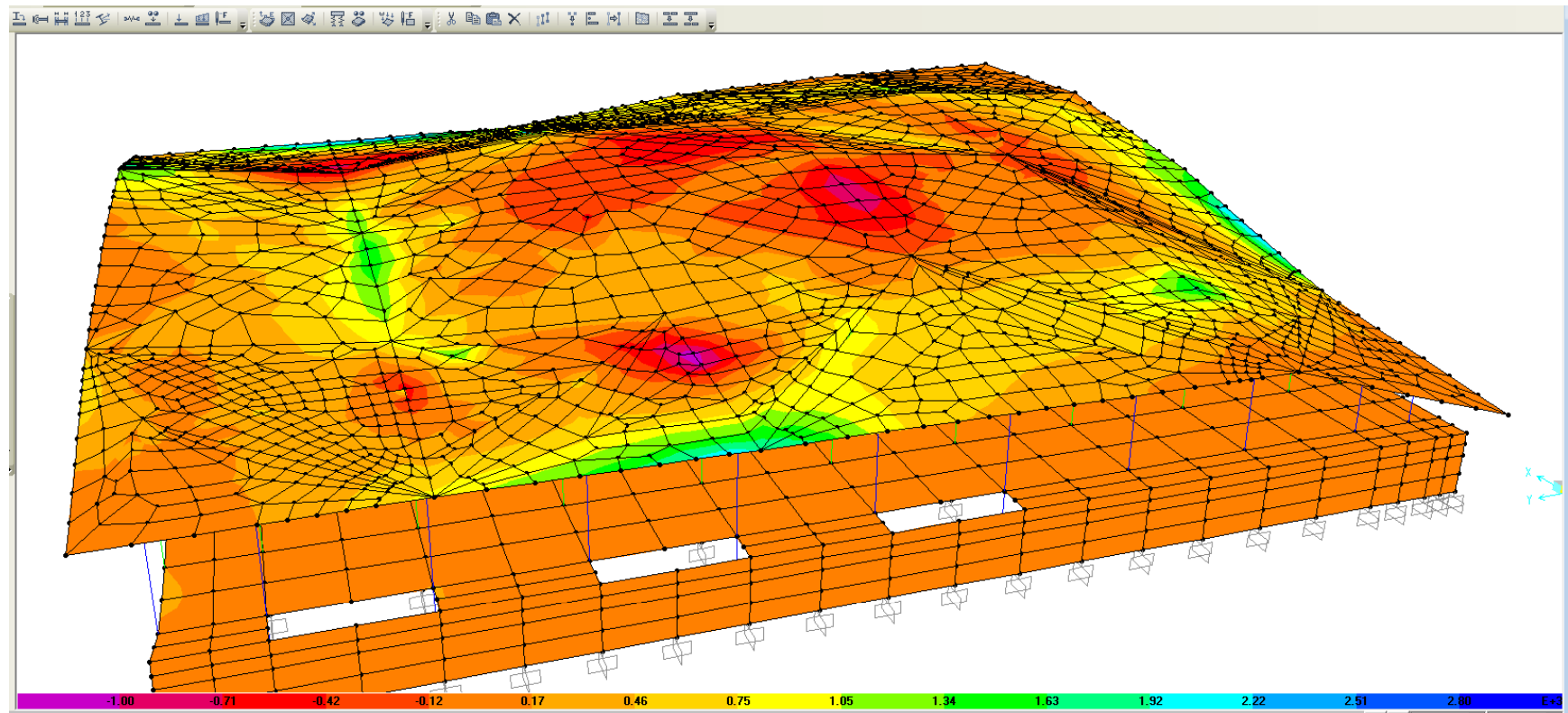


COME FOTO 3

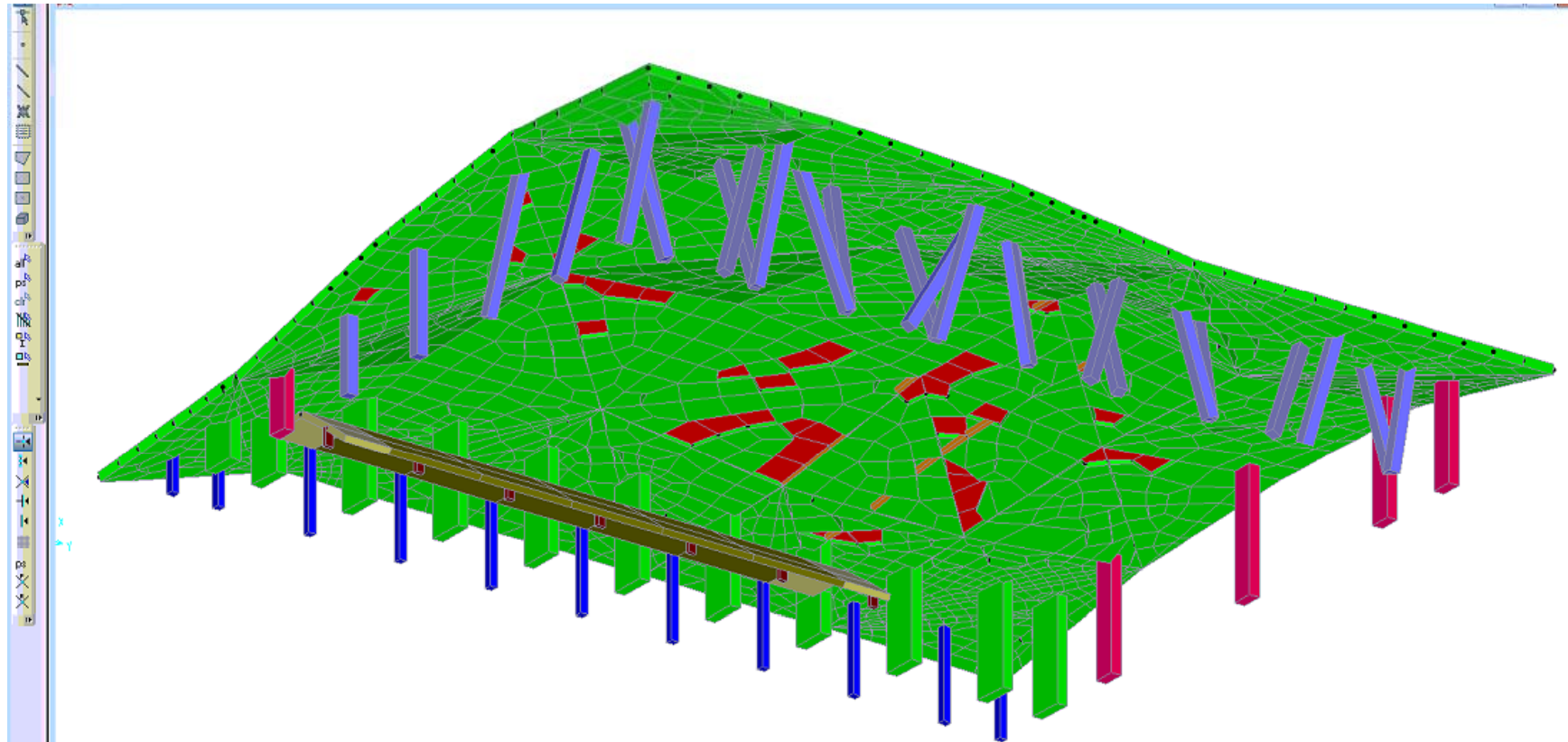
Carico Max Spost vert + orizz vista 3D



Carico Max –F Trazioni massime

