

resism@iav.it

<http://www.iiscopernico.gov.it/attivita/newss/308-remtech-expo-2017>

Tavola vibrante
modello TVL_VBR.2 20 maggio 2016

... per una iniziale informazione didattica



PROGETTO SCUOLA REMTECH EXPO 2017

TERREMOTI E RISCHIO SISMICO: CONOSCERE PER PARTECIPARE

...per una iniziale informazione didattica

***ACCENNI a comportamenti degli edifici
sotto azioni sismiche
e ad altri contenuti della mostra***

Incontri del 20-21-22 settembre 2017



[Tu e il terremoto](#)



18:18 Atti da Amatrice i funerali solenni delle vittime del sisma ~ Le

30 AGOSTO 2016

Vescovo di Rieti:

**"Non uccide il sisma
ma opere dell'uomo"**



I terremoti del **1831** (9.11) – **1832** (3.**13**)
in pianura padana emiliana ([pdf, 3,83 MB](#))

L'interpretazione del potere costituito

**I rivoluzionari risorgimentali ritenuti «responsabili»
moral del terremoto:** titolo di paragrafo a p. 352 del
volume «VIAGGIO NELLE AREE SISMICHE», DPC-2007



Il terremoto per quanto potesse studiarsi dagli uomini a spiegarlo colle leggi fisiche, è notoriamente da tutti i non miscredenti riconosciuto come un flagello che Dio manda talvolta al pari di tanti altri, sia per castigo, sia per avvertimento agli uomini di convertirsi quando di gravi reità si sono resi colpevoli, o quando dimenticati di Dio battono una falsa strada, o si abbandonano alle loro ree passioni.

Dipinto, custodito nel Museo
Civico di Mirandola
*"Madonna con Bambino in gloria
con San Felice Cappuccino e San
Francesco Solano"*, sullo sfondo si
intravedono edifici vacillanti.



Pala d'altare, donata dalla famiglia Forni
alla chiesa di San Francesco come ex
voto, dopo il **terremoto del 15
dicembre 1571**

*"In giorno di martedì verso le ore
24 ½ (sic) successe una grande
scossa di terremoto che spaventò
tutto il popolo di Carpi".*



**La B.V. delle Grazie
preserva FAENZA dai danni
del terremoto**

Ignoto autore sec. XVIII, 1781
Olio su rame
Faenza, Archivio della
Confraternita

E a FORLÌ ? ...

la Madonna del Fuoco

E a CERVIA ? San Rogato

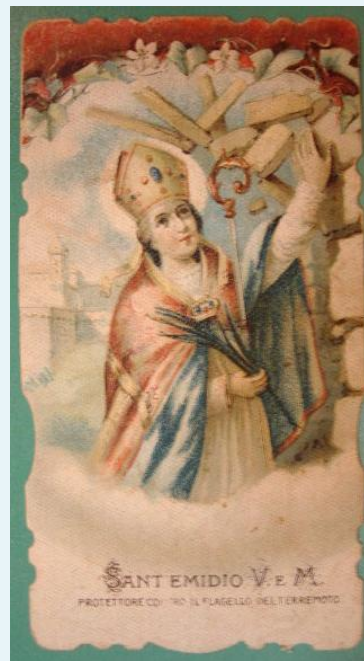
E a SCARPERIA ?



Madonna del Terremoto:
dipinto ex voto (di F. Raibolini,
detto il Francia) dopo i
terremoti nel bolognese del
1504-1505, conservato in Sala
d'Ercole di Palazzo d'Accursio.



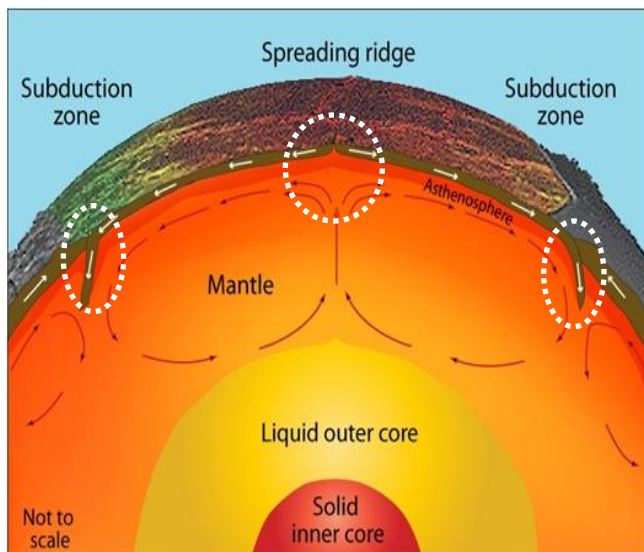
Cartiglio alla base:
MENTRE IL TERREMOTO
ROVINAVA TUTTO, IL SIGNORE
E I CONSOLI POSERO
L'IMMAGINE DELLA VERGINE
MADRE DI DIO PER LA CITTA'
PRESERVATA



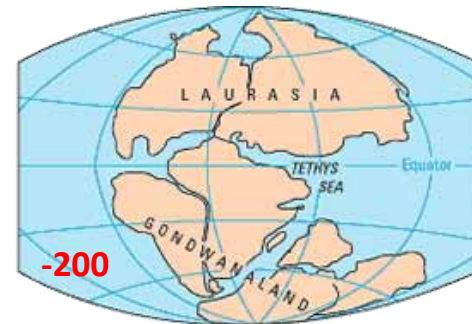
**Sant'Emidio, patrono di
Ascoli, Marche....e Rimini.**

Nel gennaio-febbraio 1703 l'Italia Centrale
fu colpita da fortissimi terremoti che
causarono la quasi totale distruzione di
molte località umbre, laziali e abruzzesi
(tra cui Norcia, Amatrice e L'Aquila). Le
Marche, e Ascoli in particolare, subirono
invece solo danni lievi: ciò fu interpretato
dalla comunità ascolana come segno di
una particolare intercessione del suo
patrono. Anche a Rimini, circa un mese
dopo il terremoto del 25 dicembre 1786,
venne deciso pubblicamente come santo
protettore Sant'Emidio, vescovo di Ascoli,
considerato particolarmente efficace per
proteggere dal terremoto.

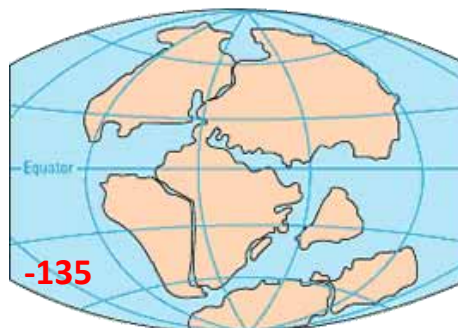
La Teoria della Deriva dei Continenti è oggi inglobata e integrata nel **Modello della Tettonica delle Placche**



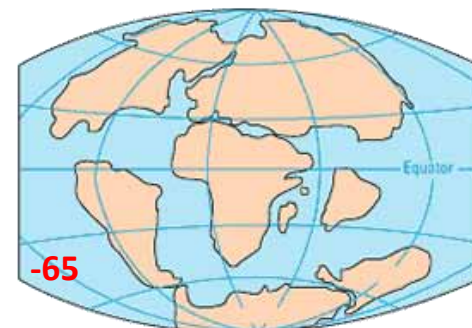
PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



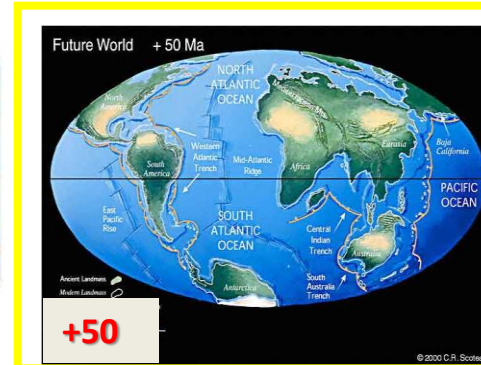
JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY



PIANETA TERRA:

UN MOTORE SEMPRE ACCESO

(filmati di circa 1 minuto)

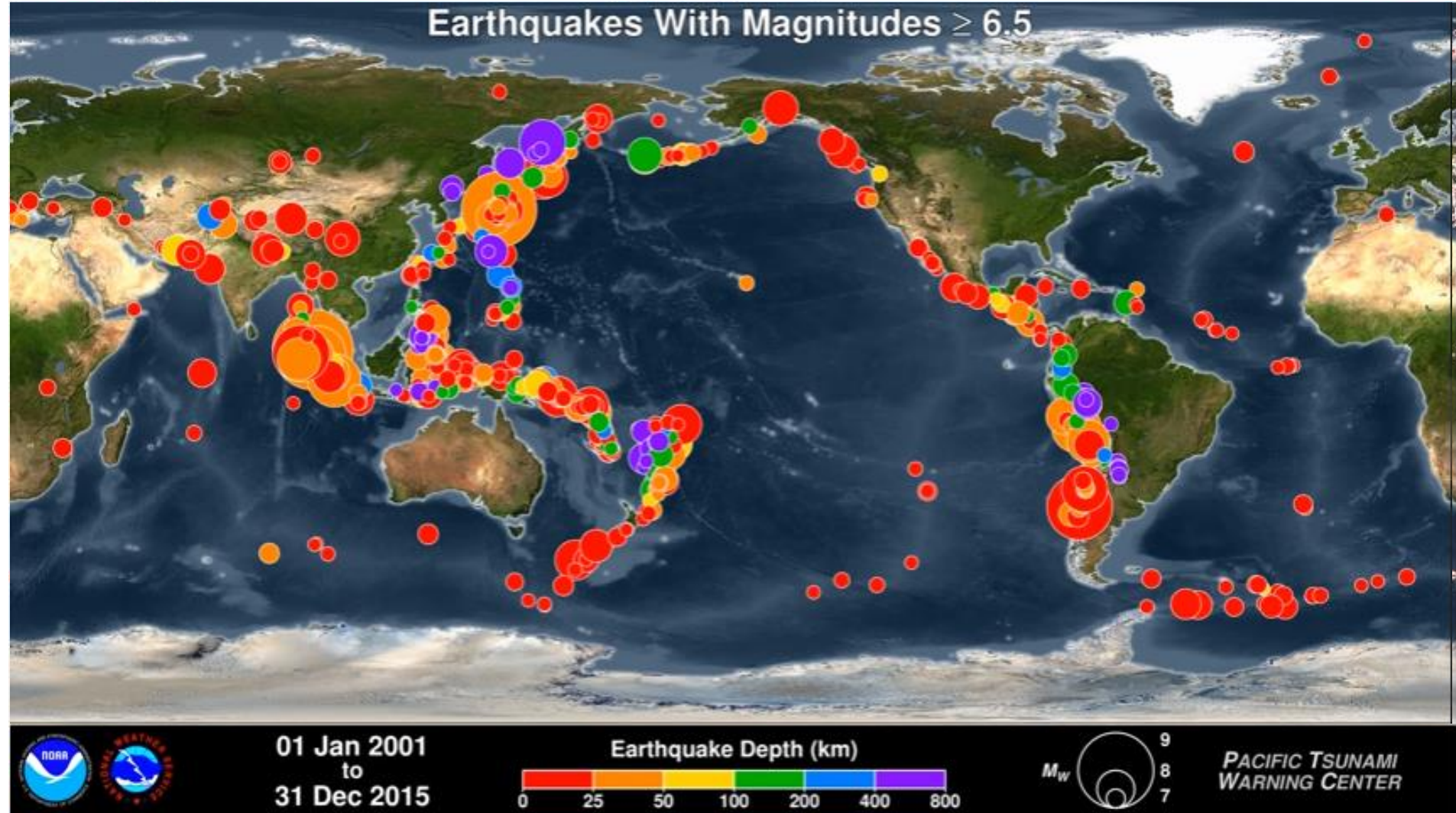
Accrescimento dorsale oceanica

Distruzione litosfera (subduzione)

Appendice 1
aspetti geodinamici

(curata dal prof. Paolo Scandone)

Earthquakes With Magnitudes ≥ 6.5



Earthquakes of the First 15 Years of the 21st Century

[filmato di 3'49'']

<https://www.youtube.com/watch?v=ph7Eczs-nTI&list=PLd18vQxXt2zMJzNmf-sZDP9RmfjE5JoAq&index=3>

magnitudo 4

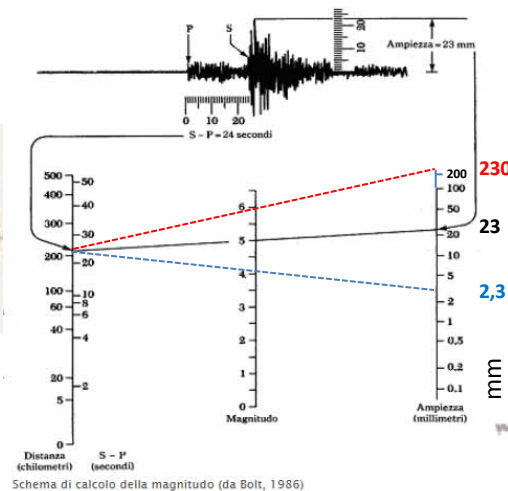
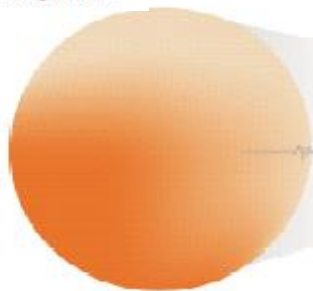


Un terremoto maggiore di un altro di una unità di magnitudo lascia una traccia dieci volte più grande, ma libera un'energia di circa trentadue volte più grande

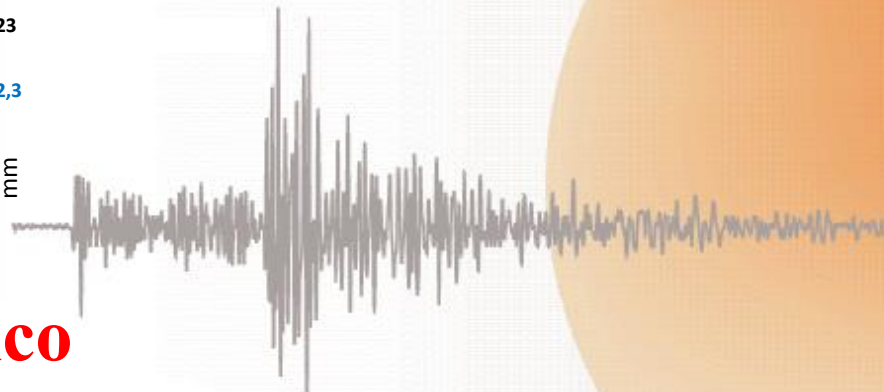
Magnitudo Richter o locale (M_L)

magnitudo 6

magnitudo 5



[filmato di 5'39''] (M_w)
Magnitudo momento



La misura di un evento sismico

Intensità M.C.S. «classificazione» – per località – degli effetti

(I_{mx} , I_o , I_s)

che possono variare moltissimo a seconda di: *profondità ipocentro e distanza dall'epicentro, categorie di suolo, vulnerabilità costruzioni.....*



I-II grado

III-IV grado

V-VI grado

VII-VIII grado

IX-X grado

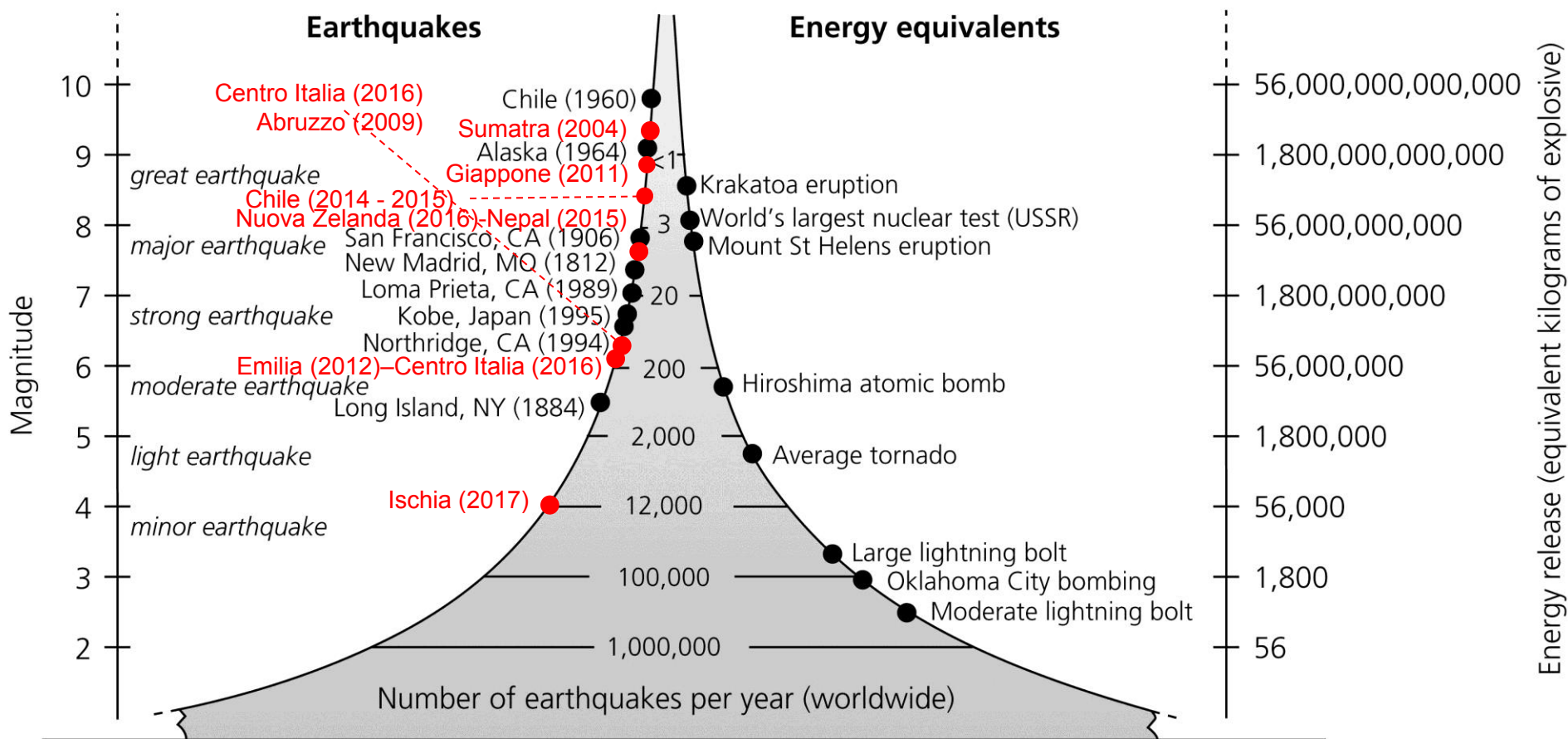
XI-XII grado

**“produzione continua” di terremoti nel mondo:
es. i primi quattro mesi del 2014** [filmato di 2'32'']

Video-scheda per terremoti (con $M \geq 4.5$) accaduti a scala mondiale nel periodo temporale dal 1-1-2010 al 1-5-2013 [filmato di 9'57'']

***I terremoti
di giornata***

<http://cnt.rm.ingv.it/>



Fonte 3

Valenza interregionale della Rete

motivata dai terremoti più significativi ($M_w > 5.5$)

A) i più recenti:

6.0 e 6.1 PIANURA EMILIANA 2012

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>

B) altri degli
ultimi 100 anni:

6.5 – 5.9 – 6.0 ITALIA CENTRALE 2016

6.3 ABRUZZO-L'AQUILA 2009

5.7 S. GIULIANO DI PUGLIA 2002

5.7-6.0 e 5.6 UMBRIA-MARCHE 1997

5.9 APPENNINO ABRUZZESE 1984

6.9 IRPINIA-BASILICATA 1980

5.9 VALNERINA 1979

6.4-5.8-6.1 e 6.0 FRIULI V.G. 1976

6.3 VALLE DEL BELICE 1968

5.8 e 6.1 IRPINIA 1962

5.7 CALABRIA CENTRALE 1947

5.8 ASCOLANO 1943

6.1 BOSCO CANSIGLIO 1936

6.0 MAIELLA 1933

5.8 SENIGALLIA 1930

6.6 VULTURE 1930

5.8 CARNIA 1928

6.5 GARFAGNANA 1920

6.3 MUGELLO 1919

5.9 APP. ROMAGNOLO 1918

5.9 VALTIBERINA 1917

5.95 e 6.1 RIMINESE 1916

7.0 AVEZZANO 1915

7.2 STRETTO DI MESSINA 1908

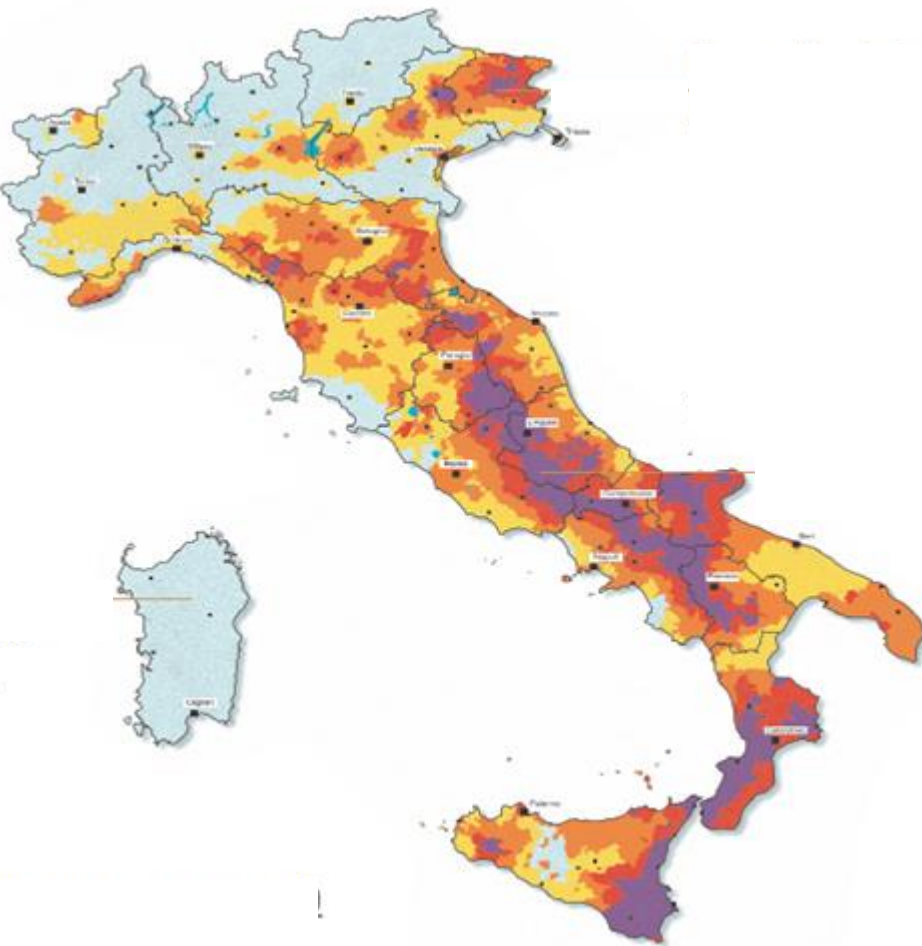


Il **primo obiettivo** è quello di favorire lo scambio di esperienze e la circolazione di buone pratiche progettate all'interno degli Istituti aderenti, **compresa la produzione di materiale didattico e laboratoriale ...**

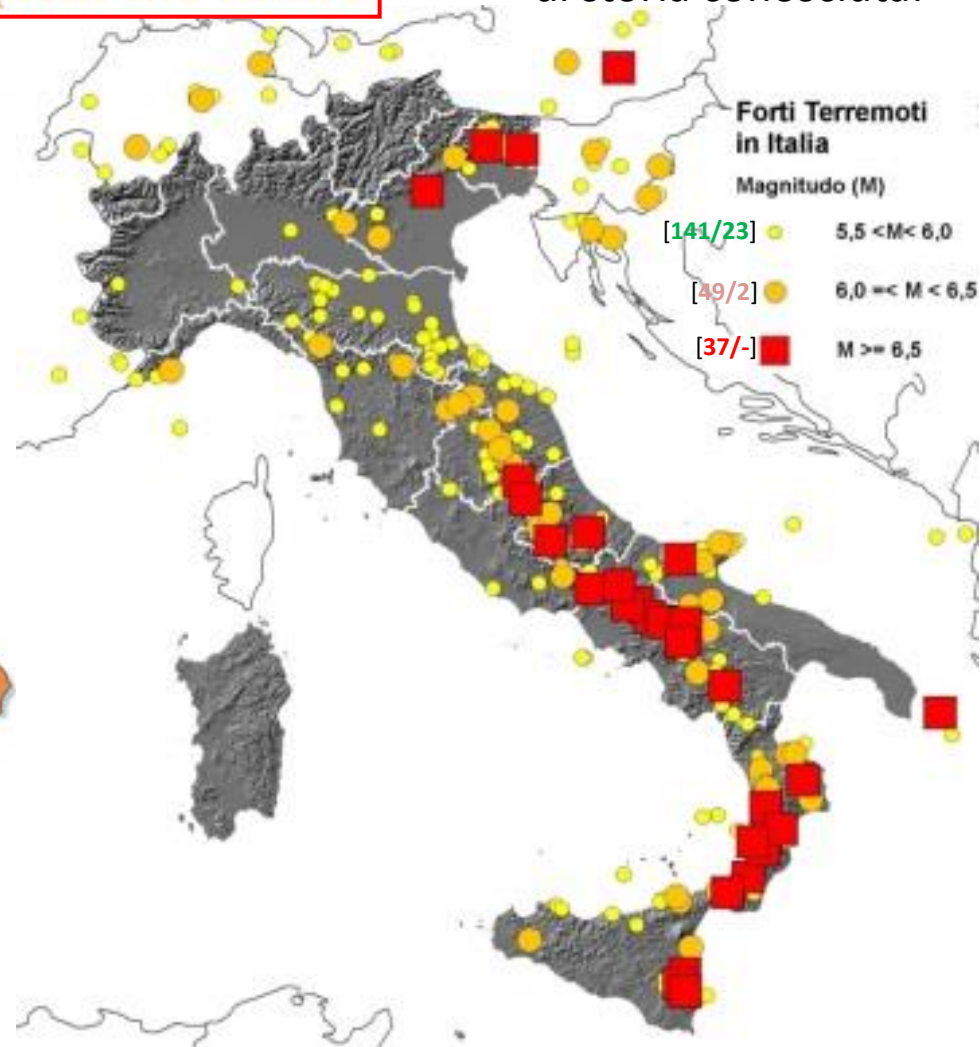


I terremoti del passato ci suggeriscono dove e con quale forza potranno colpire quelli del futuro

c) compresi gli altri di storia conosciuta:



SCALA MCS (Mercalli Cancani Sieberg)



Forti Terremoti in Italia

Magnitudo (M)

[141/23] 5,5 < M < 6,0

[49/2] 6,0 ≤ M < 6,5

[37/-] M ≥ 6,5

In media - ogni cento anni - si verificano in Italia dai 7 ai 10 [20÷30] terremoti di magnitudo superiore a 6.0 [5.5].

