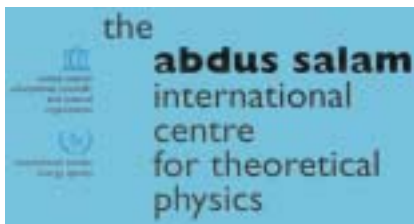


Effetti dei terremoti nelle grandi aree urbane

Terremoti e maremoti

Giuliano F. Panza

Roma 20 Dicembre 2005





September 2002
Vol.25 No.3



Episodes

Journal of International Geoscience

Centri urbani studiati

Algier

Bucharest

Cairo

Debrecen

Delhi

Naples

Beijing

Rome

Russe

Santiago de Cuba

Thessaloniki

Sofia

UNESCO-IUGS-IGCP project "**Realistic
Modelling of seismic input for
Megacities and Large Urban Areas**",

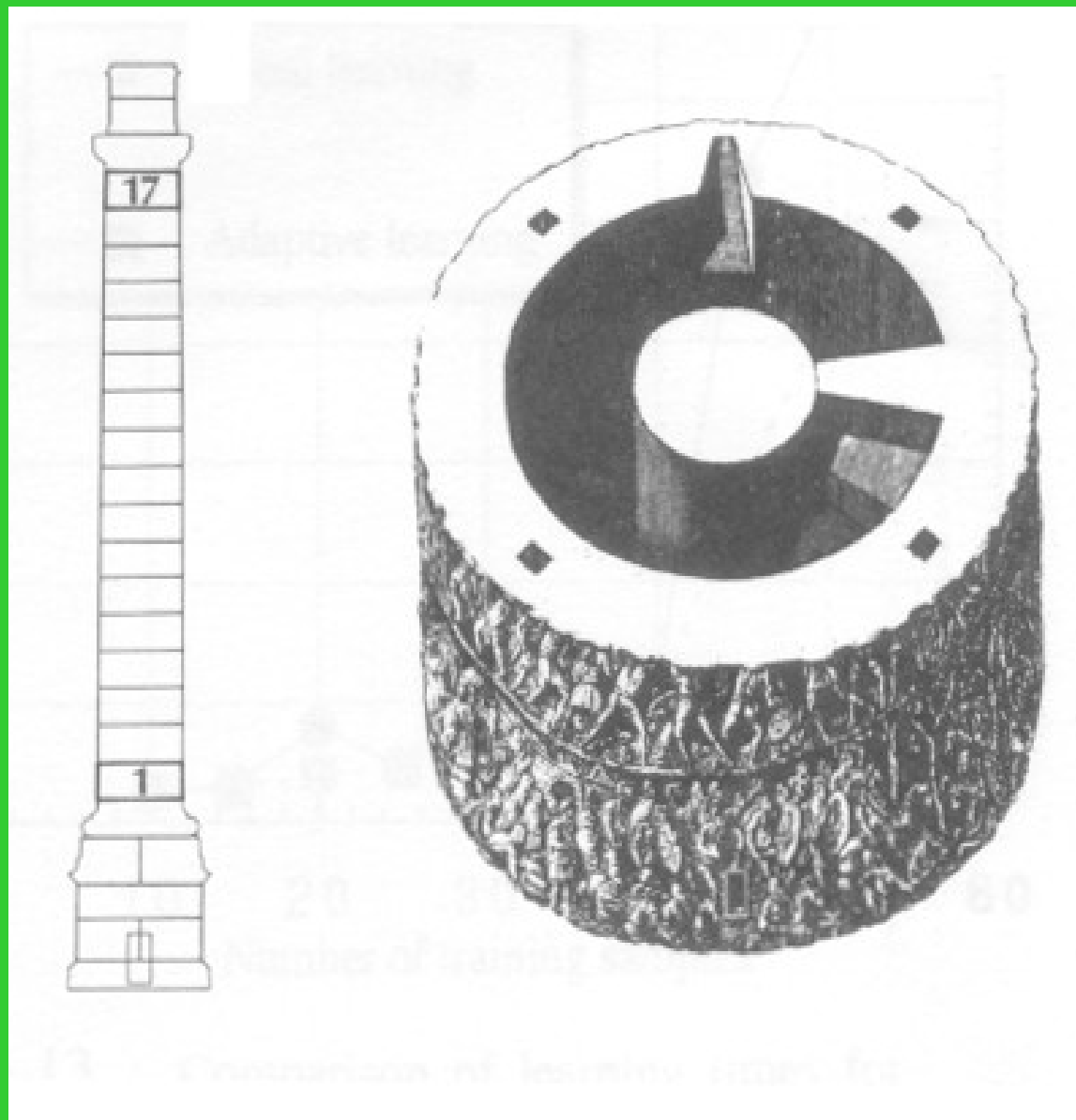
ROMA

Dai monumenti storci si puo' dedurre che forti variazioni laterali (entro < 1 Km) possono verificarsi nel moto sismico del suolo a Roma; tale possibilita' e' confermata dalla modellazione realistica del moto del suolo fatta tenendo nella debita considerazione gli effetti di sorgente, di propagazione e locali.

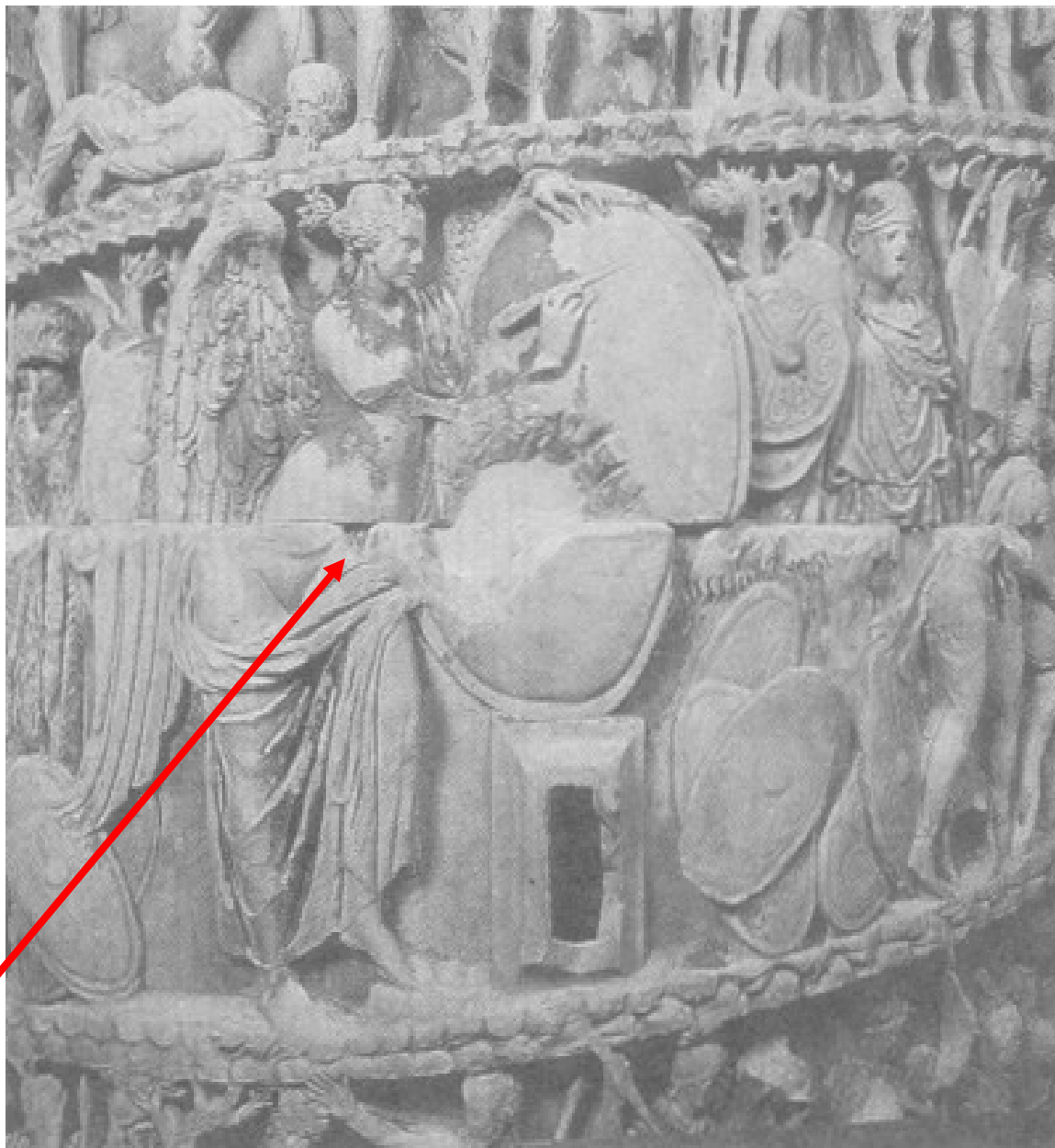
Il periodo di circa 1 s in corrispondenza del quale ci sono raddoppi delle coordinate spettrali sono particolarmente rilevanti per edifici in cemento armato (CA) di alcuni piani. Un esperimento effettuato a JRC-Ispra ha mostrato che un edificio tipo in CA, di circa 10mx10mx10m (tre piani), ha un periodo proprio di 1.3 s e non 0.3 s, come comunemente stimato in base a relazioni empiriche (Fardis, comm. Pers., 2004).