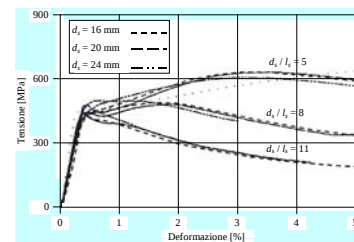
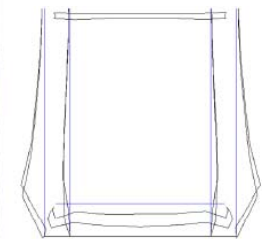
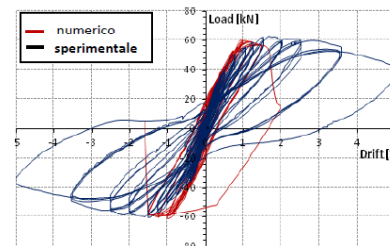
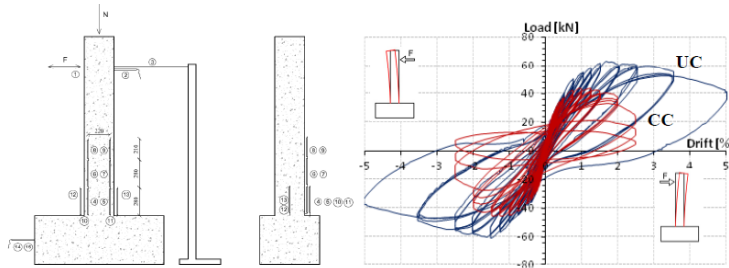