... Abruzzo 2009; Emilia 2012; Appennino Centrale 2016... e poi?

Una domanda inquietante ... MA REALISTICA

1. [...] tutte le zone di alta sismicità del nostro paese sono già oggi da considerare in condizioni di emergenza;
2. i tempi disponibili per mettere in atto provvedimenti di difesa in tali zone sono dello stesso ordine di grandezza di quelli necessari per la ricostruzione delle zone colpite dall'ultimo terremoto.

Questo è l'insegnamento che deriva dalla storia sismica della penisola! Il problema deve dunque essere affrontato in termini generali. [...]

[...] Nella prospettiva di un intervento generalizzato, poiché non è pensabile di provvedere in tempi brevi all'adeguamento antisismico delle costruzioni esistenti in tutte le zone di alta sismicità, si tratta in ogni caso di una corsa contro il tempo, con interventi guidati da accurati studi per la scelta delle priorità. Gli interventi si riveleranno certamente, prima o poi, utili; potrebbero risultare preziosi anche in tempi non molto lontani.

*Sarà comunque indispensabile che **il Paese**, a tutti i livelli, dalla classe politica, alle forze sociali, agli organi di informazione, ai singoli cittadini **prenda definitivamente coscienza che i terremoti sono una componente costante della vita nazionale**, facendo crescere la consapevolezza che **è possibile, purché lo si voglia, difendersi dai terremoti**, pur nella contestuale precisazione che non sono possibili interventi miracolistici, in quanto non si ribaltano in pochi anni secoli di arretratezza e di abbandono. [...]*

Fraasi estratte da un documento (**gennaio 1981**) del "Progetto Finalizzato Geodinamica" del C.N.R.

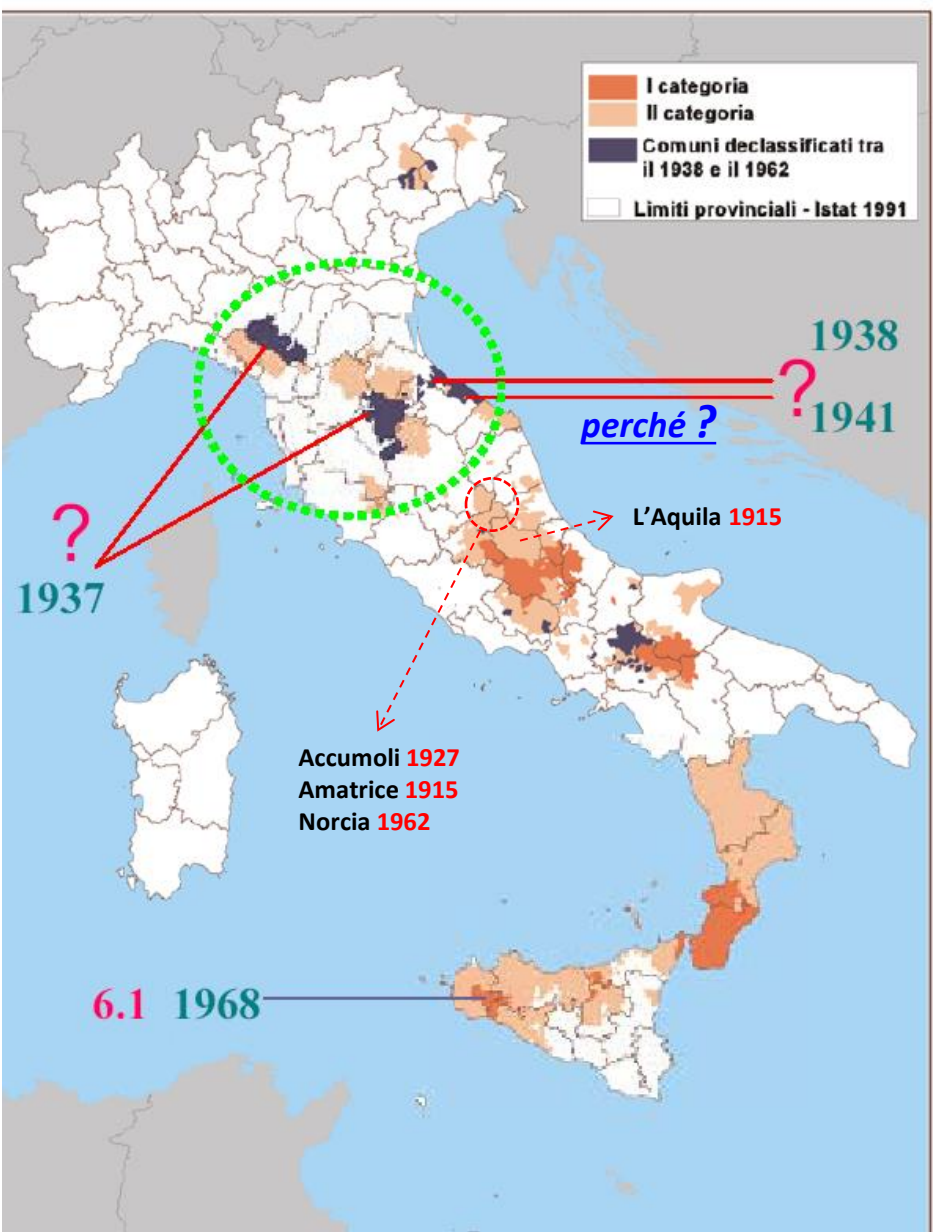
Giuseppe Grandori

(Professore Emerito di Scienza delle Costruzioni - Politecnico di Milano)

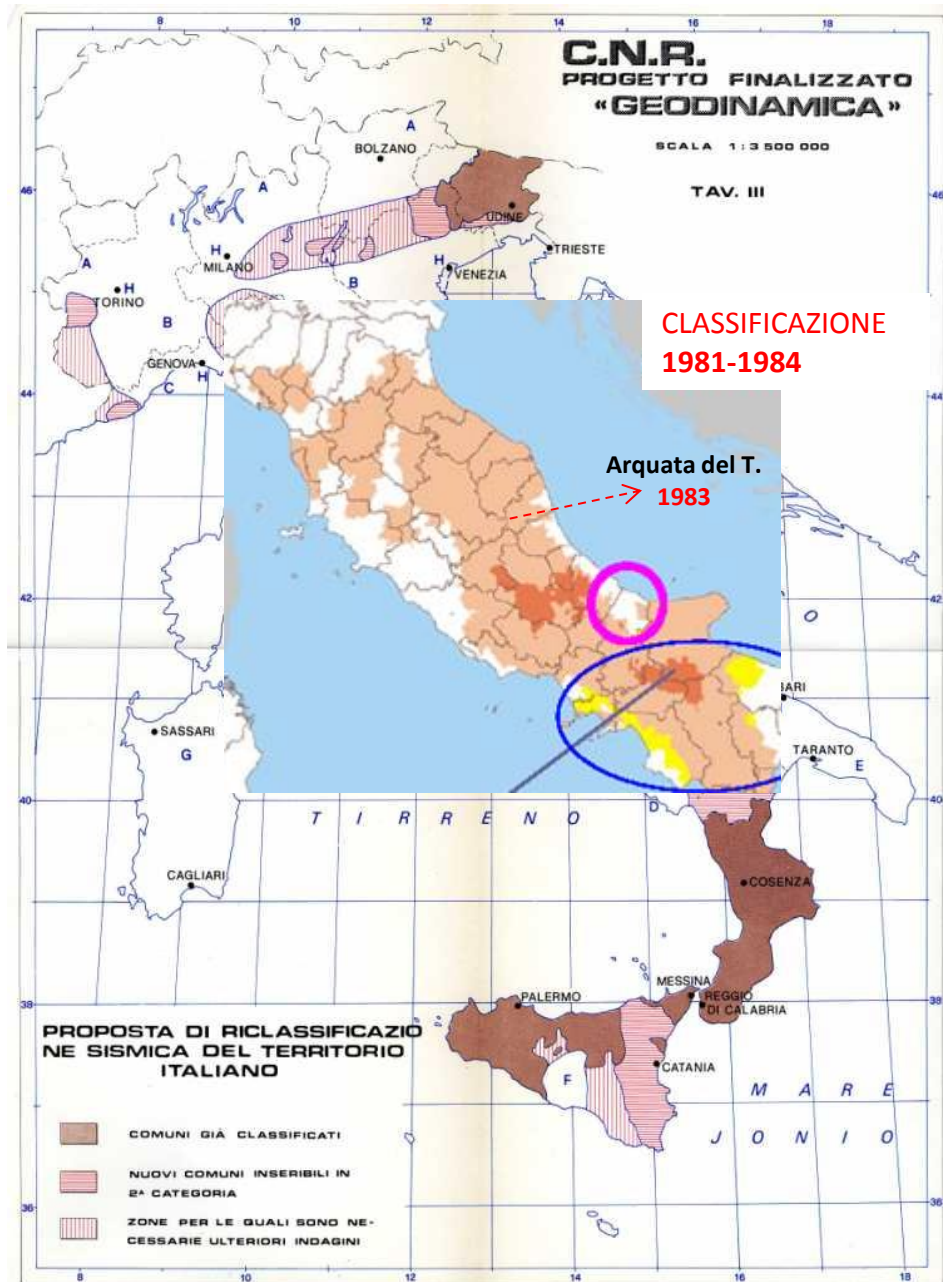


Sismabonus!?

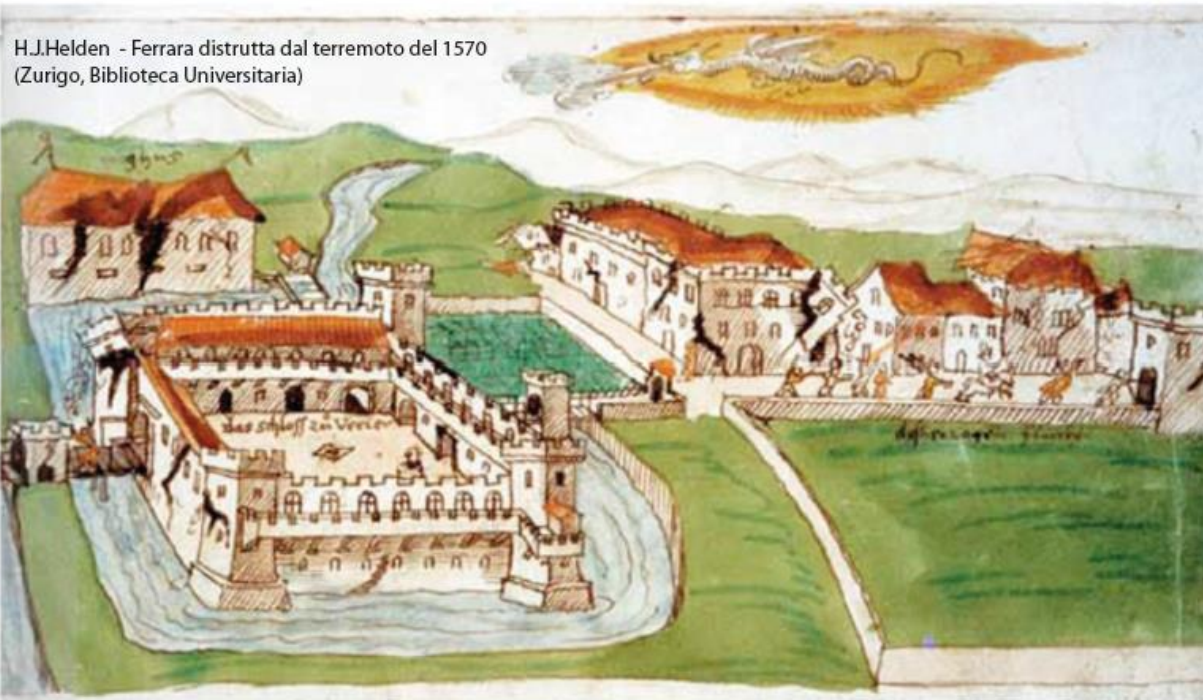
*La classificazione alla fine del 1975
con validità estesa fino al 1981÷1984*



La proposta P.F.G. – C.N.R. 1981

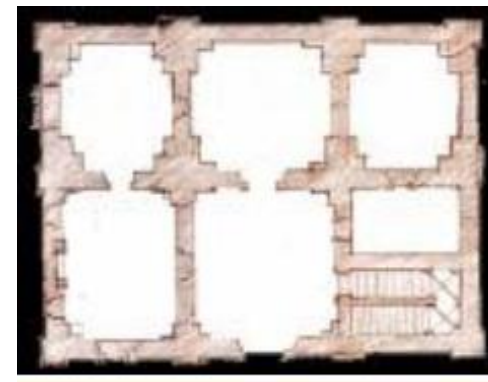


H.J.Helden - Ferrara distrutta dal terremoto del 1570
(Zurigo, Biblioteca Universitaria)



Pirro Ligorio

«Libro, o Trattato de' diversi terremoti»
Pianta e facciata di una casa antisismica



EFFETTI SISMICI, STORICI E ATTUALI, PER TERREMOTI IN EMILIA-ROMAGNA ANCHE CON CENNI A VICENDE AMMINISTRATIVE SULLE SCELTE DI CLASSIFICAZIONE SISMICA

La memoria del terremoto: il sisma di Ferrara del 1570 ([pdf, 2,04 MB](#)), un testo dell'epoca e due articoli, tratti da: *Ferrara. Voci di una città* – dic. 2010 e *la Repubblica* – 9 ago. 2015.

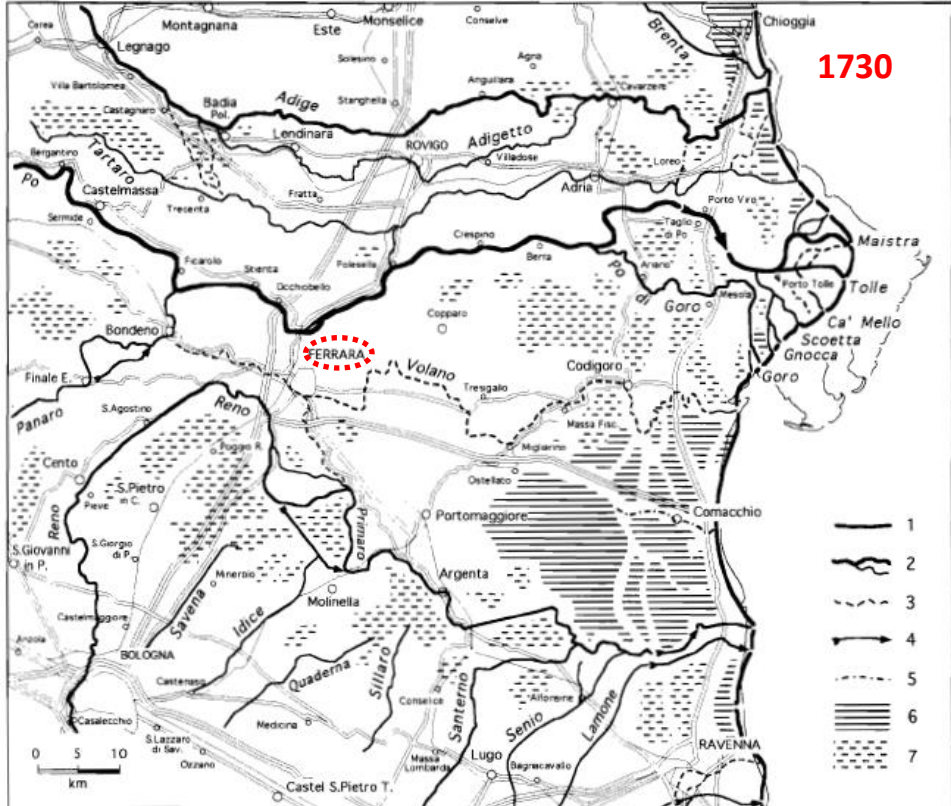
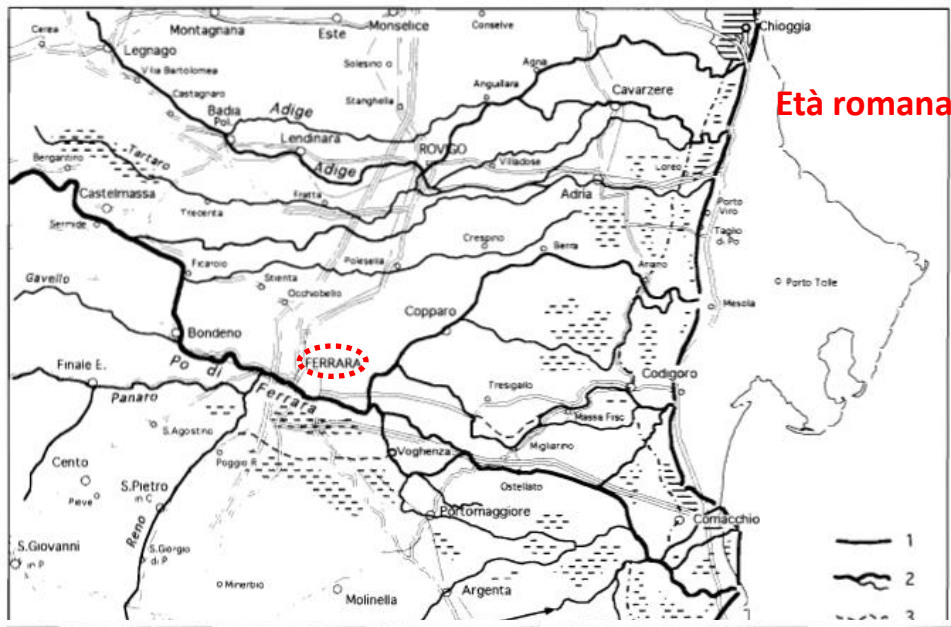
RIMINI – PESARO: accanto alla “*storia sismica*” quale “*storia amministrativa*”? ([pdf, 1,98 MB](#)).

Due immagini a confronto sull'evoluzione idrografica del Po in diverse epoche storiche, estratte da: «**L'evoluzione idrografica e ambientale della pianura ferrarese negli ultimi 3.000 anni**», Marco Bondesan, su *Storia di Ferrara*, Corbo 2001

Risulta evidente la tendenza nel tempo del fiume a spostarsi più a nord

Un commento del prof. Franco Cazzola
Aprile 2017 www.francocazzola.it

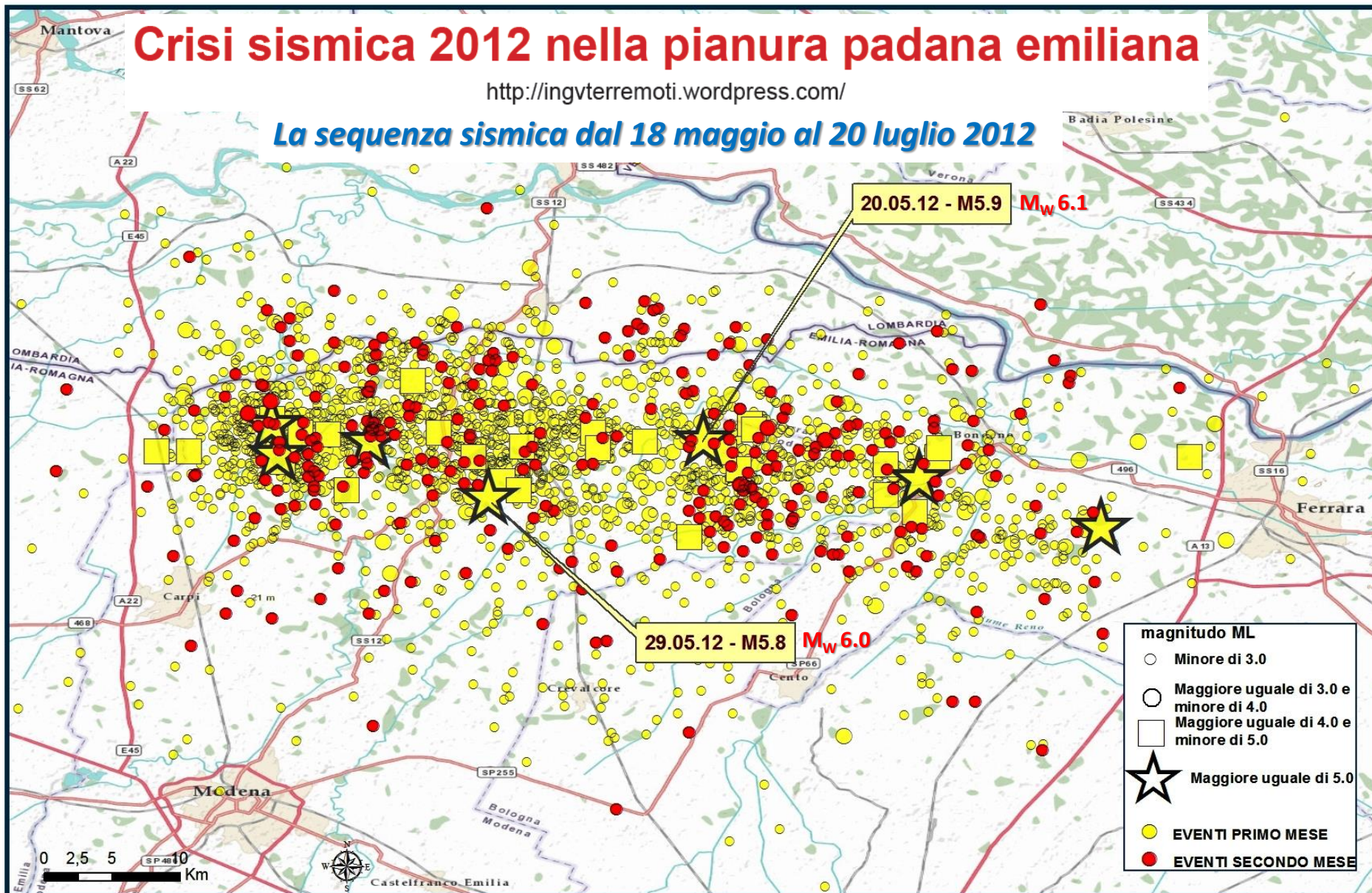
«I geologi e geomorfologi hanno individuato da tempo cosa succede sotto i nostri piedi da Ferrara a Reggio Emilia. E' una piega dell'Appennino in sollevamento. Il terremoto del 1570 non spostò il fiume Po ma fu un sintomo ulteriore dei movimenti ... che hanno fatto mutare direzione al fiume. La grande mutazione fu quella che nel XII secolo fu chiamata la Rotta di Ficarolo. L'inaridimento dei rami meridionali del fiume dipendeva dal fatto che Ferrara sta su una cuspidi detta "Dorsale ferrarese" ... La crisi definitiva del ramo meridionale inizia già nell'alto medioevo e si conclude nella prima metà del '500, anche a causa dell'immissione del Reno nel suo alveo (1522) Da includere anche il sovralluvionamento degli alvei che si accentua nel secondo cinquecento con l'ingresso nella piccola età glaciale.»



