



**PRIN 2007 PROJECT**

**UNIVERSITA' DI CATANIA**

**JUNE 26 2009**

**SEISMIC RETROFITTING OF BUILDINGS USING ISOLATION AND  
OR ENERGY DISSIPATION TECHNIQUES: DESIGN, MODELLING,  
IDENTIFICATION**

## ***Learning from the L'Aquila Earthquake***

**PROF. ING. BRUNO PALAZZO**



---

Prof. Bruno Palazzo - Università degli Studi di Salerno – *Dipartimento di Ingegneria Civile*

# CONTENT

---

- 1. THE APRIL 6 2009 L'AQUILA EARTHQUAKE**
- 2. SEISMOLOGICAL ASPECTS**
- 3. GROUND MOTION**
- 4. ELASTIC RESPONSE SPECTRA**
- 5. INELASTIC RESPONSE SPECTRA**
- 6. NEAR-FAULT EFFECTS**
- 7. BUILDING DAMAGE PRELIMINARY REPORT**
- 8. ELEMENTS FOR A SCIENTIFIC DISCUSSION**

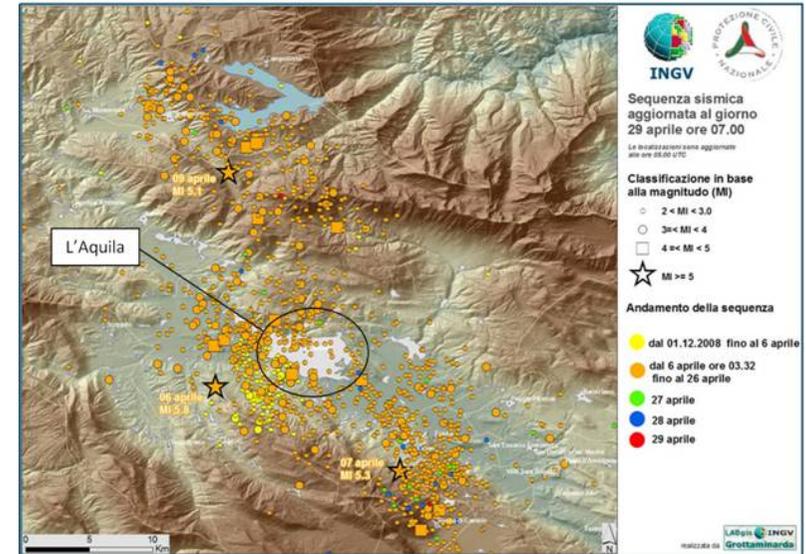


# The April 6 2009 L'Aquila Earthquake

Il 6 aprile 2009, alle ore 3.32 del mattino, un forte terremoto di Magnitudo Richter  $M_L = 5.8$  e  $M_w = 6.3$  con epicentro a pochi Km ad W-SW dal centro dell'Aquila ha colpito la città e i suoi dintorni. **L'intensità MCS I= X ad Onna e I=IX a L'Aquila (7300 abitanti).**

La profondità stimata dell'ipocentro è di circa 8,8 km, caratteristica dei terremoti appenninici. L'epicentro prossimo centro urbano dell'Aquila. Il bilancio parla di circa 300 morti, 1500 feriti e decine di migliaia di senza tetto. I danni sono stimati in circa 20 Mdi € esclusi gli intangibili. Due eventi successivi di magnitudo superiore a 5, sono avvenuti il 7 aprile ( $M_1=5.3$ ) e il 9 aprile ( $M_1=5.1$ ). **I danni ed i crolli hanno interessato tanto gli edifici a struttura muraria tanto quelli in cemento armato.**

Area storicamente interessata da forti terremoti tra cui 1349 – 1461 – 1703 - 1915



**Magnitudo Richter o Locale**  
( Richter, 1935)

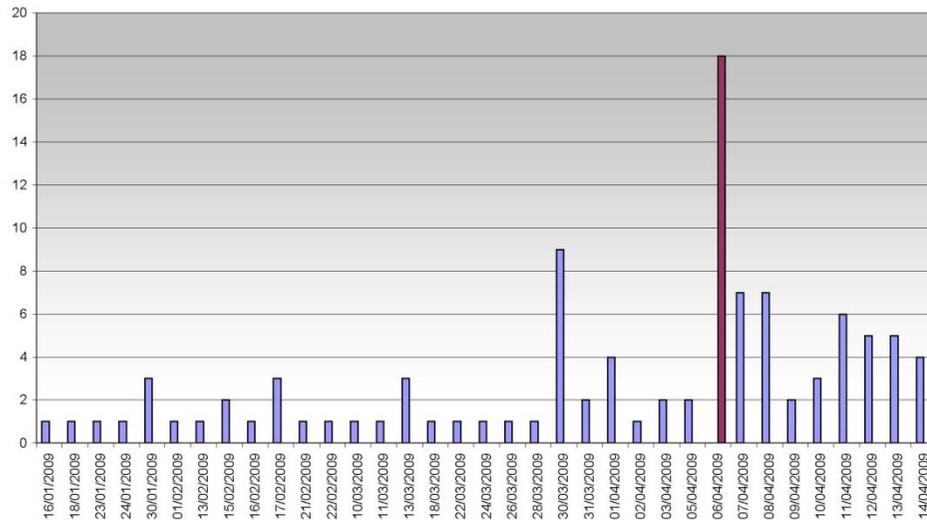
$$M_L = \log A - \log A_0$$

**Magnitudo Momento ( $M_w$  – Kanamori, 1970)** si basa sul parametro sismologico **Momento Sismico** che rappresenta il prodotto tra l'area di faglia, la dislocazione e la resistenza delle roccia

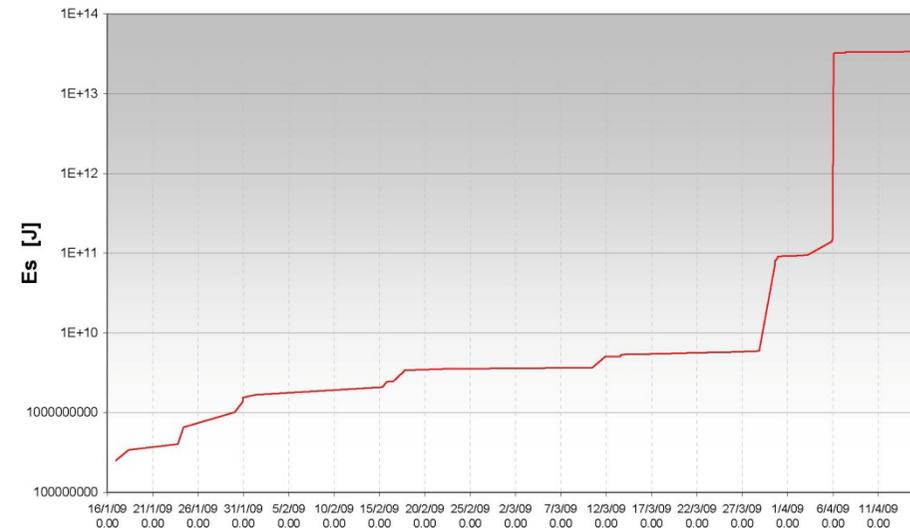


# The foreshock-aftershock sequence of the Earthquake

NUMERO DI TERREMOTI PER GIORNO  $M > 2$   
(CATALOGO INGV)



ENERGIA CUMULATIVA  
(CATALOGO INGV)



**SCOSSA DEL 22.06.09 M=4,5**

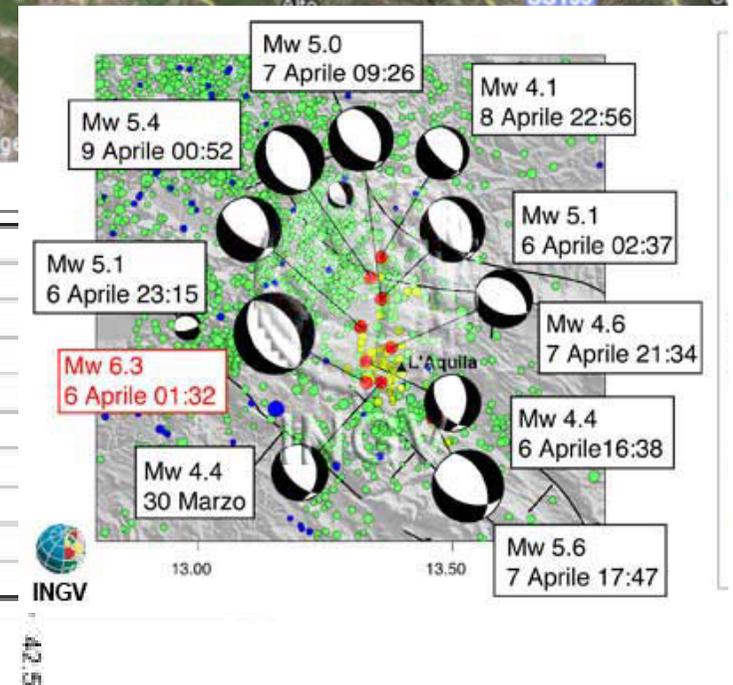
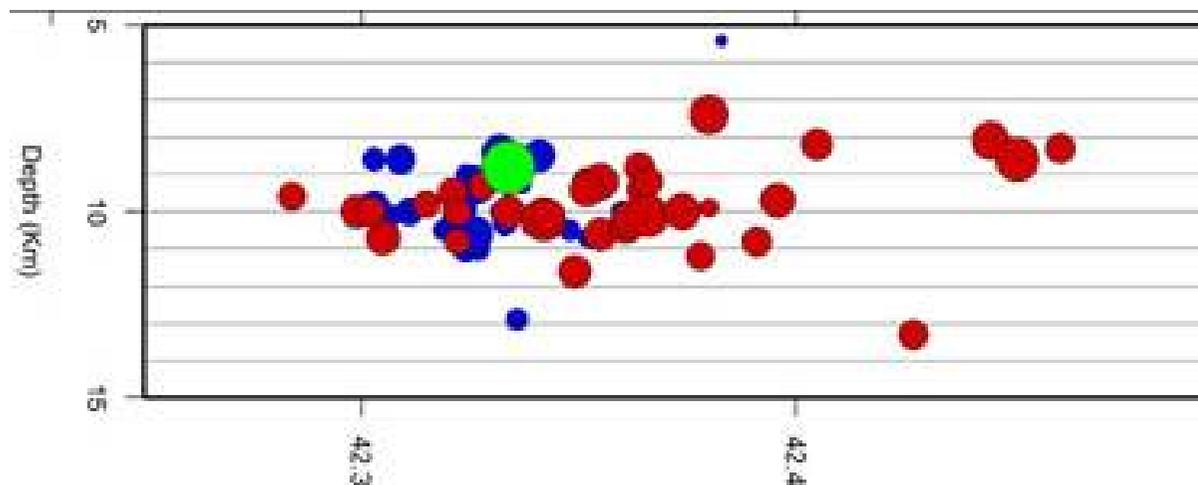
**Circa il 70% della attività sismica di origine tettonica di M<4 non è seguita da terremoti di più alta energia. (L.Sykes,2001)**

