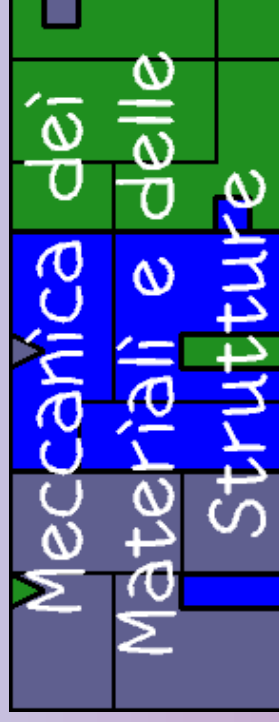


IL CODICE DI CALCOLO **NOSA** PER L'ANALISI STRUTTURALE DI ANTICHE COSTRUZIONI IN MURATURA

LABORATORIO



Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo", ISTI-CNR
Via G. Moruzzi, 1 56124 Pisa
Cristina Padovani, tel. 050 3152951, e-mail: Cristina.Padovani@cnuce.cnr.it

IL NOSA E' UN CODICE DI CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI PER L'ANALISI STRUTTURALE DI COSTRUZIONI IN MURATURA.

LA MURATURA E' MODELLATA COME UN MATERIALE ELASTICO NON LINEARE CON RESISTENZA A TRAZIONE DEBOLE O NULLA E RESISTENZA A COMPRESSIONE INFINITA O LIMITATA.

CAMPI DI APPLICAZIONE

- ANALISI STATICHE
- ANALISI LIMITE
- ANALISI DINAMICHE
- ANALISI TERMOMECCANICHE DI STRUTTURE SOGGETTE A
VARIAZIONI TERMICHE GIORNALIERE E STAGIONALI
- MODELLAZIONI DI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO
(APPLICAZIONE DI CATENE METALLICHE, STRUTTURE DI
RITEGNO, ETC.)

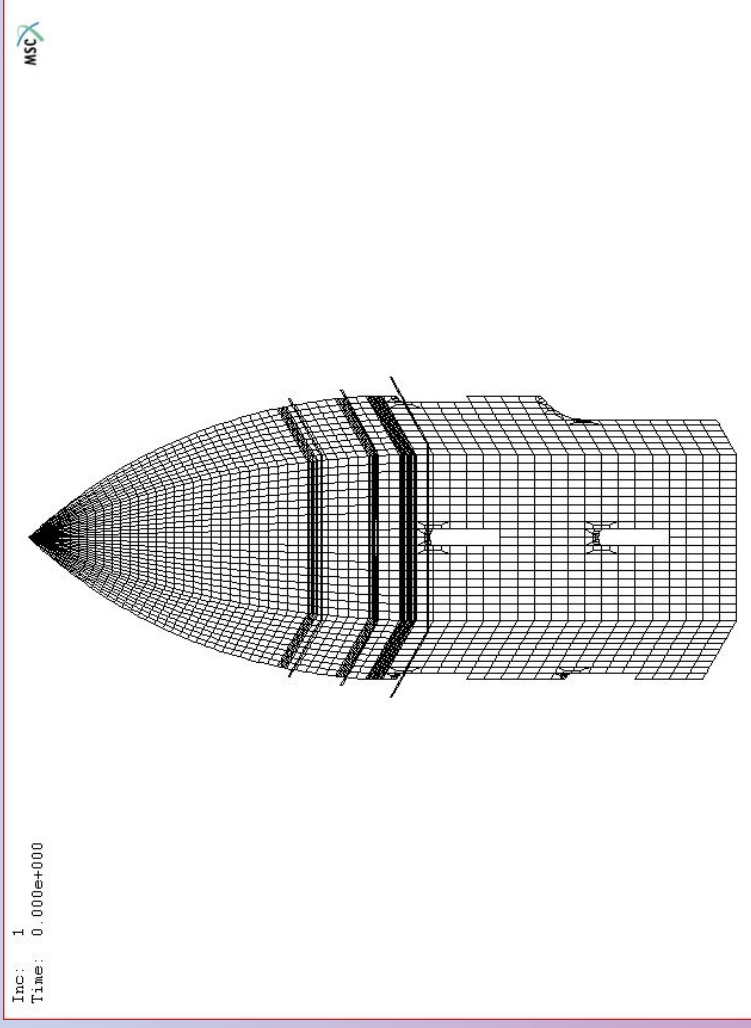
**ALCUNI ESEMPI DI MODELLAZIONI ESEGUITE SU ANTICHI
EDIFICI IN MURATURA:**

- IL BATTISTERO DI VOLTERRA**
- L'ARSENALE MEDICEO DI PISA**
- IL CAMPANILE DI BUTI**
- LA CHIESA DI S. PIETRO IN VINCULIS DI PISA**

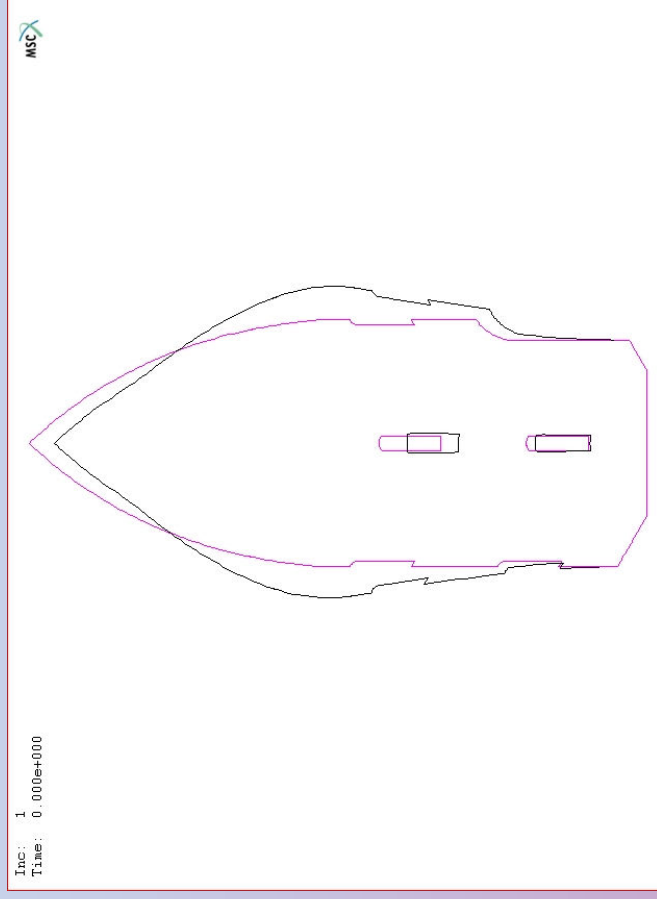
IL BATTISTERO DI VOLTERRA

- E' STATO STUDIATO IL COMPORTAMENTO DELLA STRUTTURA SOTTO L'AZIONE DEL PESO PROPRIO.
- SI E' DETERMINATO LO STATO DI SFORZO NELLA CUPOLA AL FINE DI VERIFICARE L'EFFICACIA DELLE CATENE ESISTENTI.