Crisi sismica 2012 nella pianura padana emiliana

<http://ingvterremoti.wordpress.com/>

La sequenza sismica dal 18 maggio al 20 luglio 2012



Tempo: 21/gen/2017

INGV terremoti

4 sequenze sismiche:

26 ottobre 2016

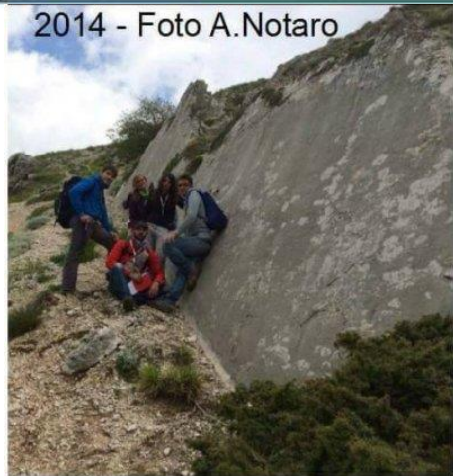
30 ottobre 2016

24 agosto 2016

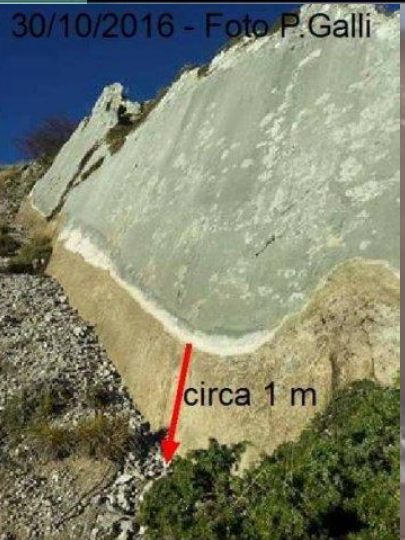
18 gennaio 2017



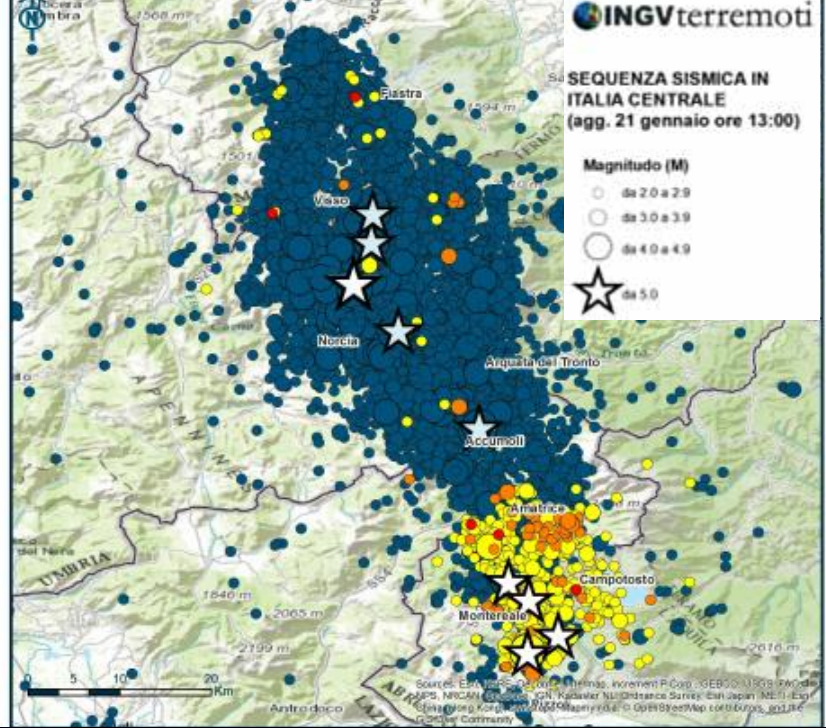
2014 - Foto A. Notaro



30/10/2016 - Foto P. Galli



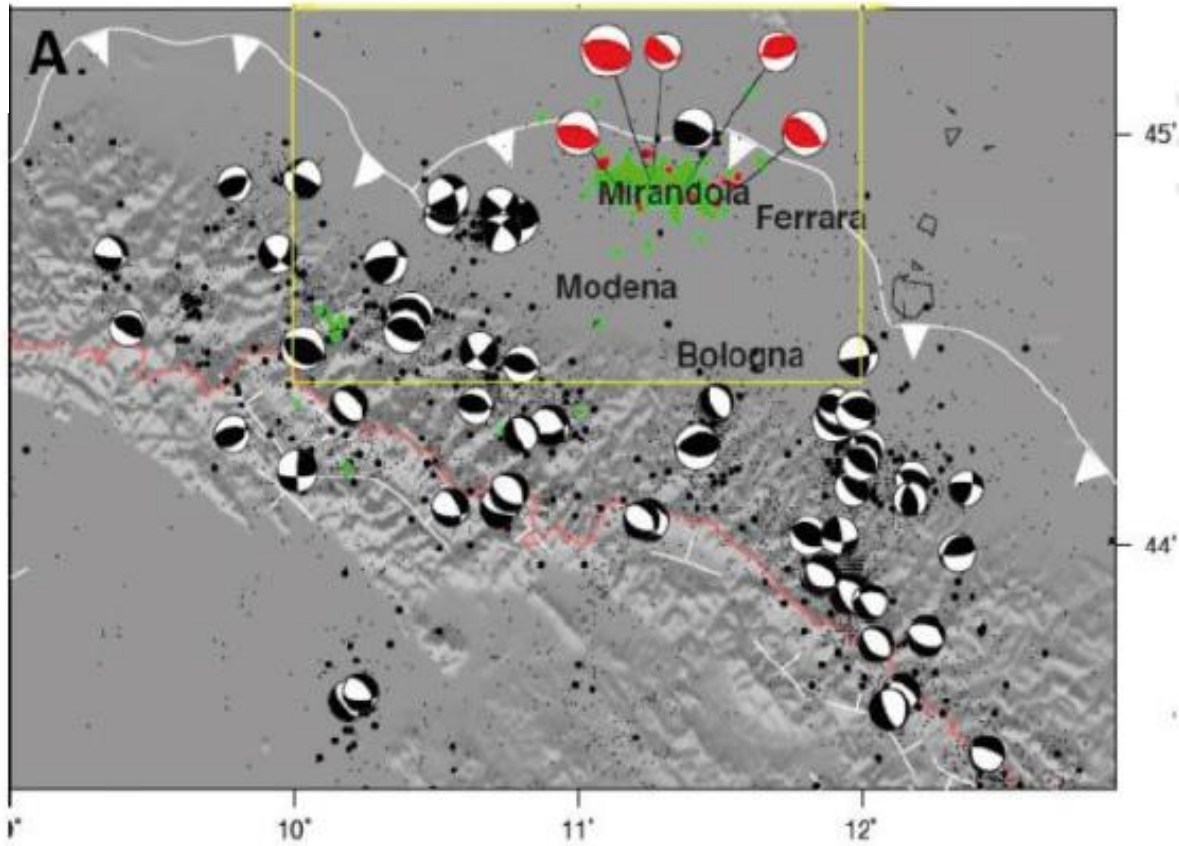
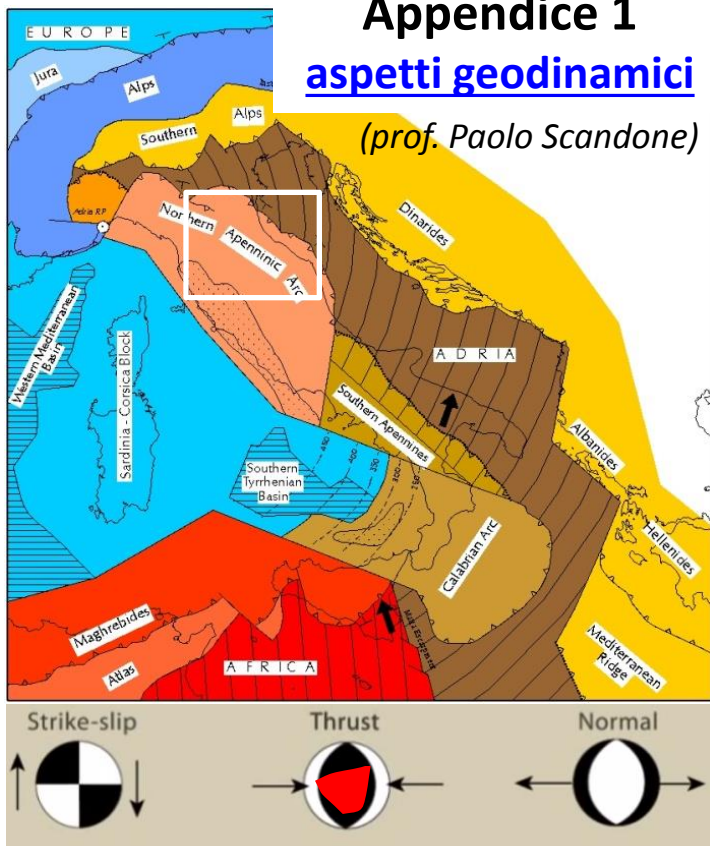
Monte Vettore



Appendice 1

aspetti geodinamici

(prof. Paolo Scandone)



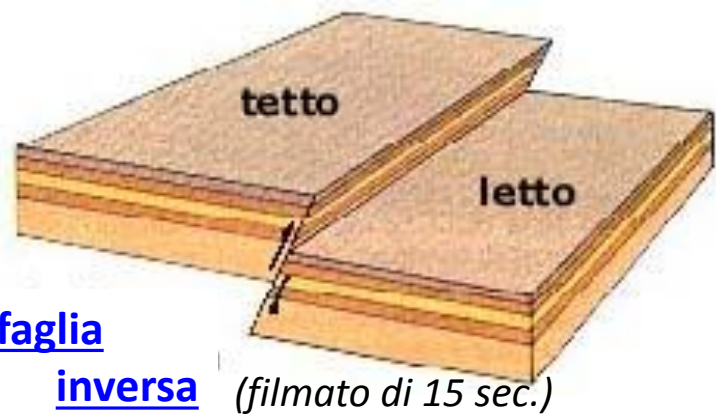
Meccanismi focali dei terremoti - dal 1976 al 2012 - dell'Appennino settentrionale. In **rosso** quelli del **2012** nella *pianura padana emiliana* che evidenziano un fenomeno di compressione attivo.

La *linea ricurva bianca* con i *triangoli* delinea il fronte sepolto dell'Appennino.



faglia diretta

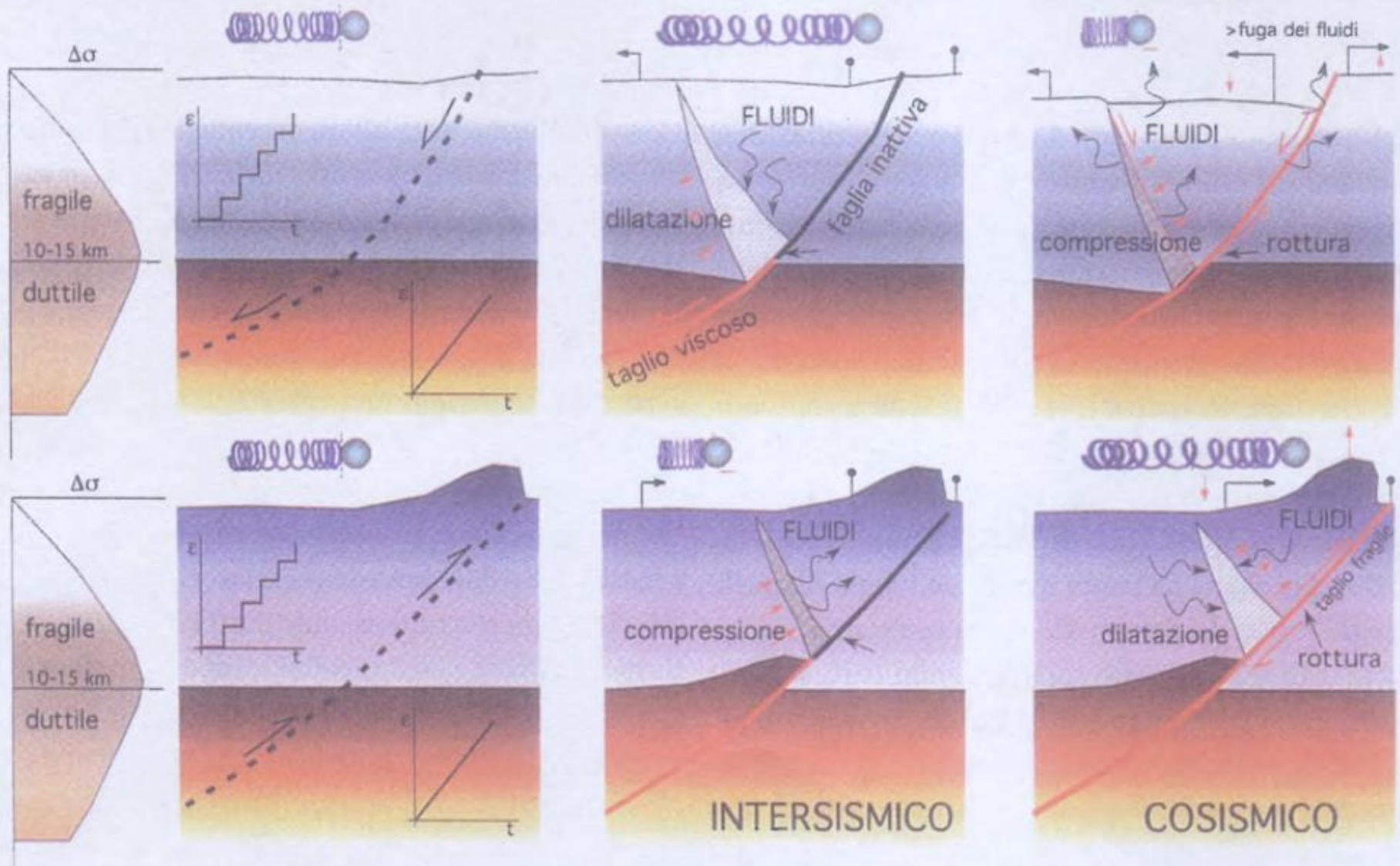
(filmato di 11 sec.)



faglia

inversa

(filmato di 15 sec.)



Faglia diretta (crosta in distensione) e **faglia inversa** (crosta in compressione) come illustrate nella Fig. 6 riportata – con relativo commento – nell’articolo:

[Nuova Secondaria – n. 6 2014](#) – Anno XXXI

Terremoti

Carlo Doglioni

Durante il processo di fratturazione vengono emesse le onde sismiche

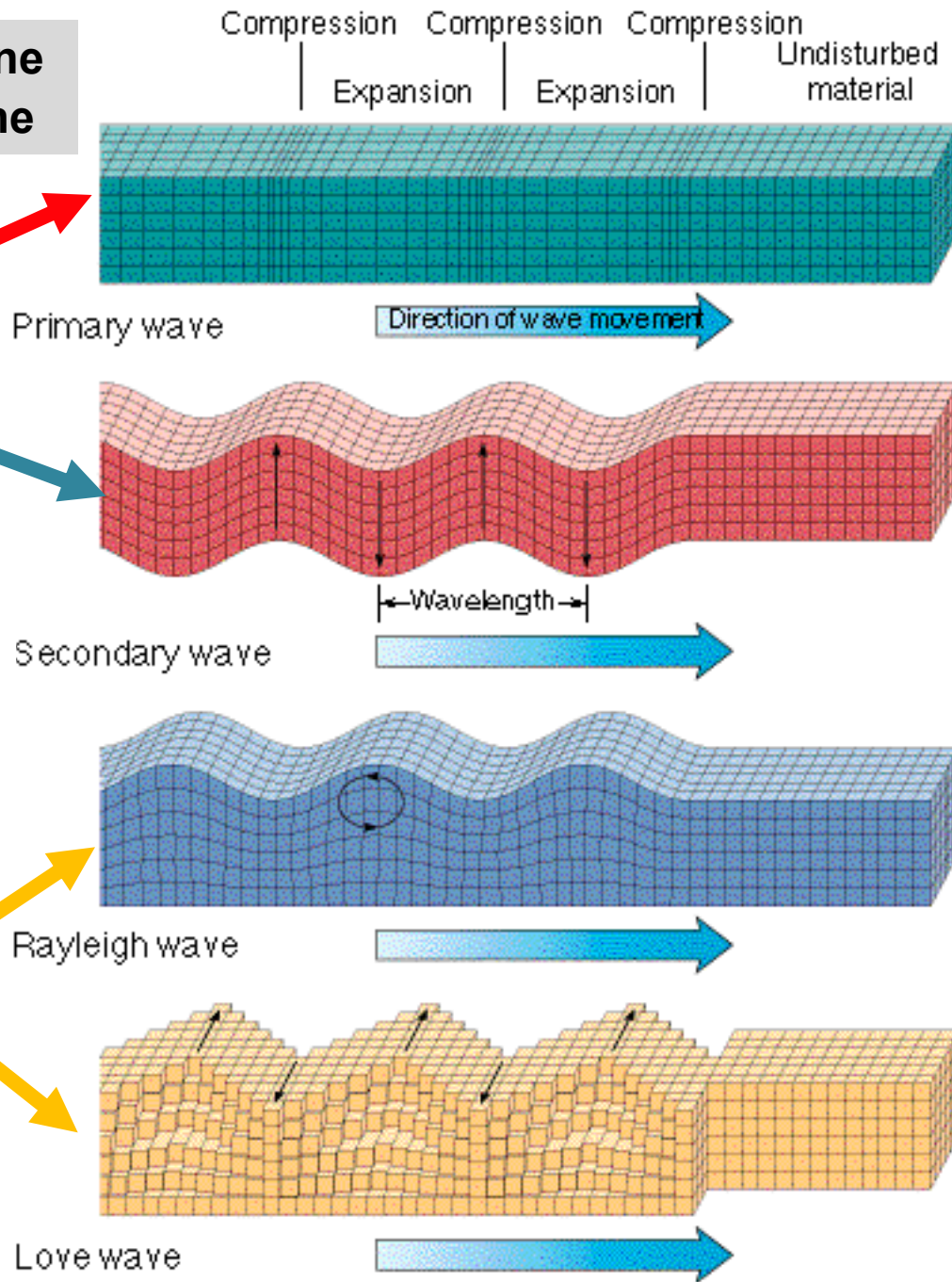
Le onde P (o Primarie) sono le più veloci: 6,2-8,2 km/s

Le onde S (o Secondarie) sono meno veloci: 3,6-4,7 km/s e non si propagano nei fluidi

Le onde **P** ed **S** sono dette **onde di volume** perché si propagano all'interno della Terra

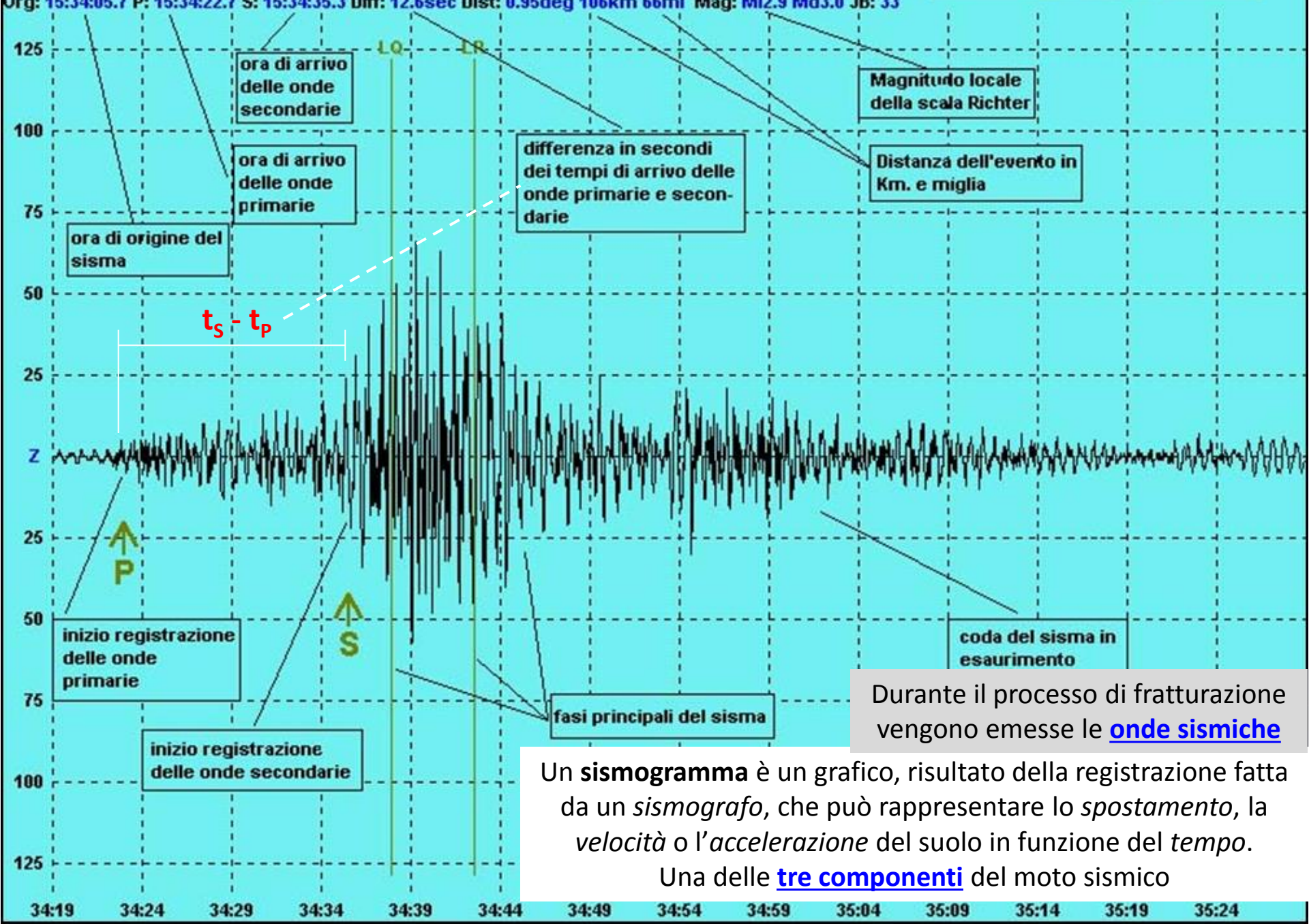
Le **onde di Rayleigh** (2,7 km/s) e le **onde di Love** (3 km/s) sono invece **onde superficiali**, che si propagano cioè solo lungo la superficie terrestre

Appendice 2 [animazione onde sismiche](#)



Start: 7/22/98 15:34:19 UTC Station: Resia (Udine) I 46.373N 13.305E Samples: 1750 SPS: 25.00
 Comment: S.Stino di Livenza - MI. 2.9 - 106 Km. da Resia (Udine) I Max/Min: 66/-57 X: 1:10 Y: 2
 Org: 15:34:05.7 P: 15:34:22.7 S: 15:34:35.3 Diff: 12.6sec Dist: 0.95deg 106km 66mi Mag: MI2.9 Md3.0 JB: 33

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI UN SISMOGRAMMA



Durante il processo di fratturazione vengono emesse le onde sismiche

Un **sismogramma** è un grafico, risultato della registrazione fatta da un *sismografo*, che può rappresentare lo *spostamento*, la *velocità* o l'*accelerazione* del suolo in funzione del *tempo*.
 Una delle tre componenti del moto sismico

Gli effetti di un terremoto sono gli stessi ovunque?

Lo scuotimento può variare notevolmente anche a piccole distanze, perché dipende molto dalle condizioni locali del territorio, in particolare dal tipo di terreni e dalla forma del paesaggio (valli, montagne, etc.), dunque – a parità di vulnerabilità delle costruzioni – anche gli effetti spesso sono assai diversi.