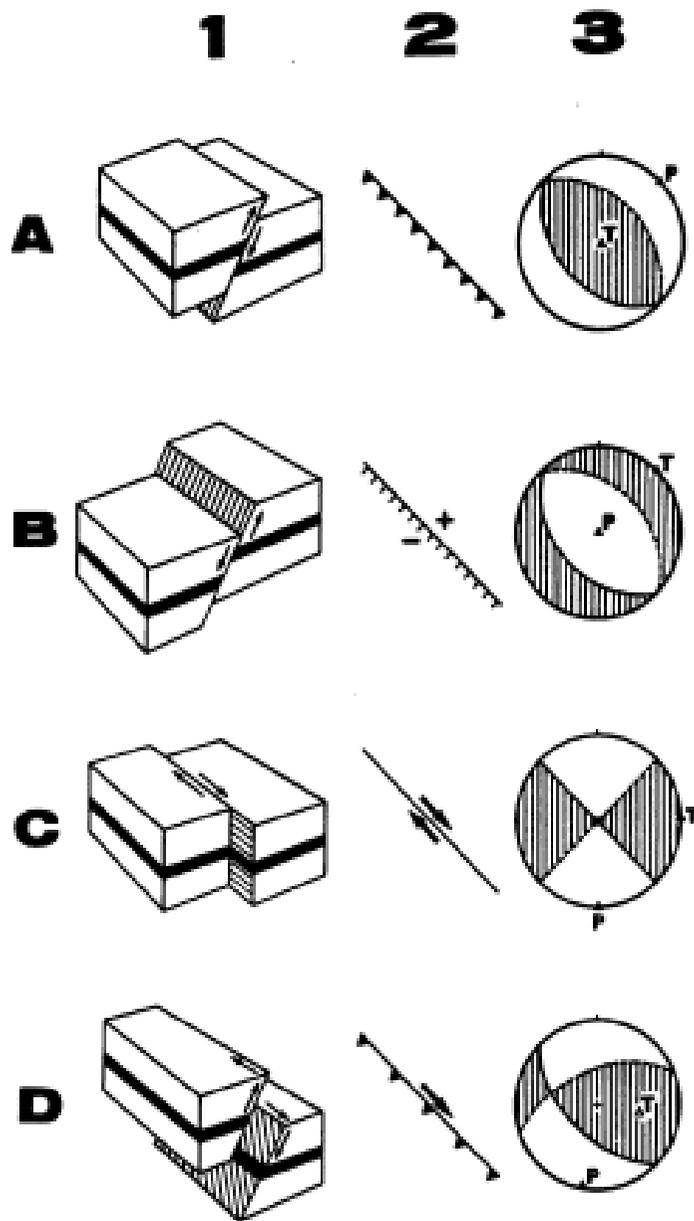


# MAIN SHOCK FOCAL MECHANISM

Google maps view: Seismicity from the previous 7 days in the area .

○ Previous 24h 
 ○ Previous 48h 
 ○ Previous 7 days





- *Inverse fault*

- *Dip-slip fault*

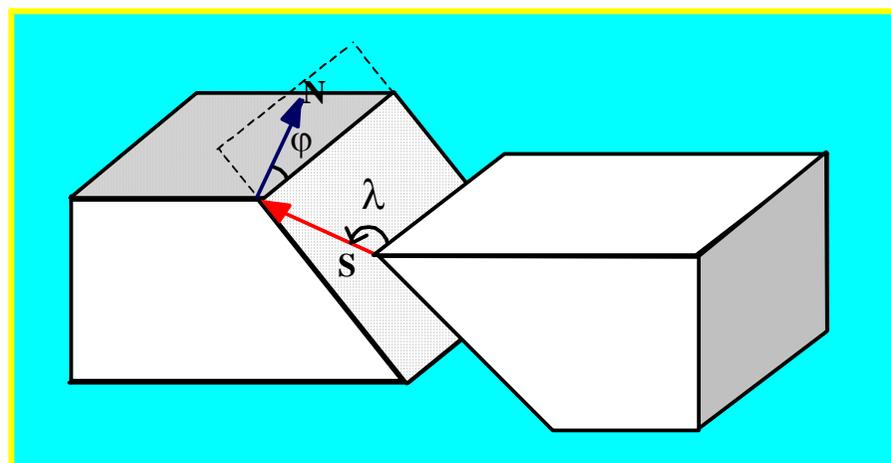
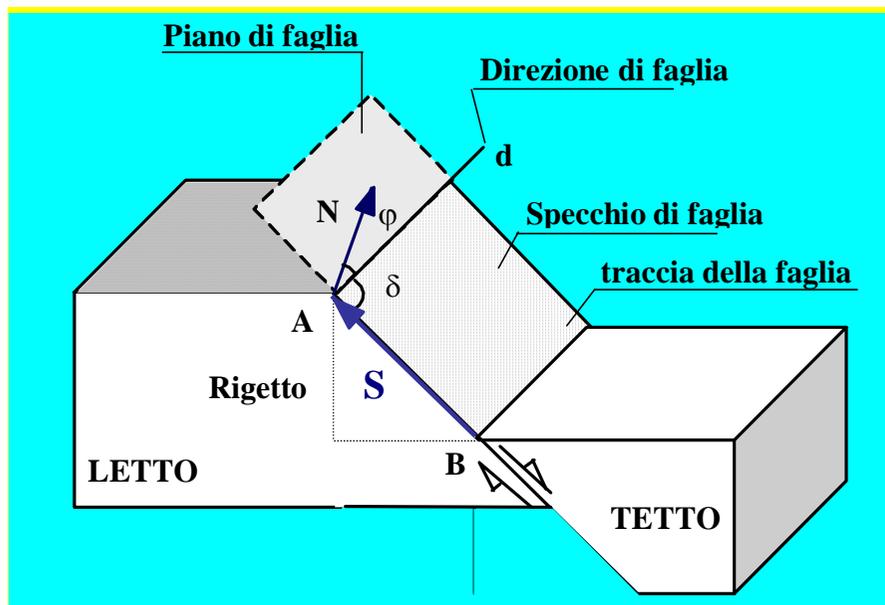
- *Strike-slip fault*

- *Oblique fault*

# MAIN SHOCK FAULT PLANE CHARACTERISTICS

17 x 14 Km<sup>2</sup> – FOCAL DEPTH 11.8 - 0.6 Km – STRIKE 142°

- DIP 50° - SLIP 90°



Il **PIANO DI FAGLIA** è solitamente una superficie irregolare, ondulata o curva, a volte rimpiazzata da una zona più o meno spessa contenente numerosi piani di taglio.

Lo **SPECCHIO DI FAGLIA** è la superficie di contatto tra i blocchi lungo la faglia

Si chiama **LETTO** il blocco situato sopra il piano di faglia si chiama **tetto**, quello situato sotto il piano di faglia.

Il **VETTORE SCORRIMENTO** è Il vettore che unisce sul piano di faglia due punti inizialmente contigui ed ora appartenenti al tetto ed al letto.

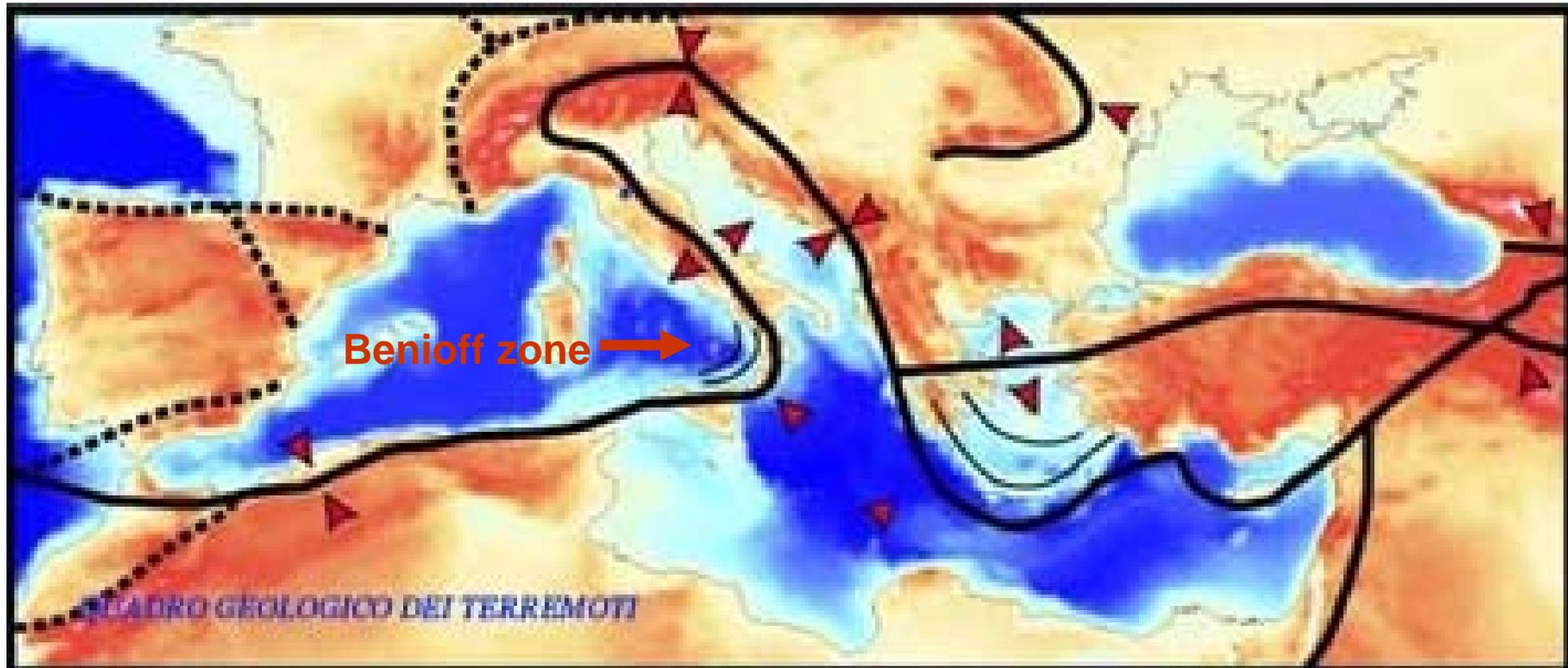
Il **RIGETTO** è la componente verticale del vettore scorrimento e corrisponde ai movimenti relativi di sprofondamento o innalzamento delle due parti; la sua componente orizzontale corrisponde all'allungamento del materiale.