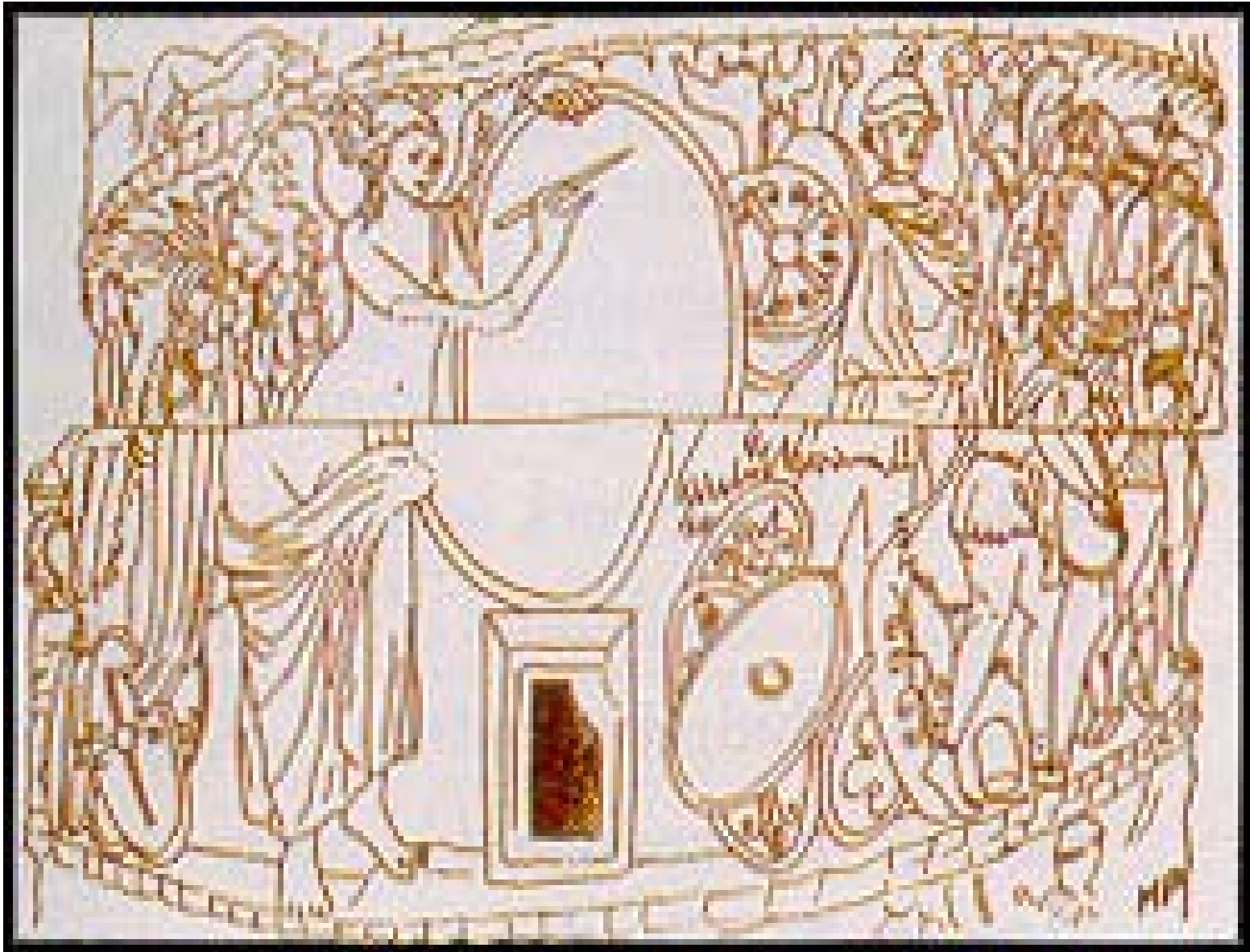
colonna Traiana (sinistra) e la colonna di Marco Aurelio (destra)

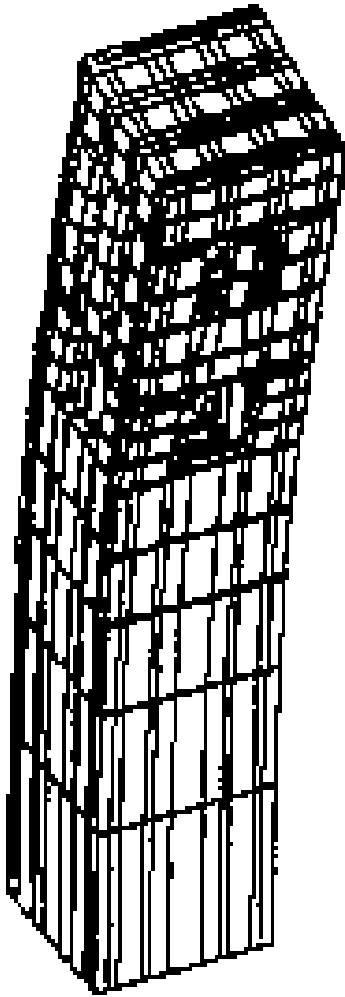


Rocco elemento base costitutivo delle due colonne

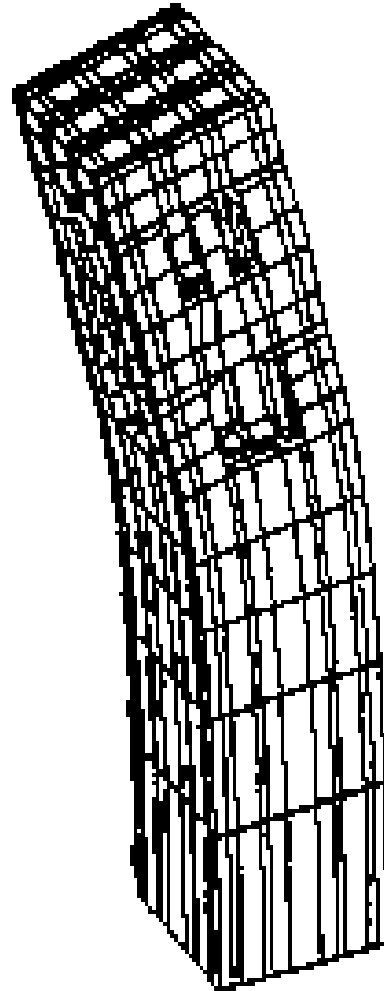


Dislocazione di circa 8 cm tra il IX e X rocco della colonna Antonina di Roma





(a)



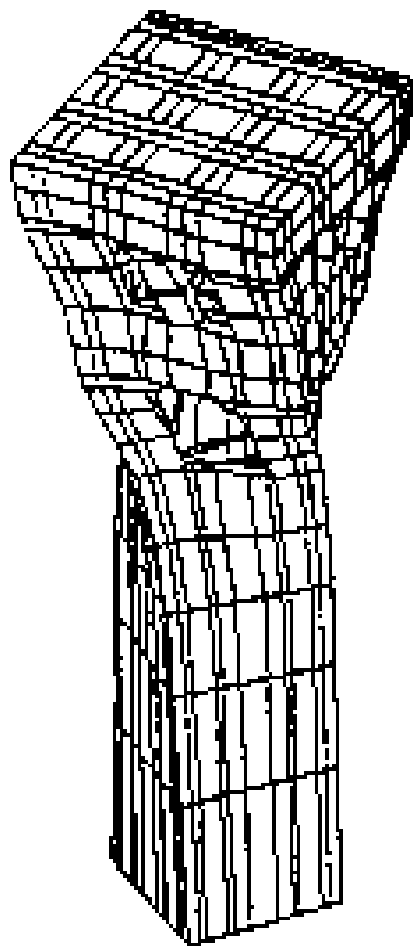
(b)

Prime due
forme
modali del
campanile
della
Chiesa di
S. Giorgio
a
Trignano

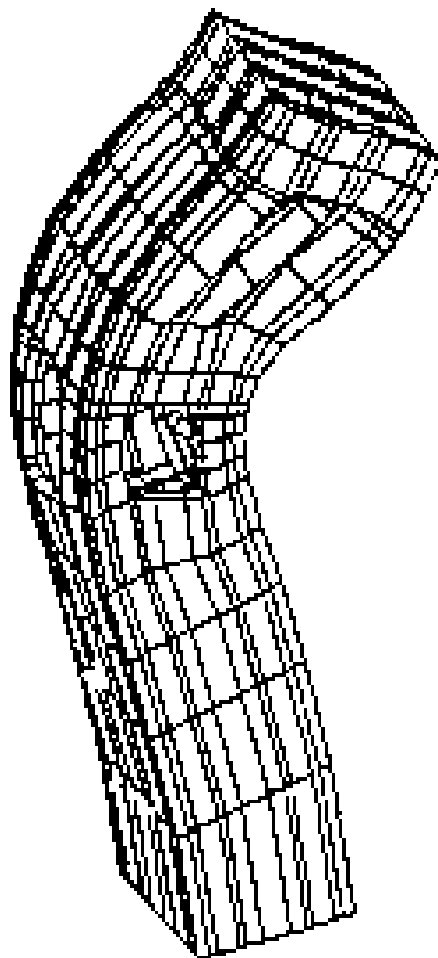
- 2.57Hz,
~1.0 Hz

(b) 2.72 Hz,

~1.1 Hz



(c)