In genere, lo scuotimento degli edifici è minore sui terreni rigidi (roccia) e si incrementa dove i terreni sono soffici, [CATEGORIE DI SOTTOSUOLO]

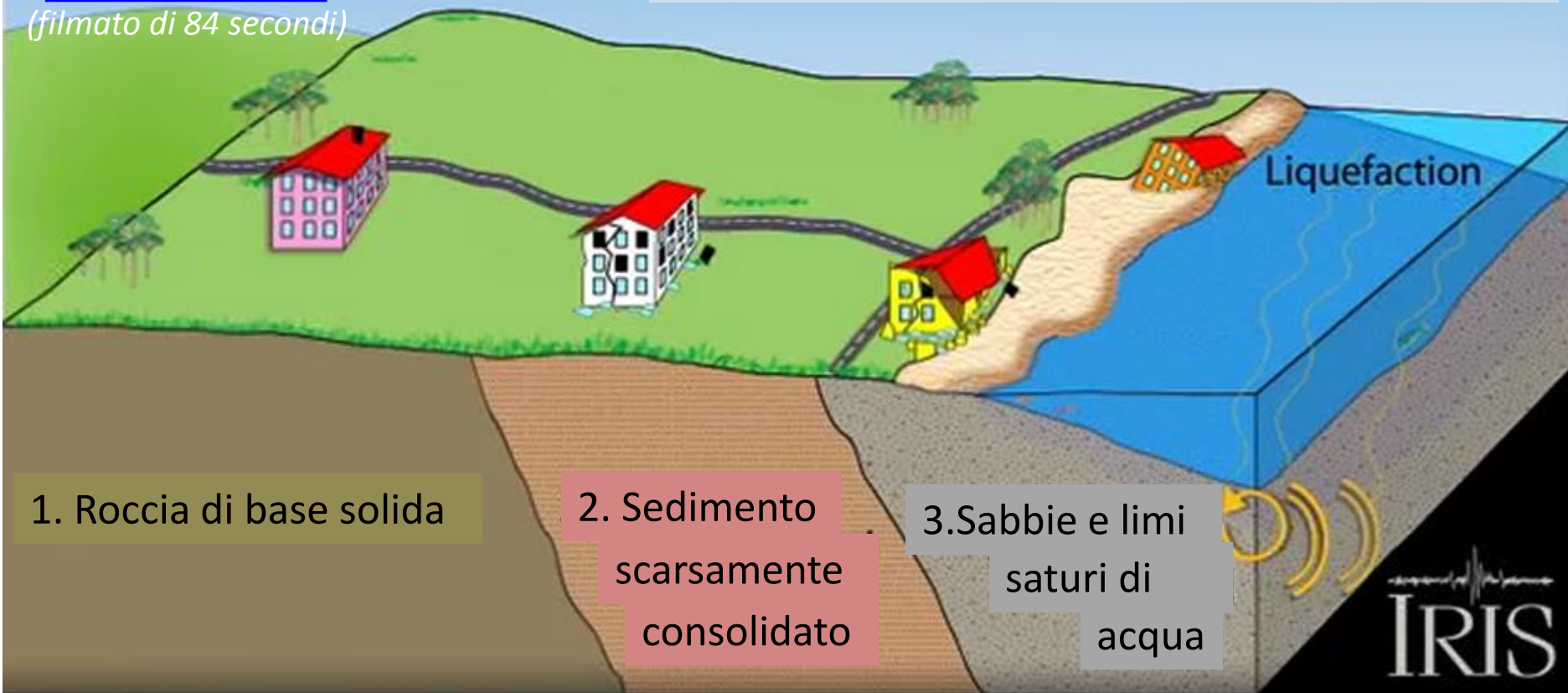
Gli effetti distruttivi di un terremoto si incrementano se le case sono costruite su rocce poco consolidate in cui le onde sismiche rallentano e aumentano in ampiezza e durata.

Lo scuotimento si incrementa anche sulla cima di rilievi e lungo i bordi delle scarpate e dei versanti ripidi [CONDIZIONI TOPOGRAFICHE]

Le onde caratterizzate da bassa frequenza/elevata ampiezza possono essere le più distruttive in bacini sedimentari non consolidati

Effetti di sito

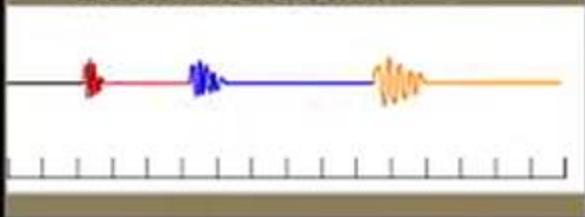
(filmato di 84 secondi)



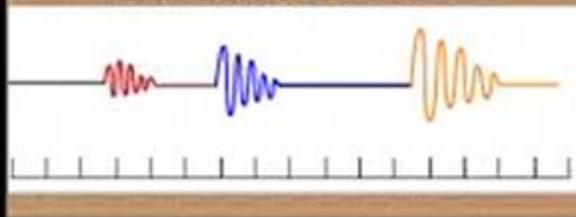
Alta frequenza/bassa ampiezza ←

→ Bassa frequenza/elevata ampiezza

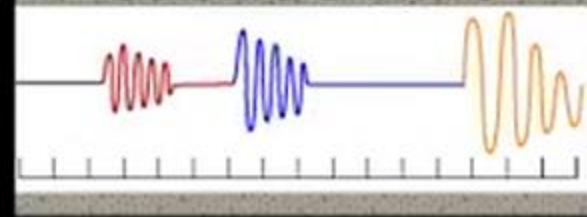
SEISMOGRAM 1



SEISMOGRAM 2



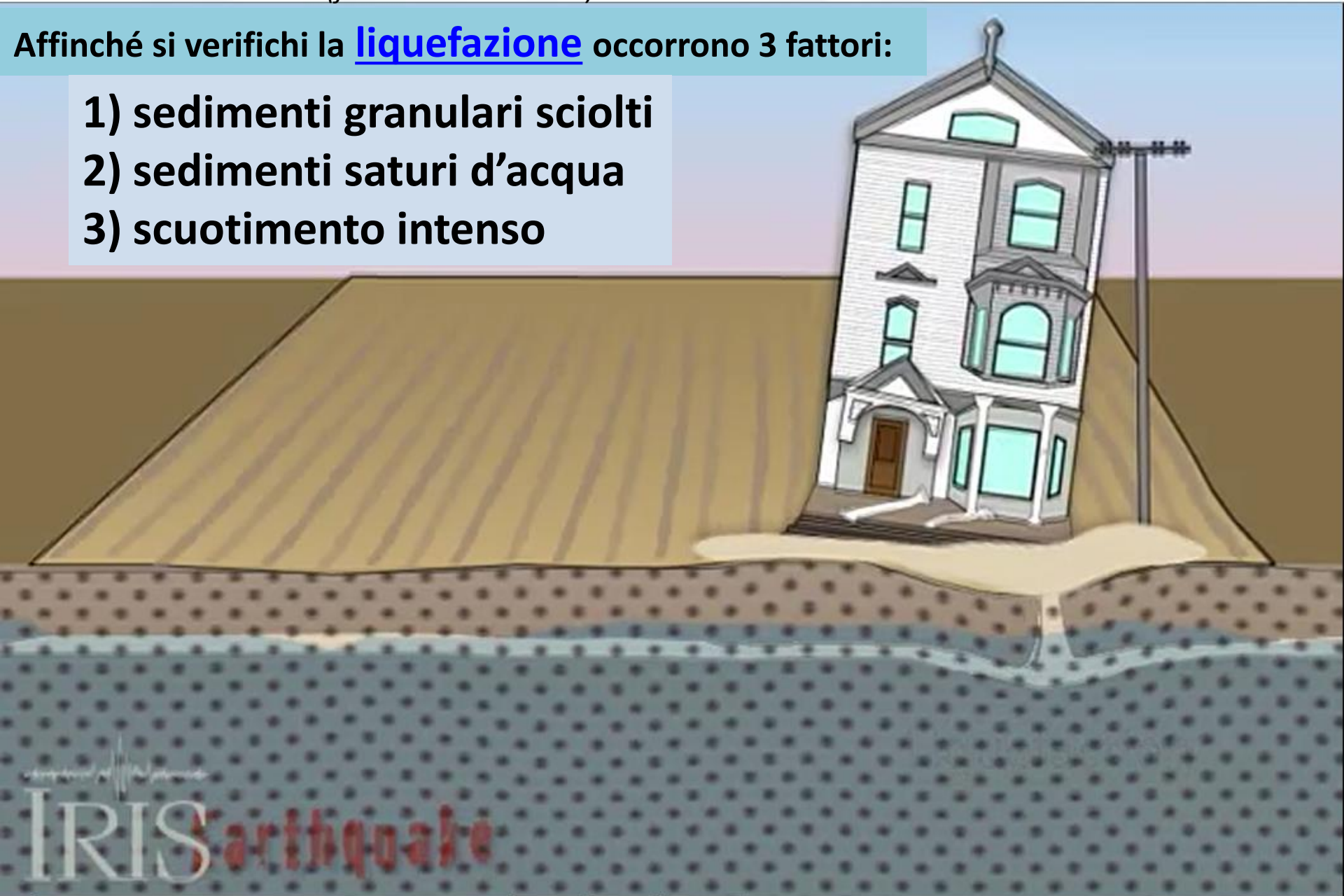
SEISMOGRAM 3



(filmato di 42 secondi)

Affinché si verifichi la liquefazione occorrono 3 fattori:

- 1) sedimenti granulari sciolti
- 2) sedimenti saturi d'acqua
- 3) scuotimento intenso

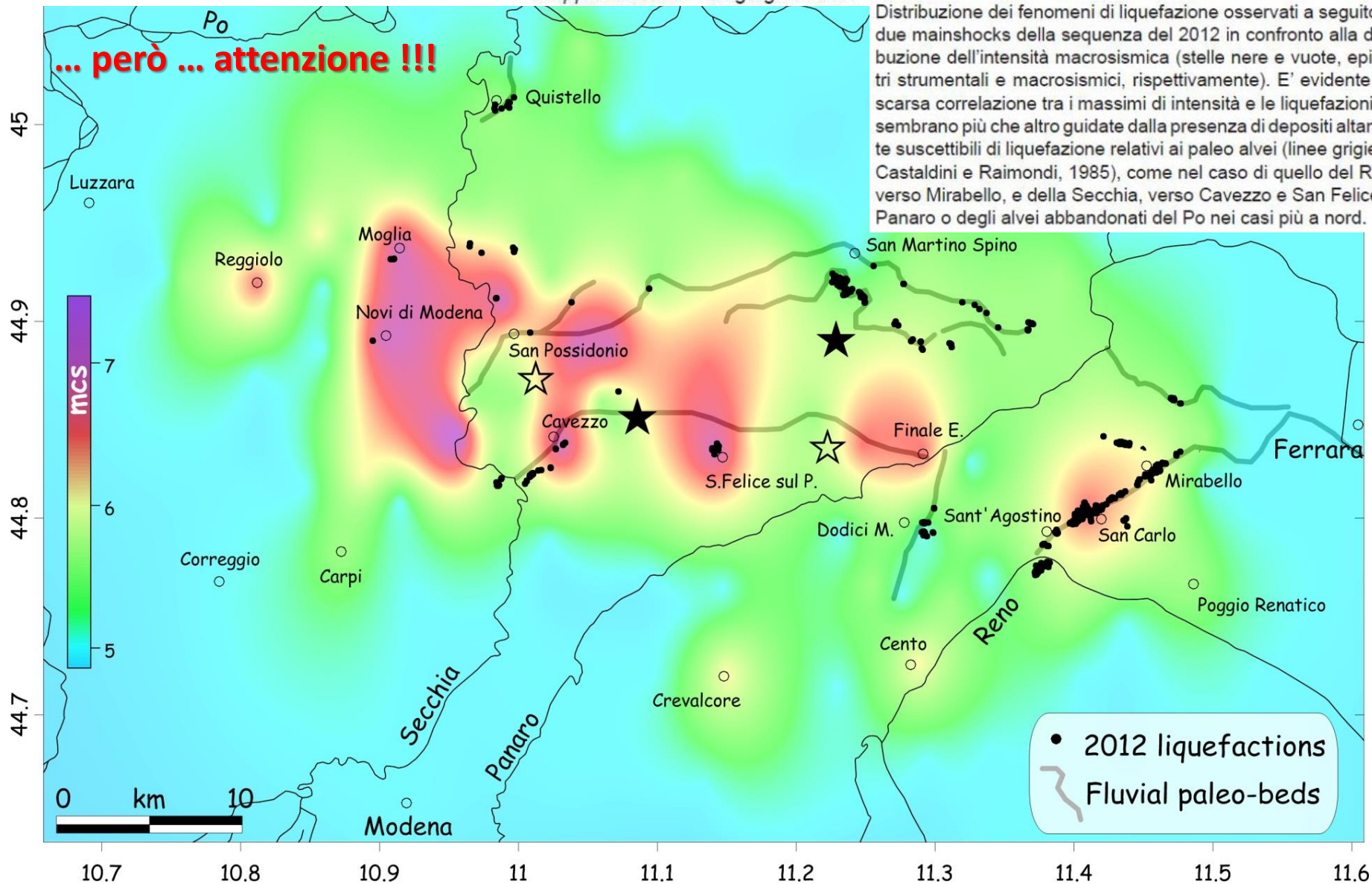


Crisi sismica 2012 nella pianura padana emiliana

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/rischio_sismico.wp

RILIEVO MACROSISMICO MCS SPEDITIVO

Rapporto finale – 15 giugno 2012

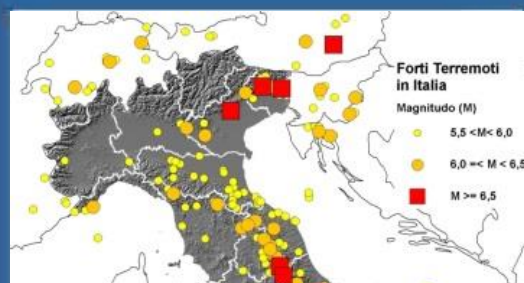


I fattori del rischio sismico

Il RISCHIO non è mai nullo: si può e si deve ridurre!

Approccio consapevole è chiedersi: che cosa RISCHIO? quanto RISCHIO?

Pericolosità



Terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009 ($M_L = 5.9$; $M_w = 6.3$)
Immagini da due località: entrambe valutate con effetti di IX° MCS

Vulnerabilità



Esposizione

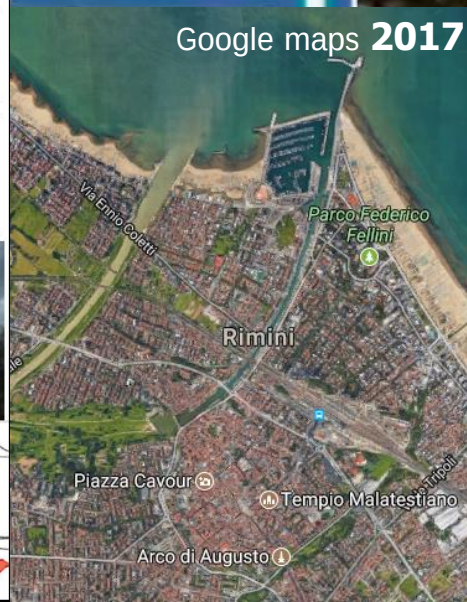


Villa Sant'Angelo (AQ) - Edificio in muratura di pietrame listata, copertura in legno e pietre angolari. Capichiave delle catene al primo piano.

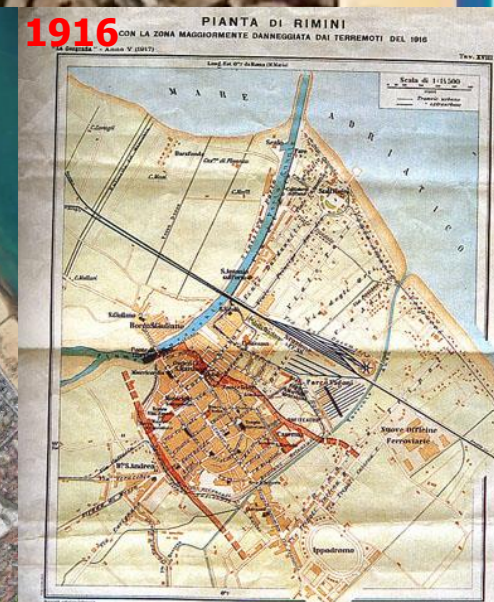
Colle di Roio (AQ) - Edificio in muratura in pietrame non squadato con malta argillosa e copertura pesante in c.a. **Effetto negativo di un tetto pesante e rigido**



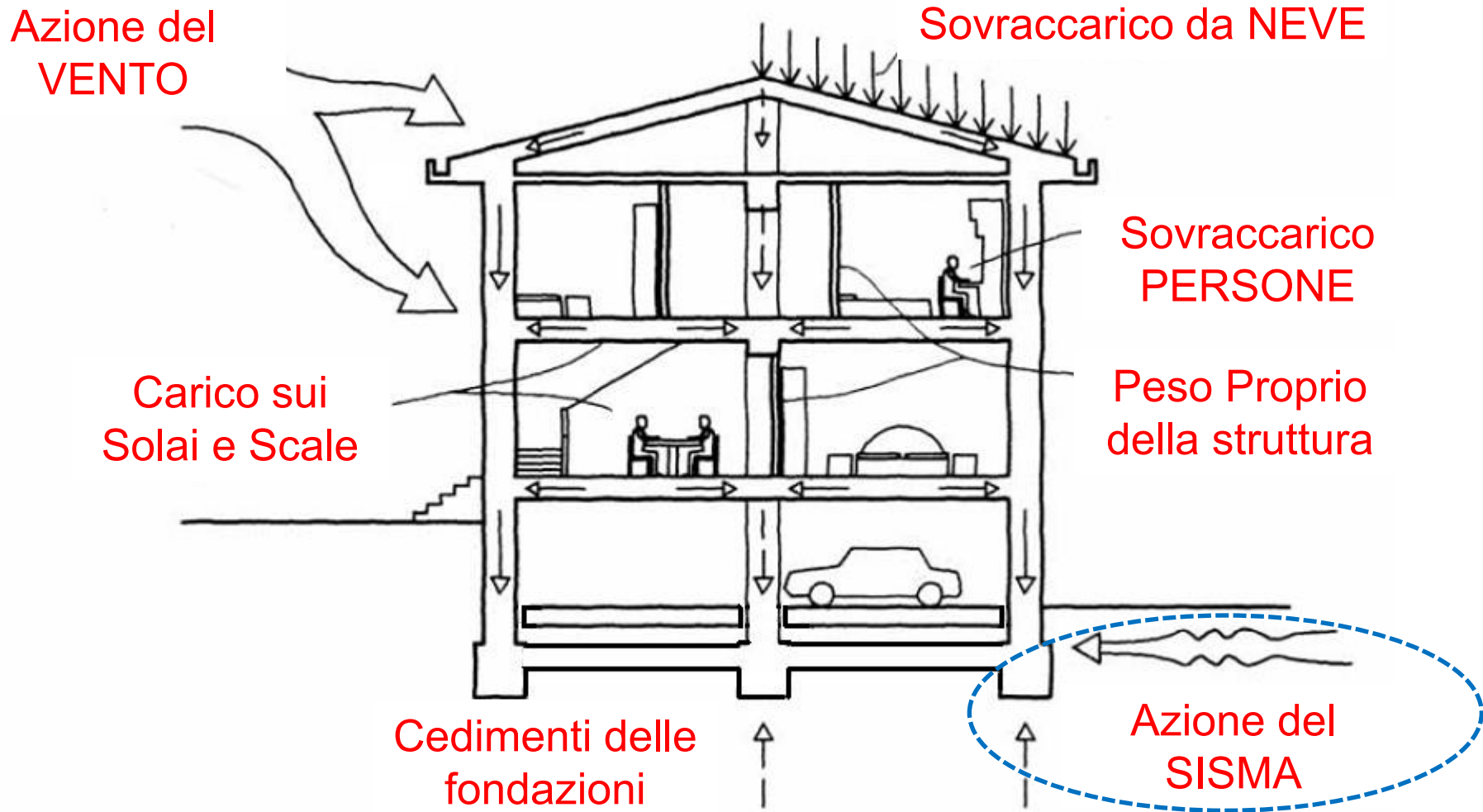
Google maps 2017



1916



Le azioni sulle strutture



FORZE DI INERZIA

(filmato di 27 secondi)



da:

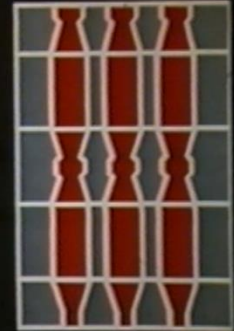
Riparare Rafforzare Prevenire
Regione Umbria 1985

1985

Prof. D. Benedetti



**Regione
dell'Umbria**
Giunta Regionale



SABATO 19 OTTOBRE 2013
BOLOGNA

CRONACA

Scossa principale 30 ottobre 2016 **Mw 6.5**



I DANNI
Nelle due immagini i danni provocati dall'incidente, quando il bus ha frenato: molte persone sono cadute o sono state travolte dalle schegge dei divisori in plexiglas che si sono infranti



Frenata improvvisa, 21 feriti e panico sul bus

L'incidente in via Irnerio per evitare un'auto. Traffico bloccato, nessuno è grave

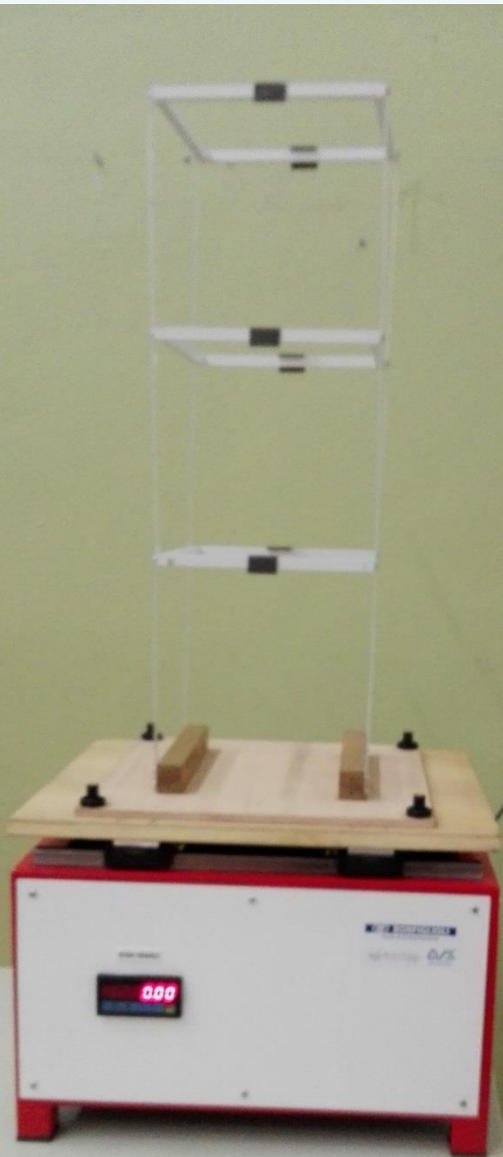


TAVOLA VIBRANTE ...

...per una iniziale informazione didattica

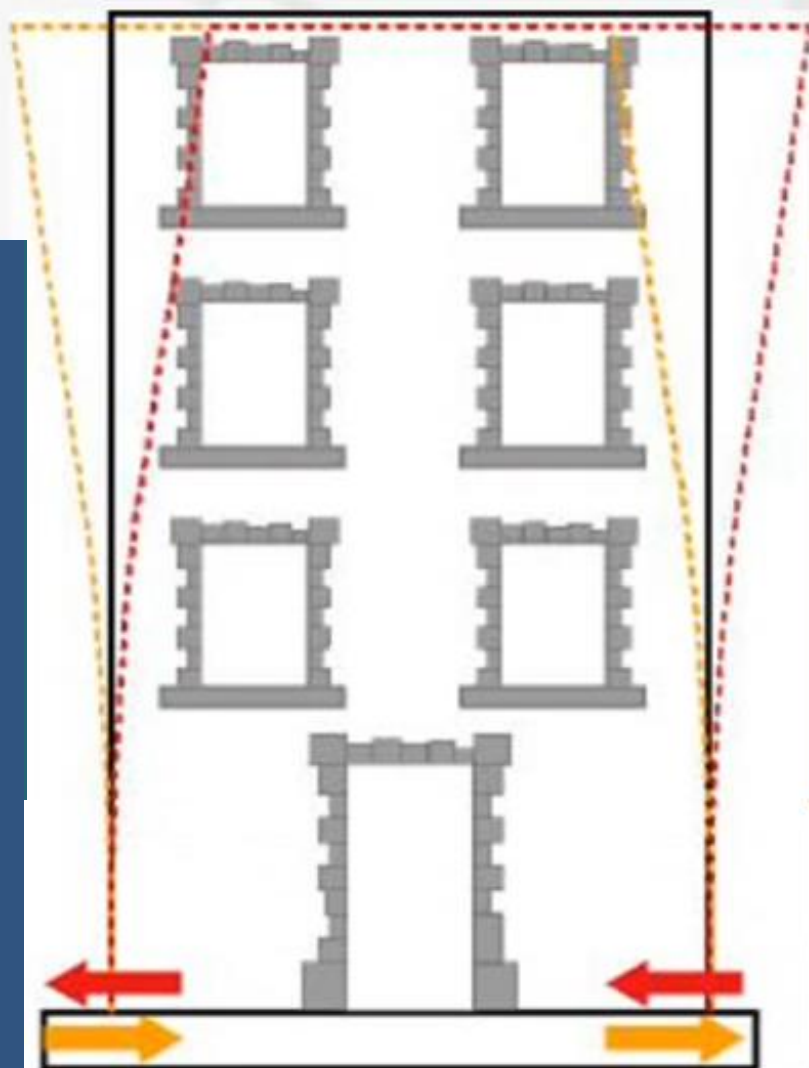
Il terremoto, quale evento naturale, raro ma probabile nell'arco di vita di una costruzione, si evidenzia con improvviso e alternato movimento del terreno (per una durata, a volte di pochi secondi, in genere non superiore al minuto) e, quindi, con conseguenti brusche accelerazioni che fanno nascere forze d'inerzia sulle masse presenti ai vari piani (solai) e lungo l'altezza (muri, colonne, etc.) di una costruzione.

Le sollecitazioni e gli spostamenti provocati sulla struttura di una costruzione sono influenzati dalle caratteristiche della stessa struttura; vale a dire che è la "risposta" della struttura (ai movimenti impressi alla sua base) a definire l'entità e qualità dell'azione sismica e gli eventuali conseguenti danni.