**STRIKE** è l'angolo  $\phi$  formato dalla direzione della faglia con il Nord geografico

L'**INCLINAZIONE (dip)** della faglia è l'angolo  $\delta$  formato dal piano di faglia con l'orizzontale.

L'**ANGOLO DI SCORRIMENTO (slip)**  $\lambda$  individua il moto relativo tra le due facce della faglia e può avere una generica orientazione nel piano di faglia

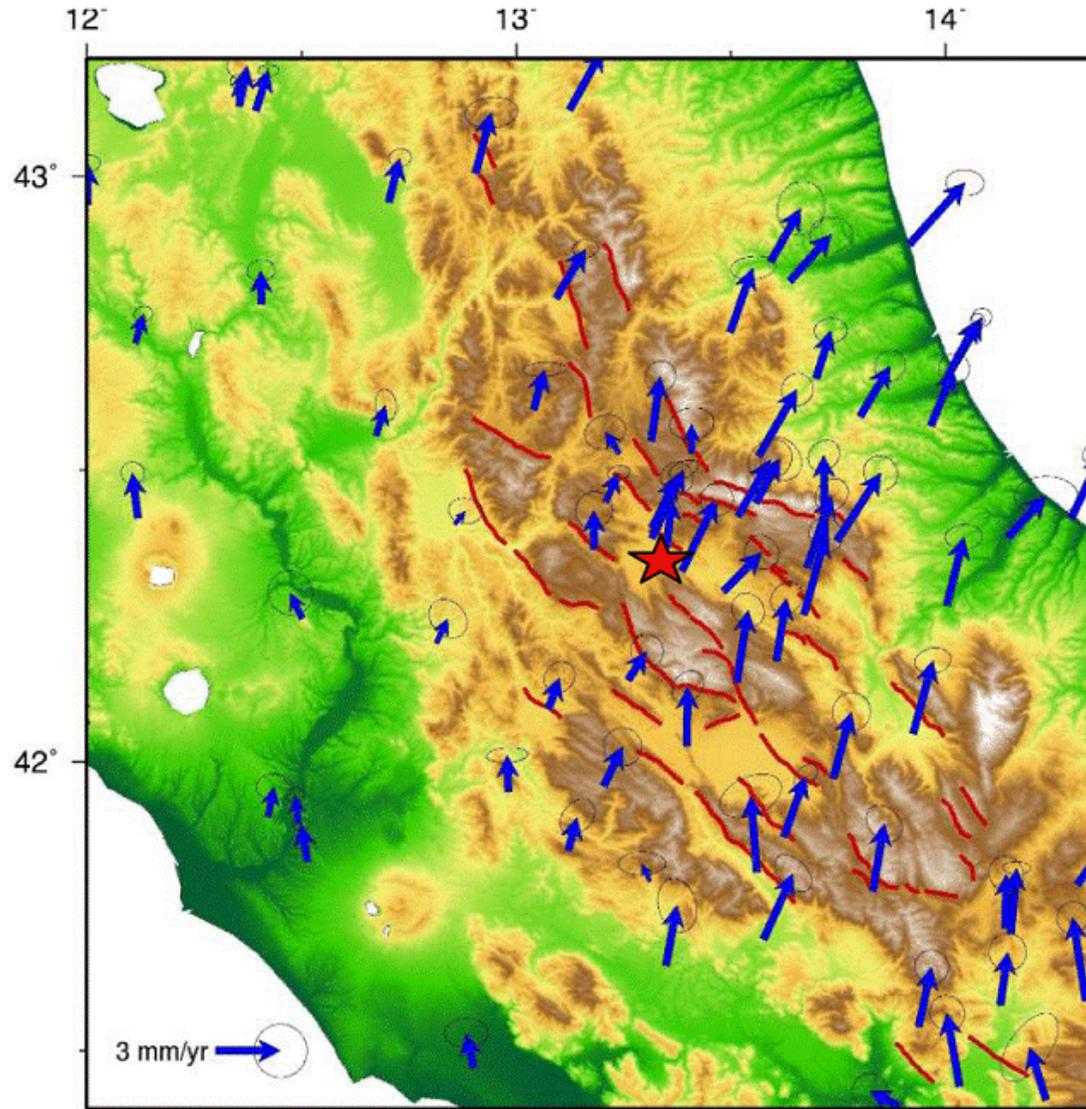
# MEDITERRANEAN TECTONIC MODEL



**Convergenza Placca Africana verso Placca Euro Asiatica: Rispetto Eurasia  
L'Africa si muove verso Nord di circa 10 mm/ anno = 1m / 100 anni. La  
Placca Arabica spinge verso N ed il blocco anatolico muove verso W**



# ANNUAL GROUND DEFORMATION RATES RING GPS Network



**LA REGIONE ABRUZZO  
PRESENTA UNA ELEVATA  
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE  
CON GRADIENTE PIU' ELEVATO  
TRA LA CATENA APPENNINICA E  
LA COSTA ADRIATICA**