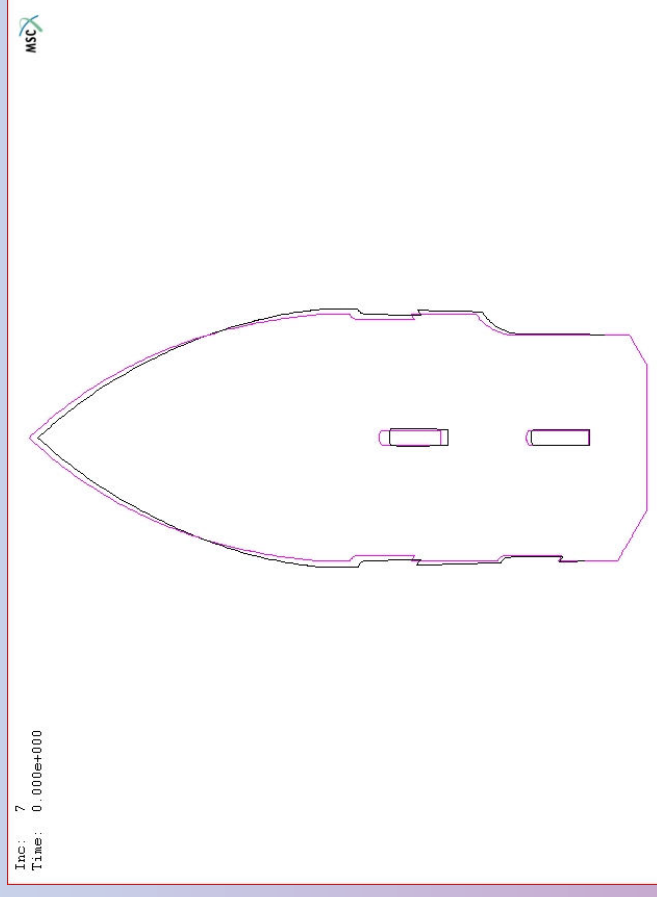
LA DISCRETIZZAZIONE CON ELEMENTI FINITI



LA CONFIGURAZIONE DEFORMATA DELLA STRUTTURA MURARIA

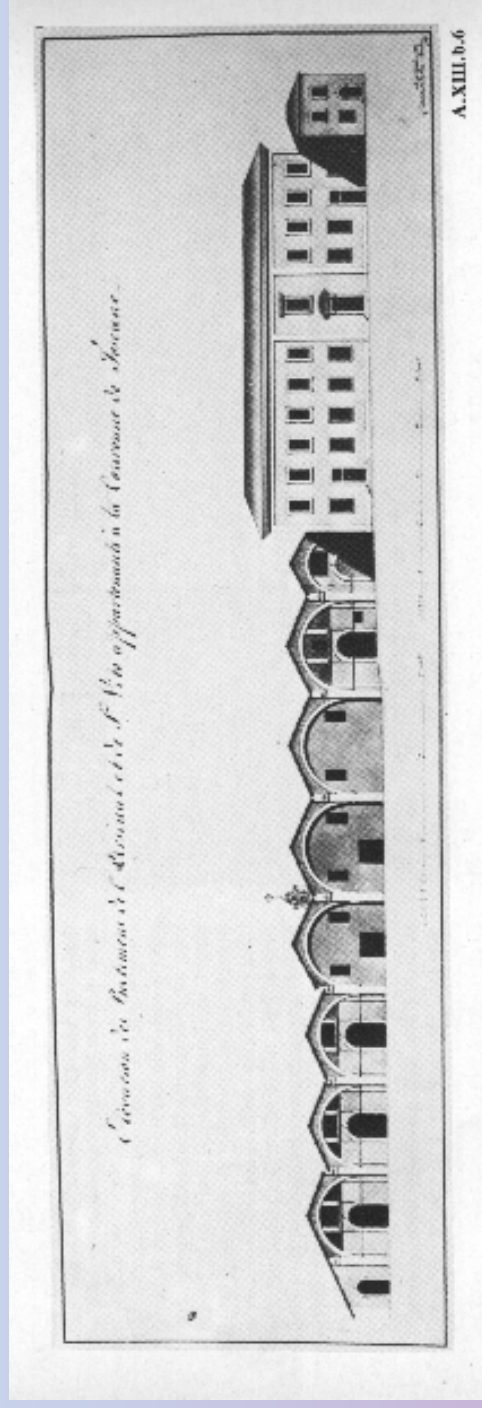


a) IN ASSENZA DI CONSOLIDAMENTO



**b) IN PRESENZA DI CERCHIATURA
METALLICA DELLA CUPOLA**

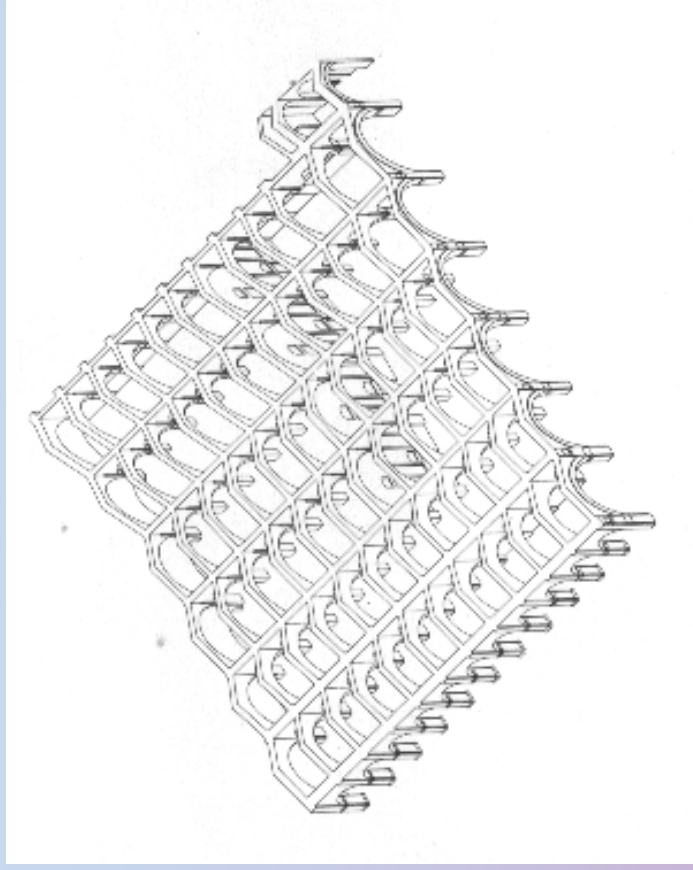
L'ARSENALE MEDICEO DI PISA



PROSPETTO DELL'ARSENALE MEDICEO PROSPICIENTE L'ARNO

- E' STATO ESEGUITA UN'ANALISI DELLA STRUTTURA SOTTO L'AZIONE DEL PESO PROPRIO E DI UN CARICO ORIZZONTALE EQUIVALENTE AL SISMA IN DIREZIONE PARALLELA AI PROSPETTI.

