

STRUCTURAL MAGAZINE DI INGEGNERIA STRUTTURALE MODELING

www.structural-modeling.it

Periodico trimestrale di ingegneria strutturale - anno V n° S6, Marzo 2016 - CSPFea s.r.l. via Zuccherificio, 5 D - 35042 Este (PD) Italy - Tel. +39 0429 602404 - Fax +39 0429 610021 - info@cspfea.net



numero

S6



Analisi strutturale agli elementi finiti
dei Tre Ponti di Comacchio:
interpretazione del quadro fessurativo

Simulazioni Numeriche
di Prove Sperimentali
su Edifici in Scala in Muratura

Analisi strutturale della copertura voltata
in muratura della stanza di Giulio II
nella Rocca di San Felice sul Panaro

Valutazione della vulnerabilità sismica
della ciminiera in muratura del
Polo Scientifico e tecnologico

La Torre Fornasini a Poggio Renatico:
una struttura medioevale danneggiata
dal sisma del 2012

Prediction of Crack-width
and Crack-pattern

Editoriale

Diana: il software avanzato che salvaguarda i nostri Edifici Storici



La vulnerabilità sismica e statica di edifici storici è ancora uno degli argomenti di maggiore interesse nel campo dell'ingegneria civile, soprattutto in Paesi con un patrimonio storico come l'Italia. In questo campo, le analisi strutturali più avanzate, sia a livello accademico che a livello professionale, vengono oggi condotte con il software DIANA, grazie ad una affidabilità del software raggiunta in anni di costante evoluzione.

TNO DIANA b.v., l'Azienda sviluppatrice di DIANA, uno spin-off del prestigioso istituto pubblico olandese TNO (pioniere in moltissimi campi della ricerca), grazie alla stretta collaborazione con il mondo della ricerca accademica, ha da molti anni sviluppato features che lo rendono davvero un potente strumento di analisi di strutture esistenti,

in particolare di murature.

Oggi DIANA è considerato il software standard per committenze che chiedono analisi numeriche in applicazioni critiche quali il settore nucleare, l'energy ed in particolare le dighe, le grandi opere idrauliche quali il Canale di Panama e il Mose, la resistenza al fuoco di strutture underground.

Le recenti Linee Guida del Ministero dei Trasporti olandese, sull'utilizzo di software non lineari per la vulnerabilità statica dei viadotti autostradali, è stata sviluppata, peraltro anche da ricercatori italiani, con l'uso di DIANA.

La collaborazione con la Technical University di Delft, che fronteggia la sede di TNO DIANA, giusto di là del canale, su un tipico polder olandese, ha visto passare e co-sviluppare DIANA personaggi del calibro di Rots e Lourenço, vere e proprie star della meccanica dei materiali fragili quali la muratura. Ma anche ricercatori nel campo della geotecnica e della dinamica hanno contribuito a dotare DIANA di features e modelli di materiale per i terreni, non a caso l'idraulica e le problematiche dei terreni in Olanda sono da sempre oggetto di ricerche e collaborazioni con i vicini istituti oltremontani di Cambridge e Imperial College.

Il numero Speciale di Structural Modeling che presentiamo con orgoglio è frutto del lavoro del Gruppo di Ricerca del Professor Antonio Michele Tralli, Ordinario di Scienza delle Costruzioni all'Università di Ferrara, del quale abbiamo voluto pubblicare, riassunti, alcuni lavori applicativi svolti con DIANA che ci sono parsi di diretto interesse per i nostri lettori professionisti.

Sebbene DIANA sia un software dalle potenzialità avanzate, dalla lettura degli articoli i lettori potranno trarre preziose indicazioni e buone pratiche di modellazione ed analisi, avvicinandosi ad un approccio rigoroso all'analisi di edifici storici che oggi è possibile grazie agli strumenti software. E lo sarà ancor più con la nuova release ancora più intuitiva di DIANA che è prevista per il 2016.

La modellazione al continuo 3D, mediante elementi FEM tridimensionali, permette una accuratezza che diventa indispensabile quando le strutture da analizzare si discostano fortemente dalla semplificazione a telaio equivalente. E' sotto gli occhi di tutti il fatto che lo schema a telaio equivalente o gli analoghi metodi a macroelementi, siano inadatti a descrivere il comportamento di strutture in muratura con una complessità geometrica riscontrabile tipicamente in Italia, sequenze complesse di fasi costruttive, parziali demolizioni, sopraelevazioni, aperture irregolari, concomitante presenza di materiali da costruzione differenti, delle quali è difficile non tenere conto. Un ulteriore elemento di complessità è rappresentato dalla necessità di modellare il terreno in presenza di una non trascurabile interazione con la struttura.

Ringraziamo il Gruppo di Ricerca del Professor Tralli per la gentile concessione del materiale e speriamo possa essere di interesse per i lettori della nostra rivista. Come sempre vi invito a mandarmi feedback e suggerimenti.