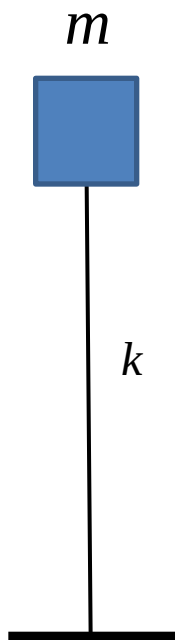
*Titolo e prime due frasi del documento CTS
revisionato allora dal compianto Prof. Piero POZZATI*

Cosa accade agli edifici durante il terremoto?

Moto **ondulatorio**

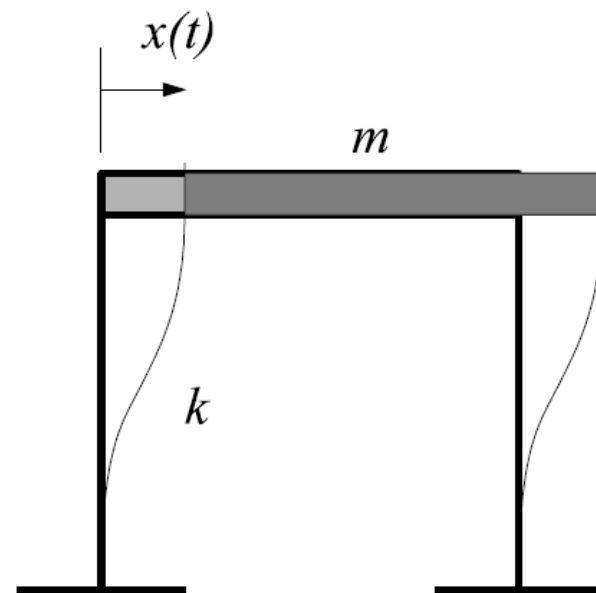


Le fondazioni, quando vengono raggiunte dalle onde sismiche, le trasmettono alla sovrastruttura provocando l'oscillazione dell'edificio. In tale moto alternato la struttura subisce **forze di inerzia** proporzionali alle masse e quindi ai pesi dell'edificio. Il moto (e cioè la **risposta**) è regolato dalla **rigidezza** e dalla **massa** dell'edificio.



F – E – D

Oscillatori semplici a un grado di libertà, caratterizzati dagli unici parametri:
 m – massa del solaio (o impalcato)
 k – rigidezza alla traslazione dei/l pilastri/o

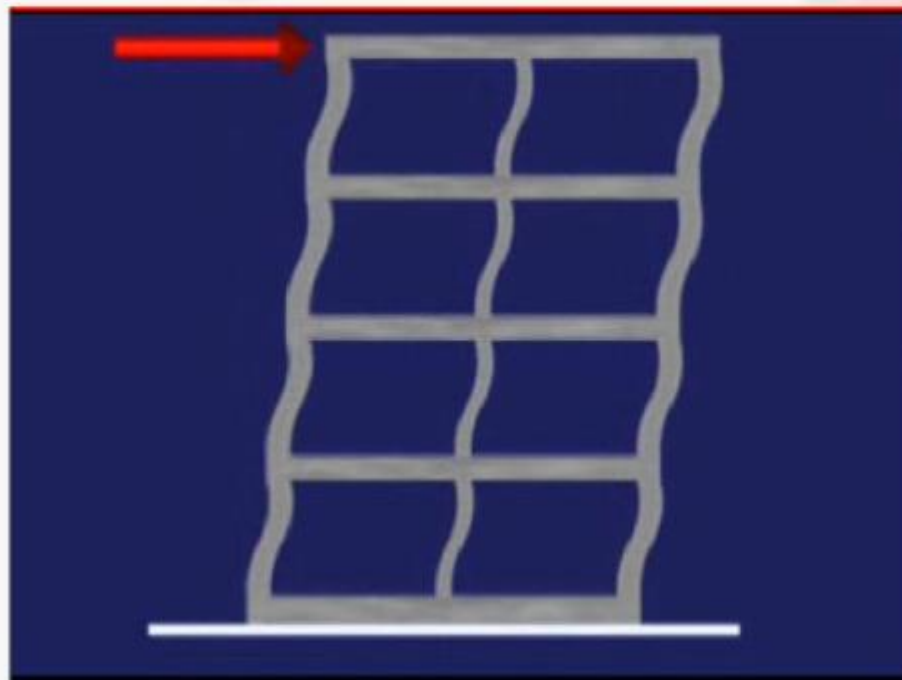


C – B – A

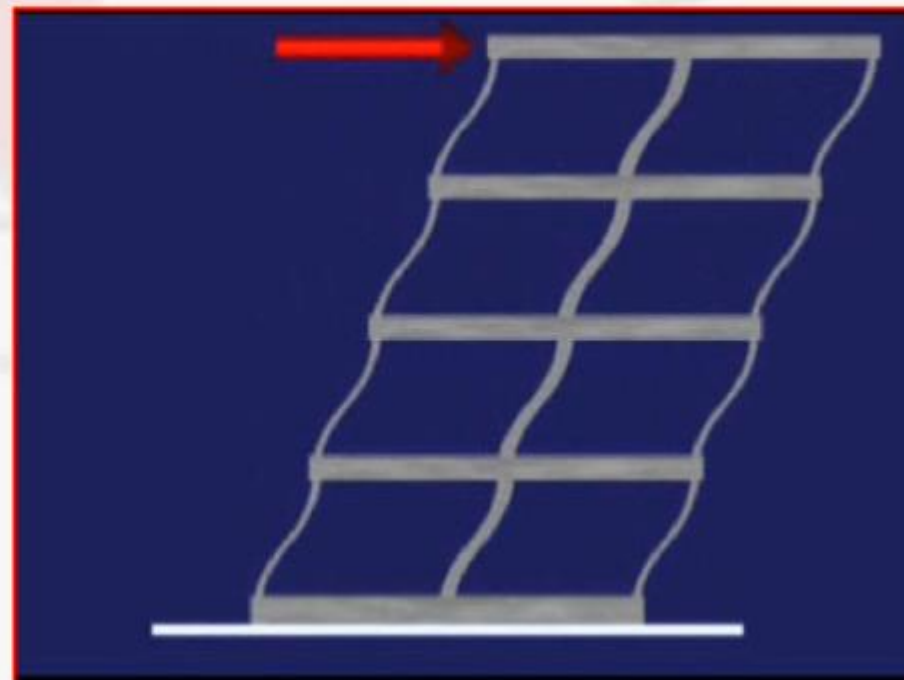
L'oscillatore ha un suo modo naturale di vibrare detto anche **modo proprio**. Una oscillazione intera (andata e ritorno) si compie in un tempo T_1 chiamato *periodo* (s). *L'inverso del periodo f_1 si chiama frequenza* (Hz).

PIU' RIGIDO

Una struttura è più rigida di un'altra quando, a parità di forza applicata, si deforma in misura minore



MENO RIGIDO



La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) aumenta con la sua rigidezza

CON PIU' MASSA

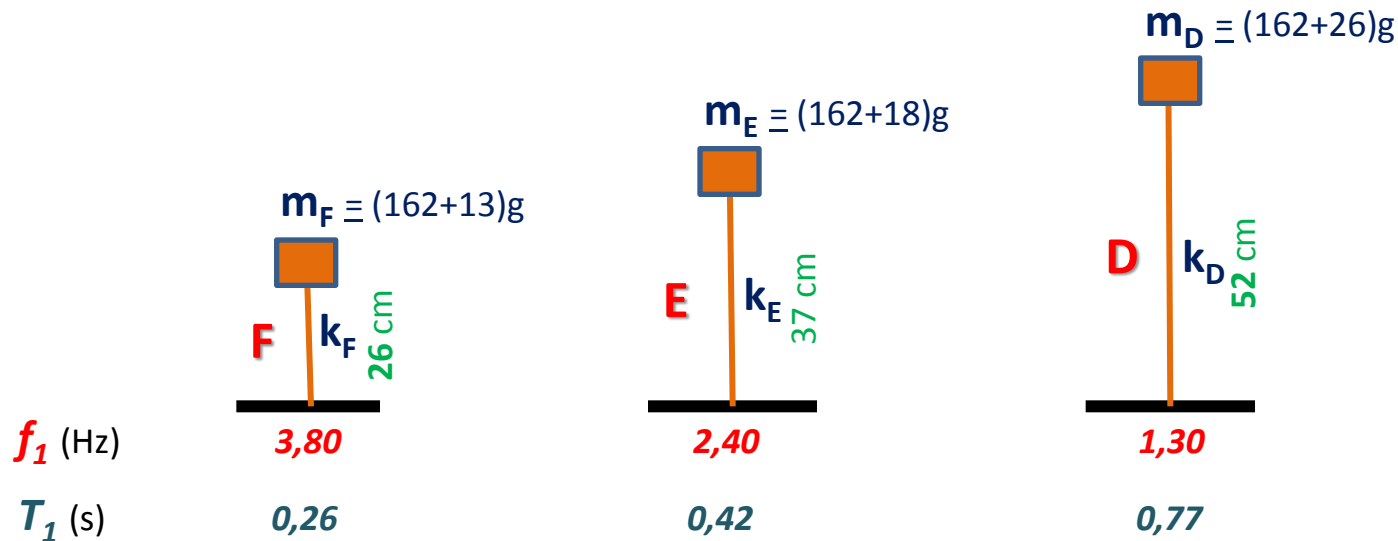
CON MENO MASSA

*Il terremoto genera accelerazioni che inducono
forze tanto più alte quanto maggiore è la massa*



La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione)
diminuisce all'aumentare della massa dell'edificio

Configurazioni strutturali *regolari* (**1** G.d.L.)



$$T_1 = 1/f_1$$

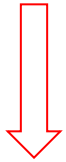
$$f_1 = \sqrt{k/m} / 2\pi$$

$$k_F/k_E \simeq 2,4$$

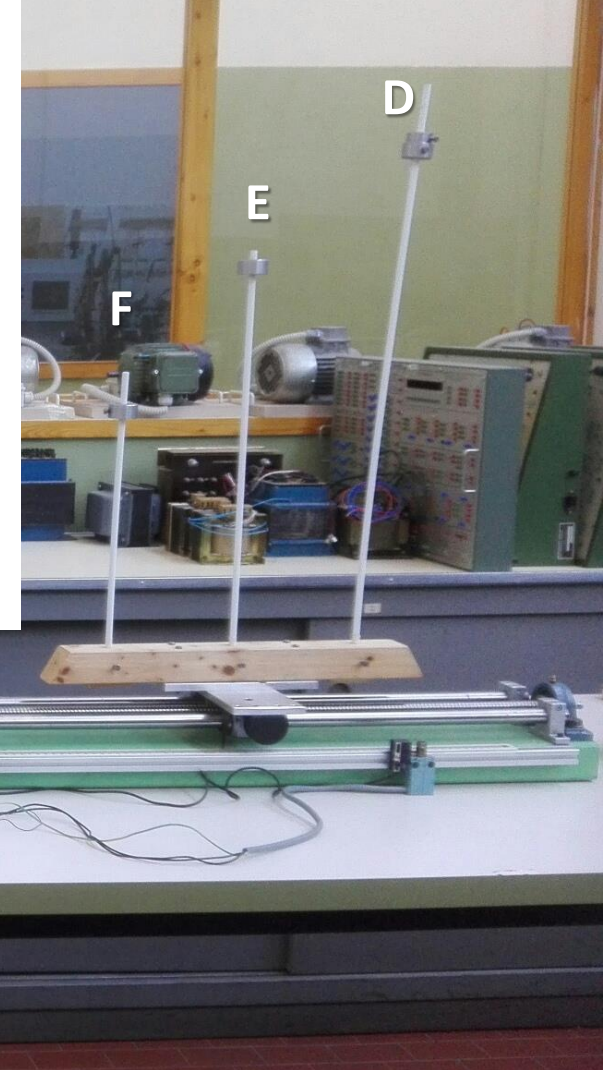
$$k_F/k_D \simeq 8$$

Rapporti *approssimativi*
tra le RIGIDENZE
flessionali delle colonne

gestito da
CPU e driver



collegato a **vite a ricircolo di sfere** per
trasferire moto oscillatorio radiale

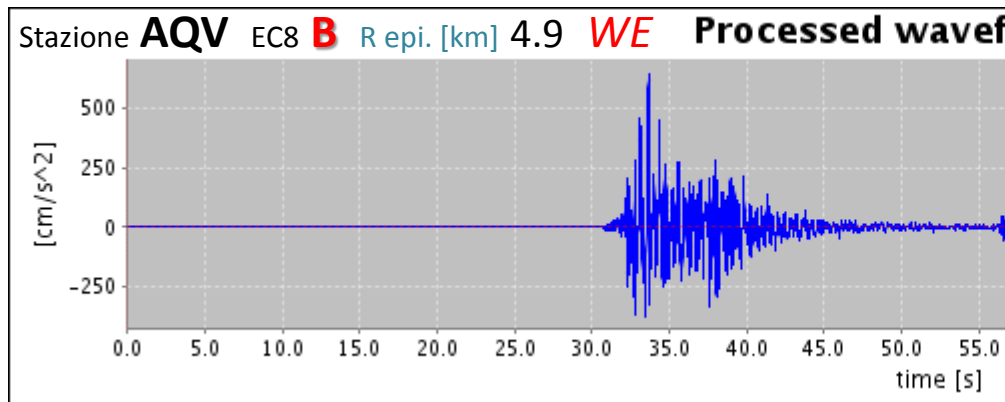


Pulpito di comando (*filmato di 2'33"*)
con tre selettori ON-OFF per attivare i
tre moti a 1/2/4 Hz singolarmente
o in combinazione tra loro

ESEMPIO di ACCELEROGRAMMA: **grafico** della accelerazione rispetto al tempo **in un definito punto**, in questo caso della superficie del suolo, nel quale è installato un **accelerometro**.

[Nell'ESEMPIO **AQV** è stazione della **RAN** (Rete Accelerometrica Nazionale)]

[L'accelerometro può essere installato anche in un punto di qualsiasi costruzione in esame, ad una certa quota e posizione in pianta, ma l'accelerogramma avrà forma diversa in funzione della «**risposta della struttura**»]

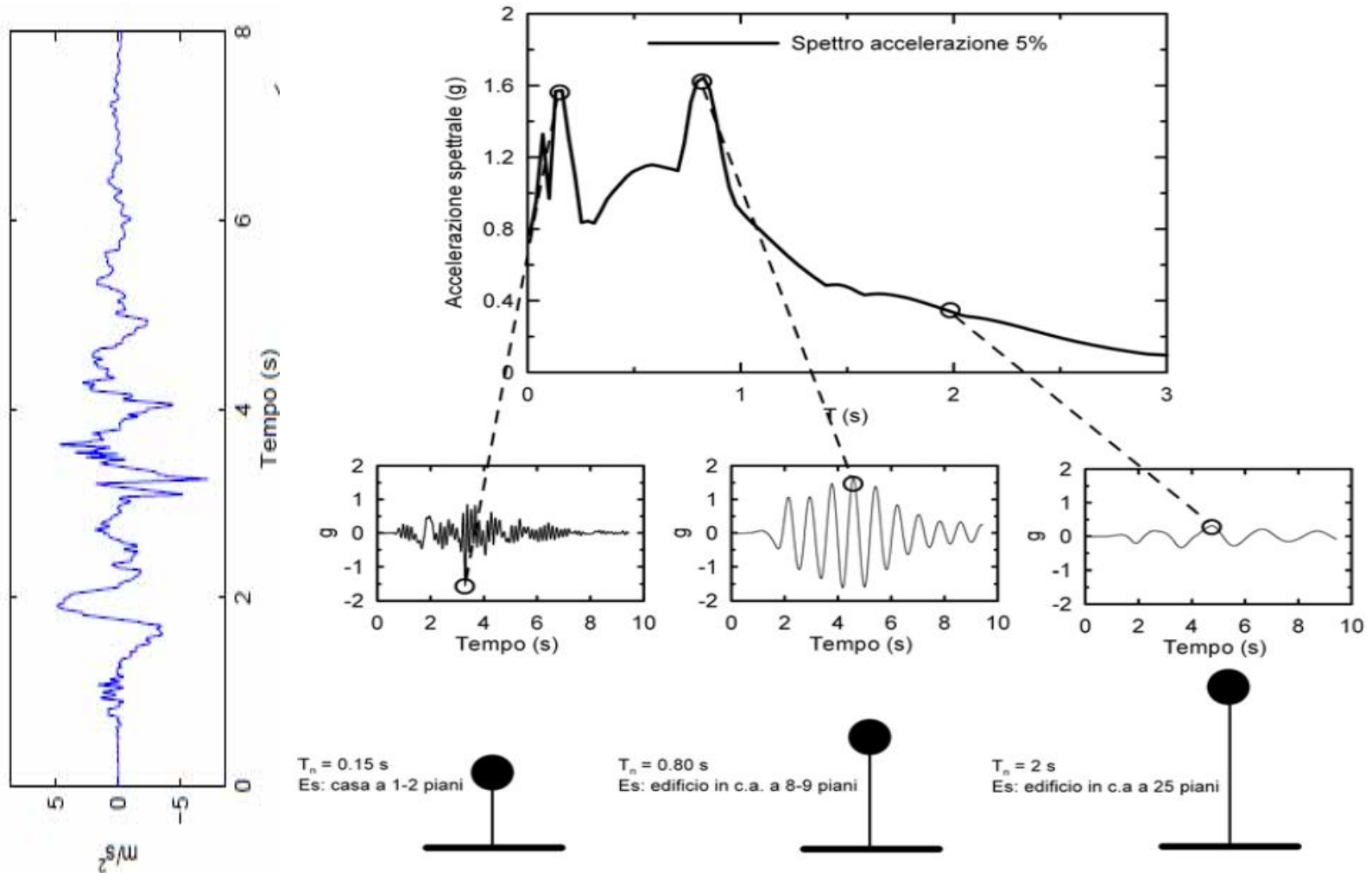


[L'Ufficio rischio sismico e vulcanico del DPC gestisce anche l'**OSS** (Osservatorio Sismico delle Strutture): ESEMPI nel sopra citato documento CTS – RER del 4 maggio 2011]

Un qualsiasi ACCELEROGRAMMA, che **evidenzia in genere una variazione** (dell'accelerazione nel tempo) **brusca e apparentemente casuale**, può essere ottenuto come somma di moltissimi moti armonici elementari con periodi e ampiezze diverse.

È logico pertanto che **strutture con un periodo proprio T_1 risultino particolarmente sensibili alla componente armonica di periodo uguale o molto vicino a T_1**

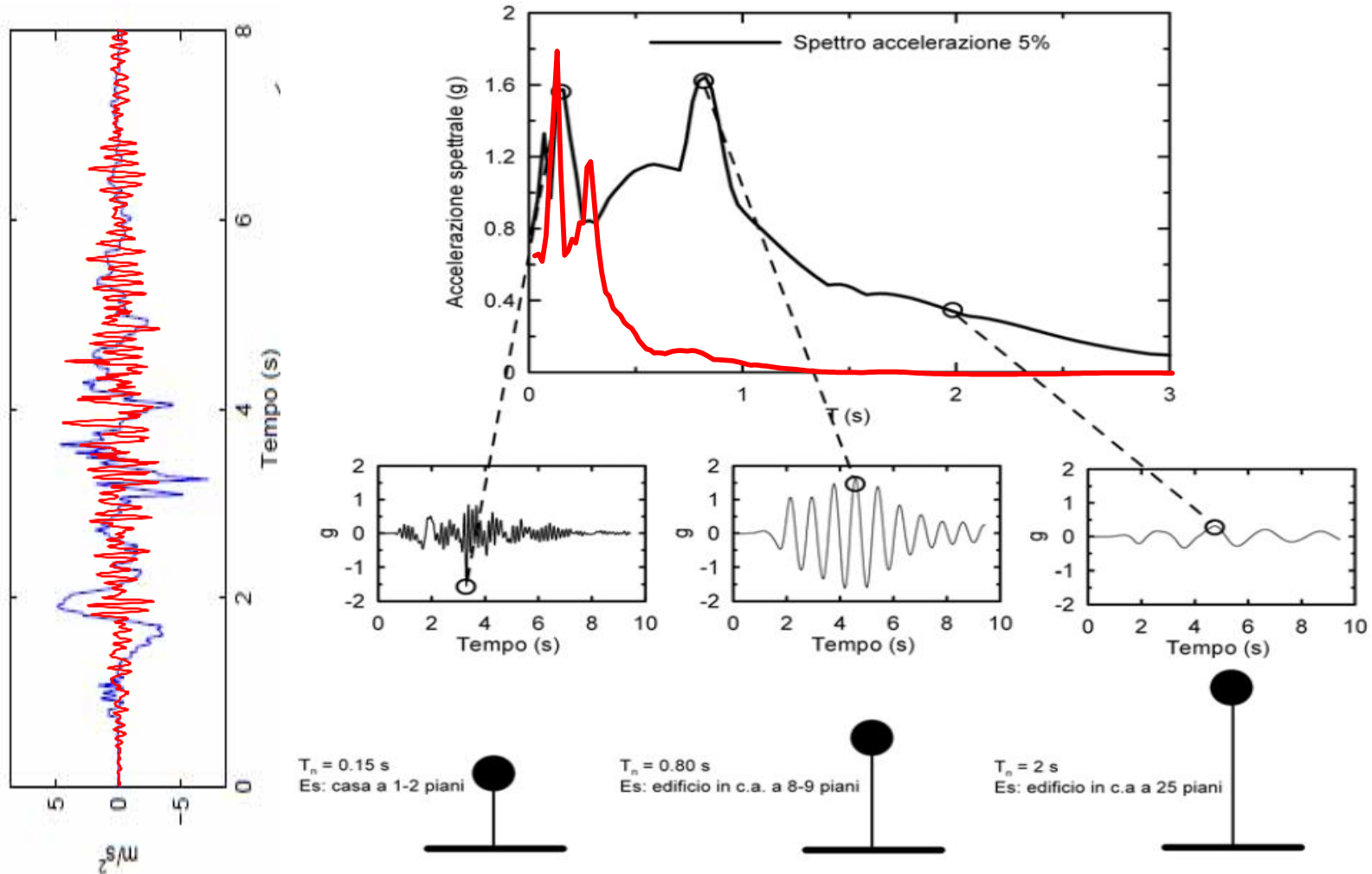
Lo spettro di risposta fornisce l'ampiezza massima della risposta (in spostamento relativo, velocità relativa o accelerazione assoluta) di un (qualsiasi) oscillatore armonico ad 1 grado di libertà (gdl) soggetto a un accelerogramma assegnato in funzione del periodo strutturale T_n e del fattore di smorzamento ξ .



Esempio di costruzione dello **spettro di risposta** in **accelerazione assoluta** per l'accelerogramma di Arquata del Tronto (comp. EW) registrato durante il terremoto in App. Centr. del 24/08/2016 ore 1.36

Da **GLOSSARIO**
(sito IT.AC.A.)

Lo spettro di risposta fornisce l'ampiezza massima della risposta (in spostamento relativo, velocità relativa o accelerazione assoluta) di un (qualsiasi) oscillatore armonico ad 1 grado di libertà (gdl) soggetto a un accelerogramma assegnato in funzione del periodo strutturale T_n e del fattore di smorzamento ξ .