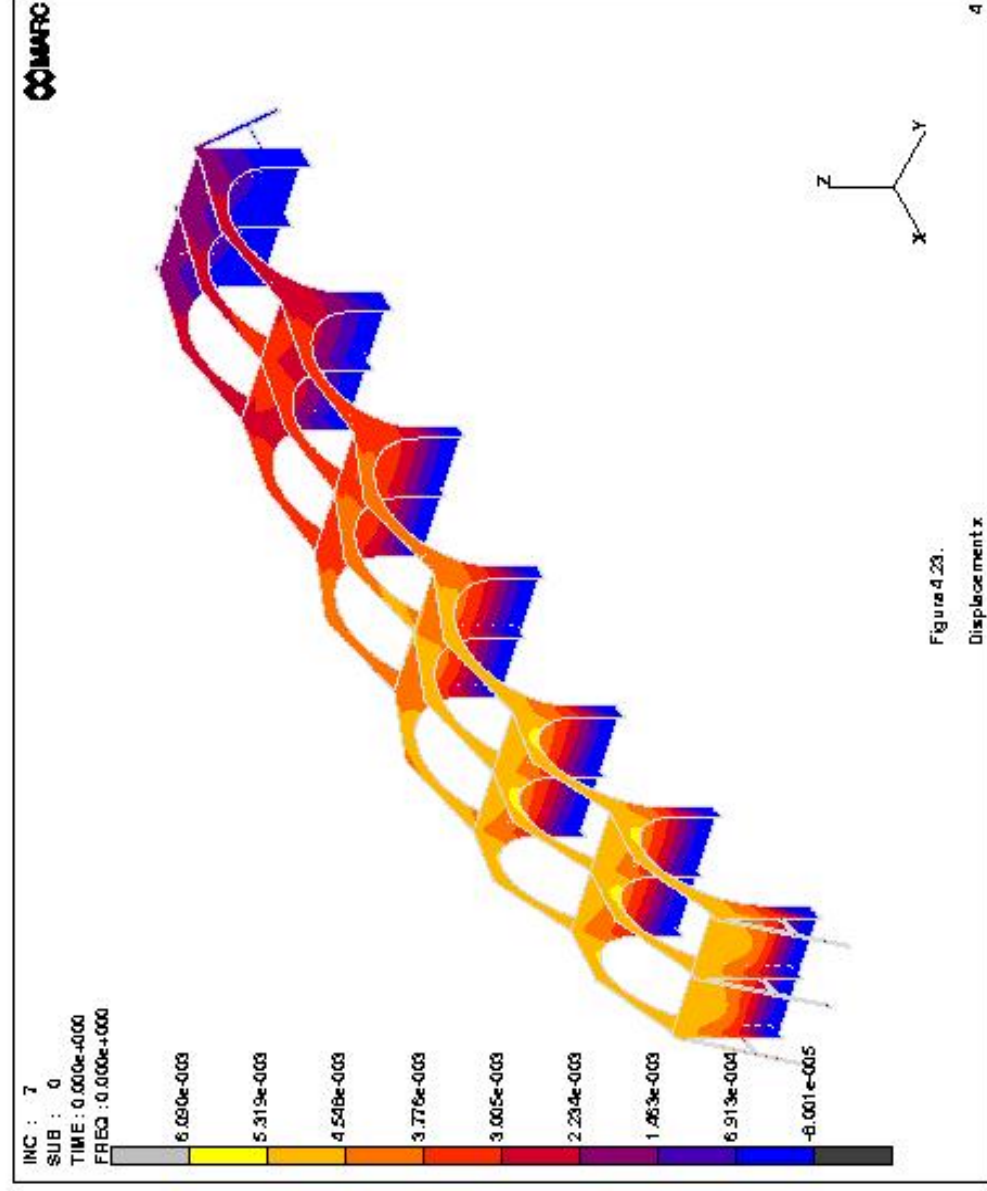
LA STRUTTURA E' STATA ANALIZZATA:



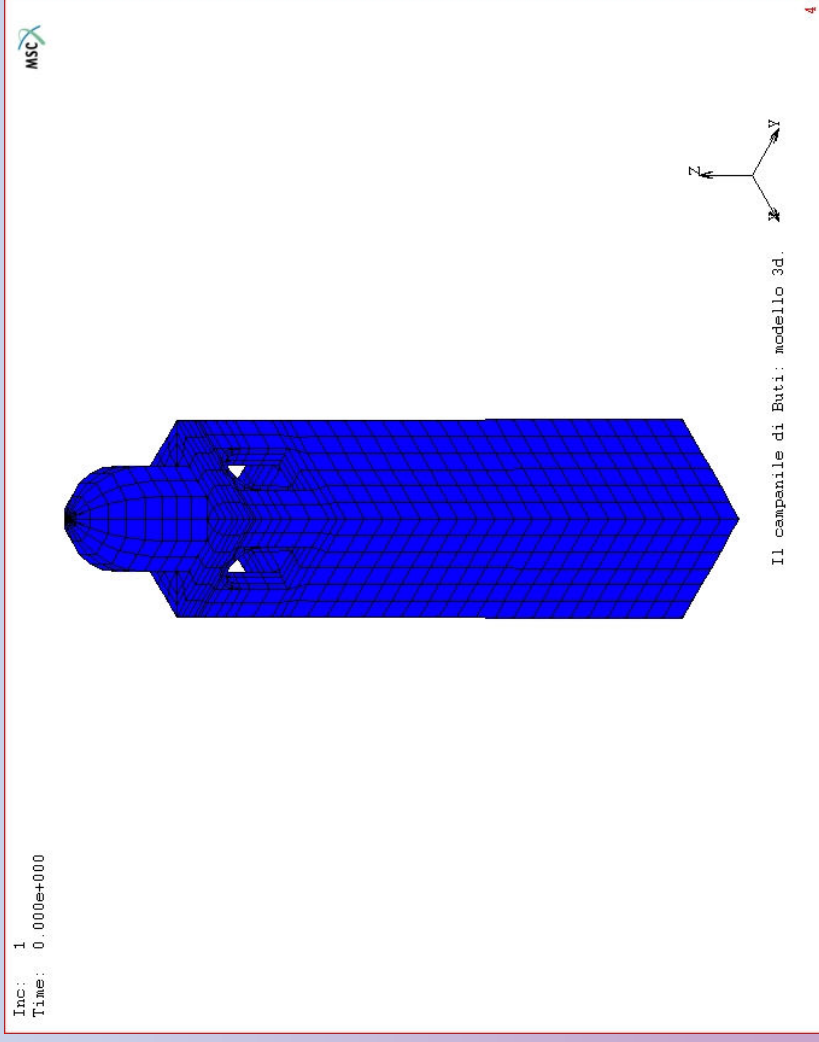
- **NELLA SITUAZIONE ATTUALE**
- **CON L'APPLICAZIONE DI STRUTTURE DI RITEGNO AI LATI EST- OVEST DELL'EDIFICIO**
- **CON L'APPLICAZIONE DI STRUTTURE DI RITEGNO E CATENE**

I RISULTATI EVIDENZIANO LA NECESSITA' DI UN INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO MEDIANTE LA MESSA IN OPERA DI STRUTTURE DI RITEGNO.