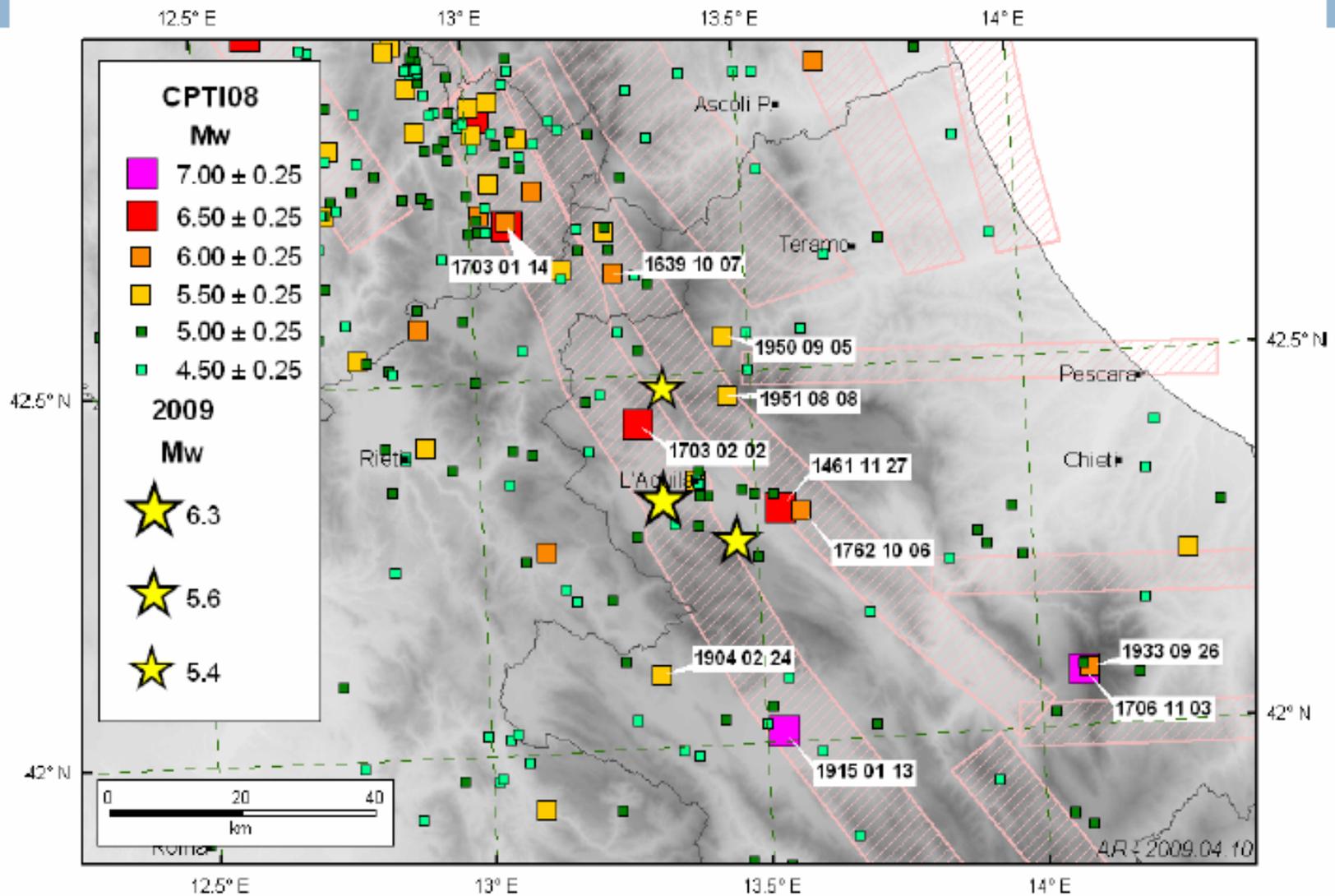
# L'AQUILA SEISMIC CLASSIFICATION HISTORY

---

1. 1915 L'AQUILA E' PER LA PRIMA VOLTA CLASSIFICATA ZONA SISMICA (Fucino)
2. 1927 VIENE ASSEGNATA LA CLASSE 2
3. 1984 LA RICLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO CONFERMA LA 2° CATEGORIA
4. 1998 PROPOSTA GNDT DI RICLASSIFICAZIONE CONFERMA LA 2°
5. D. Leg.vo 112/98 COMPETENZA ALLE REGIONI
6. 2002 SISMA DEL MOLISE – CLASSIFICAZIONE S GIULIANO DI PUGLIA
7. 2003 ORD. 3274 CRITERI E CLASSIFICAZIONE NAZ. DI URGENZA
8. 2003 LE REGIONI RECEPISCONO CON PICCOLE MODIFICHE
9. 2004 INGV NUOVA MAPPA DI PERICOLOSITA' MPS04: AL TERRITORIO AQUILANO LA PERICOLOSITA' MASSIMA
10. OPCM 3519/2006 ADOTTA MPS04
11. 2007 PROGETTO "ESSE 1"
12. 2009 L'AQUILA E' TUTTORA ZONA 2 !!!!!!!!!!!



# HISTORIC SEISMICITY NEAR L'AQUILA



# L'AQUILA SEISMIC HISTORY



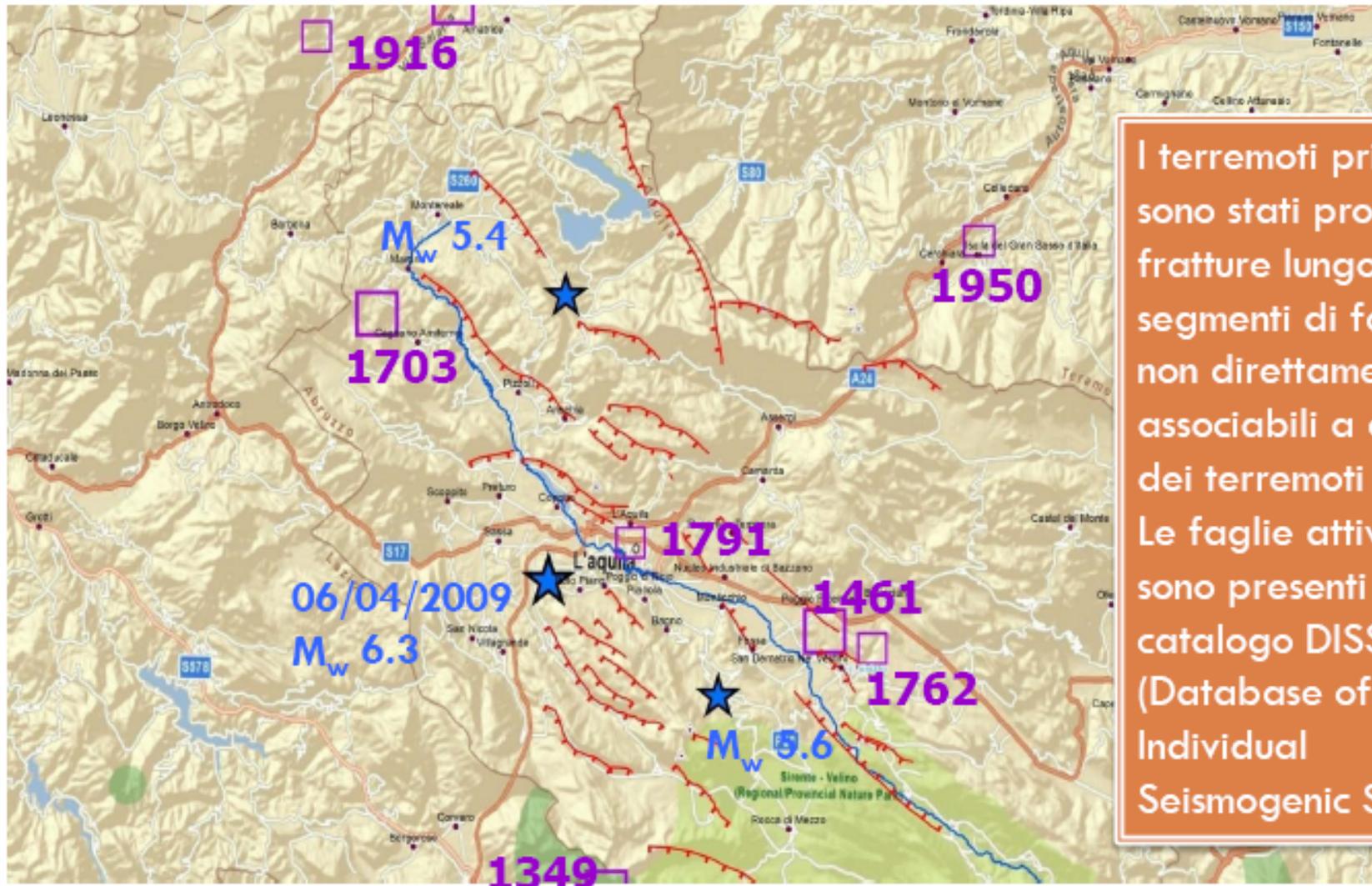
•Stucchi et. al., 2007

- I principali sono il terremoto di Sulmona del 1315 (Sulmona, I = IX), l'evento del 1349 (I = IX-X), il terremoto dell'Aquila del 1461 (L'Aquila, I = X), l'evento del 1639 (Amatrice, I = X), il terremoto di Norcia del 1703 (Norcia-L'Aquila, I = XI), l'evento della Maiella del 1706 (Maiella, I = IX-X) e il recente terremoto di Avezzano del 1915 (Avezzano, I = XI), tutti caratterizzati da un'intensità (I) della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) fino a XI,



# ACTIVE FAULTS AND PAST EQS.

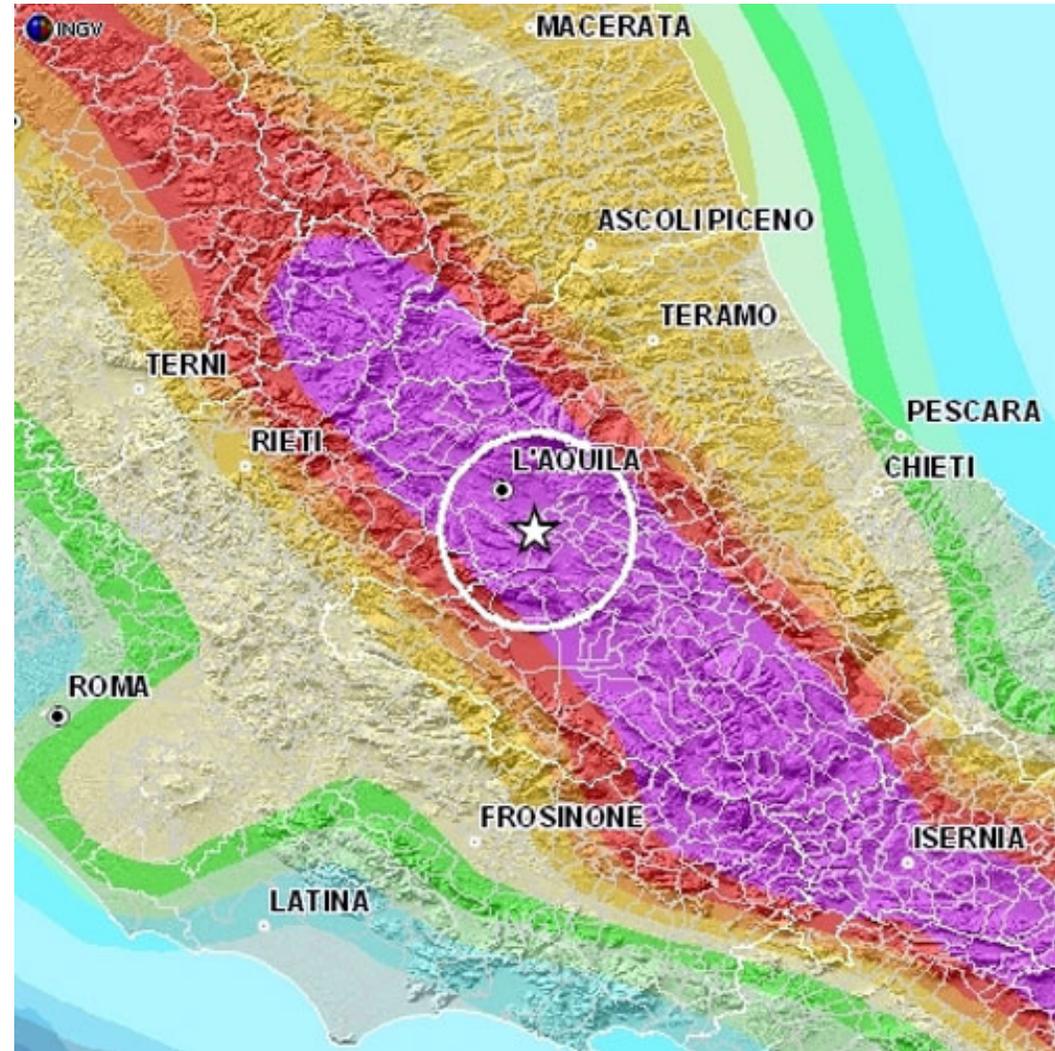
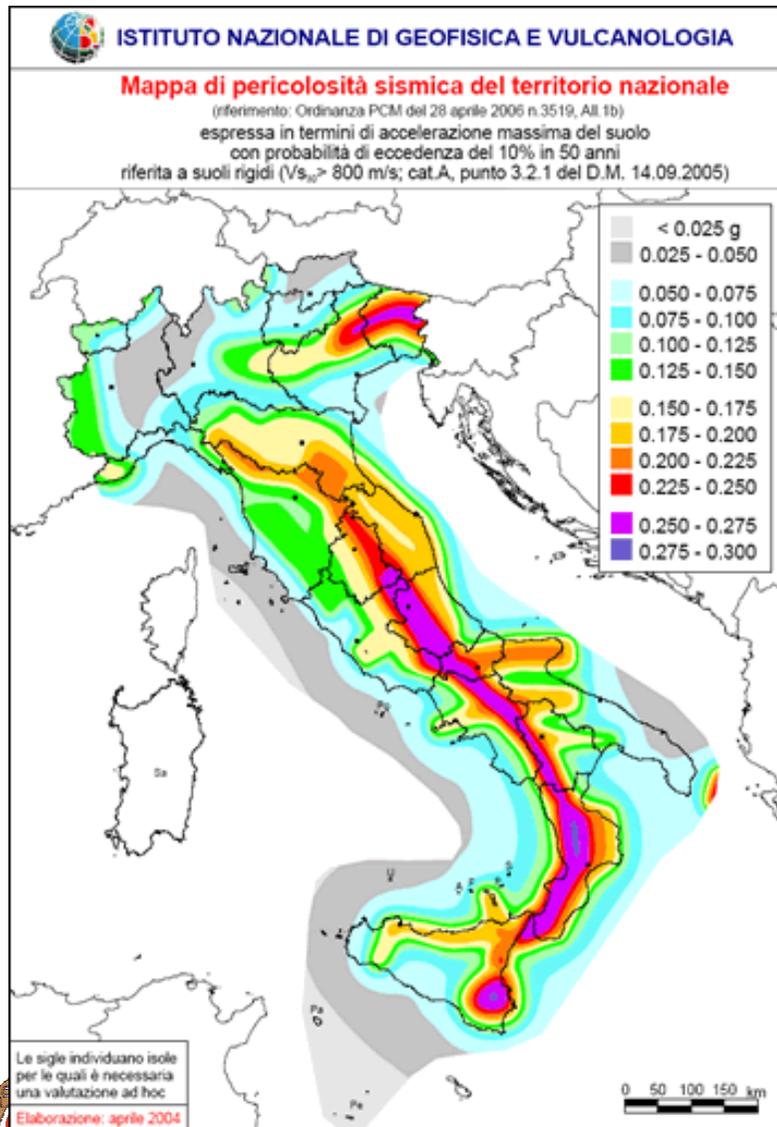
## CPTI04 Catalogue