Copertura Zone danneggiate



Modellazione: incluso degrado

3	MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO CICLICO DI BARRE IN ACCIAIO INOSSIDABILE INCLUDENDO IL BUCKLING NONLINEARE Davide Lavorato, Camillo Nuti, Zhihao Zhou	1.m)	2.n) 2.i) 2.d) 2.s)	3.s)	4.s) 4.g)	5.s) 5.t) (5.p)
4	Modellazione numerica di pilastri in cemento armato con armatura corrosa, soggetti ad azione ciclica Alessandro Marzucchini, Alberto Meda, Zila Rinaldi, Paolo Riva	1.m)	2.n)	3.s)	4.c) 4.s)	5.t)



Se si lascia la stessa area di armatura :
 Non si modella rottura concentrata
 Lo sbandamento laterale postelastico non è colto
 Modello funziona x strutture isostatiche !

Ponti

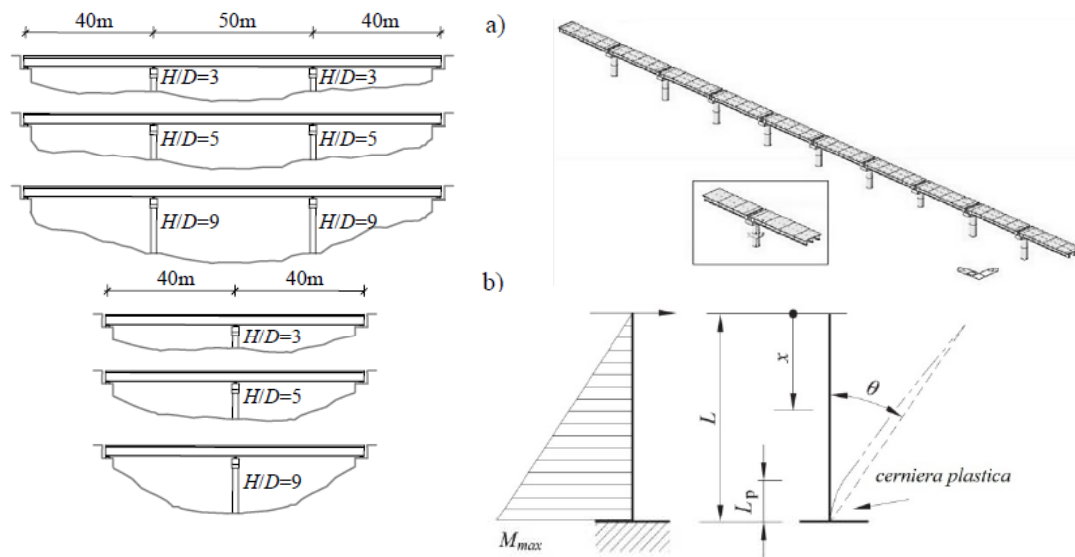
5	Effetti del creep su sezioni in calcestruzzo strutturale e influenza dell'armatura compressa Francesco Rendace	1.m) 1.p); 2.n);3.t); 4.l); 5.t) 5.p) Si parla di ponti. Si applicano modelli di letteratura. Andrebbe forse validato con qualche prova su strutture di dimensioni significative prima di estrapolare I risultati a casi critici?
6	Valutazione della domanda e della capacità sismica di ponti con percorso di carico duale Enrico Tubaldi, Andrea Dall'Asta, Luigino Dezi	1.p) 2.n)3.t)4.s)5.t) 5.p) 5.s)N/E Si Oggi servono modelli semplici per le prime analisi ove si effettuano le scelte tra soluzioni alternative. I modelli devono evolvere con il livello della progettazione: Preliminare definitiva esecutiva.
7	Vulnerabilità sismica di viadotti autostradali Pietro Crespi, Nicola Giordano, Nicola Longarini, Giuseppe Pasqualato, Giuseppe Silvestro, Marco Zucca	1.p) 2.s)3.t);4.s);5.s). E' un software che sviluppa il pushover multimodale. Andrebbe approfondito come varia la risposta cambiando la modellazione dei vincoli relativi tra gli elementi e la loro modellazione reciproca, con confronti con prove ed analisi più/meno accurate.
8	Risposta sismica di pile fondate su gruppi di pali inclinati Michele Morici, Sandro Carbonari, Francesca Dezi, Fabrizio Gara, Graziano Leoni	1.p)2.i)3.t)4.s)5.t) 5.P). Argomento rilevante trattato accuratamente in un modello però elastico lineare del terreno e della struttura. Questi modelli servono per confrontare soluzioni alternative? Quanto sono affidabili I risultati e quale è l'incertezza dei modelli?