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI DELLA STRUTTURA CONSOLIDATA MEDIANTE CONTRAFFORTI

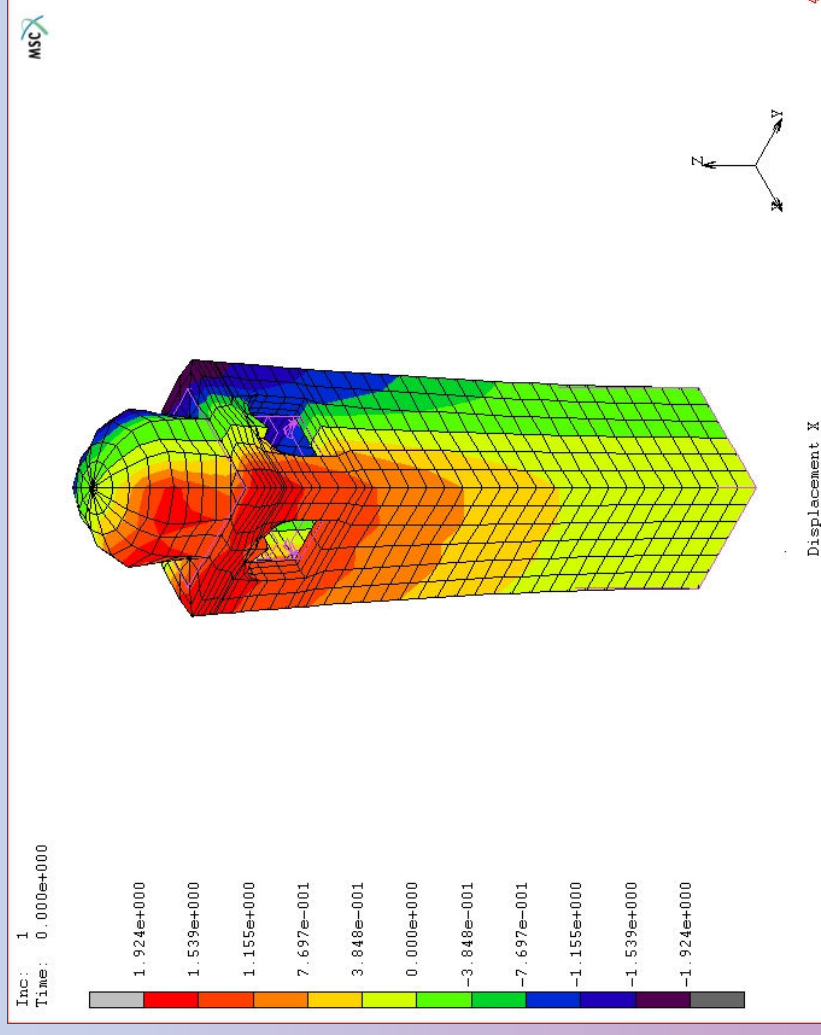


IL CAMPANILE DI BUTI



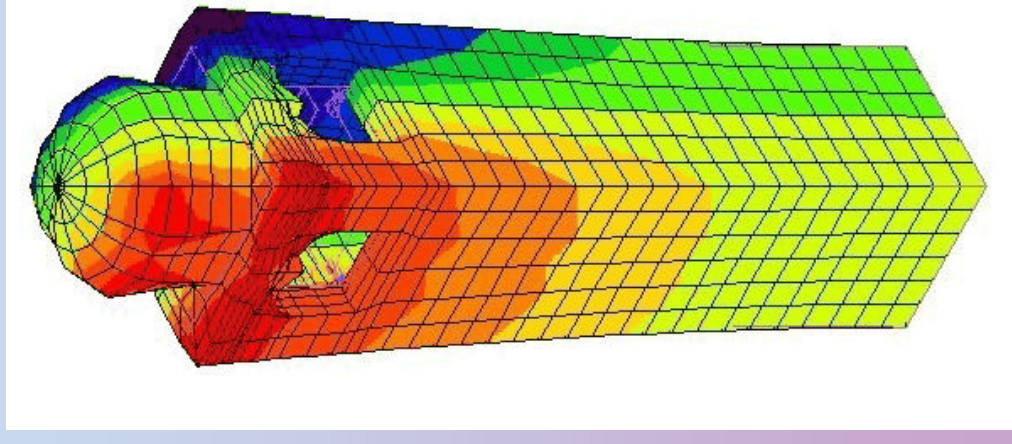
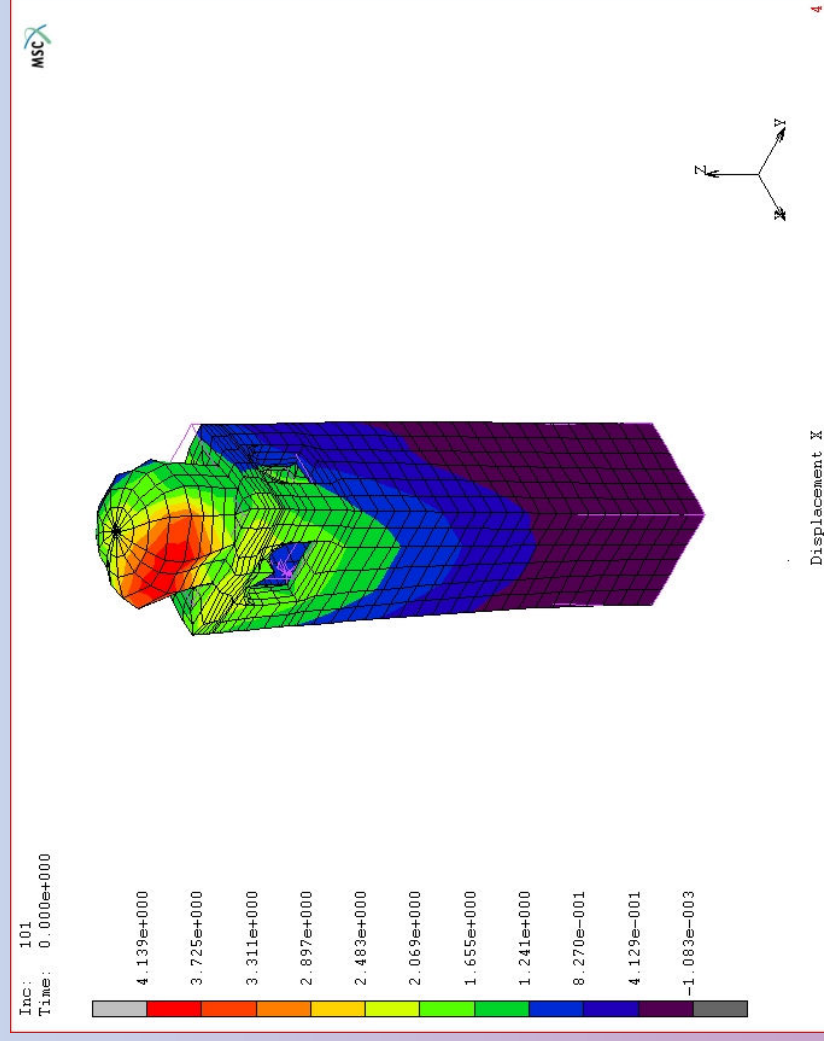
**DISCRETIZZAZIONE IN ELEMENTI
FINITI**