(d)

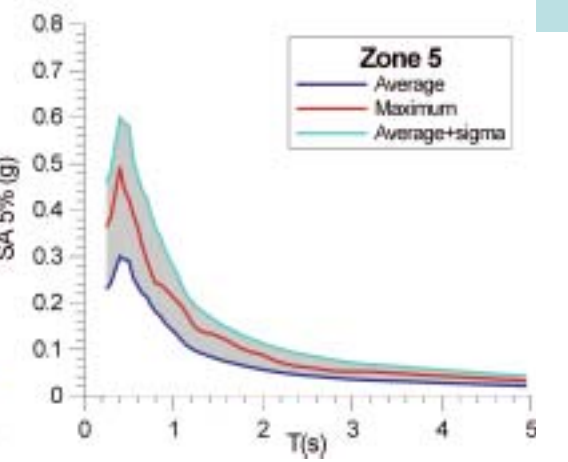
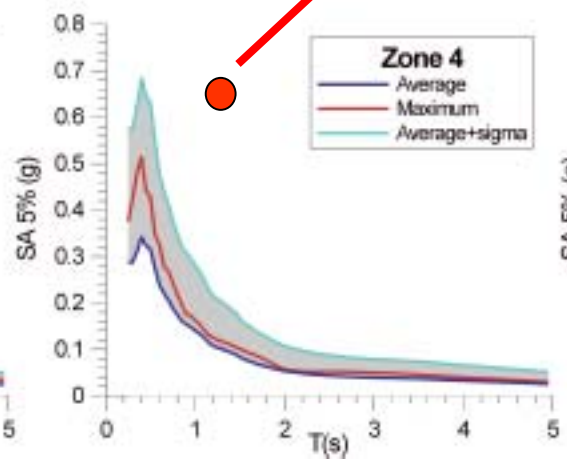
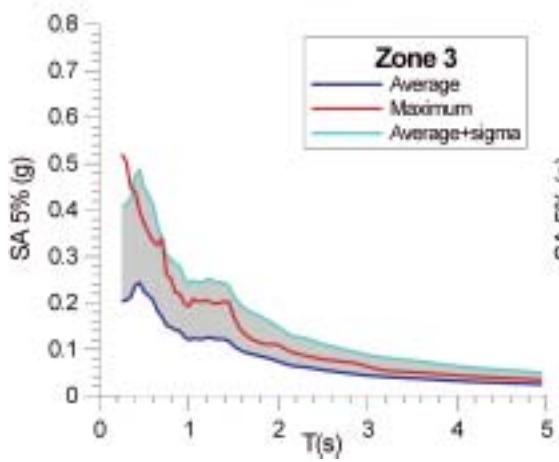
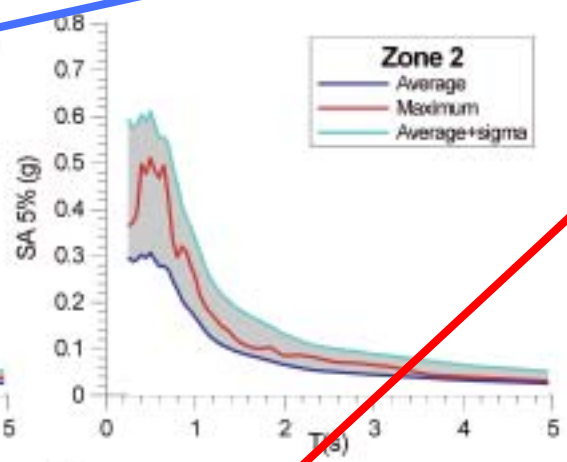
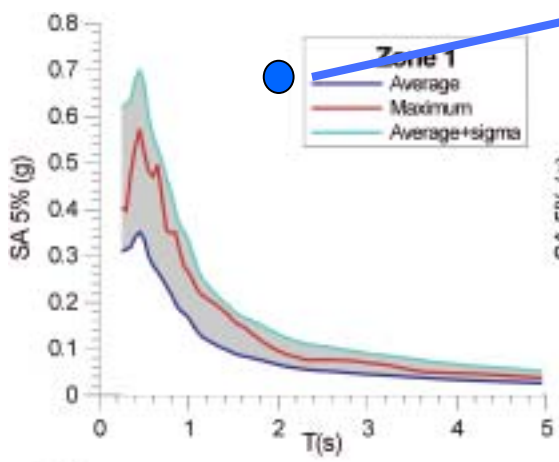
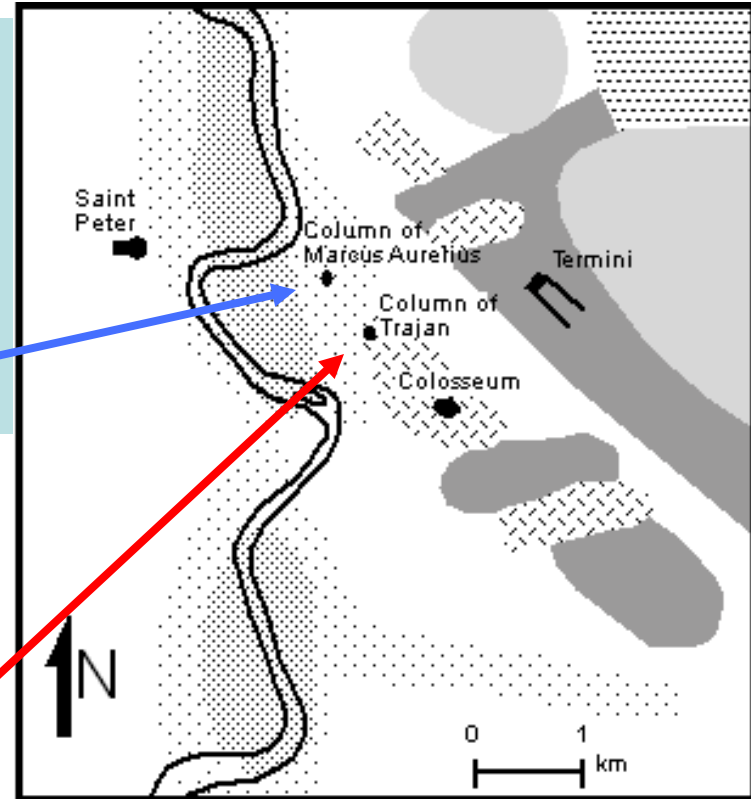
Terza e
quarta forma
modale del
campanile
della Chiesa
di S. Giorgio
a Trignano

(c) 6.26Hz,
~2.4 Hz

(d) 9.22 Hz,
~3.6 Hz

Microzonazione della città' di Roma consistente con la storia sismica e la sismotettonica della regione

- ZONE**
- 1 Tiber edges
 - 2 Central Tiber alluvial basin
 - 3 Paleotiber basin edges
 - 4 No near-surface volcanic rocks
 - 5 Near-surface volcanic rocks
 - 5 ? Near-surface volcanic rocks



Accelerazioni spettrali attese (n=3)

La normativa sismica per la città di Roma

Roma: 3^a categoria

Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico:

$$0.15 [a_g/g] \sim I=IX$$

Stima che considera storia sismica e sismotettonica:

max med med+ σ

Zona 1: 0.23 - 0.15 - 0.30 [a_g/g] $\sim I=X$

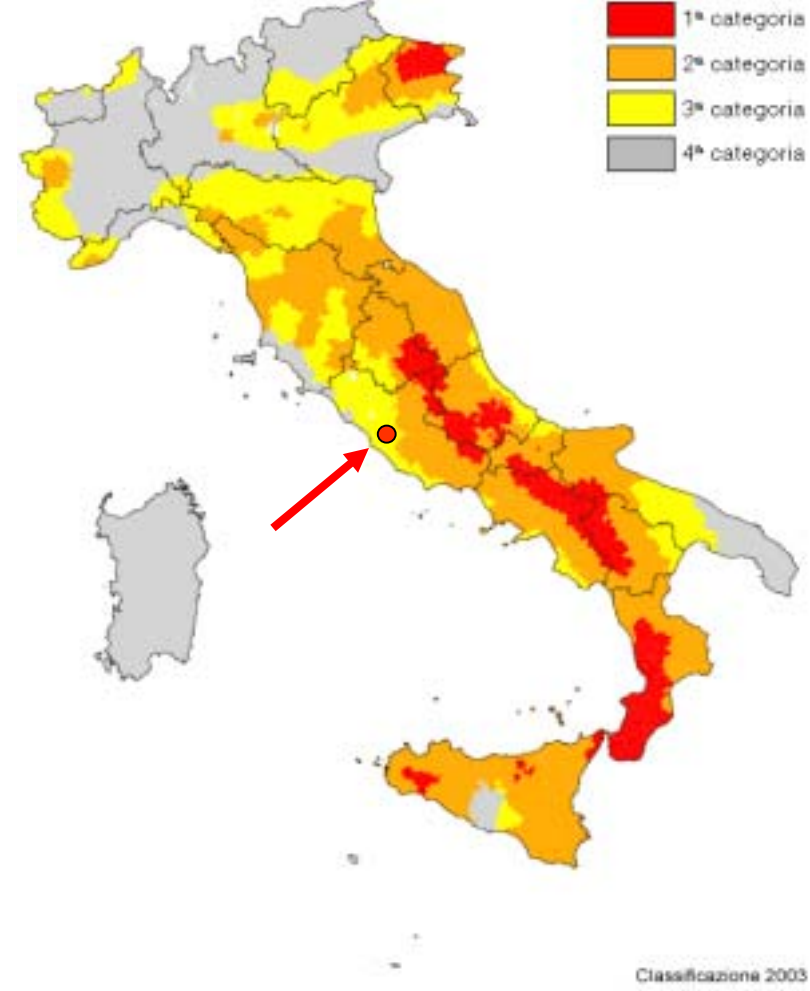
Zona 4: 0.16 - 0.13 - 0.26 [a_g/g] $\sim I=X$