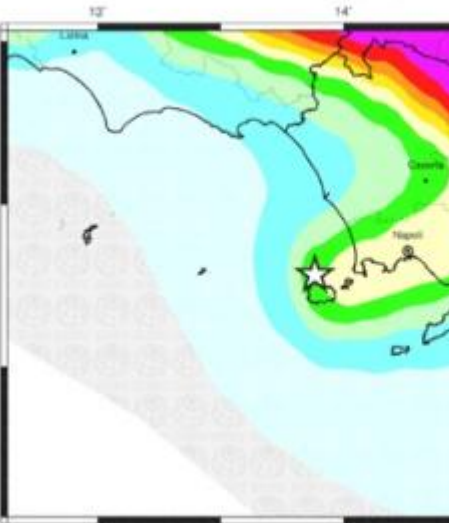


Un terremoto di magnitudo **Md 4.0** è avvenuto nella zona: **Ischia e costa Flegrea (Napoli)**, il 21-08-2017 18:57:51 (UTC) - **21-08-2017 20:57:51 (UTC +02:00) ora italiana**



Pericolosità sismica

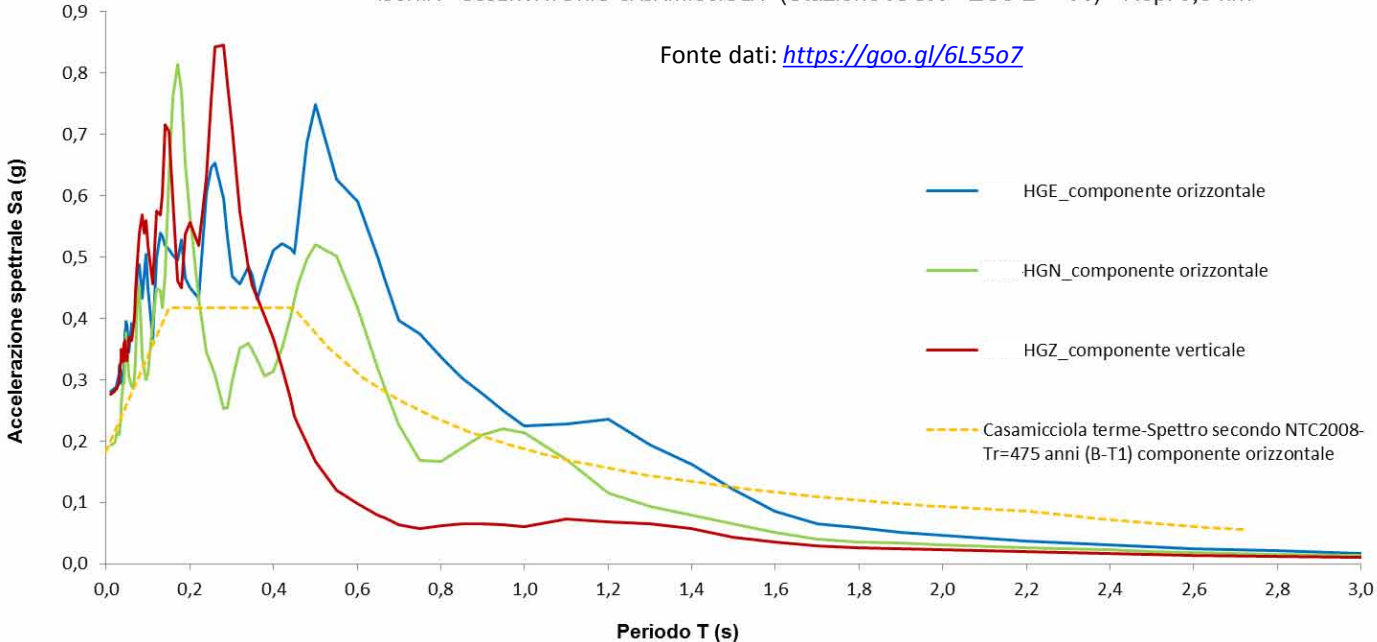
Evento del 2017-08-21 18:57:51 (UTC) di ma



Accelerazione orizzontale del suolo
con probabilità di eccedenza del 10%
in 50 anni riferita ai suoli rigidi

ISCHIA - OSSERVATORIO CASAMICCIOLA (Stazione **IOCA - EC8 B* - T1**) - Repi **0,8** km

Fonte dati: <https://goo.gl/6L55o7>



Cronologia delle localizzazioni calcolate

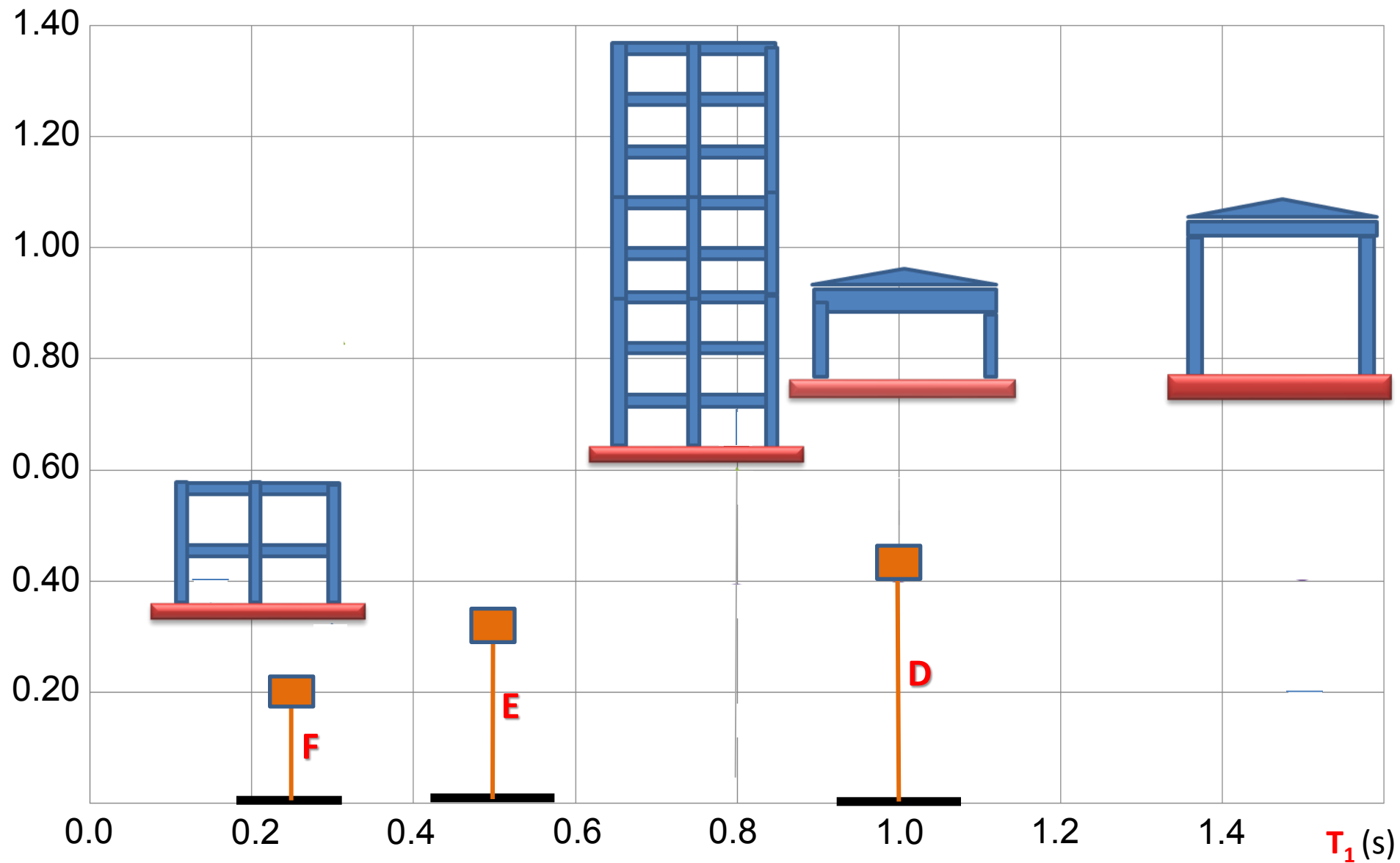
Tipo	Tempo origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Magnitudo	Profondità (km)	Ora pubblicazione (UTC)	Autore	ID Localizzazione
Rev 100	2017-08-21 18:57:51	40.71	13.84	ML 3.6	10	2017-08-21 19:23:06	Sala Sismica INGV-Roma	49252001
Rev 200	2017-08-21 18:57:51	40.71	13.84	Md 4.0	10	2017-08-21 22:04:41	Sala Sismica INGV-Roma	49256621
Rev 200 ★	2017-08-21 18:57:51	40.78	13.88	Md 4.0 ★	5	2017-08-21 22:16:47	Sala Operativa INGV-OV (Napoli)	49256941
		40.74	13.90	Md 4.0	2 (1,7)	2017-08-25		

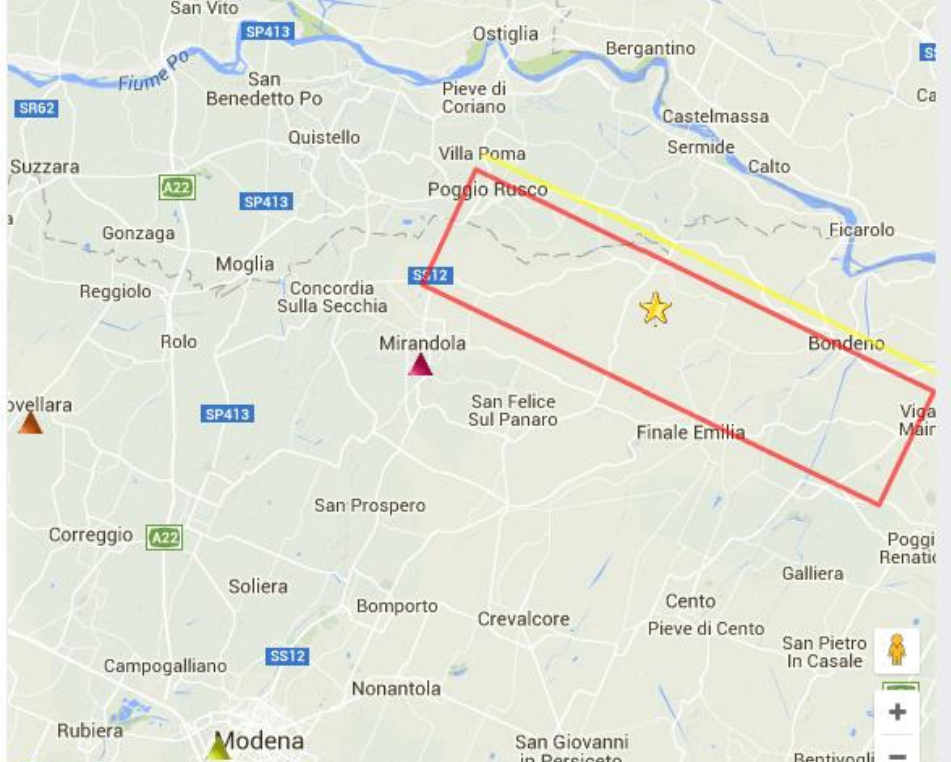
★ Migliore localizzazione e migliore magnitudo calcolate finora.

[D-V-A]

Sa (g)

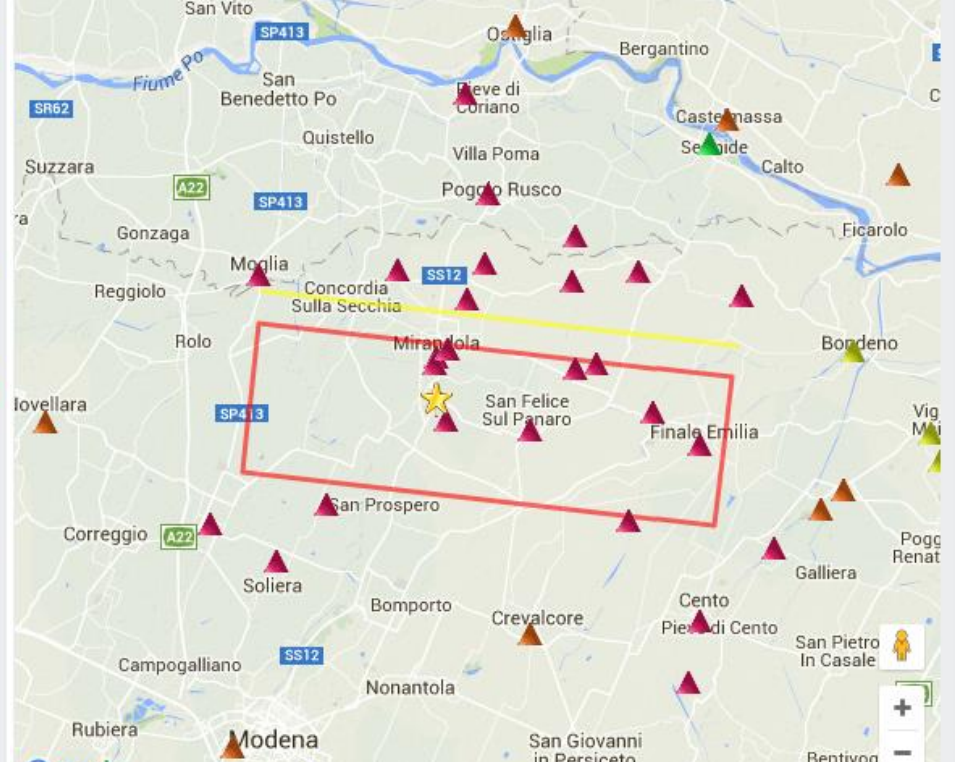
Periodi propri del primo modo [T_1 (s)] di alcuni edifici campione





Date 2012-05-20 02:03:50 UTC Lat. 44.90 Lon. 11.26
EMILIA_1ST_SHOCK Depth [km] 9.5 ML 5.9 Mw 6.1

<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>



Date 2012-05-29 07:00:02 UTC Lat. 44.84 Lon. 11.07
EMILIA_2ST_SHOCK Depth [km] 8.1 ML 5.8 Mw 6.0



Date 1996-10-15 09:56:00 UTC Lat. 44.80 Lon. 10.66
NORTHERN_ITALY Depth [km] 5.0 ML 4.9 Mw 5.4

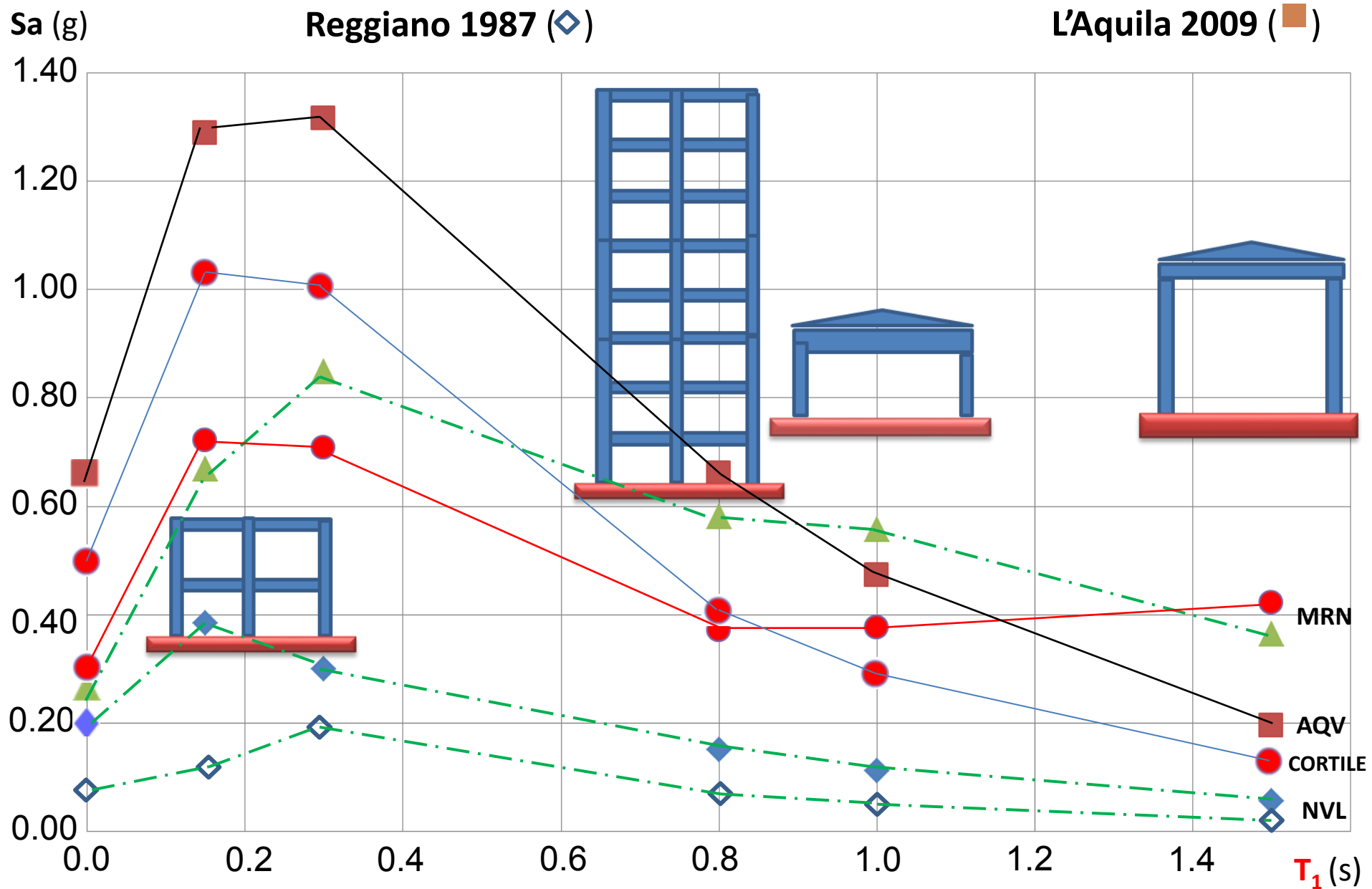


Date 1987-05-02 20:43:54 UTC Lat. 44.81 Lon. 10.72
NORTHERN_ITALY Depth [km] 3.1 ML 4.6 Mw 4.7

distanza da epicentro di definito terremoto	categorie sottosuolo n. eventi: i = 1,2,3,4,5	tre componenti moto	T ₁ (s)								magnitudo locale	magnitudo momento	rapporti tra energie		
			valori massimi (<i>picchi</i>) registrati per le tre componenti in accelerazione rapportati all'accelerazione di gravità												
Repi	stazione/evento	EC8	i	Se (g)	0	0,15	0,3	0,8	1	1,5	3	MI	M _W	E _i /E ₁	
3,6 km	NVL	C	Z		0,02	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	4.6	4.7	1	
	02/05/1987			1	E-W	0,05	0,09	0,13	0,05	0,03	0,01				0,00
	20:43:55				N-S	0,08	0,14	0,20	0,08	0,05	0,02				0,01
7,5 km	NVL	C	Z		0,09	0,23	0,08	0,01	0,01	0,00	0,00	5.1	5.4	11	
	15/10/1996			2	E-W	0,20	0,38	0,26	0,15	0,11	0,05				0,01
	09:56:01				N-S	0,13	0,26	0,30	0,13	0,09	0,05				0,01
16,1 km	MNR	C	Z		0,30	0,26	0,20	0,13	0,04	0,03	0,01	5.9	6.1	126	
	20/05/2012			3	E-W	0,26	0,67	0,85	0,37	0,28	0,22				0,05
	02:03:52				N-S	0,26	0,57	0,74	0,58	0,56	0,37				0,08
4,1 km	MNR	C	Z		0,86	1,35	0,37	0,10	0,09	0,05	0,03	5.8	6.0	89	
	29/05/2012			4	E-W	0,22	0,73	0,51	0,23	0,17	0,20				0,08
	07:00:03				N-S	0,29	0,60	0,71	0,37	0,38	0,42				0,15
9,3 km	Cortile	C*	Z		0,26	0,34	0,18	0,06	0,06	0,03	0,01	5.8	6.0	89	
	29/05/2012			4	E-W	0,44	1,09	0,72	0,40	0,29	0,15				0,03
	07:00:03				N-S	0,51	0,94	1,01	0,23	0,31	0,12				0,05
4,9 km	AQV	B	Z		0,50	0,48	0,37	0,13	0,17	0,08	0,02	5.9	6.3	251	
	06/04/2009			5	E-W	0,66	1,29	0,85	0,64	0,47	0,20				0,06
	01:32:39				N-S	0,55	1,33	1,32	0,43	0,31	0,14				0,03

Accelerazioni massime sviluppate da alcuni edifici campione in occasione dei

terremoti di: **Correggio 1996** (◆), **Emilia 20/05/12** (▲) ed **Emilia 29/05/12** (●)
 [MAINSHOCK]



Principale carenza: manca di ritegni contro la perdita dell'appoggio

Emilia: crisi sismica 2012 e capannoni



Se le travi sono semplicemente appoggiate sulle colonne e trattenute dal semplice attrito, questo può essere vinto da forti accelerazioni orizzontali rese ancora più efficaci da importanti movimenti sussultori. Se per di più le strutture di appoggio oscillano in modo asimmetrico (stante la diversa rigidità dei pilastri, es. per le oscillazioni verso sinistra nel caso in figura) può venir meno la condizione di appoggio e ne segue il crollo della trave.

Quanto avvenuto in Emilia nel 2012, ma NON nel 1996 e – tanto meno – nel 1987.

<http://quest.ingv.it/index.php>

Galli P., Peronace E., Tertulliani A., 2016.

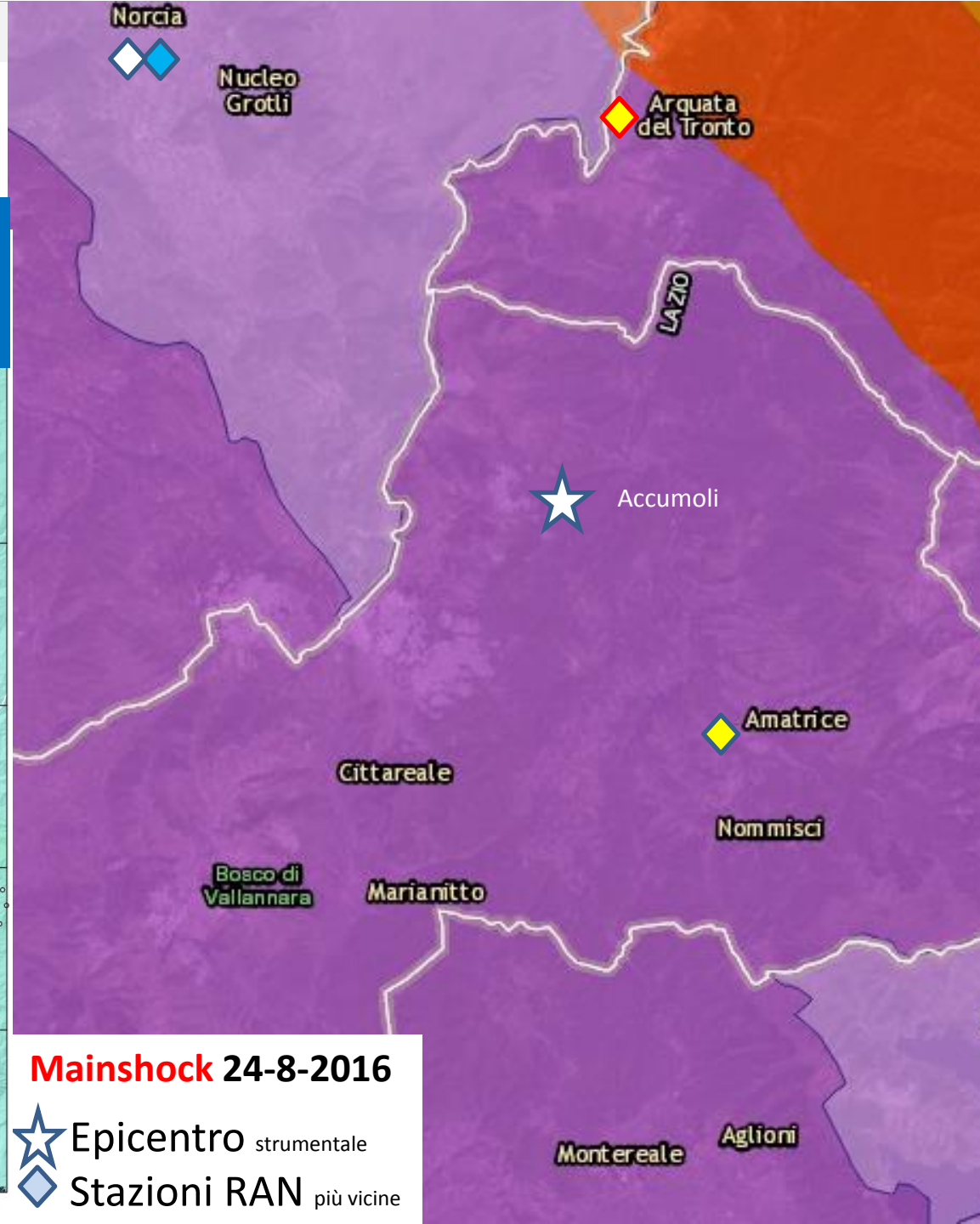
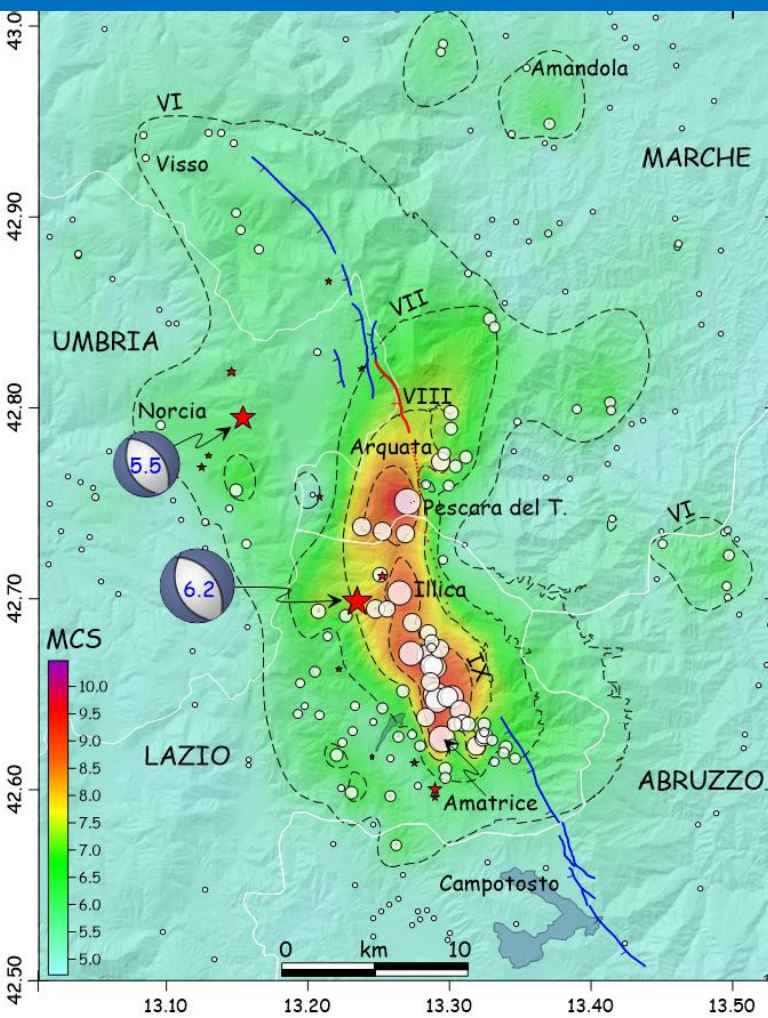
**Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto
del 24 Agosto 2016 di Amatrice in scala MCS.**

Roma, rapporto congiunto DPC, CNR-IGAG, INGV, 15 p.