ANALISI STATICA



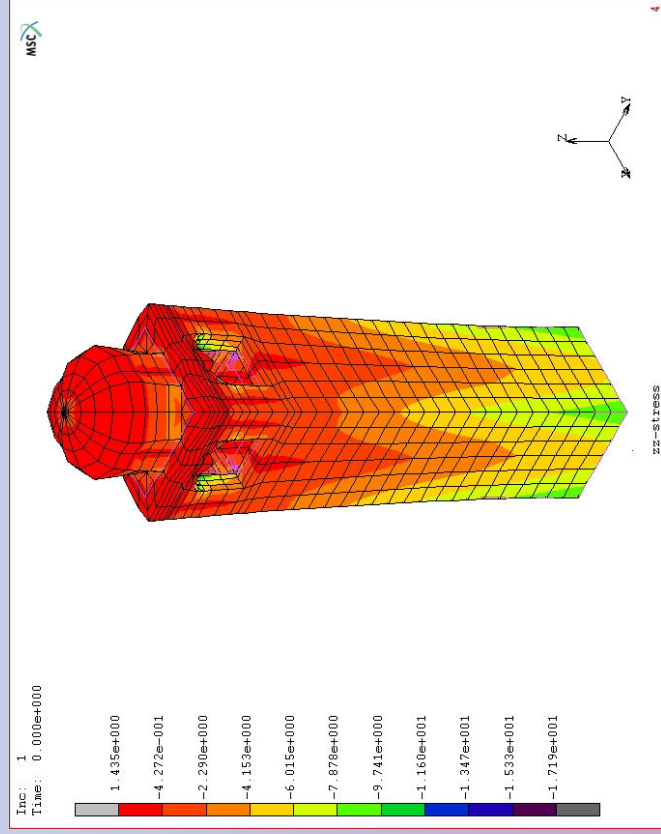
SPOSTAMENTI IN DIREZIONE X PER EFFETTO DEL SOLO PESO PROPRIO

ANALISI SISMICA

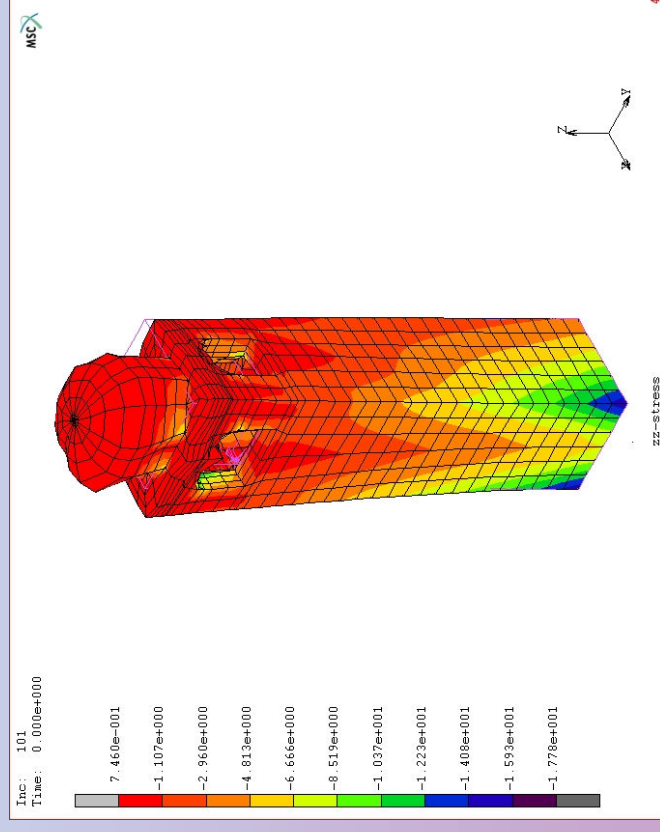


SPOSTAMENTI IN DIREZIONE X PER EFFETTO DEL PESO PROPRIO E DI UN CARICO ORIZZONTALE EQUIVALENTE AL SISMA.

ANALISI TENSIONALE

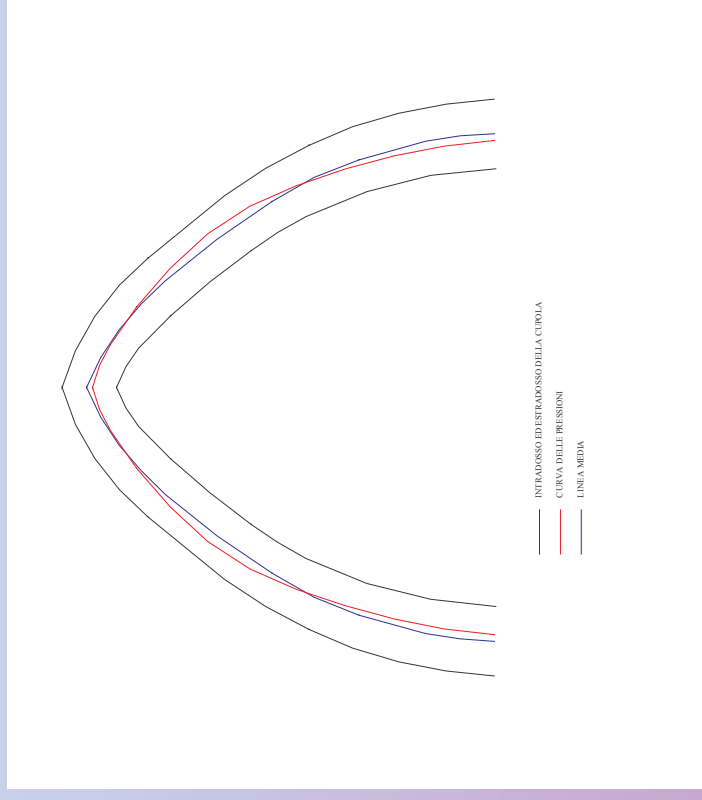
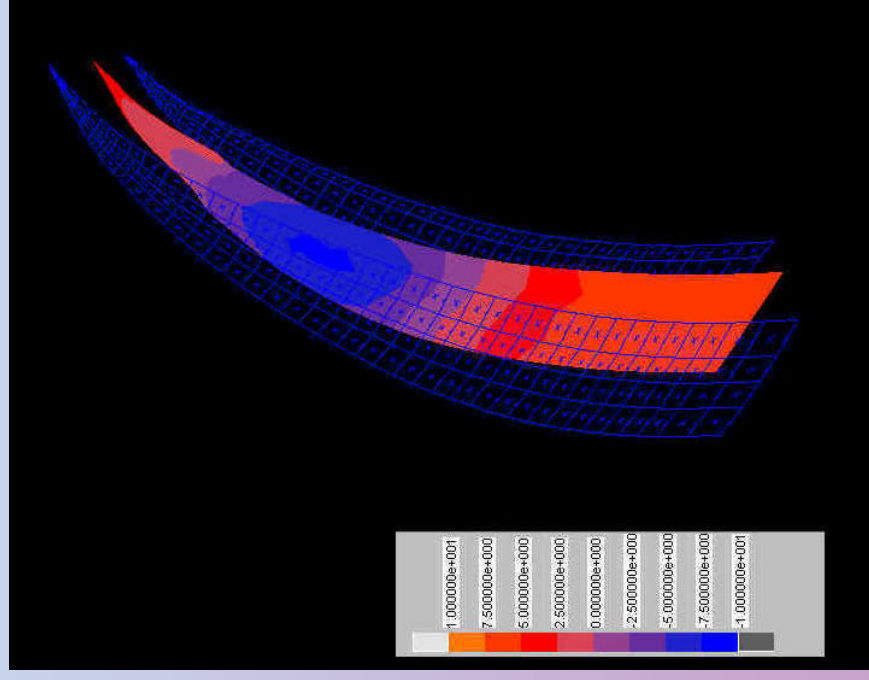