Stima che considera solo la storia sismica:

max med med+ σ

Zona 1: 0.14 - 0.08 - 0.16 [a_g/g] $\sim I=IX$

Zona 4: 0.08 - 0.07 - 0.14 [a_g/g] $\sim I=VIII$



Classificazione 2003
Zone sismiche del territorio italiano (2003)

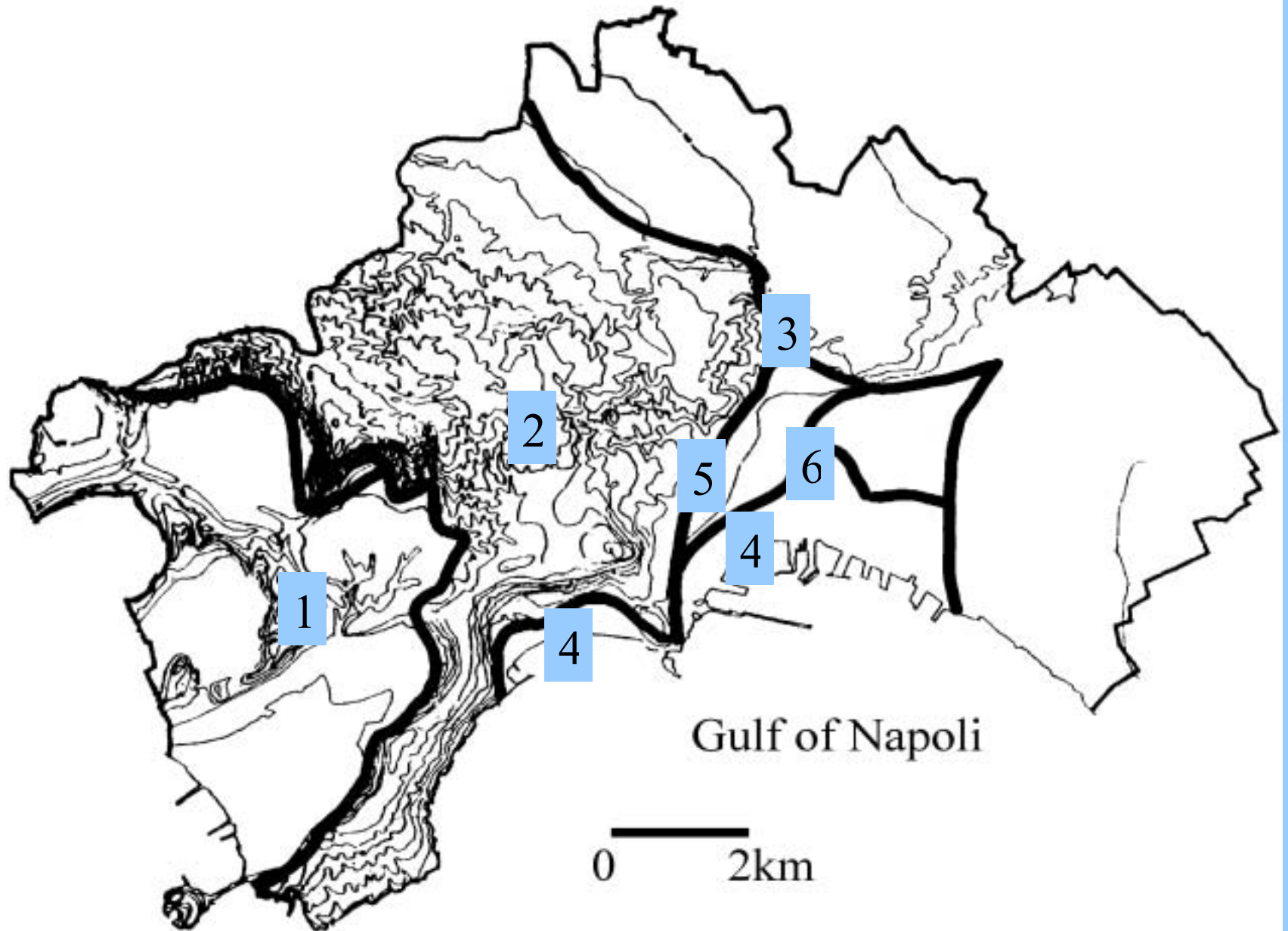
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	[a _g /g]	[a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

La normativa rispecchia la sollecitazione sismica media della città, ma non è in grado di coprire né la sollecitazione derivante dal potenziale sismogenetico incombente (storia sismica e sismotettonica), né gli effetti locali che risultano alquanto rilevanti (almeno un grado I_{MCS} in più) e riguardano zone abbastanza ampie (e.g. valli alluvionali).

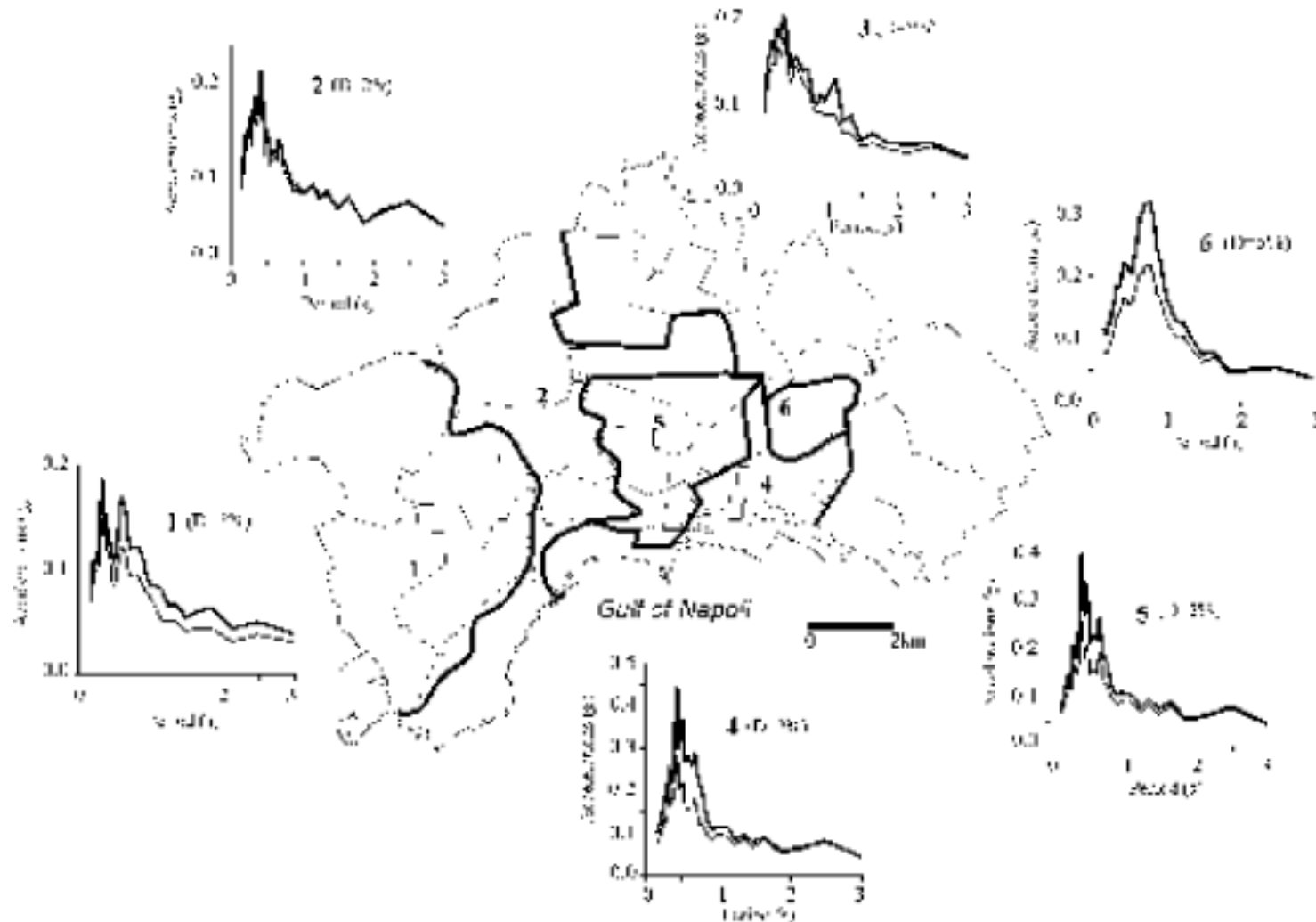
In considerazione del deterioramento delle proprietà meccaniche del sottosuolo (e.g. effetto acque sotterranee), negli ultimi cento anni, un terremoto simile a quello del Fucino può indurre in città valori di intensità superiori a quelli osservati nel 1915.