**Distribuzione delle intensità rilevate per località
in termini di scala macrosismica MCS.**

Isosisme dal VI al IX MCS.

Intensità epi.le (Io) ... valutata al X grado MCS.



Mainshock 24-8-2016

★ Epicentro strumentale
◆ Stazioni RAN più vicine



M_L **6.0** - M_W **6.2**

Dopo il terremoto del 24 agosto 2016

AMATRICE dall'alto

X-XI grado M.C.S.

*«In generale il livello altissimo di distruzione è legato alla vulnerabilità sismica degli edifici, associato in qualche caso ad effetti di sito ...»
(p. 6 del **Rapporto sugli effetti macrosismici ...**)*

M_L **6.0** - M_W **6.2**

Dopo il terremoto del 24 agosto 2016

NORCIA scorcio del centro storico

VI grado M.C.S.

Norcia, il sisma fa paura ma non uccide:

"Ci ha salvato la ricostruzione"



Sta	Can	Nome Stazione	EC8 Topografia	R epi km	PGA Sa (g)	PSA015 Sa (g)	PSA03 Sa (g)	PSA08 Sa (g)	PSA10 Sa (g)	PSA15 Sa (g)	PSA30 Sa (g)
-----	-----	---------------	-------------------	-------------	---------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2009-04-06 01:32:39 - L'Aquila - MI 5.9 Mw 6.3, De 8,3 km											
AQV	HGE	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,66	1,29	0,85	0,64	0,47	0,20	0,06
AQV	HGN	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,55	1,33	1,32	0,43	0,31	0,14	0,03
AQV	HGZ	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,50	0,48	0,37	0,13	0,17	0,08	0,02

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2012-05-29 07:00:03 - Mirandola, Modena - MI 5.8 Mw 6.0, De 8,07 km											
MRN	HGE	Mirandola	C T1	4.10	0,22	0,72	0,51	0,23	0,17	0,20	0,08
MRN	HGN	Mirandola	C T1	4.10	0,29	0,60	0,71	0,37	0,38	0,42	0,15
MRN	HGZ	Mirandola	C T1	4.10	0,86	1,35	0,37	0,10	0,09	0,05	0,03

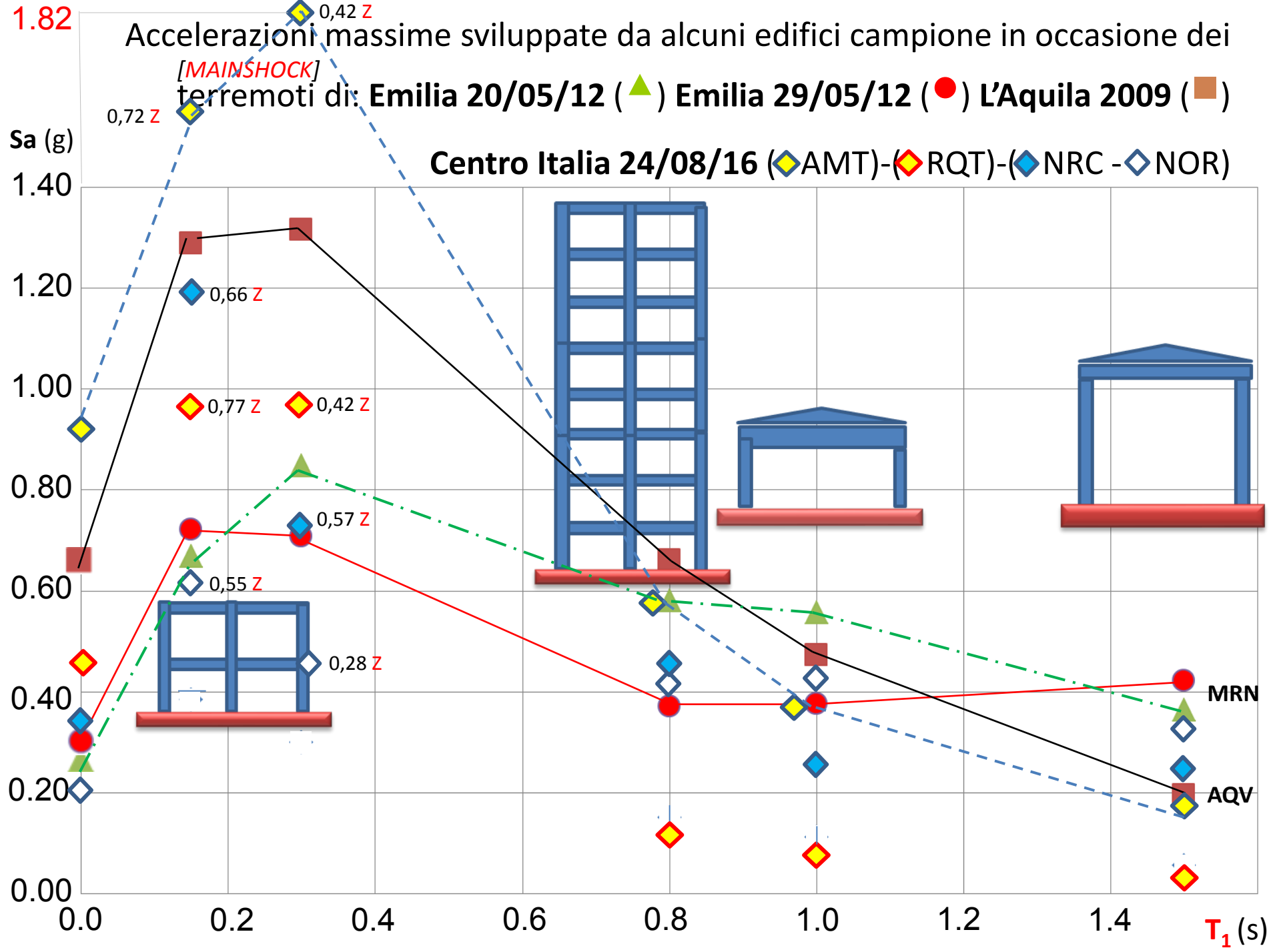
Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2012-05-20 02:03:50 - Mirandola, Modena - MI 5.9 Mw 6.1, De 9,5 km											
MRN	HGE	Mirandola	C T1	16.10	0,26	0,67	0,85	0,37	0,28	0,22	0,05
MRN	HGN	Mirandola	C T1	16.10	0,26	0,57	0,74	0,58	0,56	0,37	0,08
MRN	HGZ	Mirandola	C T1	16.10	0,30	0,26	0,20	0,13	0,04	0,03	0,01

Fonte dati: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2016-08-24 01:36:32 - Accumoli, Rieti - MI 6.0 Mw 6.2, De $\cong$ 8 km											
AMT	HGE	Amatrice	B* T1	9.58	0,93	1,59	1,82	0,27	0,20	0,09	0,02
AMT	HGN	Amatrice	B* T1	9.58	0,45	0,77	0,58	0,58	0,36	0,18	0,04
AMT	HGZ	Amatrice	B* T1	9.58	0,41	0,72	0,42	0,38	0,33	0,17	0,06
RQT	HGE	Arquata_Del_Tronto	A* T2	13.91	0,46	0,95	0,96	0,14	0,08	0,03	0,02
RQT	HGZ	Arquata_Del_Tronto	A* T2	13.91	0,40	0,77	0,42	0,05	0,04	0,07	0,02
NRC	HGE	Norcia	B T1	14.25	0,34	0,87	0,73	0,48	0,24	0,23	0,05
NRC	HGN	Norcia	B T1	14.25	0,38	1,18	0,65	0,31	0,20	0,19	0,05
NRC	HGZ	Norcia	B T1	14.25	0,21	0,66	0,57	0,17	0,10	0,07	0,02
NOR	HGE	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,20	0,64	0,31	0,41	0,42	0,34	0,07
NOR	HGN	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,17	0,38	0,45	0,27	0,25	0,19	0,05
NOR	HGZ	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,26	0,55	0,28	0,29	0,12	0,09	0,02

N.B. Dati provvisori revisionati

Fonte dati: <http://ran.protezionecivile.it>

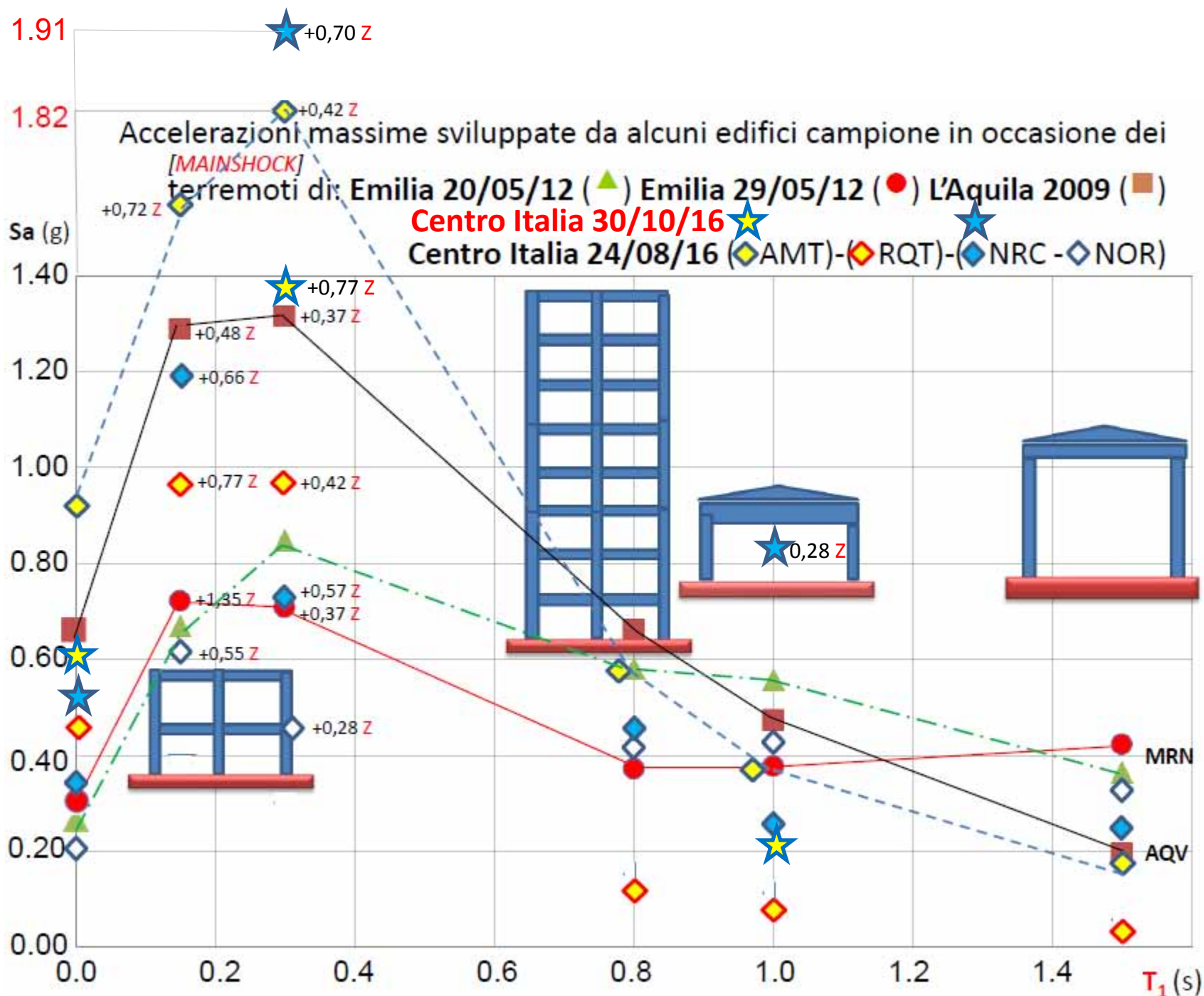


Mw 6.5

Parametri RAN												Epicentro (auth: INGV) MI 6.1, 2016-10-30 06:40:17 (UTC) - Norcia, Perugia			
Sta	Can	Nome Stazione	dist km	PGA cm/s ²	PGV cm/s	PSA03 cm/s ²	PSA10 cm/s ²	PSA30 cm/s ²	Arias cm/s	Housner cm	EC8	PGA Sa (g)	PSA03 Sa (g)	PSA10 Sa (g)	PSA30 Sa (g)
NRC	HGE	Norcia	5.40	477	47	1.870	807	91	327	226	B	0,49	1,91	0,82	0,09
NRC	HGN	Norcia	5.39	327	38	1.130	535	109	218	165	B	0,33	1,15	0,55	0,11
NRC	HGZ	Norcia	5.39	378	18	683	274	32	164	85	B	0,39	0,70	0,28	0,03
AMT	HGE	Amatrice	27.20	607	26	698	196	56	140	106	B*	0,62	0,71	0,20	0,06
AMT	HGN	Amatrice	27.20	440	29	1.335	204	32	61	98	B*	0,45	1,36	0,21	0,03
AMT	HGZ	Amatrice	27.20	354	22	759	183	58	56	90	B*	0,36	0,77	0,19	0,06

N.B. Dati provvisori revisionati

Fonte dati: <http://ran.protezionecivile.it>



Dopo il terremoto del 30 ottobre 2016

M_L **6.1** - M_W **6.5**

VIII-IX grado M.C.S.

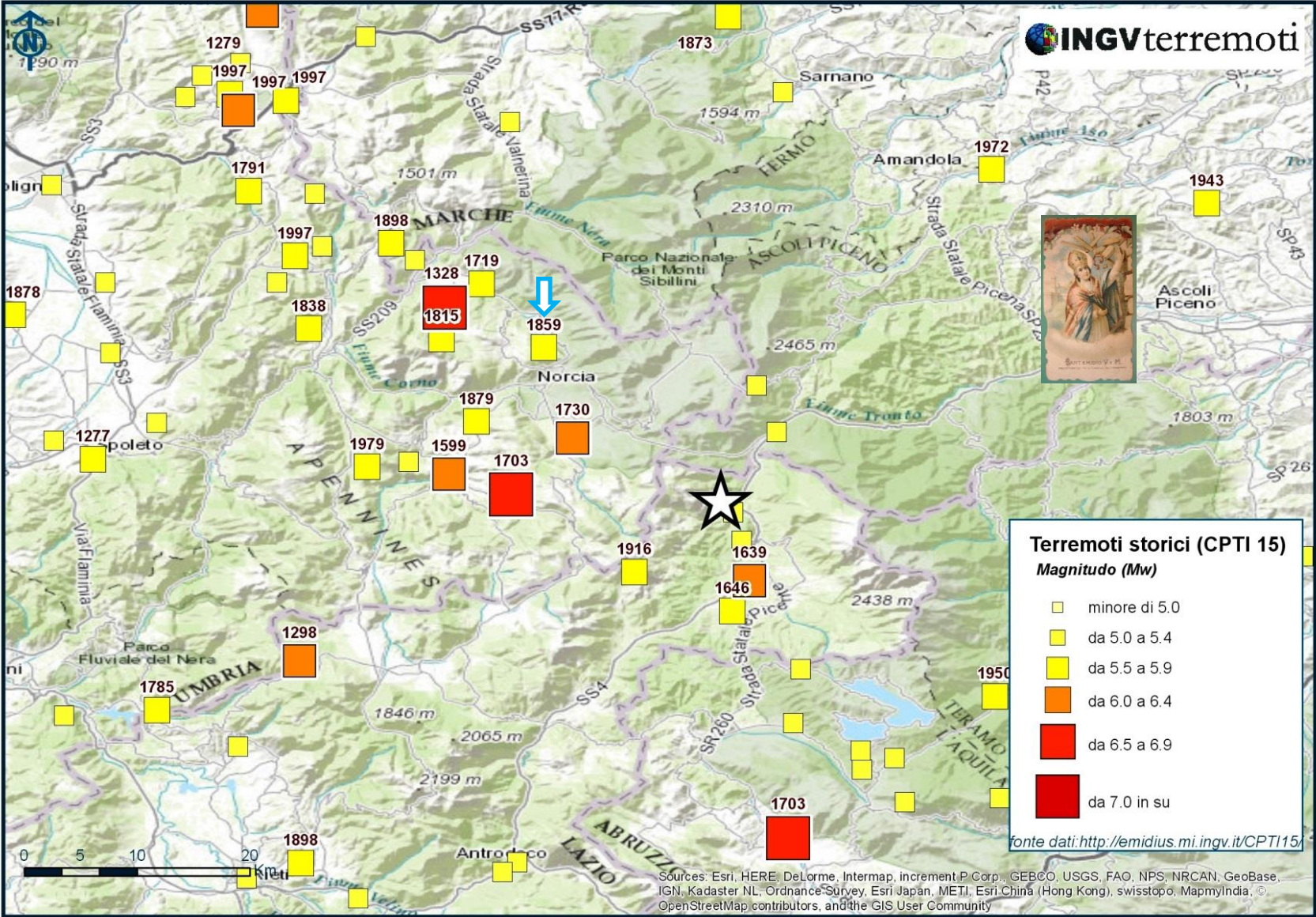


Dentro al centro storico
**La differenza viene anche dalla
storia ... non si improvvisa!**

Repi 5.4 km **NORCIA**

Fuori dal centro storico
scoppio pilastro in edificio in CA

«**Nota di sismicità storica** (p. 3 del **Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto del 24 agosto 2016 ...**)
L'area colpita dalla sequenza in atto ☆ oltre ad essere stata gravemente danneggiata dai grandi terremoti
nursini ed aquilani del Gennaio-Febbraio 1703, è stata precedentemente zona sorgente di un forte terremoto
avvenuto nell'Ottobre del 1639, parametrizzato in CPTI15 con una Mw 6.2»



LA MAGISTRATURA

DI NORCIA

NOTIFICAZIONE



Amnesso dal generale Consiglio di questo Comune tenuto li 17. Novembre 1859 il Regolamento Edilizio relativo al modo da invariabilmente osservarsi in questa Città tanto nella costruzione de' fabbricati, quanto nel riattamento degli antichi, redatto dai prescelti Deputati a base delle Istruzioni somministrate dalli Chiarissimi Signori P. Angelo Secchi della Compagnia di Gesù, e Professore Commendatore Luigi Poletti, e riportatane la Sovrana sanzione partecipata a questo Municipio dall' Apostolica Delegazione di Provincia con Ossequiato Dispaccio dei 30. Aprile 1860. N. 2778; la Magistratura suddetta si fa sollecita con la presente Notificazione renderlo di pubblico diritto riportandone quì ap-

presso l' intero tenore affinchè ognuno possa conoscere le prescrizioni che in esso Regolamento si contengono, ed attenersi scrupolosamente alle medesime tanto nel costruire nuovi Caseggiati, quanto nel riattare gli antichi, iscansando per tal modo tutte quelle comminate pene, e danni, che in caso di trasgressione ciasenno irremissibilmente andrebbe ad incorrere; avvertendo, che detta Legge Edilizia avrà la sua piena esecuzione a contare dal 15. corrente Maggio.

Dalla Residenza Comunale li 10. Maggio 1860.

LUIGI CAV. COLIZZI GONFALONIERE



PIETRO Dr. FUSCONI
GIUSEPPE Dr. CARDUCCI
FELICIANO PATRIZI-FORTI
STEFANO ONORI
NUNZIO MASSENZI
FILIPPO C. BATTAGLIA

ANZIANI

Norcia Tip. Zitelli



Arch./ing. Luigi POLETTI

(Modena 1792 – Milano 1869)

Esperienze n. 2

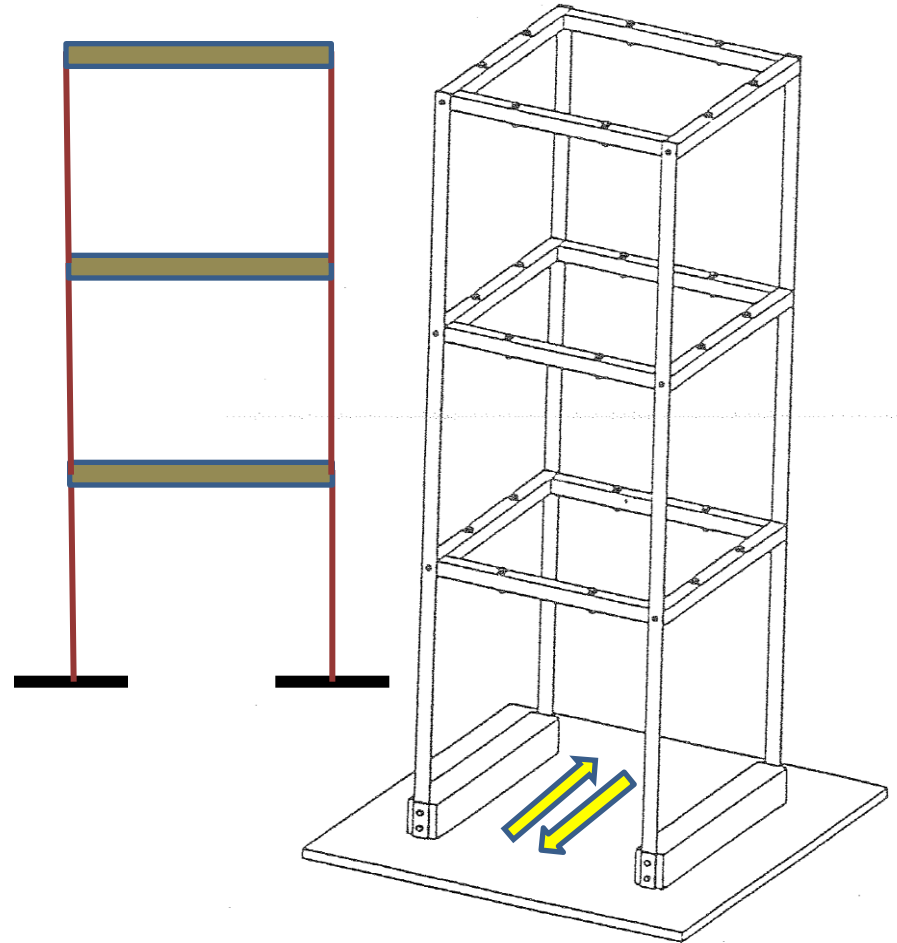


Configurazione

strutturale regolare per
distribuzione di masse e rigidezze

*L'oscillazione avviene in una sola
direzione predeterminata e quindi
sono possibili solo i tre spostamenti
indipendenti dei tre solai:*

*(tre gradi di libertà - **3** GdL)*



Identificazione sperimentale
delle frequenze $f_1 - f_2 - f_3$ per i
tre modi naturali di vibrare

Configurazione strutturale regolare (3 G.d.L.)

Modello **G3**
(modello **A1**)
Massa/Impalcato
1,088 g
Massa vibrante (P = 400 g)

Modo 1

f_1 (Hz)

1,34

Modo 2

f_2 (Hz)

4,00

Modo 3

f_3 (Hz)

?

[Massa addizionale identica pari a **339 g** (+ 31%) su ciascuno dei tre impalcati]

→ **1427 g** (+31%)

1,10 (-18%)

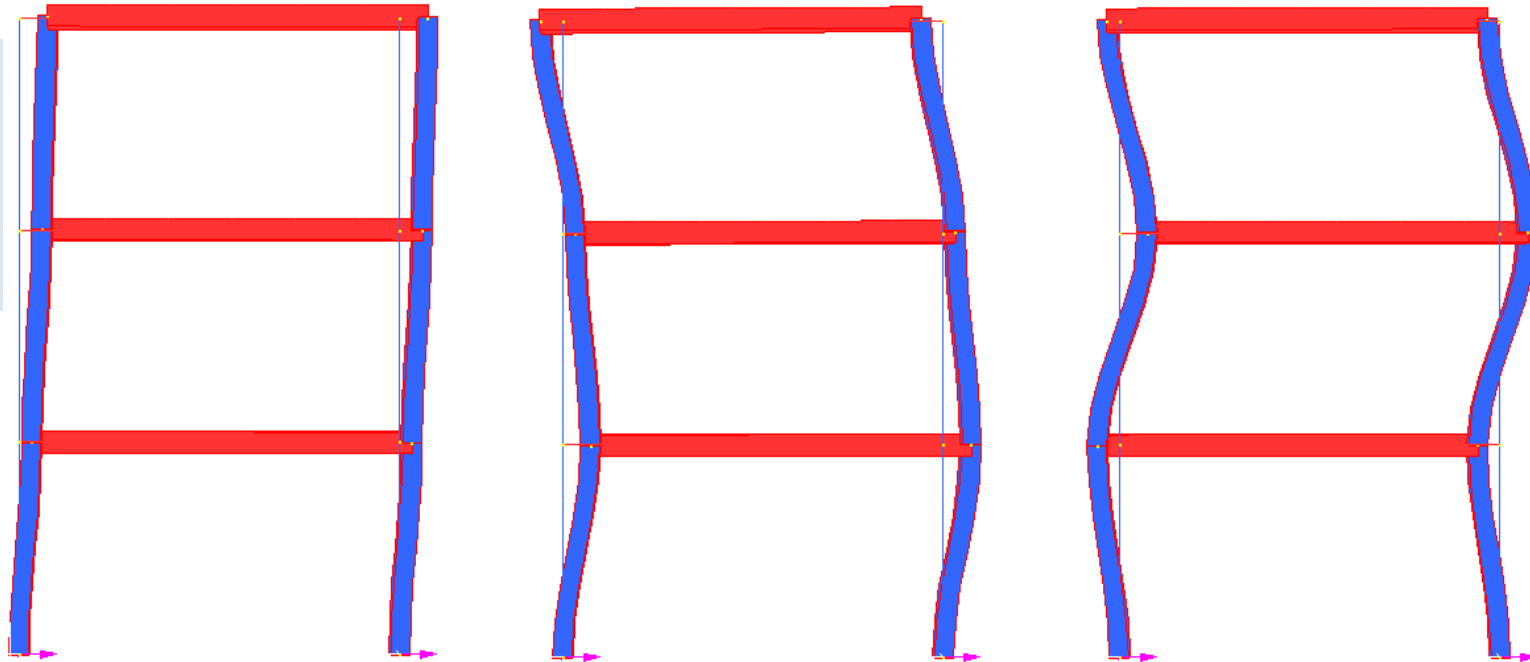
3,36 (-16%)

4,84 (?)