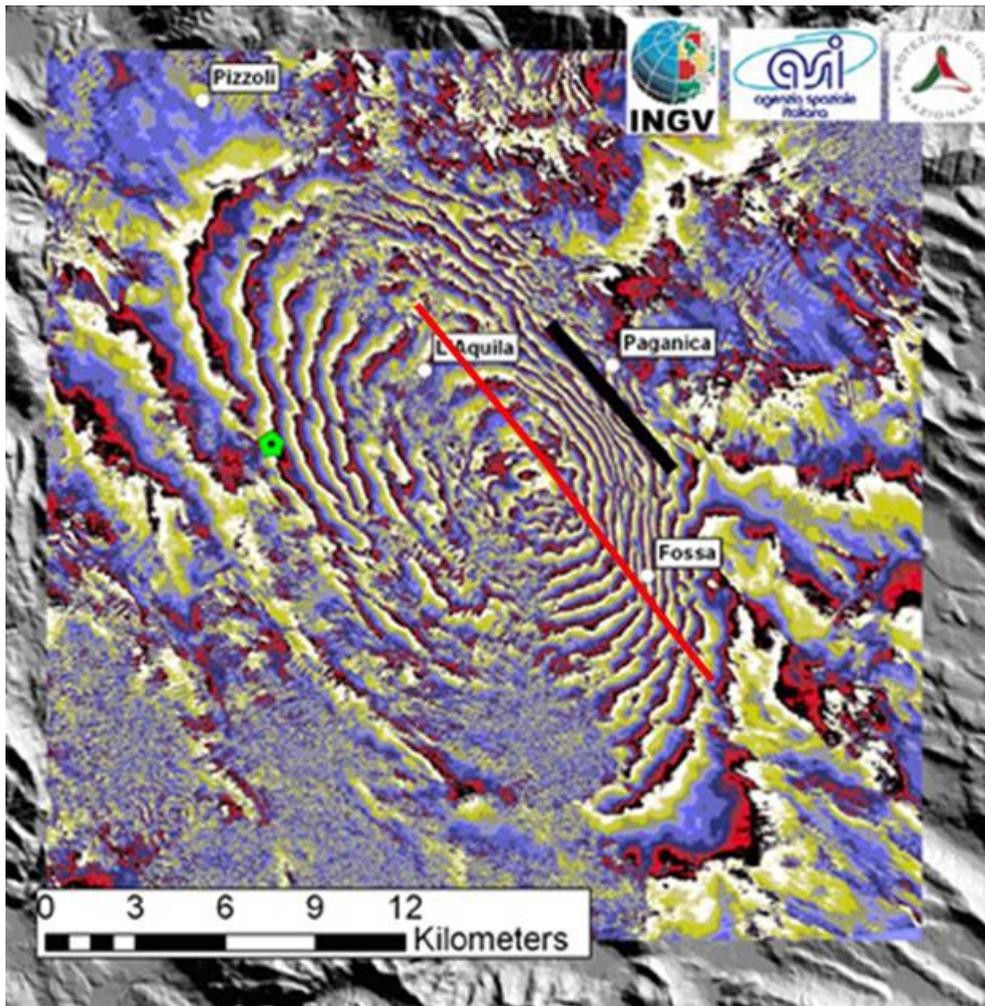
I terremoti principali sono stati prodotti da fratture lungo segmenti di faglia non direttamente associabili a quelli dei terremoti storici. Le faglie attivate non sono presenti nel catalogo DISS (Database of Individual Seismogenic Sources).

# SEISMIC HAZARD MAP MPS04

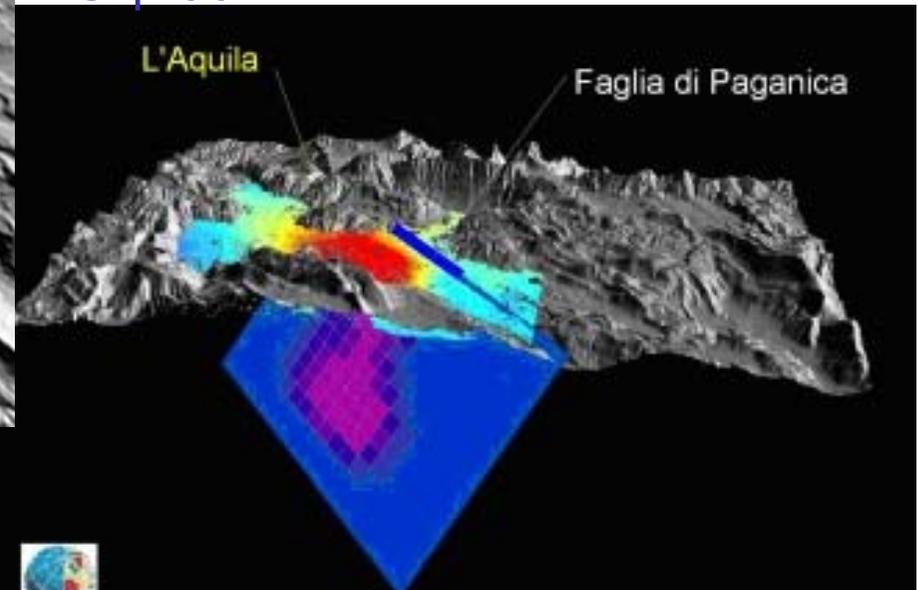
## p=10% in 50 years (Return Period T=475 y)



# INTERFEROMETRIC FRINGES OF CO-SEISMIC DISPLACEMENTS



Spostamenti Verticali Satellite  
ENVISAT e COSMO-SkyMed  
*Elaborazione SAR Da Salvi et al.  
(2009) Elaborazioni INGV*  
Ogni frangia 2,5 cm  
Piano di faglia 17x14 km<sup>2</sup>  
Profondità 11,8 – 0,6 km  
Strike 142°  
Dip 50°  
Slip 90°