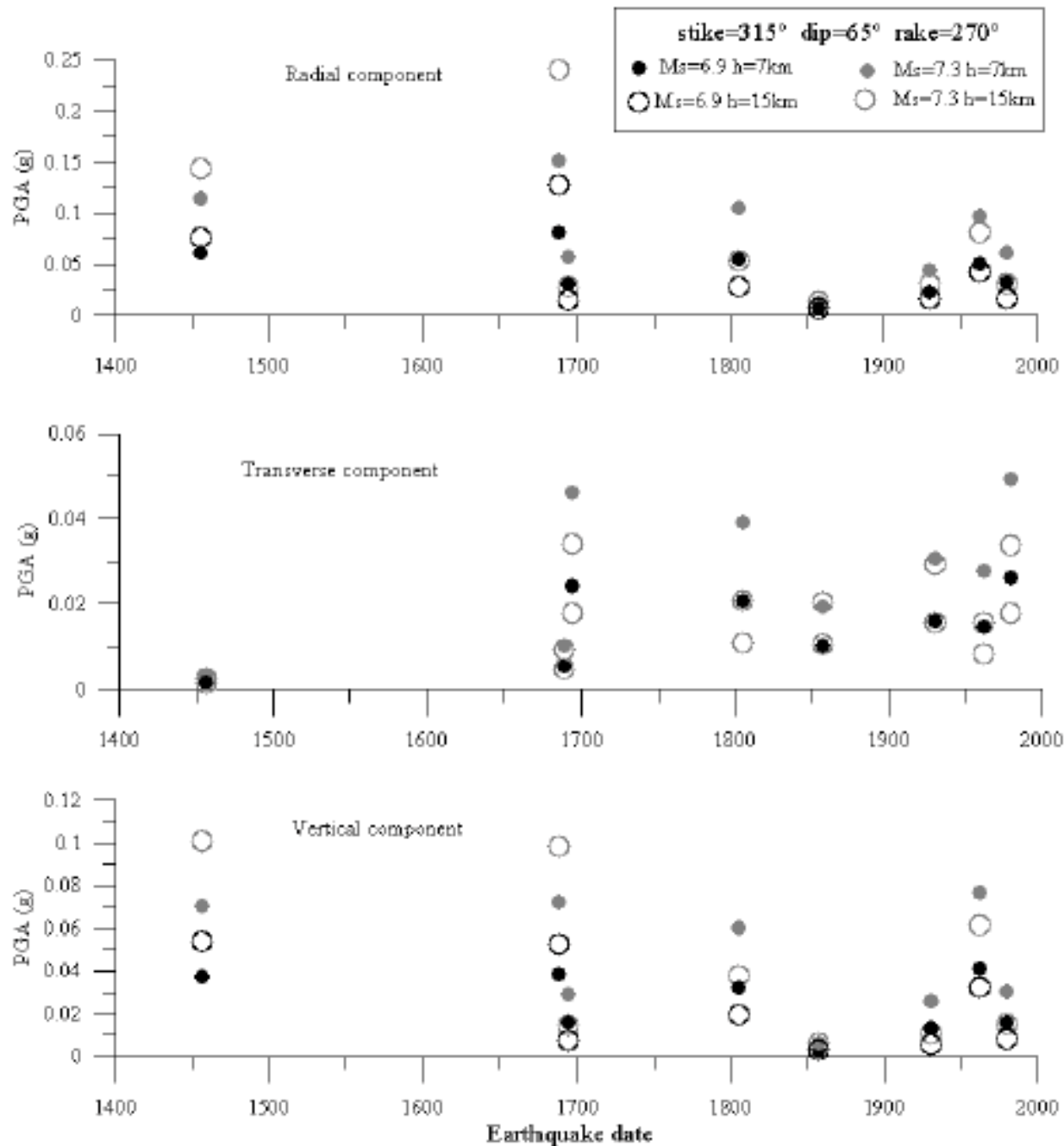
NAPOLI

Zonazione sismica



Spettri di risposta medi (linea sottile) e massimi (linea grossa) per le sei zone geologiche di Napoli stimati per il terremoto del 1980, calibrati con la registrazione di Torre del Greco. Lo smorzamento e' variabile per tenere conto delle tipologie costruttive dominanti nelle varie zone.





Accelerazioni di picco ottenute posizionando la sorgente del 1980 nei siti degli eventi storici (1456, 1688, 1694, 1732, 1805, 1930, 1962). L'evento del 1688 causa a Napoli un moto del suolo circa tre volte piu' grande (almeno un grado MCS in piu') di quello causato dall'evento del 1980.

La normativa sismica per la città' di Napoli

Napoli: 2^a categoria

Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta

$$0.25 [a_g/g] \sim I=X$$

Stima che considera la storia sismica e la sismotettonica:

max med

Zone 1, 2, 3: 0.30 - 0.15 $\sim I=X$

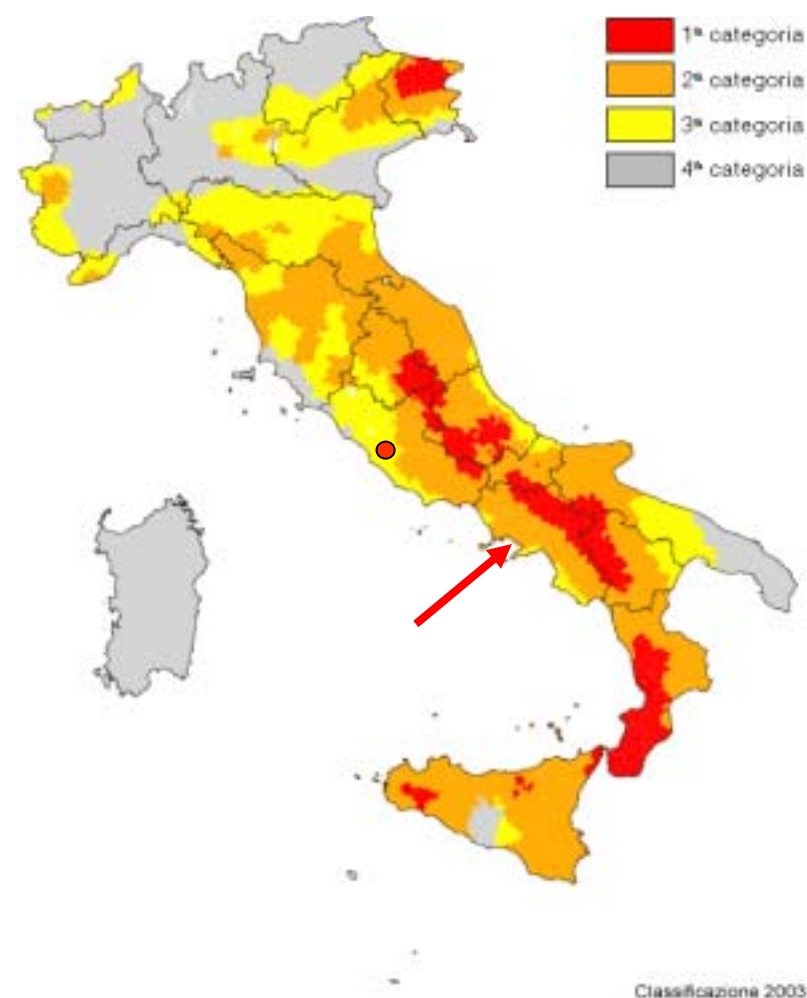
Zone 4, 5, 6: 0.54 - 0.39 $\sim I=XI$

Stima che considera la storia sismica :

max med

Zone 1, 2, 3: 0.10 - 0.05 $\sim I=VIII$

Zone 4, 5, 6: 0.18 - 0.13 $\sim I=IX$



Classificazione 2003
Zone sismiche del territorio italiano (2003)

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	[a _g /g]	[a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

La normativa rispecchia la sollecitazione sismica media della città', e copre la sollecitazione derivante dal potenziale sismogenetico incombente (storia sismica e sismotettonica), mentre non copre completamente gli effetti locali che risultano rilevanti (un grado I_{MCS} in piu') e riguardano zone abbastanza estese.

Il deterioramento delle proprietà meccaniche del sottosuolo (e.g. effetto acque sotterranee), negli ultimi trenta anni può avere effetti aggravanti, ma molto minori rispetto alla situazione di Roma.