Tutti lavori di sismica salvo 1 sul fluage

Osservazioni sui modelli e le analisi

Prog. Preliminare

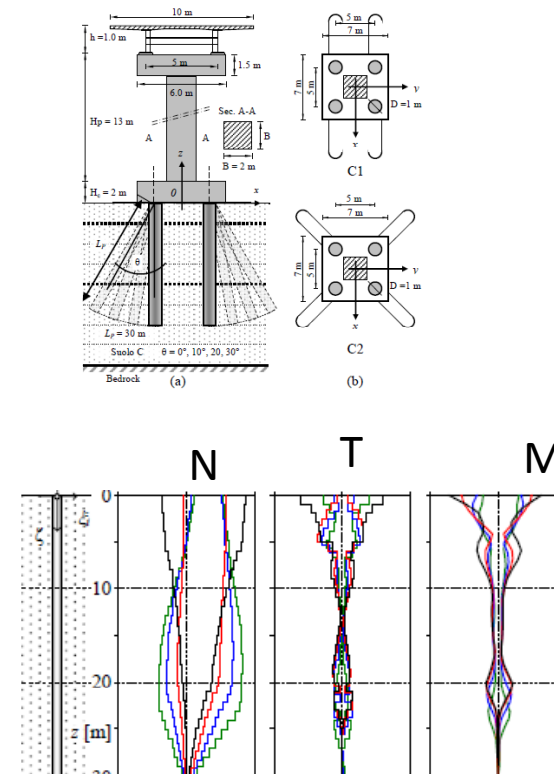
Modelli semplificati ma vincoli accurati



Valutazione:

Modello a mensola pura sottostima il taglio!

Quali vincoli sulle spalle?



Problema complicato

Risultati dispersi con tutto elastico

Dighe

9

Modellazione numerica e programmi di calcolo nell'ingegneria delle dighe: l'attività del Comitato Tecnico ICOLD "Computational Aspects of Dam Analysis and Design"

Guido Mazzà, Giorgia Faggiani, Antonella Frigerio, Leonardo Mancusi, Piero Masarati, Massimo Meghella

1d) 2.n) 3.s) 3.t) 4.g) 5.t). **Grande interesse. Ma quali sono le prove meccaniche sui calcestruzzi delle dighe, sui giunti? Vi sono problemi di scala. Le azioni non sono quelle delle strutture usuali: ex azione sismica? Come si validano i modelli per strutture con ordini di grandezza così differenti?**

10

ANALISI DINAMICHE NON LINEARI DI DIGHE IN CALCESTRUZZO

Gabriele Fiorentino, L. Furgani, C. Nuti

1.d) 2.d) 2.i) 2.s) 3.t) 4.s) 5.s) 5.p) 5.t). **Si applicano a queste strutture criteri di definizione delle azioni differenti dalle usuali strutture. D'altronde le dighe sono poche ma ciascuna grandissima! Lo studio di sensibilità alla scelta dell'azione sembra fondamentale. Servono modelli complessi ma anche semplificati.**

In Italia 500 grandi dighe dai 150 ai 50 anni di età.

Sismica: è una novità! Sino ad ora dighe progettate con 0.07-0.1g come le case!