- **Max Dislocaz. Vert. 25 cm**

# GROUND FISSURES: PAVED ROAD CRACKS

---



•Coordinate 42°19'27''N 13°28'40''E

# PEAK GROUND MOTION

## 56 ST. RAN - Rete Accelerometrica Nazionale

Table 1 – Peak Values for Direction X

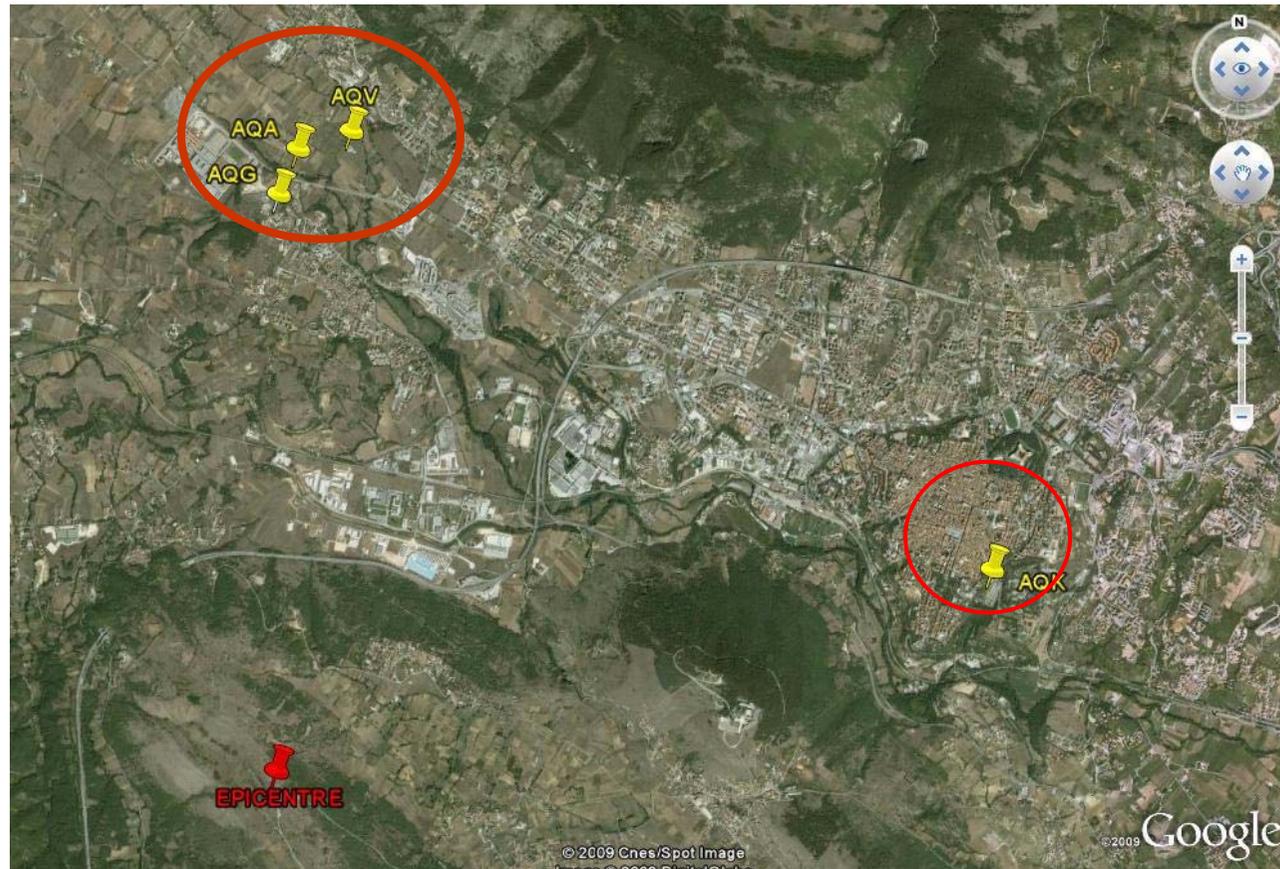
Record Identifier	PGA [cm/s <sup>2</sup> ]	PGV [cm/s]	PGD [cm]	Epicentral Distance [km]
GX066	613.8	36.7	8.4	4.8
FA030	408.2	33.6	7.9	4.3
CU104	386.8	30.5	6.4	5.8
AM043	335.5	30.3	7.8	5.6
EF021	150.6	9.7	3.0	18
TK003	79.2	4.6	2.6	31.6
BI016	60.6	10.5	4.6	34.9
CR008	67.1	6.1	1.3	49.4
BY048	42.4	3.3	1.0	22.4
CR003	31.7	2.7	0.8	56.5
EK007	31.8	6.4	2.9	67.1
GE1463	20.1	3.5	1.6	22.6
BX007	23.7	2.5	1.2	19.3
DF006	19.6	1.9	0.4	23.1
BY003	17.3	2.2	1.0	33

Table 2 – Peak Values for Direction Y

Record Identifier	PGA [cm/s <sup>2</sup> ]	PGV [cm/s]	PGD [cm]	Epicentral Distance [km]
GX066	586.2	40.5	4.1	4.8
FA030	426.1	35.9	3.9	4.3
CU104	442.0	24.5	3.9	5.8
AM043	333.6	38.5	11.8	5.6
EF021	146.6	7.4	2.2	18
TK003	87.1	6.7	1.9	31.6
BI016	69.6	10.6	4.4	34.9
CR008	39.9	3.7	0.9	49.4
BY048	59.6	3.1	0.7	22.4
CR003	25.9	2.8	1.1	56.5
EK007	29.9	5.4	2.6	67.1
GE1463	29.2	3.1	1.8	22.6
BX007	26.0	1.7	0.6	19.3
DF006	25.8	2.2	0.5	23.1
BY003	17.1	1.4	0.6	33



# NEAR FAULT STATIONS

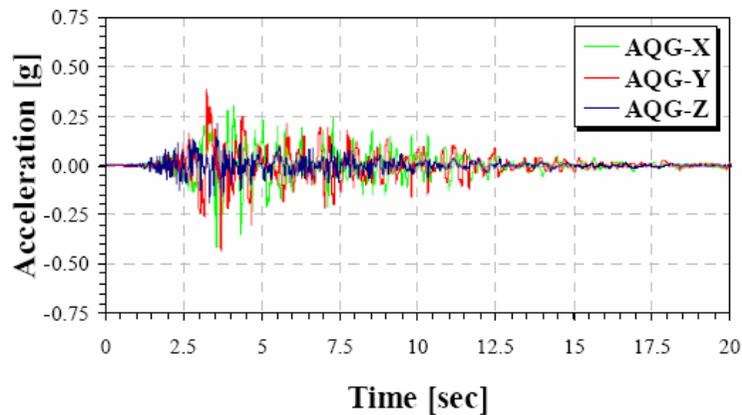


ID station / direction analysis	PGA [g]		
	X - direction	Y - direction	Z - direction
AQG soil - B	0.42	0.43	0.22
AQA soil - B	0.39	0.45	0.38
AQV soil - B	0.63	0.60	0.42
AQK Soil - C	0.34	0.34	0.35

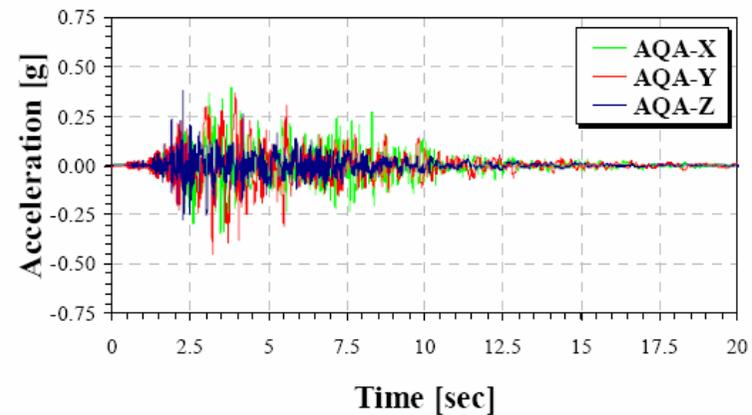


# ACCELERATION TIME HISTORIES

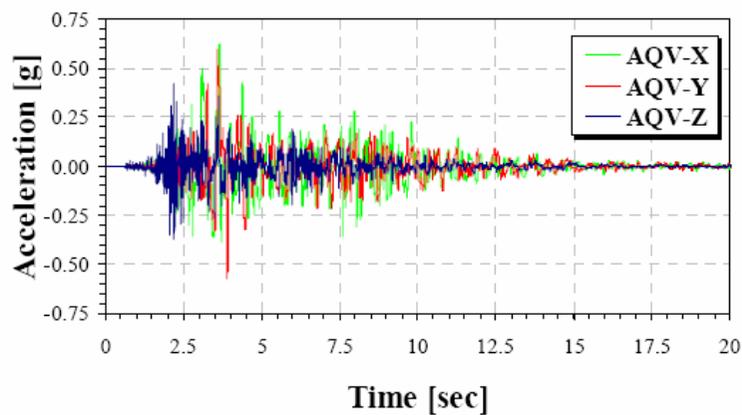
2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQQ



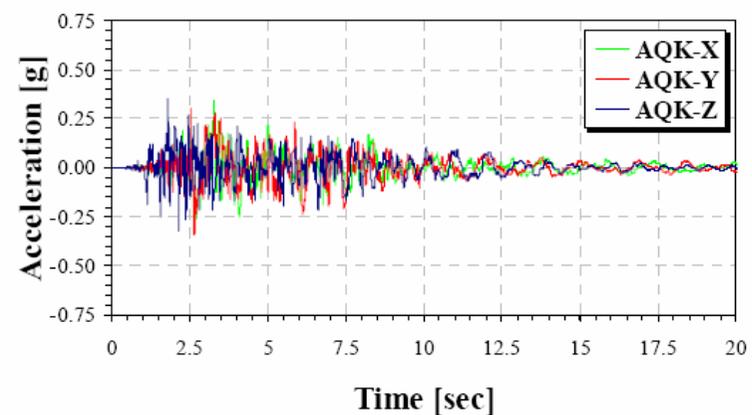
2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQA



2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQQ



2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQQ



Da Masi – Chiauzzi

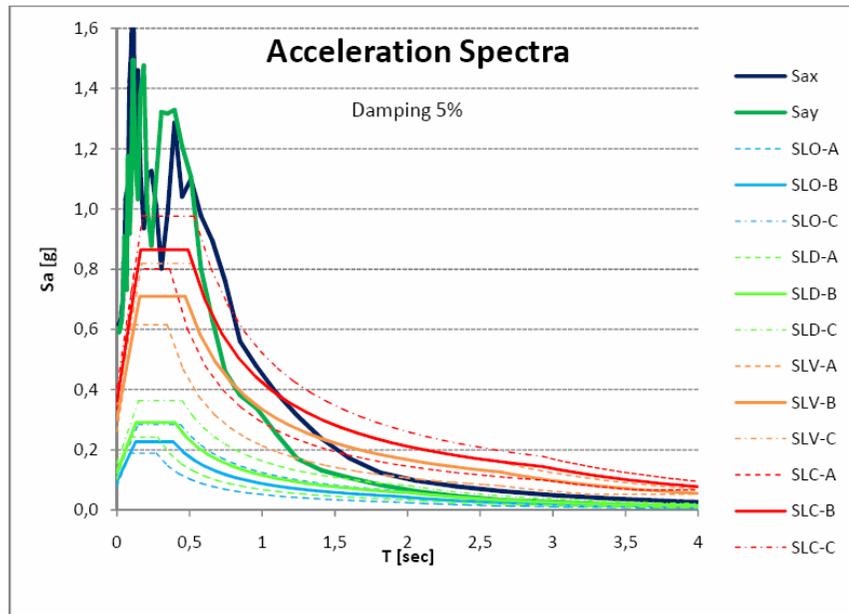
# HIGH GROUND ACCELERATION MARKER



# PSEUDO- ACCELERATION ELASTIC RESPONSE SPECTRA

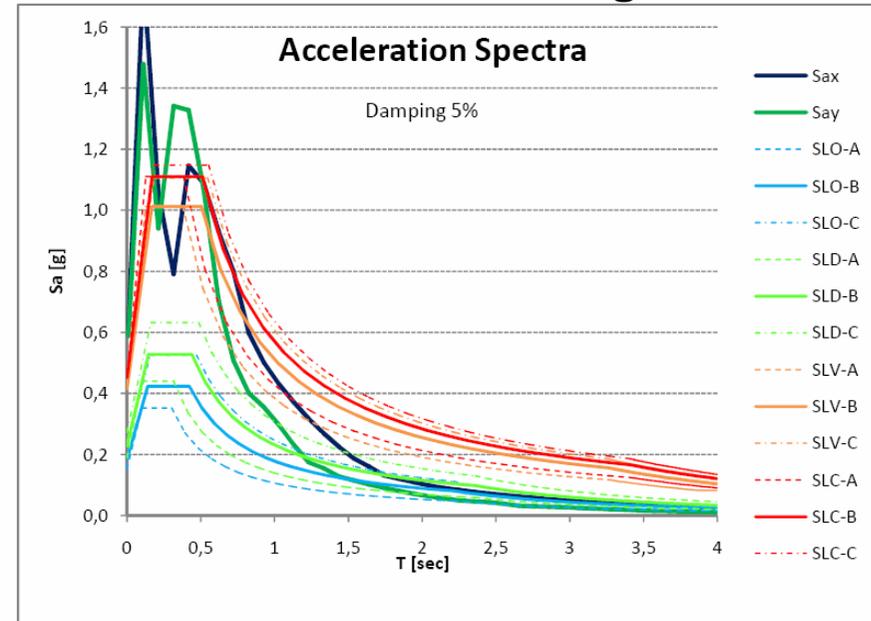
AQV

$V_R=50$  years  
Costruzioni Ordinarie



Record GX066 – Earthquake Spectra Response vs. NTC2008 Elastic Spectra for Civil Buildings

$V_R=200$  years  
Costruzioni Strategiche



Record GX066 – Earthquake Spectra Response vs. NTC2008 Elastic Spectra for Strategic Constructions

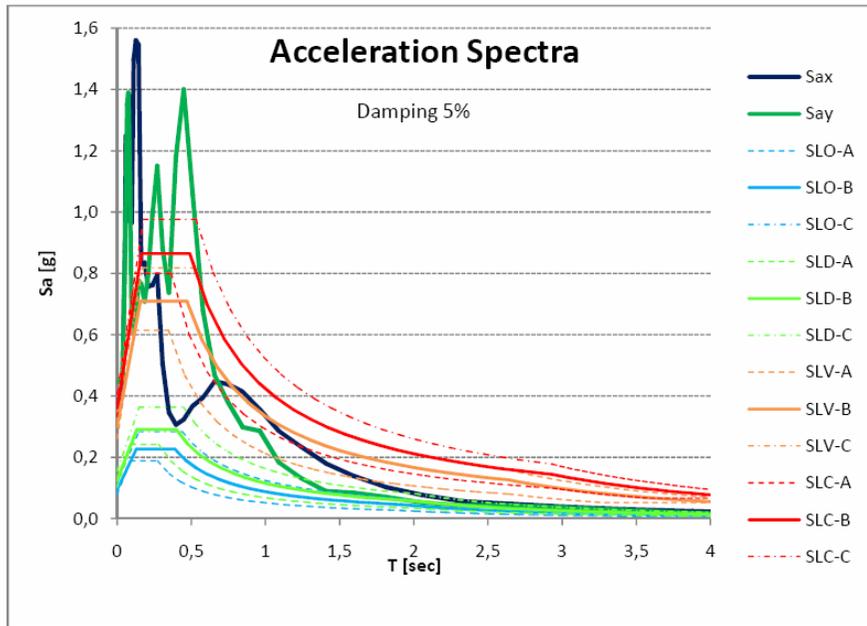
**Reluis**  
**Unità di Salerno coord. B. Palazzo**  
**L. Petti, I. Marino 2009**



# PSEUDO- ACCELERATION ELASTIC RESPONSE SPECTRA

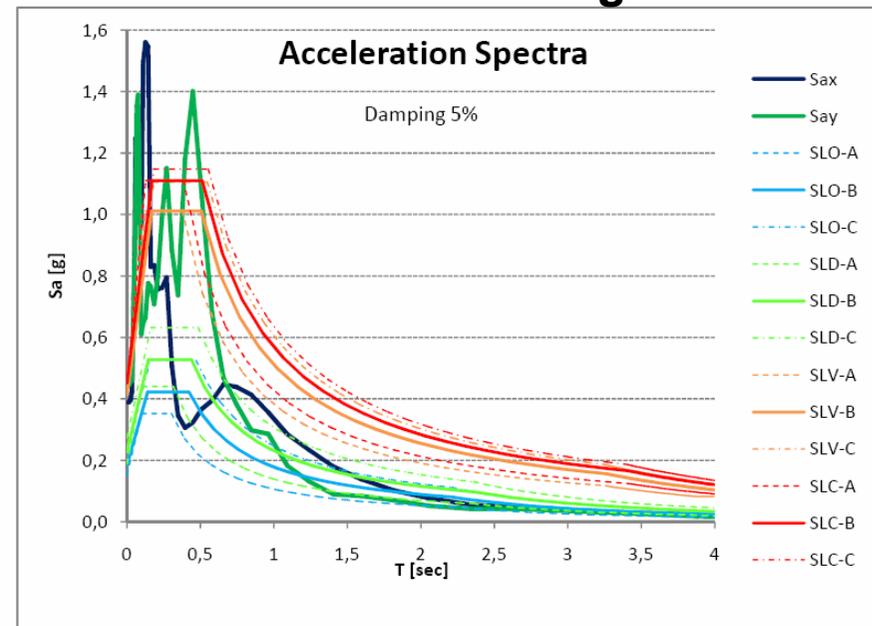
AQA

$V_R=50$  years  
Costruzioni Ordinarie



Record CU104 – Earthquake Spectra Response vs. NTC2008 Elastic Spectra for Civil Buildings

$V_R=200$  years  
Costruzioni Strategiche



Record CU104 – Earthquake Spectra Response vs. NTC2008 Elastic Spectra for Strategic Constructions