TENSIONI NORMALI IN DIREZIONE Z PER
EFFETTO DEL PESO PROPRIO



TENSIONI NORMALI IN DIREZIONE Z PER EFFETTO
DEL PESO PROPRIO E DEL SISMA

ANALISI DELLA CUPOLA SOTTO L'AZIONE DEL PESO PROPRIO



LA CURVA DELLE PRESSIONI

LA SUPERFICIE DELLE ECCENTRICITA' DI MASSIMO MODULO IN UNA VELA DELLA CUPOLA.

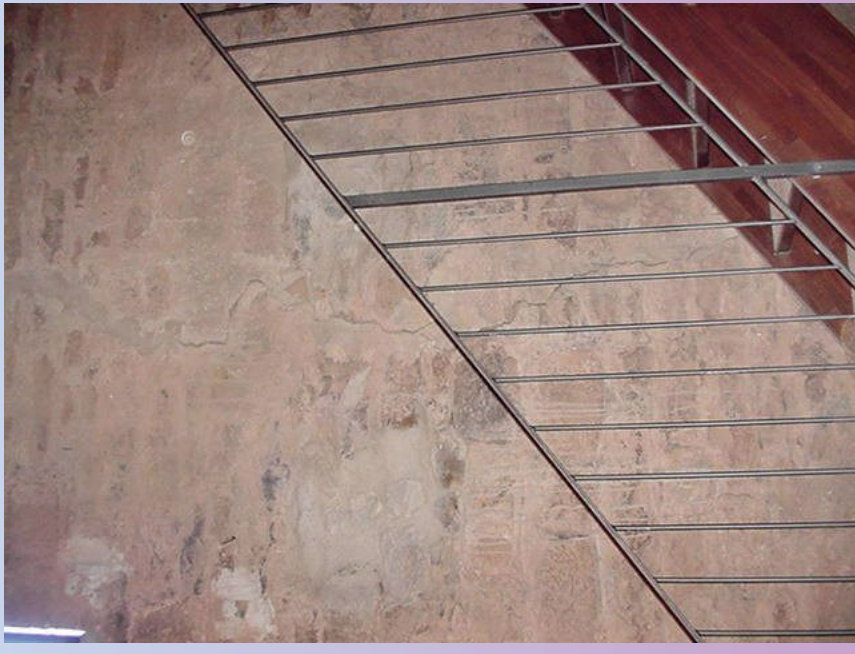
CONFRONTO TRA QUADRO FESSURATIVO E ANALISI NUMERICA

**L'ANALISI NUMERICA E' SERVITA A SPIEGARE
LA PROBABILE CAUSA CHE HA DATO
ORIGINE ALLE VISTOSE FESSURE VERTICALI
PRESENTI SUL CAMPANILE**