TRIESTE

La normativa sismica per la città' di Trieste

Trieste: 4^a categoria

Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta

$$0.05 [a_g/g] \sim I=VIII$$

Stima che considera la storia sismica e la sismotettonica:

max med

0.20 - 0.15

I=IX

Stima che considera la storia sismica :

max med

0.10 - 0.05

I=VIII



Zone sismiche del territorio italiano (2003)

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	$[a_g/g]$	$[a_g/g]$
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	$<0,05$	0,05

La normativa, basata sull'approccio probabilistico, rispecchia la sollecitazione sismica media della Provincia di Trieste, ma sottostima leggermente la sollecitazione dovuta al potenziale sismogenetico incombente (storia sismica e sismotettonica), e non comprende gli effetti locali che possono essere rilevanti. Come indicato sia da modellazione deterministica che da dati osservati, le particolari condizioni del suolo in Centro Città, possono portare ad una quintuplicazione (a frequenze di interesse ingegneristico) dei valori del segnale sismico al bedrock, per cui l'intensità della sollecitazione sismica in città può essere almeno IX (MCS), ovvero VIII (MSK).

I valori di amplificazione spettrale ottenuti variano notevolmente, a tutti i periodi, al variare del terremoto considerato. Pertanto la stima di amplificazione del moto del suolo ottenuta in un sito analizzando alcune registrazioni non può assolutamente essere generalizzata. L'importanza della modellazione è pertanto evidente, giacché consente il calcolo di scenari d'amplificazione dovuti a terremoti, storici e/o futuri, per i quali le registrazioni non sono disponibili.

Nel mondo si verificano almeno due forti terremoti distruttivi l'anno ed il numero medio delle vittime è purtroppo superiore a 20.000. Circa un terzo della popolazione mondiale vive in zone esposte al pericolo sismico, occupando edifici non adeguati a resistere alle vibrazioni del terreno causate dal terremoto. Il rischio sismico è quindi una reale minaccia per l'umanità intera, ma da esso derivano danni molto diversi a seconda della qualità degli edifici e dei metodi di costruzione utilizzati.

Negli ultimi decenni sono state sviluppate conoscenze scientifiche, metodologie e tecnologie antisismiche che consentono di limitare fortemente i danni alla popolazione, ma anche agli edifici e al loro contenuto. In Italia, finalmente una nuova normativa e le istituzioni incentivano la sperimentazione edilizia e l'applicazione di tali conoscenze e sistemi antisismici.

In questo volume, tre autorevoli esperti di sismologia e ingegneria sismica illustrano, anche per i non addetti ai lavori, il grande progresso compiuto nello sviluppo di metodi e tecniche per proteggersi dai terremoti.

Mauro Dolce - Professore Ordinario di Costruzioni in Zona Sismica e Direttore del Laboratorio Prove Materiali e Strutture, Università della Basilicata, Potenza. Membro della commissione del Dipartimento della Protezione Civile per i criteri di riclassificazione sismica e per la redazione della normativa sismica emanata con l'ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003.

Alessandro Martelli - Responsabile della Sezione Prevenzione Rischi Naturali e Mitigazione Effetti dell'Unità Protezione e Sviluppo dell'Ambiente e del Territorio, Tecnologie Ambientali dell'ENEA. Docente di Costruzioni in Zona Sismica, Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara. Presidente dell'Anti Seismic Systems International Society (ASSISI) e Coordinatore del Gruppo di Lavoro Isolamento Sismico (GLIS).

Giuliano Francesco Panza - Professore Ordinario di Sismologia, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Trieste; responsabile del SAND Group presso l'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste. È membro dell'Accademia Nazionale dei Lincei, dell'Accademia Europea, dell'Accademia delle Scienze del Terzo Mondo e dell'Accademia Nazionale delle Scienze (detta dei XL).

ISSN 02 9720 24 1



9 788887 731248

€ 15,00 i.i.

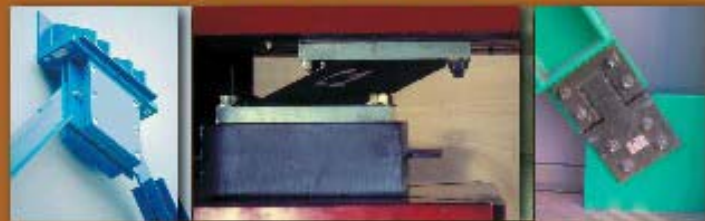
Mauro Dolce - Alessandro Martelli - Giuliano Panza

Proteggersi dal terremoto

SECONDA EDIZIONE



Le moderne tecnologie e metodologie e la nuova normativa sismica



21^{mo} SECOLO

Nel mondo si verificano almeno due forti terremoti distruttivi l'anno ed il numero medio delle vittime è purtroppo superiore a 20.000. Circa un terzo della popolazione mondiale vive in zone esposte al pericolo sismico, occupando edifici non adeguati a resistere alle vibrazioni del terreno causate dal terremoto. Il rischio sismico è, quindi, una reale minaccia per l'umanità intera, ma da esso derivano danni molto diversi a seconda della qualità degli edifici e dei metodi di costruzione utilizzati.

Negli ultimi decenni sono state sviluppate conoscenze scientifiche, metodologie e tecnologie antisismiche che consentono di limitare fortemente i danni non solo alla popolazione, ma anche agli edifici e al loro contenuto. In Italia, finalmente, una nuova normativa e le istituzioni incentivano la sperimentazione edilizia e l'applicazione di tali conoscenze e sistemi antisismici.

In questo volume, tre autorevoli esperti di sismologia e ingegneria sismica illustrano, anche per i non addetti ai lavori, il grande progresso compiuto nello sviluppo di metodi e tecniche per proteggersi dai terremoti.

Mauro Dolce - Professore Ordinario di Costruzioni in Zona Sismica e Direttore del Laboratorio Prove Materiali e Strutture, Università della Basilicata, Potenza. Membro della commissione del Dipartimento della Protezione Civile per i criteri di riclassificazione sismica e per la redazione della normativa sismica emanata con l'ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003.

Alessandro Martelli - Responsabile della Sezione Prevenzione Rischi Naturali e Mitigazione Effetti dell'Unità Tecnico-Scientifica Protezione e Sviluppo dell'Ambiente e del Territorio, Tecnologie Ambientali dell'ENEA. Docente di Costruzioni in Zona Sismica, Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara. Presidente dell'Anti-Seismic Systems International Society (ASSIS) e Coordinatore del Gruppo di Lavoro Isolamento Sismico (GLIS).

Giuliano Francesco Panza - Professore Ordinario di Sismologia, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Trieste; responsabile del SAND Group presso l'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste. È membro dell'Accademia Nazionale dei Lincei, dell'Accademia Europea, dell'Accademia delle Scienze del Terzo Mondo, dell'Accademia Nazionale delle Scienze (detta dei XL) e dell'Accademia delle Scienze Russa.

Con il contributo, per il Dipartimento della Protezione Civile, di **Sergio Castenetto**, geologo e **Mirella Sebastiano**, sociologo, dell'Ufficio Servizio Sismico Nazionale.



Dolce - Martelli - Panza
Moderni metodi di protezione dagli effetti del terremoto