Paolo Segala

segala@cspfea.net / Twitter: @cspfea1

Sommario



Muratura _____ p. 3

Analisi strutturale agli elementi finiti dei Tre ponti di Comacchio: interpretazione del quadro fessurativo

Marco Pizzolato, Antonio Tralli



Vulnerabilità Sismica _____ p. 11

Valutazione della vulnerabilità sismica della ciminiera in muratura del Polo Scientifico e tecnologico

Massimiliano Cantelli, Fabio Minghini, Gabriele Milani, Eleonora Bertolesi, Antonio Del Grosso, Antonio Tralli



Muratura _____ p. 19

Simulazioni Numeriche di Prove Sperimentali su Edifici in Scala in Muratura

Michele Simoni, Andrea Chiozzi, Maurizio Indirli, Antonio Tralli



Vulnerabilità Sismica _____ p. 25

La Torre Fornasini a Poggio Renatico: una struttura medioevale danneggiata dal sisma del 2012. Modellazione agli elementi finiti ed interventi di consolidamento

Sara Marzocchi, Michele Simoni, Fabio Minghini, Antonio Tralli



Muratura _____ p. 33

Analisi strutturale della copertura voltata in muratura della stanza di Giulio II nella Rocca di San Felice sul Panaro

Luca Bragioto, Michele Simoni, Antonio Tralli



Rc Structures _____ p. 41

Stiffness adaptation method for analysis of reinforced concrete structures

Gerd-Jan Scheppers

Per saperne di più _____ p. 54

Magazine di ingegneria strutturale

www.structural-modeling.it

Le opinioni espresse negli articoli pubblicati dalla rivista Structural Modeling, impegnano esclusivamente i rispettivi autori.

Editore: casa editrice Il Prato - www.ilprato.com

Progetto grafico: Scriptorium (VI) - scriptorium@scriptorium.biz

© casa editrice Il Prato © CSPFea s.c.

CSPFea distribuisce:



CSPFEA
ENGINEERING SOLUTIONS

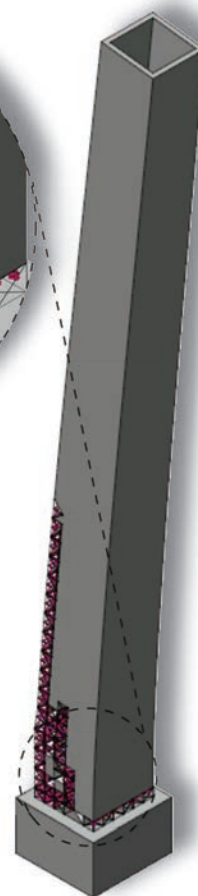
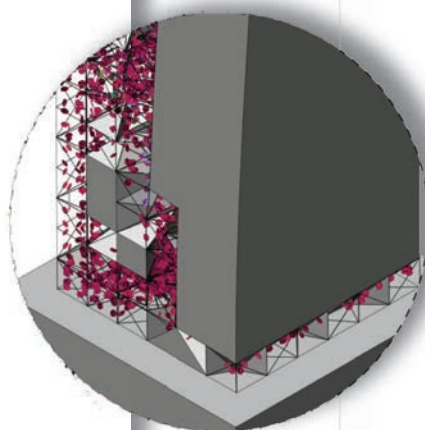
www.cspfea.net

CSPFea sostiene:





Bologna, Torre degli Asinelli



NUOVO DIANA 10

scopri di più su:

www.cspfea.net/diana

DIANA è il software per **analisi ad elementi finiti** applicato in tutto il mondo in problematiche di ingegneria civile sia nelle analisi lineari che non lineari, statiche e dinamiche.

La reputazione di DIANA spazia dalle applicazioni su edifici **storici in muratura**, edifici **esistenti in CA**, per arrivare alle **dighe** di qualsiasi tipologia, nuove od esistenti, così come in altre strutture in CA del settore della **produzione di energia**, a cominciare dal **nucleare**.

DIANA è un software in grado di effettuare analisi avanzate su strutture che includano la combinazione di differenti fenomeni fisici e tipologie di azione, contemplando proprietà avanzate di **materiali non lineari**.

Nel caso dei beni storici ed artistici, tali caratteristiche rendono DIANA lo strumento più **avanzato e reputabile**, disponibile a livello commerciale, collaudato dalle Università che operano sul settore della **vulnerabilità sismica**, validato con innumerevoli test di laboratorio. Il solver è continuamente verificato dal Produttore con "regression test" durante la fase di sviluppo e l'**interfaccia grafica** ha subito notevolissimi sviluppi negli ultimi due anni. Tutto questo rende DIANA la soluzione ideale quando il lavoro dello strutturista richiede **analisi realmente robuste** ed affidabili che permettano di approfondire le complesse relazioni ed interazioni che avvengono quando i fenomeni sismici colpiscono le complesse **strutture storiche**.

Official reseller for Italy

CSPFEA
ENGINEERING SOLUTIONS

CSPFea s.c.

Via Zuccherificio, 5/d - 35042 Este (Pd) - Italy
tel. +39 0429 602404 - fax +39 0429 610021
info@cspfea.net - www.cspfea.net/diana



Marco Pizzolato²
Antonio Tralli¹

¹ Dipartimento di Ingegneria, Università di Ferrara

² Libero professionista in Ferrara

Corrispondente: antoniomichele.tralli@unife.it

Analisi strutturale agli elementi finiti dei Tre ponti di Comacchio: interpretazione del quadro fessurativo