Modello **G3**

Modello a tre piani
con pilastri in lamiera
zincata 15x1 mm

Forme
modali con
distribuzione
uniforme
delle masse



E in casi di incrementi di massa distribuiti con **irregolarità** in alzato?

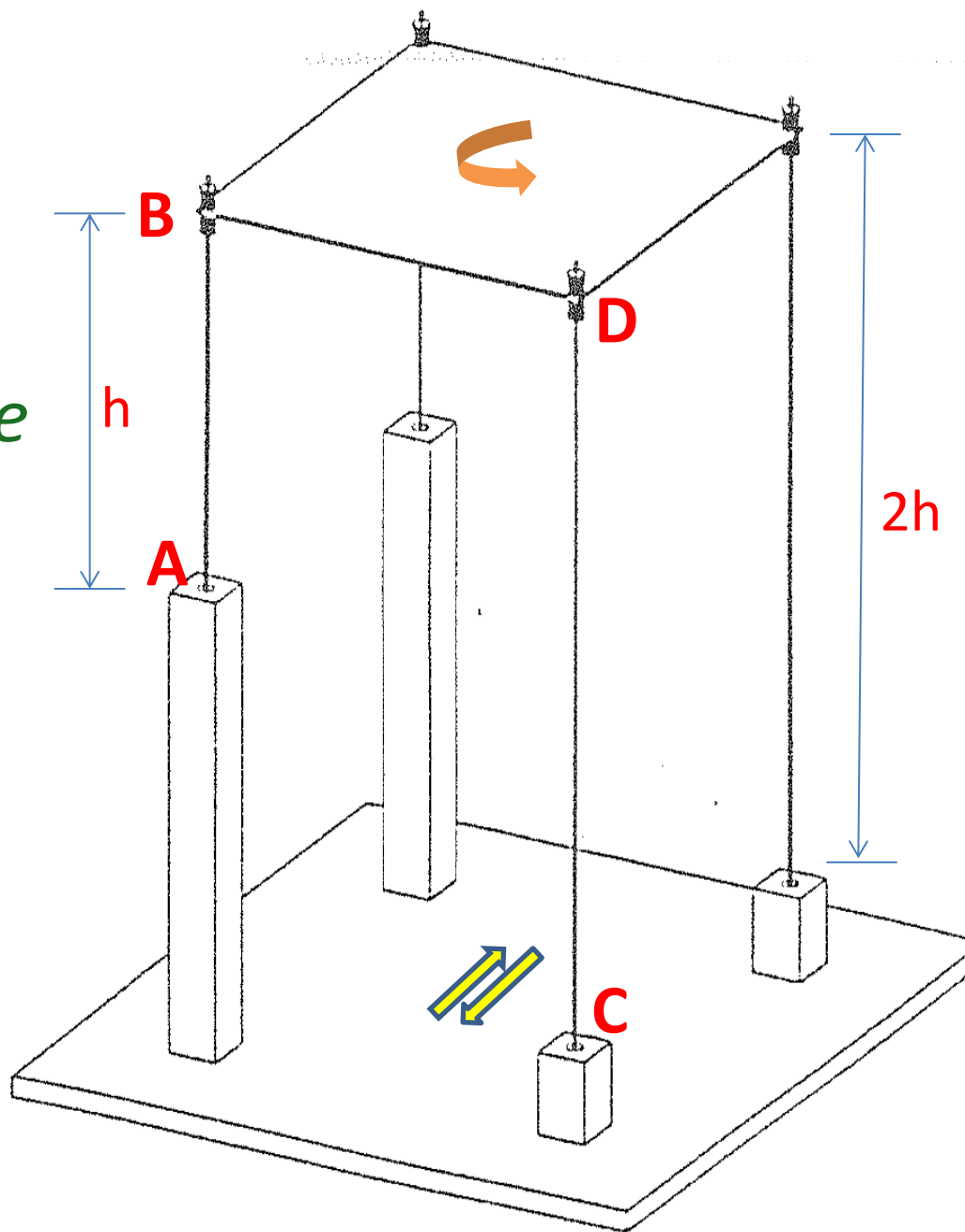
Esperienza n. 3



*Configurazione strutturale
irregolare in pianta*

Il pilastro **AB** è 8 volte
più rigido del pilastro **CD**

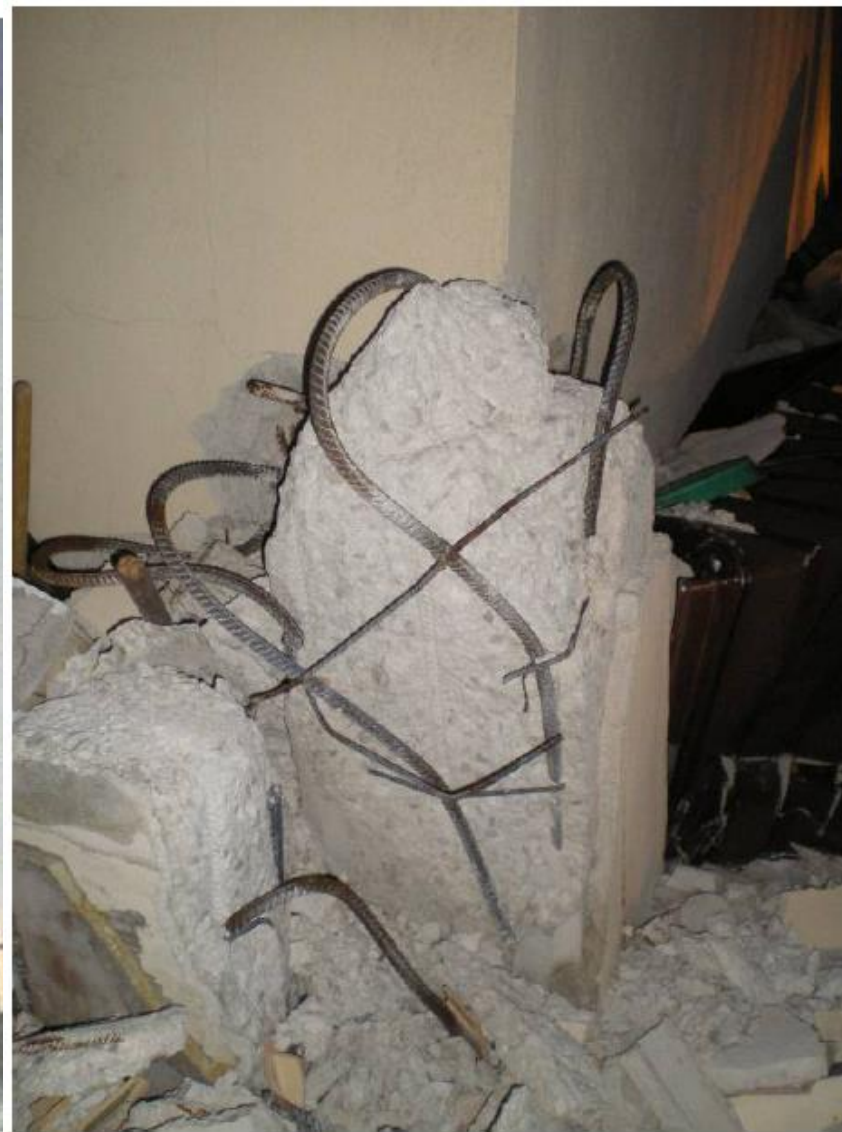
L'impalcato ha tre gradi di libertà
(due spostamenti e una
rotazione) e non si tratta quindi
di oscillatore semplice. *Il primo
dei tre modi di oscillare risulta
essenzialmente di tipo torsionale.*





L'Aquila (Pettino): edificio con “piano soffice”.

Il manufatto pur conservando una discreta integrità strutturale ai piani superiori, ha subito il collasso dei pilastri al piano terra.

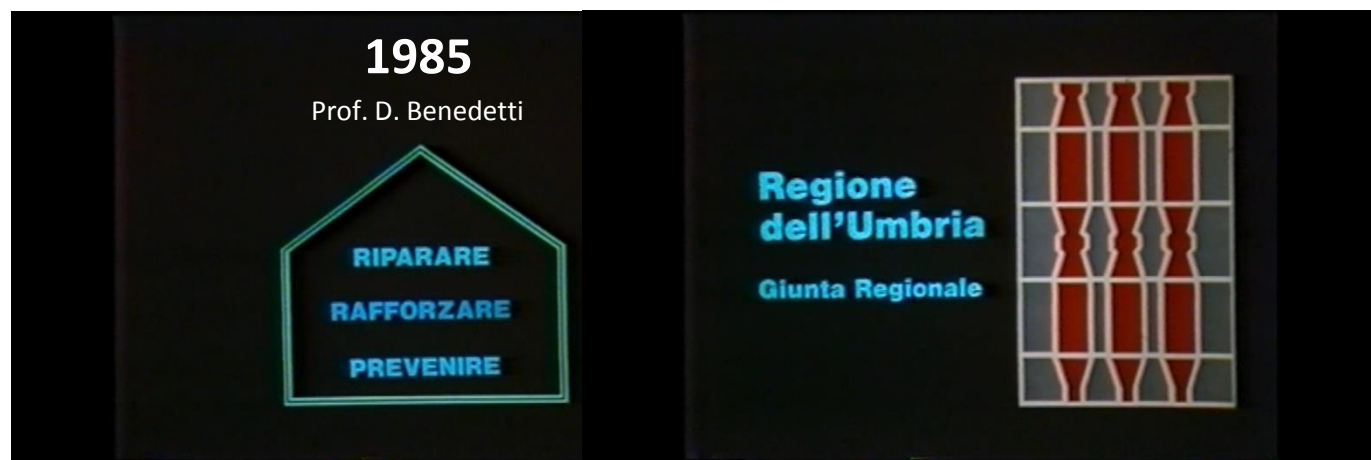


***Particolare di uno
dei pilastri collassati***



Municipio di Sant'Agostino (FE)

2ª parte



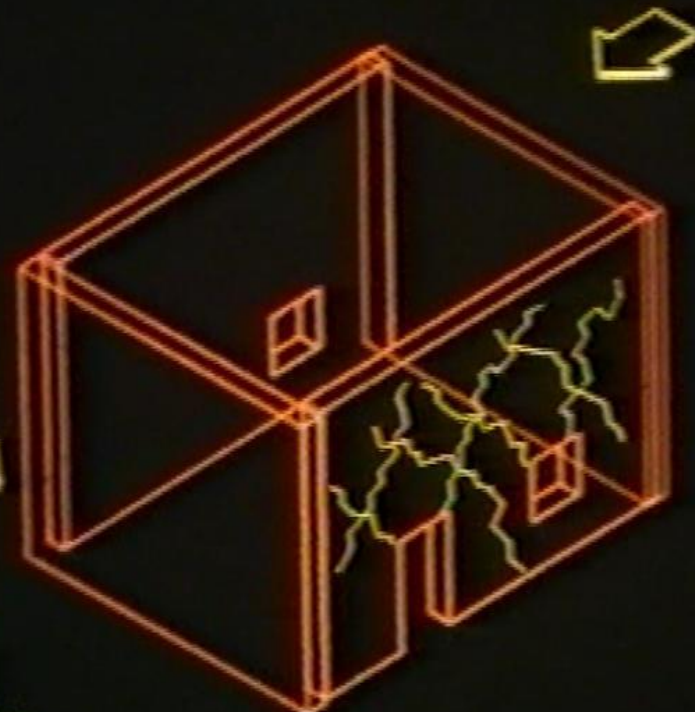
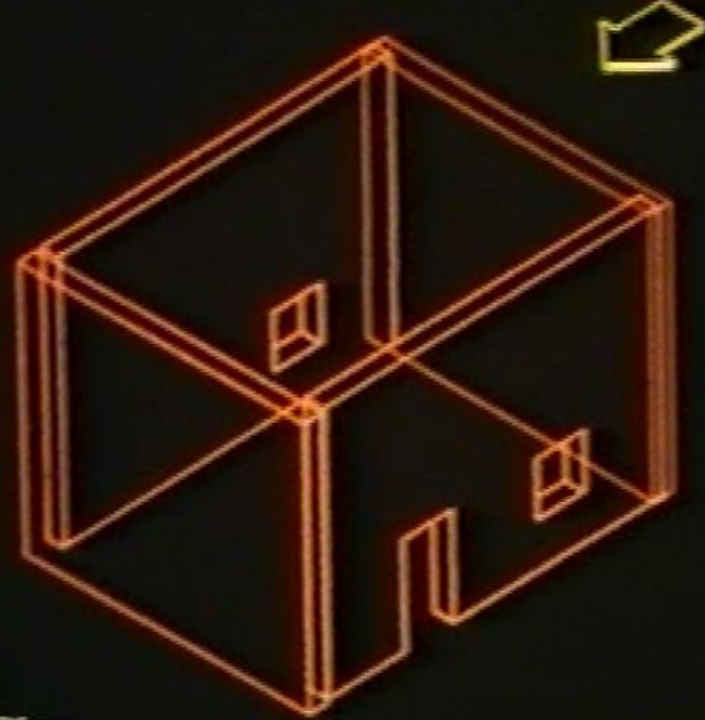
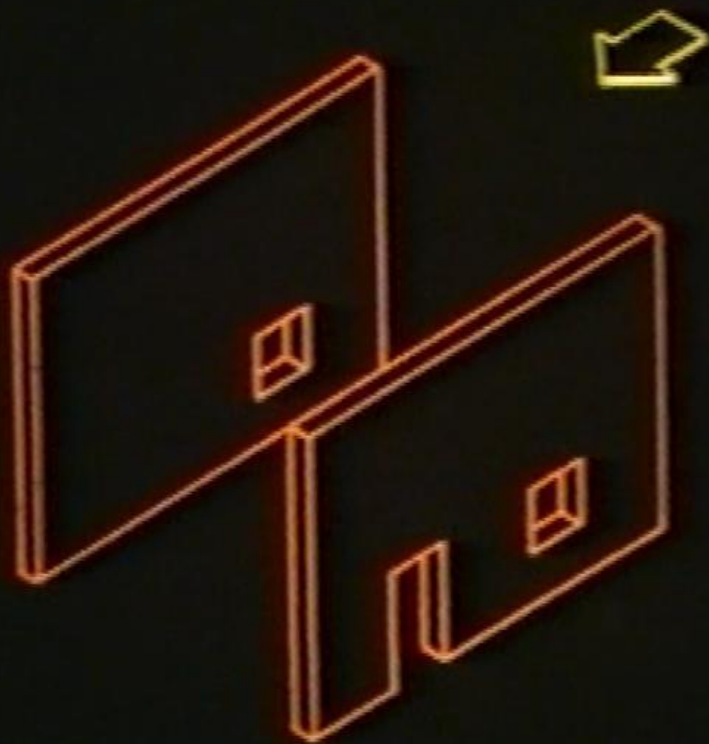
da: **Riparare Rafforzare Prevenire**

Regione Umbria 1985



MODELLO CASA IN MURATURA

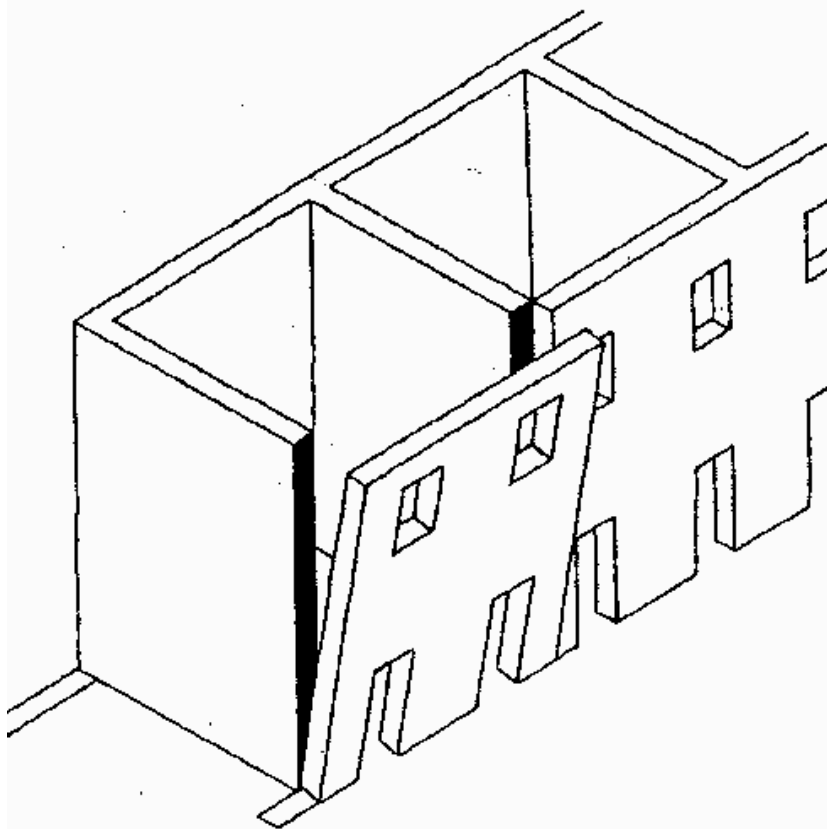
(filmato di 84 secondi)



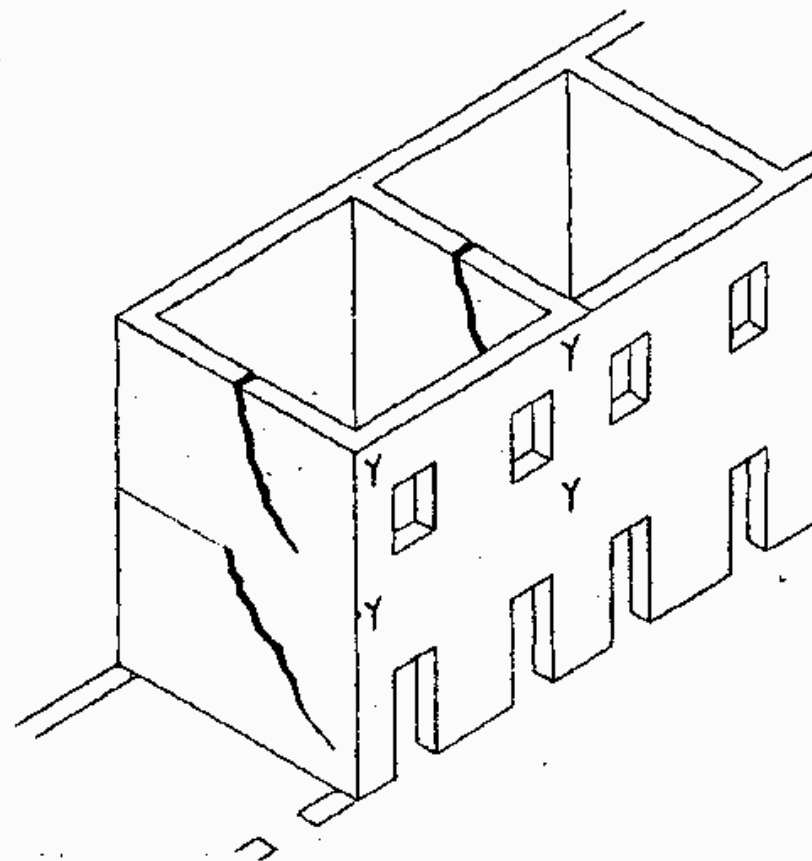
Meccanismi resistenti globali, per
sollecitazione delle *pareti* murarie *nel*
proprio piano

È obiettivo a cui tendere **niente**
affatto scontato dipendendo dalla
qualità dei collegamenti tra elementi
strutturali (pannelli murari e solaio).

I meccanismi di taglio si potranno sviluppare
se i meccanismi di 1° modo (ribaltamenti) sono
inibiti (pareti ammorsate o incatenate)



Ribaltamento della parete
(meccanismo di I modo)
Assenza di ammorsamento
fra le pareti. Condizione di
massima pericolosità



Rottura per taglio (meccanismo di
II modo) in virtù della buona
tessitura muraria. In assenza di
ammorsamento si può ovviare con
l'introduzione di incatenamenti.

Terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009 ($M_L = 5.9$; $M_W = 6.3$)

Immagini da due località: entrambe valutate con effetti di IX° MCS



Villa Sant'Angelo (AQ) - Edificio in muratura di pietrame listata, copertura in legno e pietre angolari. Capichiave delle catene al primo piano.

Colle di Roio (AQ) – Edificio in muratura in pietrame non squadrato con malta argillosa e copertura pesante in c.a. **Effetto negativo di un tetto pesante e rigido**



La città e il terremoto

M 5.0

PARMA

9 nov. 1983

ISTITUTO PER I BENI ARTISTICI, CULTURALI E NATURALI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA
DIPARTIMENTO DI COSTRUZIONI DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE



ARCHITETTURA E TERREMOTI
Il caso di Parma: 9 novembre 1983

PRATICHE



A soffrire maggiormente fu il centro storico della città di Parma, ove i danni furono piuttosto diffusi e in alcuni casi abbastanza gravi. Emerse così il tema delle grandi **VULNERABILITÀ** presenti nel tessuto urbano, anche in relazione a pregressi interventi edilizi non consoni con l'organizzazione strutturale spaziale degli edifici.

Pagg. 46-47:

«... Fu predisposto il rilevamento di tutti i tipi di lesione e si vide che a ciascuno di essi corrispondeva un 'difetto' strutturale ben preciso, che andava ben oltre il mero degrado dei materiali.

*Si notò innanzitutto che **i maggiori punti di crisi lungo le schiere** si erano verificati in corrispondenza di:*

1 - aperture di negozi, garages, ecc, realizzate in epoca recente (dagli anni 50 in poi) con dimensioni molto maggiori di quelle normalmente presenti ed originarie;

2 - aumento del numero delle aperture con alterazione del rapporto vuoti-pieni delle parti;

3 - eliminazione dei setti di muratura portante posti trasversalmente rispetto ai muri perimetrali più lunghi, dando origine a locali con dimensioni superiori a 7 m;

4 - Sostituzione di solai e coperture lignee con travetti di cemento e strutture cementizie in genere, con aumento (in certi casi con raddoppio) del peso gravante sulle murature o sulle fondazioni e conseguente incremento della spinta orizzontale indotta dalle forze sismiche.



Ferrara 20 Maggio 2012. Conseguenze dell'inserimento alla base della parete di una guaina tagliamuro contro l'umidità di risalita.

«Fare avanzare la prevenzione sismica come **nuova strategia, finora sempre sostanzialmente disattesa, nell'uso del territorio, prendendo finalmente atto che il problema centrale era e resta quello delle costruzioni esistenti, nate senza considerare la possibilità di terremoti o addirittura indebolite nel corso degli anni da mancanza di manutenzione e da interventi inopportuni.** Per queste bisognerà trovare **meccanismi che, nel corso degli anni (non pochi data l'entità del patrimonio a rischio), incentivino il privato ad intervenire e guidino il pubblico a indirizzare le risorse via via disponibili anche alla limitazione del rischio sismico** secondo riconosciute e condivise priorità.»



«Si ricordi quanto è stato speso per l'abbattimento delle **barriere architettoniche**, per la messa a norma degli **impianti elettrici**, per il **risparmio energetico**, per la **sicurezza al fuoco** con **interventi spesso separati tra loro e talvolta controproducenti dal punto di vista sismico: sarebbe bene in futuro progettare interventi che considerino tutti gli aspetti legati alla sicurezza, eventualmente realizzandoli poi per stralci se le risorse non sono sufficienti.**»

Prof. Vincenzo Petrini, Presidente CTS Regione Emilia-Romagna – fine maggio 2012



C'è un enorme fabbisogno di riqualificazione degli insediamenti e delle costruzioni esistenti
Questa è la nuova grande domanda a cui occorre rispondere per un futuro di civiltà e sicurezza



..e lavoro..