Mauro Dolce - Alessandro Martelli - Giuliano Panza

Moderni metodi di protezione dagli effetti del terremoto



21^{mo} SECOLO

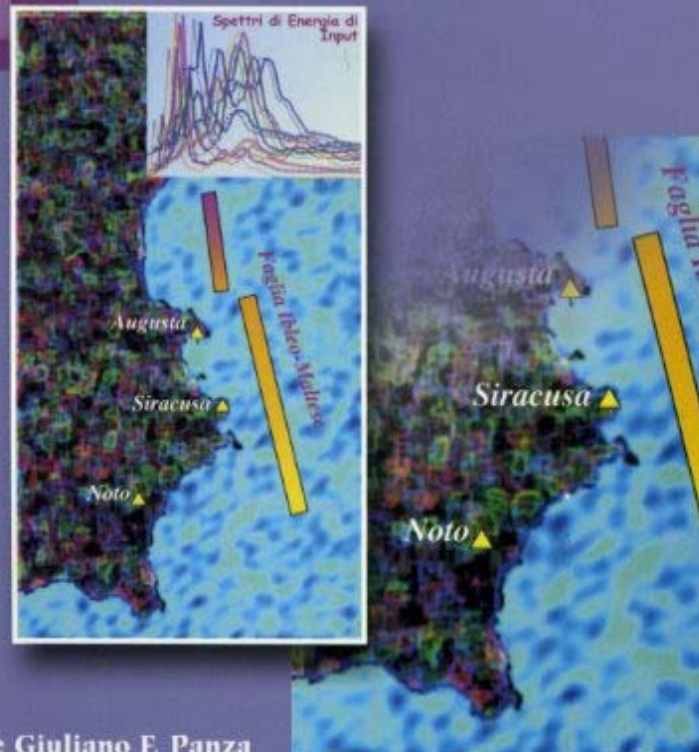
Presidenza del Consiglio dei Ministri



Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti

G N
D T

Scenari di pericolosità sismica ad Augusta, Siracusa e Noto



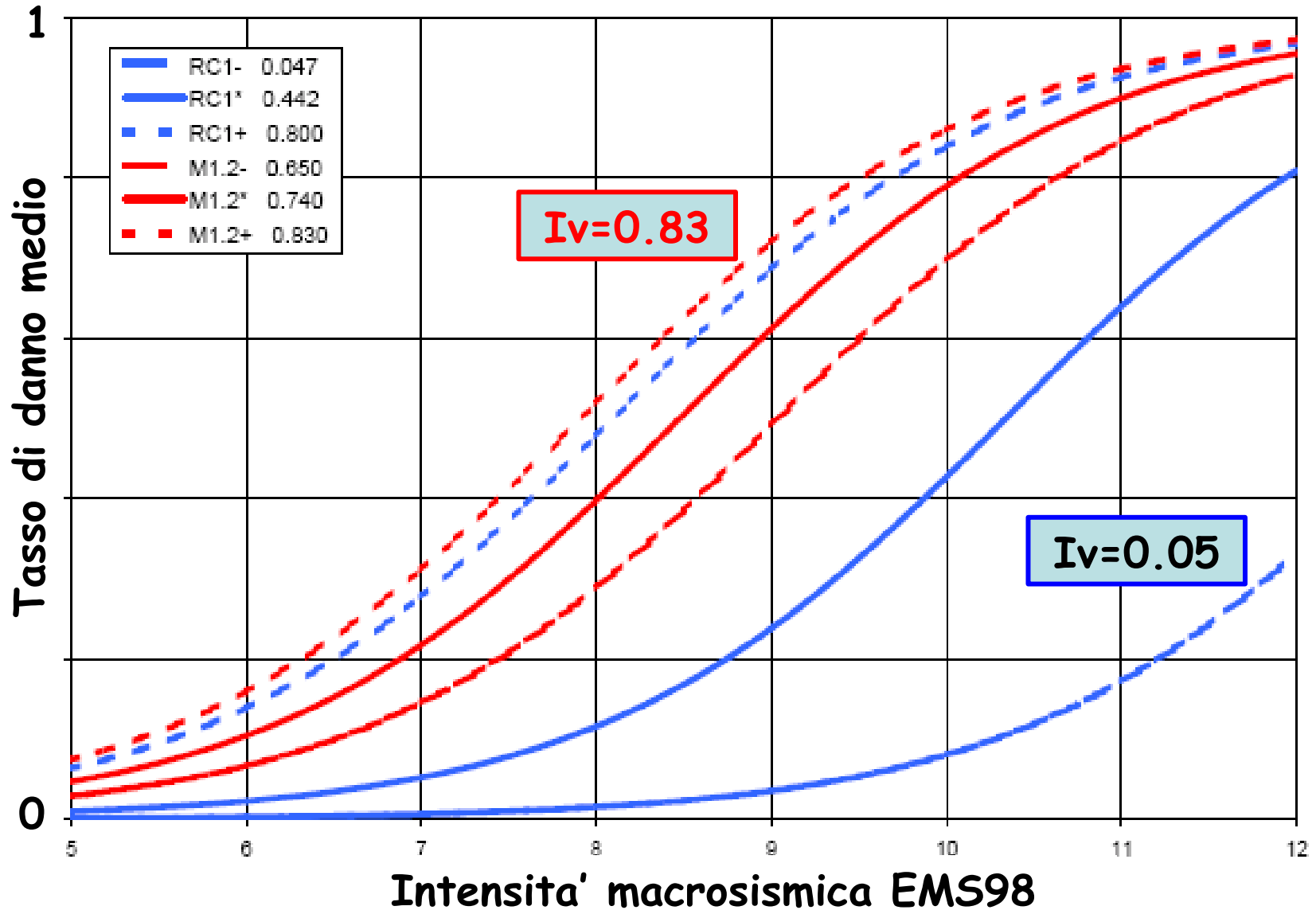
A cura di:
Luis Decanini e Giuliano F. Panza

A Roma e Napoli, come in altre città italiane, l'intensità MCS può raggiungere i valori VIII (fino a 0.1g) e IX (fino a 0.2 g), quindi per queste città sono particolarmente vantaggiose azioni di restauro antisismico.

Tali misure preventive possono aumentare fino ad un fattore due la resistenza degli edifici, ovvero dimezzare la sollecitazione sismica efficace portandola a 0.05g e 0.1g, rispettivamente.

Cio' equivale a rendere l'intensità efficace inferiore di almeno un grado, cioè VII e VIII, con riduzione drastica, se non azzeramento dei danni strutturali.

Utilizzo degli indici di vulnerabilita'



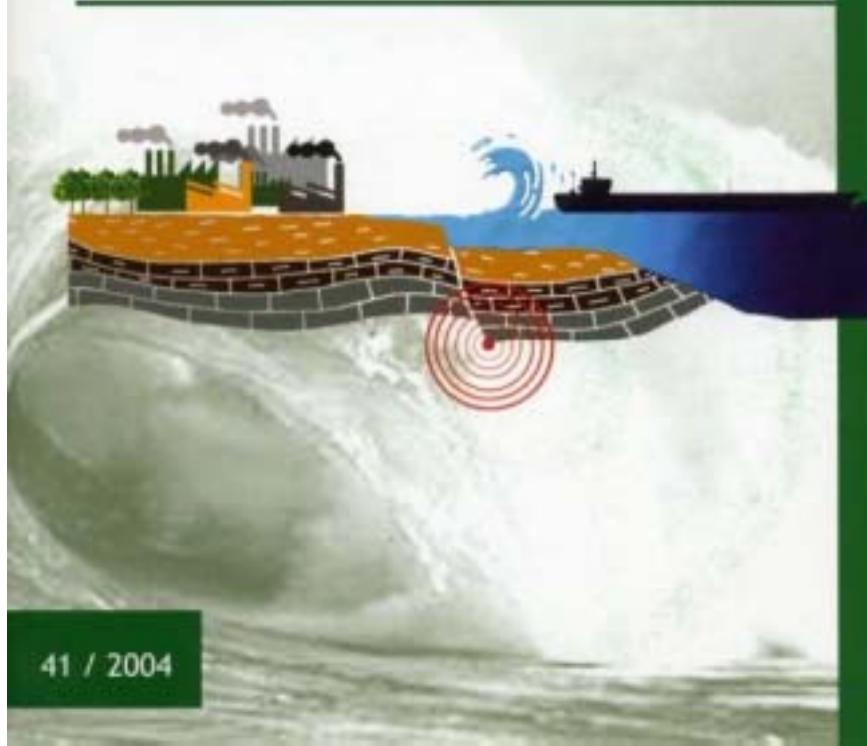
Maremoto/Tsunami



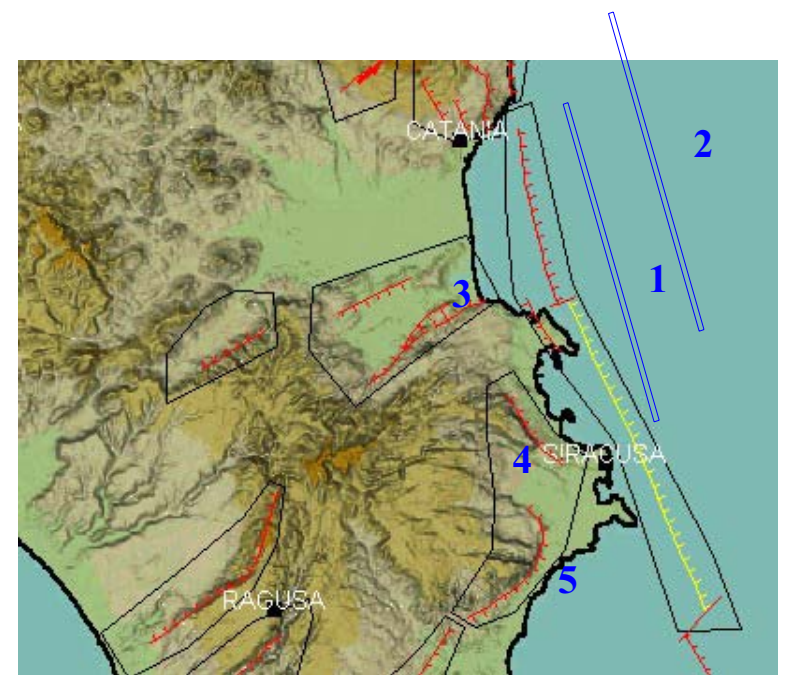
APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente
e per i servizi tecnici