FESSURE PASSANTI SUI LATI DEL CAMPANILE

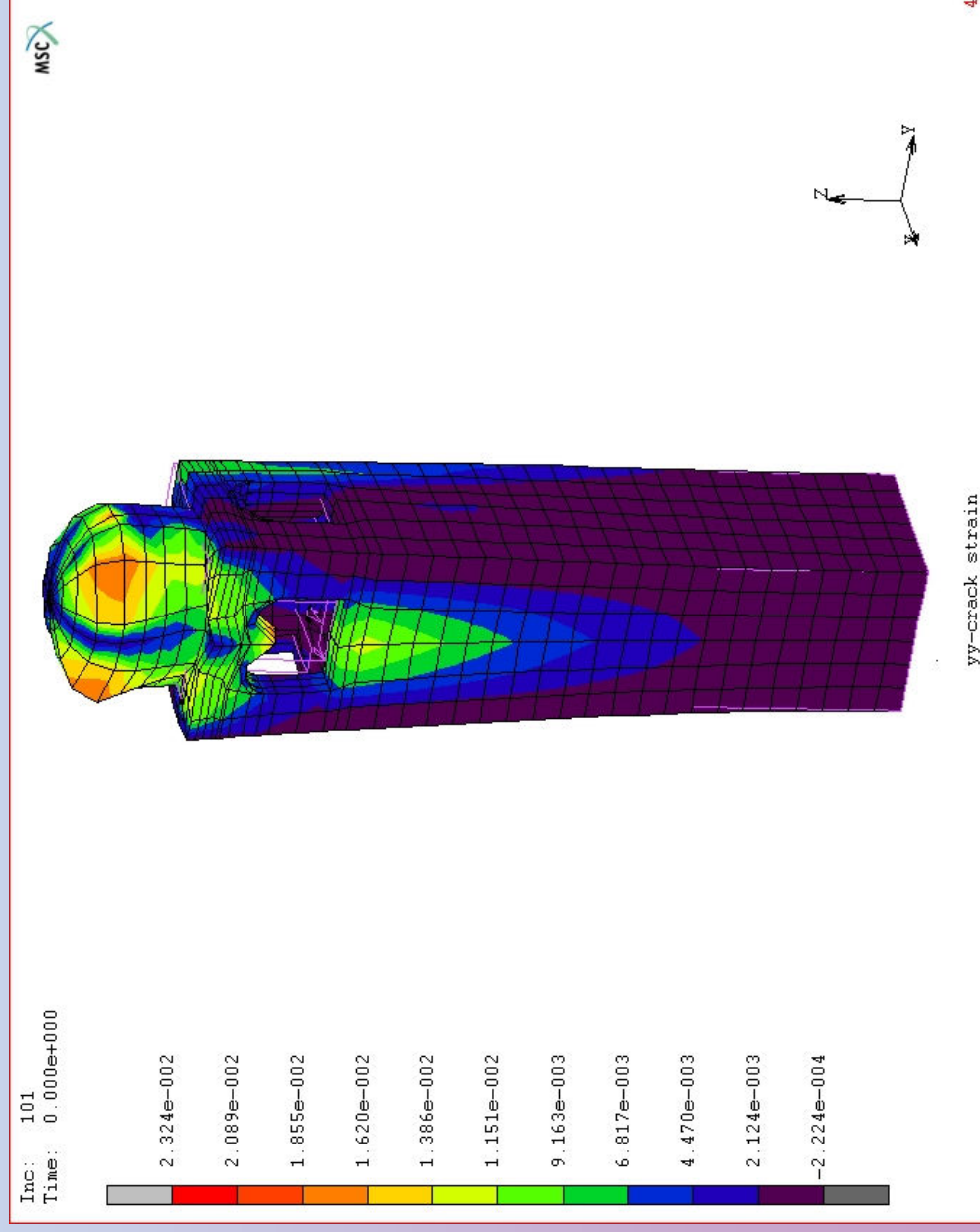


ESTERNO



INTERNO

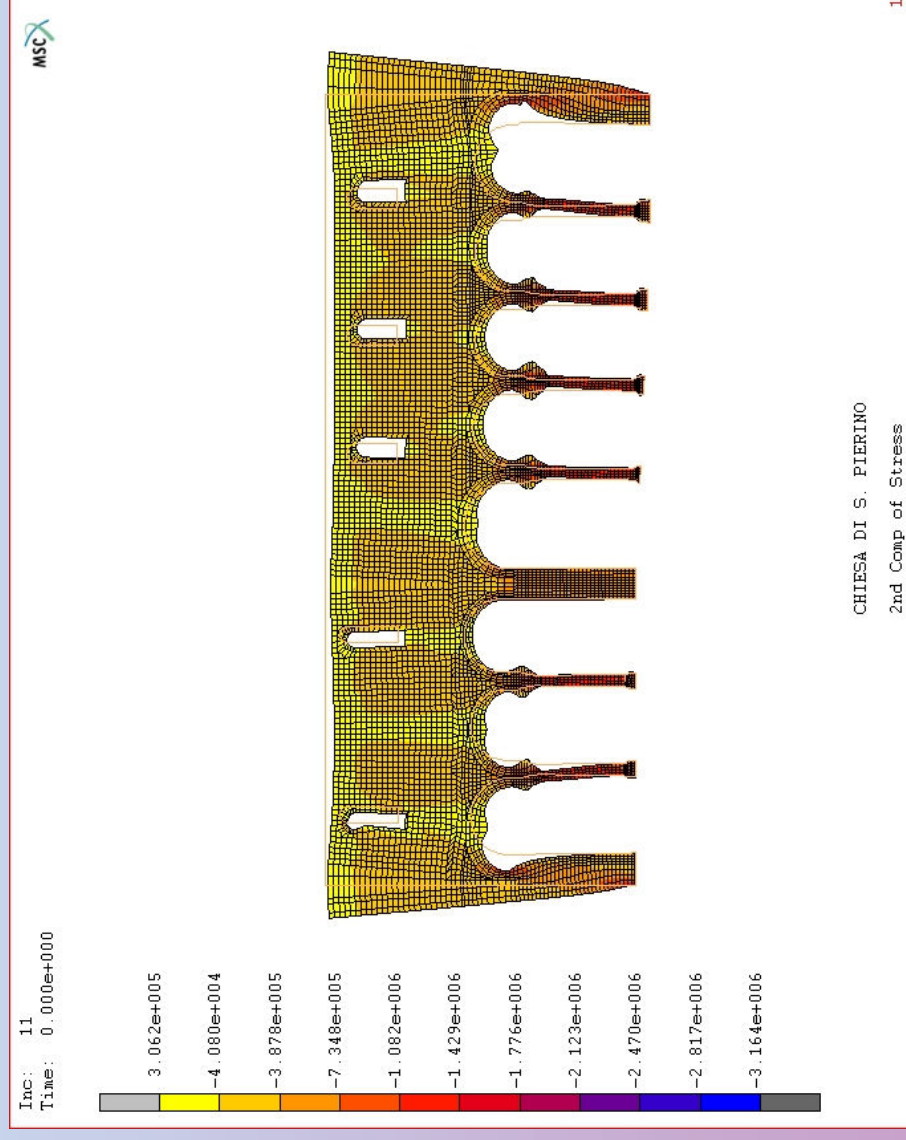
LE ANALISI STRUTTURALI CONFERMANO CHE IN PRESENZA DEL SISMA SI FORMANO FESSURE VERTICALI SUI LATI DEL CAMPANILE.



LA CHIESA DI S. PIETRO IN VINCULIS

E' STATA ESEGUITA UNA MODELLAZIONE
PIANA DEL MURO LONGITUDINALE DESTRO
DELLA NAVATA CENTRALE SOTTO L'AZIONE
DEL PESO PROPRIO E DEL PESO DELLA
COPERTURA

TENSIONI NORMALI IN DIREZIONE Y



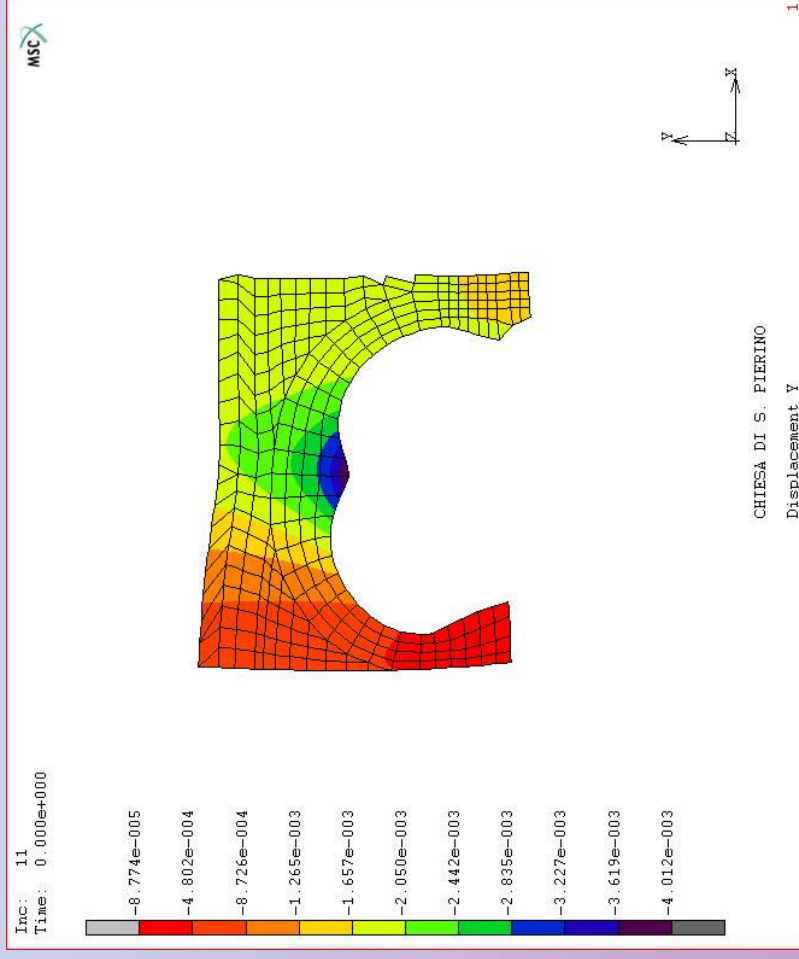
I VALORI MASSIMI DELLE COMPRESSIONI SONO AL DI SOTTO DELLA RESISTENZA DELLA MURATURA: NON SI FORMANO QUINDI FESSURE DA SCHIACCIAMENTO

SPOSTAMENTI IN DIREZIONE Y



I MASSIMI ABBASSAMENTI SONO DI CIRCA 4 mm E SI HANNO IN CHIAVE DEI DUE ARCHI ESTREMI.