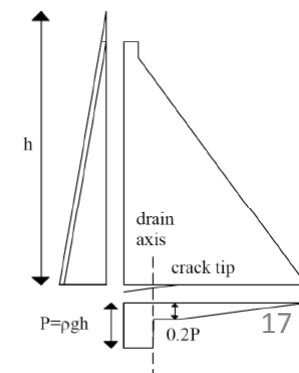
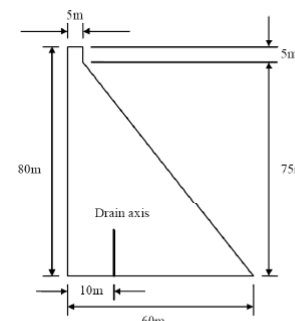
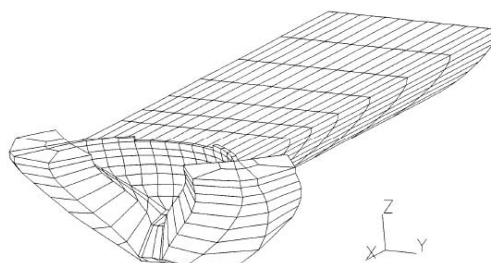
Le analisi dinamiche non lineari al passo sembrano il riferimento essenziale

Come si scelgono le azioni sismiche?

Come si valutano le caratteristiche meccaniche dei modelli?

Prove sui materiali? Esistono modelli consolidati per i materiali delle dighe?

Altre azioni: termica, ritiro, espansione., più studiate e validate



Edifici

11	Strutture in c.a. isolate alla base con dispositivi LRB ad elevato smorzamento: valutazione della risposta e analisi di confronto Alberto Maria Avossa, Pasquale Malangone	1.e) 1.m); 2.n);3.t);4.g)5t) 5p). I criteri di linearizzazione dei dispositivi possono essere più articolati di quelli qui esaminati. Lo SoA sull'argomento lo dimostra e lo discute. Avete considerato altri criteri di linearizzazione equivalente? (rapporto tra T/Tsisma)
12	Problemi di analisi e regolarità strutturale per edifici esistenti in c.a.: valutazione critica delle prescrizioni normative Mauro Mezzina, Francesco Porco, Giacomo Alicino	1.e)2.s) 2.i)3.t)4.s)5.t) 5.p) L'analisi di spinta multimodale sembra una buona soluzione. Cosa pensate della tendenza di imporre analisi dinamiche non lineari al passo?
13	PROGETTAZIONE AGLI SPOSTAMENTI PER L'ADEGUAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO ESISTENTE Adriano De Sortis	1.e)2.s)3.t)4.s)5.t) 5.p). Il lavoro verifica la soluzione post intervento con analisi di spinta . Cosa pensa l'autore dell'alternativa con analisi non lineare al passo? Ma come sono dimensionati i controventi dissipativi?

Sintesi dei lavori presentati

- Tre anni fa avevamo discusso del problema «software» in modo molto orientato alla mera validazione dei programmi di calcolo disponibili.
- Oggi il problema pare non sussistere, nessuno ne ha parlato!
- approfondire altri aspetti: capire come modellare i fenomeni, con schemi diversi per i diversi livelli di definizione da considerare.
- mancano molti modelli per l'esistente.
- Occorre capire meglio:
 - i parametri da valutare nei modelli
 - Quali sono le incertezze di modello
- Nessuno ha parlato della necessità di software di analisi della sostenibilità dei progetti strutturali proposti
 - Questo tema va affrontato almeno a livello di progetto preliminare
- Nessuno ha portato un caso di analisi non lineare al passo utilizzata per la valutazione della sicurezza di un'opera, salvo per le dighe
- Questo metodo è stato solo usato quale confronto in alcuni casi teorici per le altre strutture
- Per le dighe invece si è mostrata la necessità di selezionare in modo attento le time histories da utilizzare.
- Il dibattito è aperto sul tema
- Lo stato della pratica è quello per il quali talvolta problemi complicati vengono studiati qualitativamente con modelli elastici : si valuta la sensibilità della risposta
- L'uso delle tecniche anche non lineari confrontate con i risultati di prove o di esperienze reali porta alla luce le necessità ed i limiti di quanto disponibile