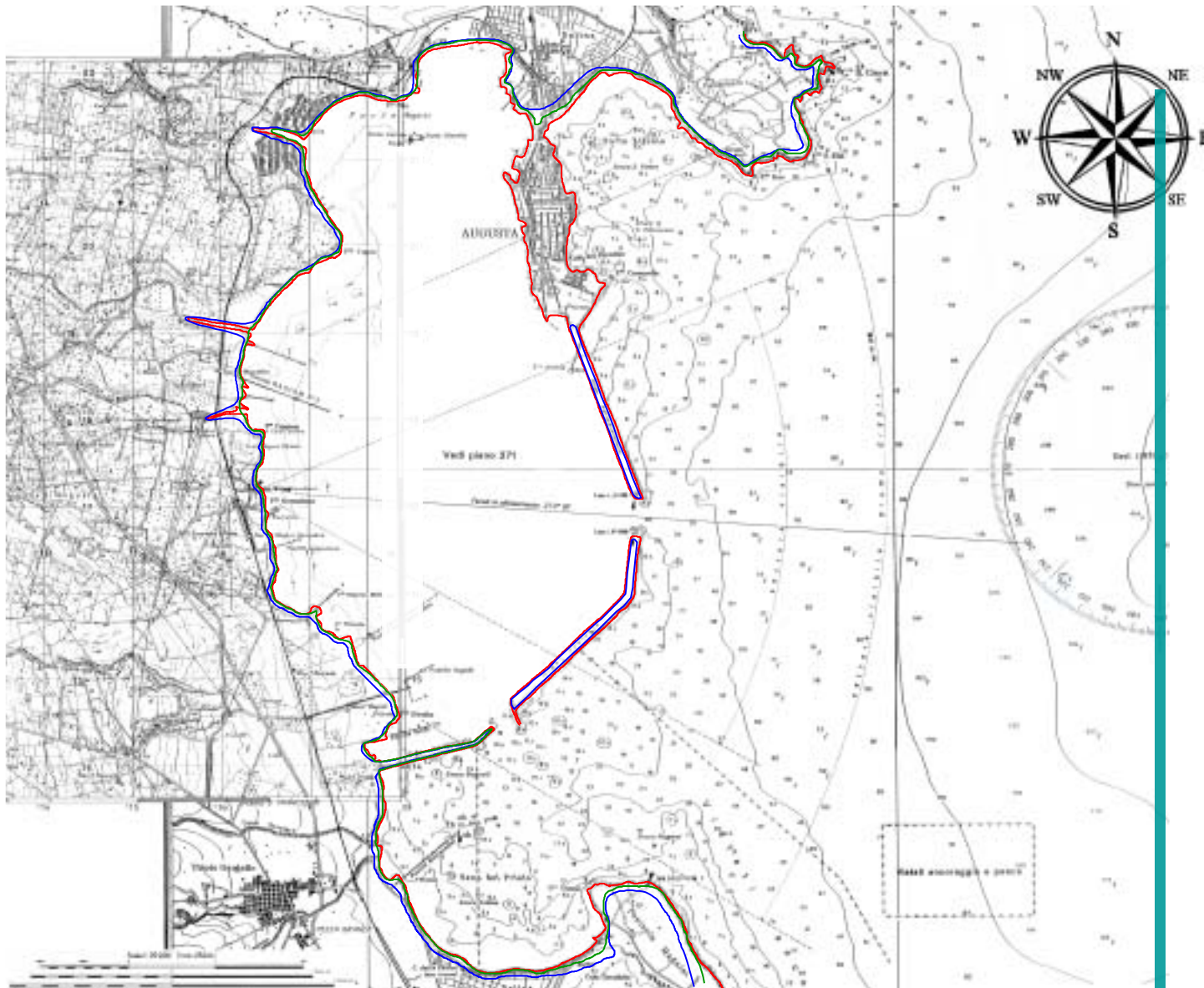
La messa in sicurezza dell'area industriale di Priolo-Augusta rispetto ai rischi da terremoto e maremoto



Sorgenti sismogenetiche di interesse



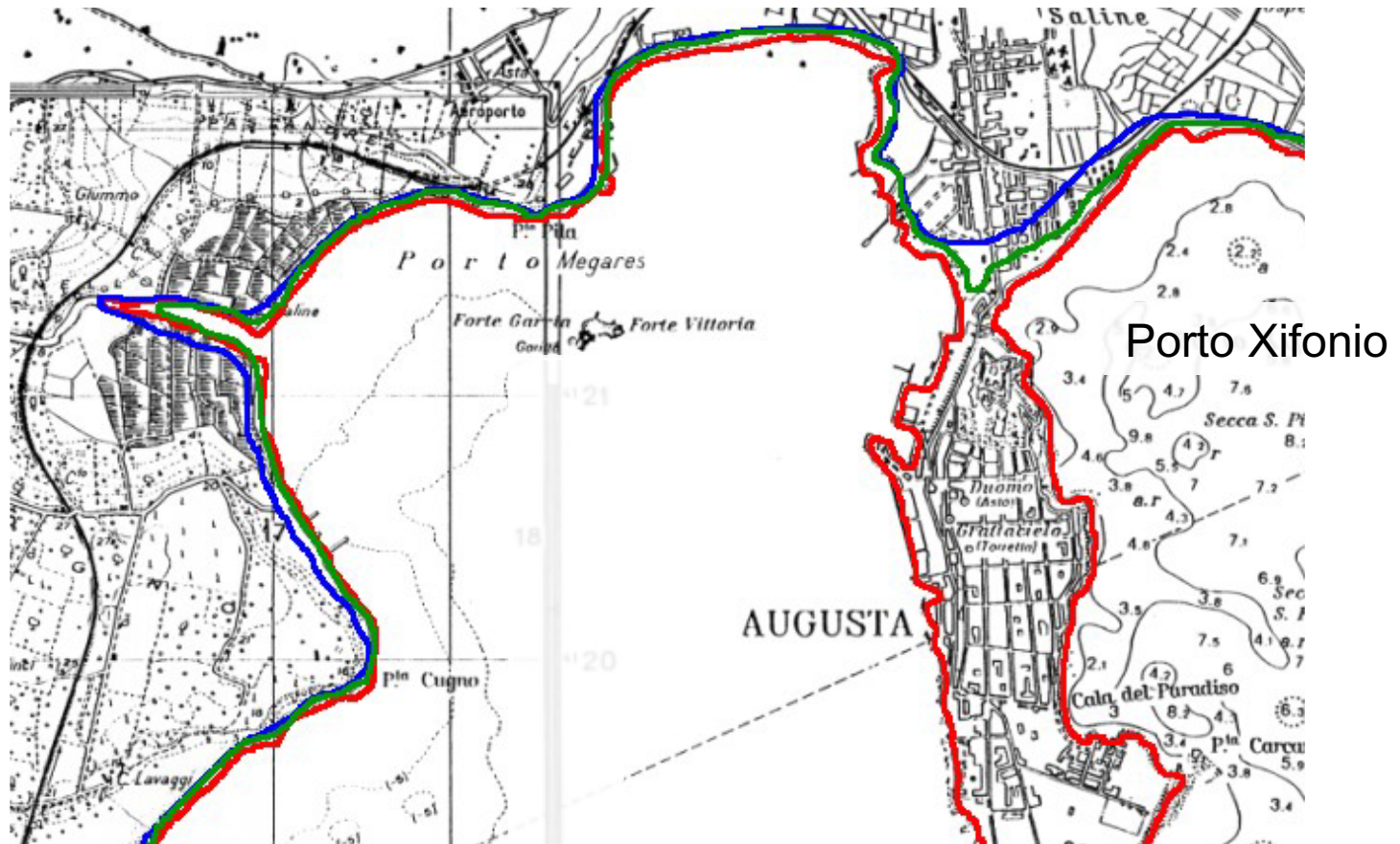
Faglia	Distanza del sito dal centro della faglia	Stima della profondità ipocentrale	Magnitudo	Geometria schematica	Stile tettonico
1 Scarpata di Malta - Golfo di Catania W	21 km	10-15 km 20-25 km	7.2 7.4	340; (strike) 60; (dip)	Distensivo
2 Scarpata di Malta - Golfo di Catania E	37 km	10-15 km 20-25 km	7.2 7.4	340; (strike) 60; (dip)	Distensivo
3 Graben di Lentini	18 km	10-15 km 20-25 km	6.2 6.4	250; (strike) 60; (dip)	Distensivo
4 Monte Climiti	8 km	10-15 km 20-25 km	5.7 5.9	320; (strike) 60; (dip)	Distensivo
5 Avola - Noto	30 km	10-15 km 20-25 km	6.0 6.2	30; (strike) 60; (dip)	Distensivo



Onde di maremoto attese

Confronto tra la linea di costa in condizioni di **quiete** e le linee di massima penetrazione dei maremoti **A** e **B**.

Onde di maremoto attese



Confronto tra la linea di costa in condizioni di **quiete** e le linee di massima penetrazione dei maremoti **A** e **B**.

Onde di maremoto attese

Nell'ipotesi di impermeabilità, resistenza e non tracimabilità delle difese esterne, la costa interna della rada è sensibilmente al riparo da grandi danni.

Al contrario, l'isola di Augusta risulta estremamente esposta; nel primo scenario (maremoto A) sull'isola si ha la risalita di un'onda di ampiezza pari a circa $1.5m$ mentre nel secondo scenario (maremoto B) si ha la risalita di un'onda di ampiezza pari a circa $3m$. Dunque, l'energia distruttiva che impatta Augusta cambia notevolmente nei due scenari.

Altri punti a rischio, anche se di diversa natura, sono le imboccature della rada in cui si ottengono velocità al passaggio del fronte d'onda di circa $1.6m/s$ (bocca centrale) e $1.2m/s$.

QuickTime^a and a
decompressor
are needed to see this picture.