CONFRONTO TRA ANALISI NUMERICA E RILIEVO



E' EVIDENTE IL RISCONTRO TRA I RISULTATI DELL'ANALISI E L'ABBASSAMENTO DEL CONCIO IN CHIAVE MISURATO NEL RILIEVO

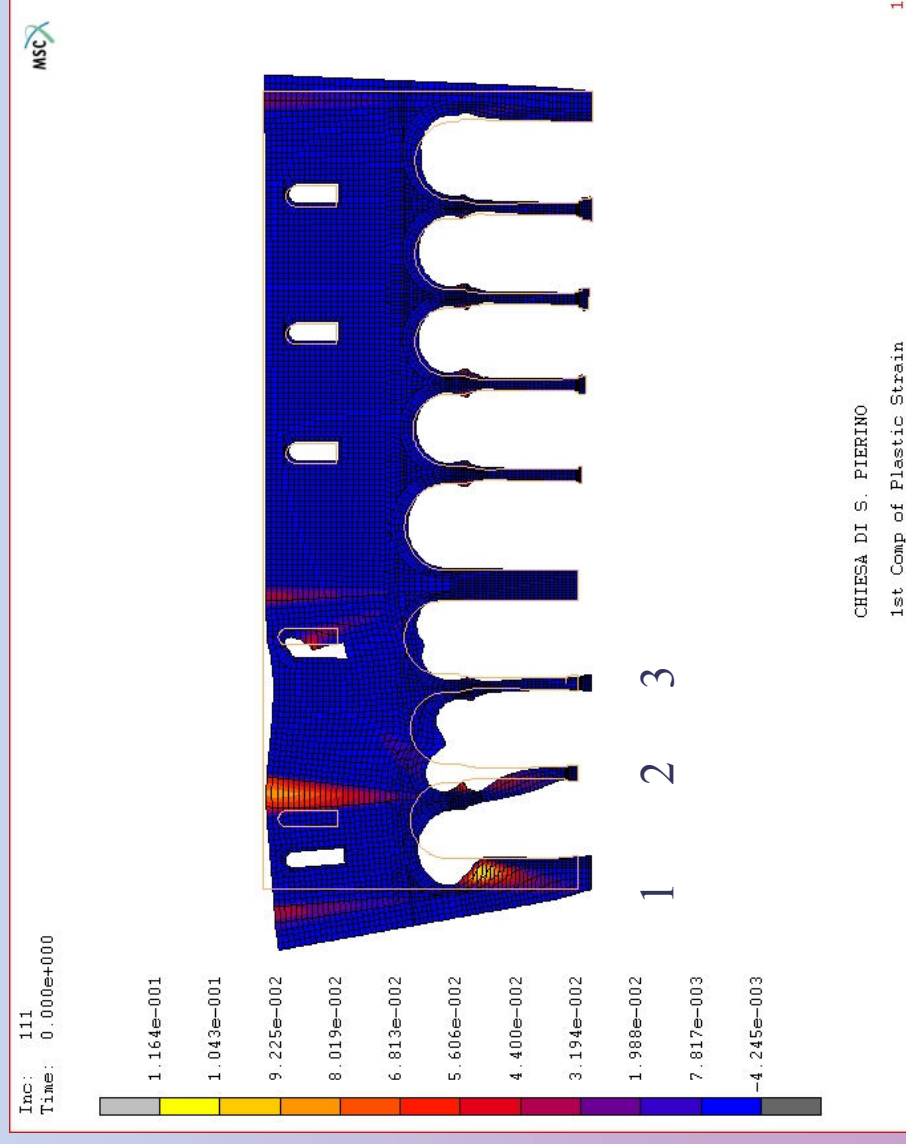
LE FRATTURE VERTICALI



IL CODICE DI CALCOLO E' STATO
UTILIZZATO PER INDIVIDUARE
L'ORIGINE DELLA LESIONE
VERTICALE PRESENTE SUL MURO
IN CORRISPONDENZA DEL
PILASTRO 2.

L'ORIGINE DI TALE FESSURA
POTREBBE ESSERE IL CEDIMENTO
DEI PILASTRI 1 E 3.

DEFORMAZIONE DI FRATTURA DOVUTA AL CEDIMENTO DEI PILASTRI 1 E 3



E' EVIDENTE LA FORMAZIONE DELLA FESSURA AL DI SOPRA DEL PILASTRO 2 PER EFFETTO DEL CEDIMENTO DI 1 cm DEI PILASTRI 1 E 3.

CONCLUSIONI

- **IL CODICE AGLI ELEMENTI FINITI NOSA PERMETTE DI:**
- VALUTARE IL COMPORTAMENTO STATICO DI EDIFICI IN MURATURA, CONSIDERANDO SIA UNA DEBOLE RESISTENZA A TRAZIONE, SIA UNA RESISTENZA A TRAZIONE NULLA.
- MODELLARE INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E VALUTARNE L'EFFICACIA IN FASE DI PROGETTO.

**PERTANTO IL CODICE NOSA PUO' ESSERE
IMPIEGATO NEL SETTORE DELLA
CONSERVAZIONE E PROTEZIONE DEL
PATRIMONIO MONUMENTALE NAZIONALE.**

SVILUPPI FUTURI

ATTUALMENTE SONO IN FASE DI STUDIO MODELLI E METODI PER LA VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA DI STRUTTURE IN MURATURA NEI CONFRONTI DI AZIONI DINAMICHE COME VIBRAZIONI DA TRAFFICO E TERREMOTI.

LABORATORIO DI MECCANICA DEI MATERIALI E DELLE STRUTTURE

Cristina Padovani

Andrea Pagni

Giuseppe Pasquinelli

Massimiliano Lucchesi

Nicola Zani

Katia Bernardeschi

Silvia Degl'Innocenti

**Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo",
ISTI-CNR Via G. Moruzzi, 1 56124 Pisa**

PER CONTATTI:

**Istituto di Scienza e Tecnologie
dell'Informazione "A. Faedo", ISTI-CNR
Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa**

*Cristina Padovani, tel. 050 3152951,
e-mail: Cristina.Padovani@cnuce.cnr.it*

www.isti.cnr.it/ResearchUnits/Labs/