Reluis

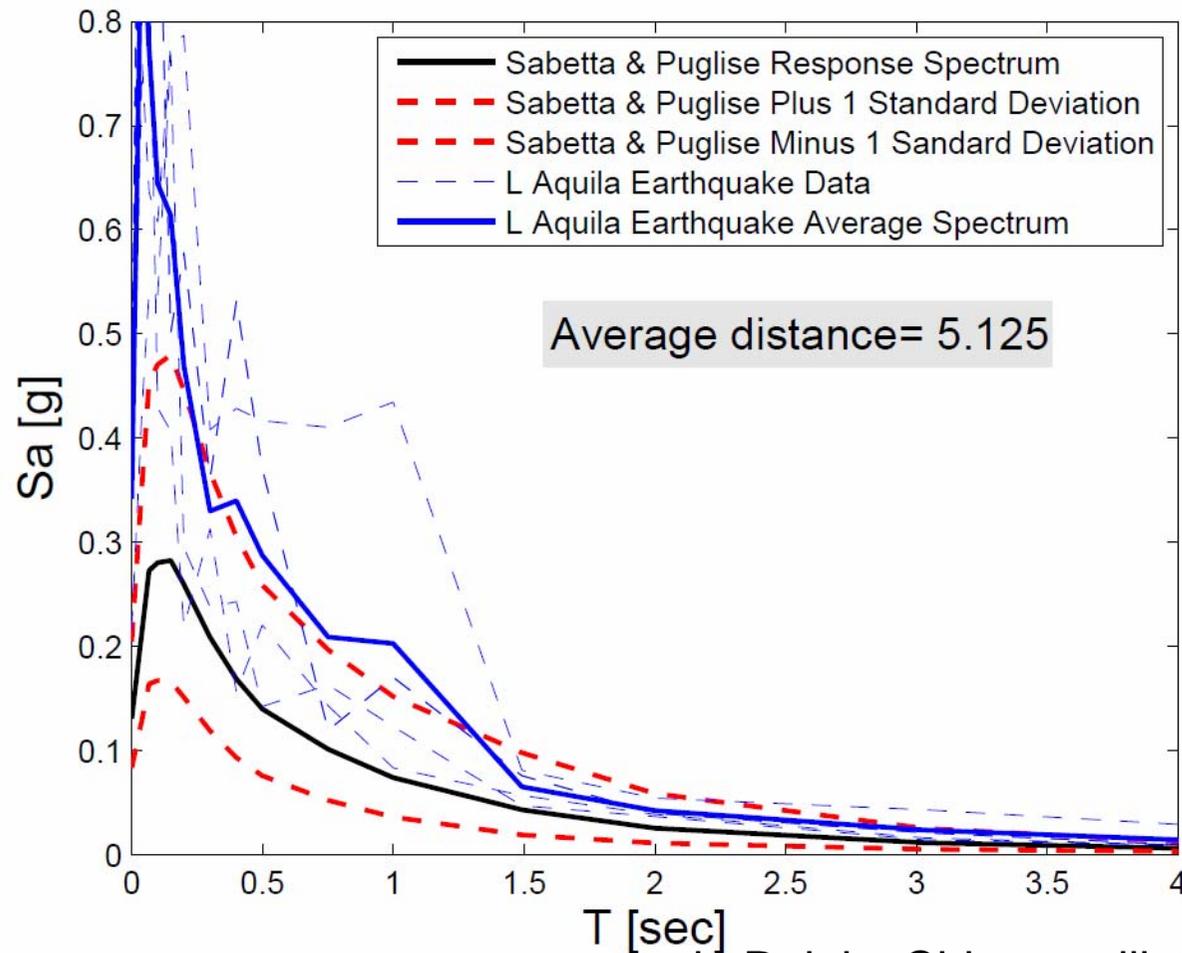
Unità di Salerno coord. B. Palazzo

L. Petti, I. Marino 2009



# PSEUDO- ACCELERATION ELASTIC RESPONSE SPECTRA VERTICAL COMPONENT

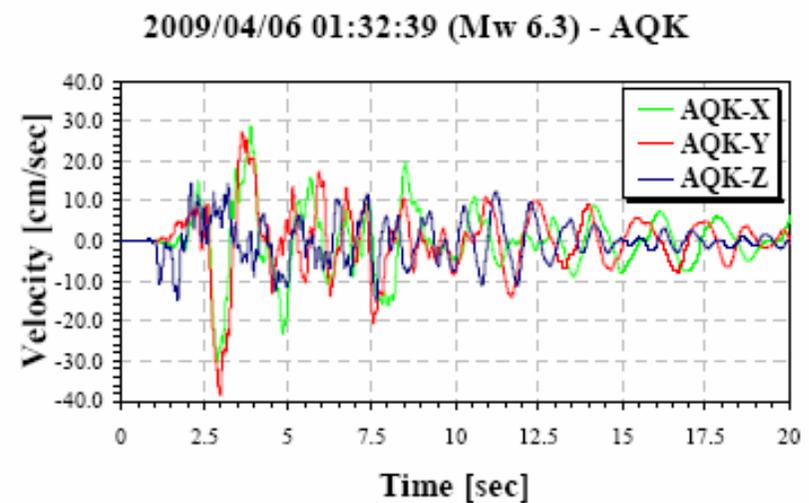
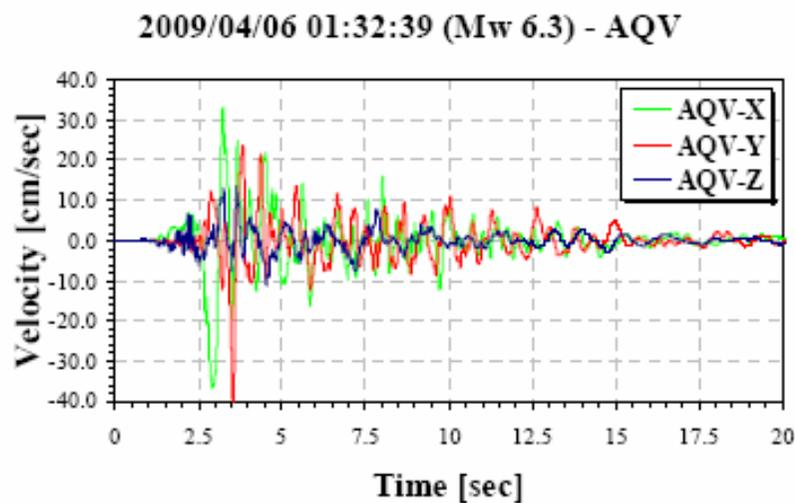
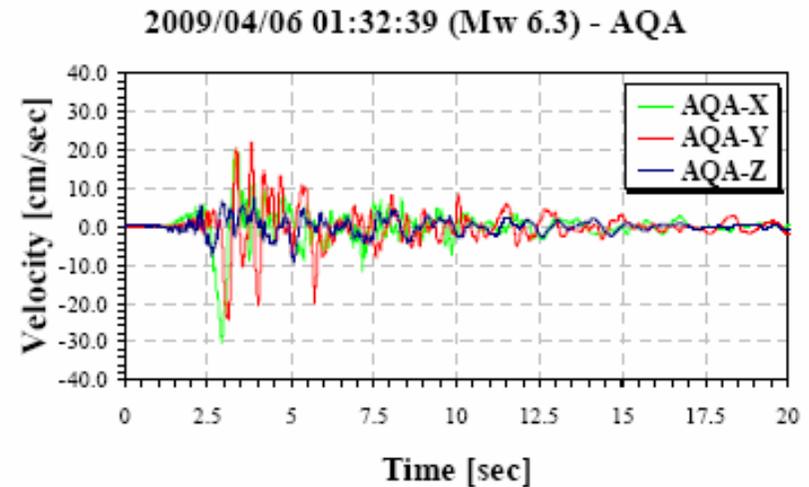
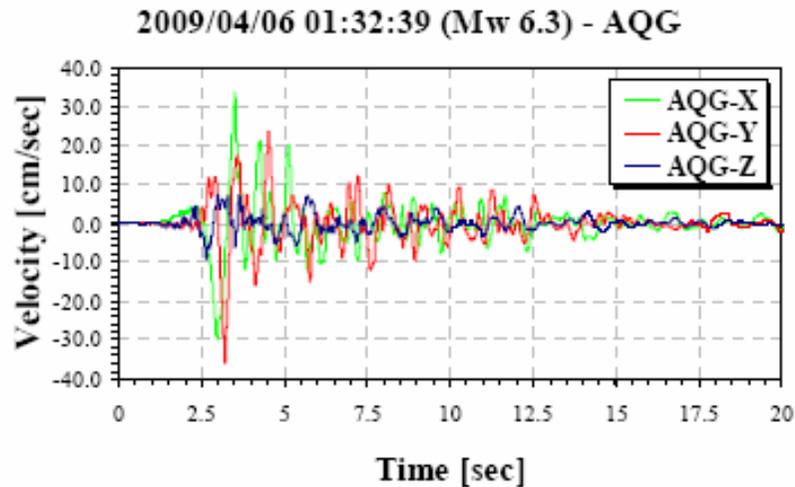
$0 < R < 10$



da Reluis: Chioccarelli- F. De Luca-Iervolino

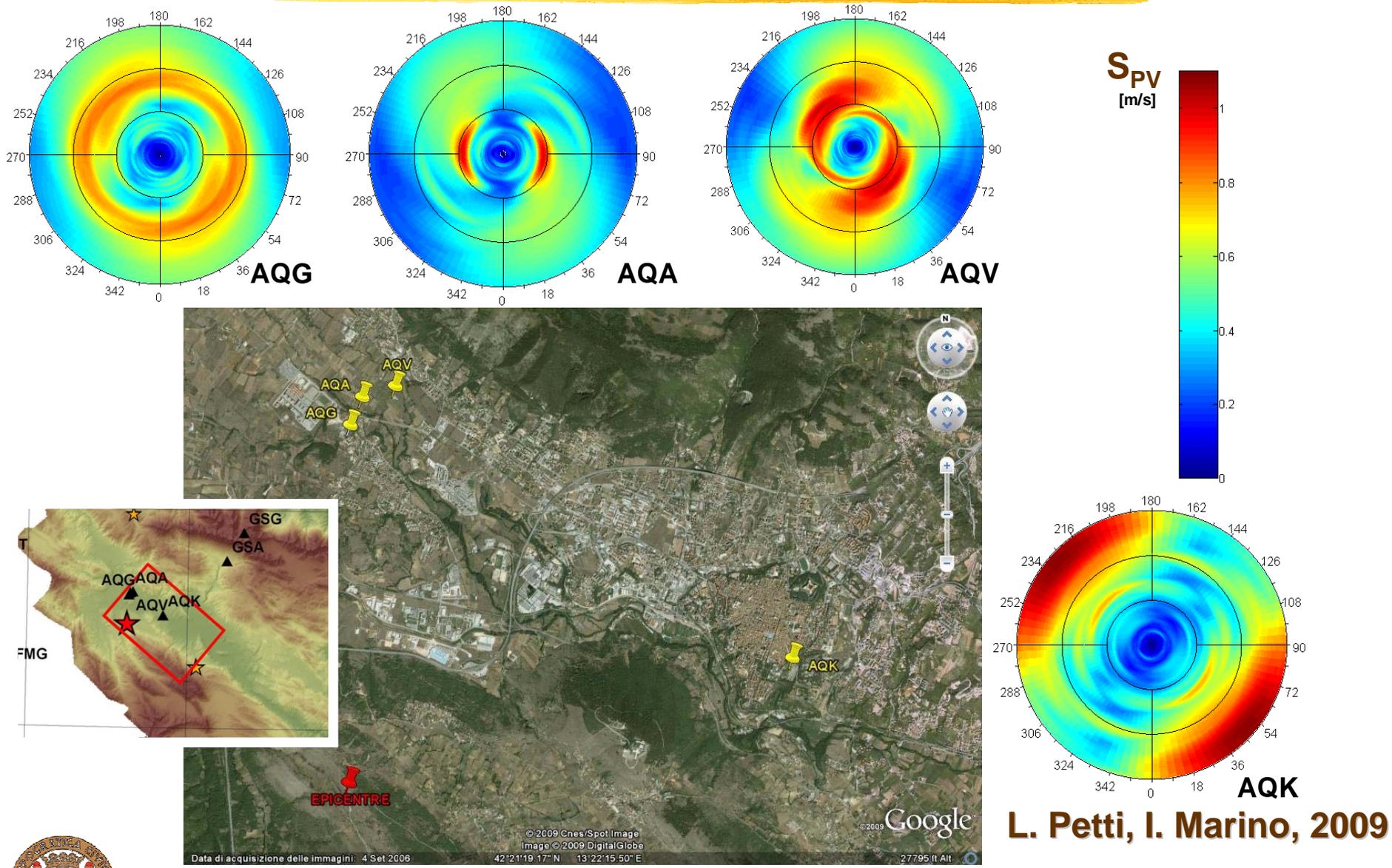


# GROUND VELOCITY TIME HISTORIES



Da Masi – ChiauZZi

# NEAR FAULT STATIONS – POLAR SPECTRA

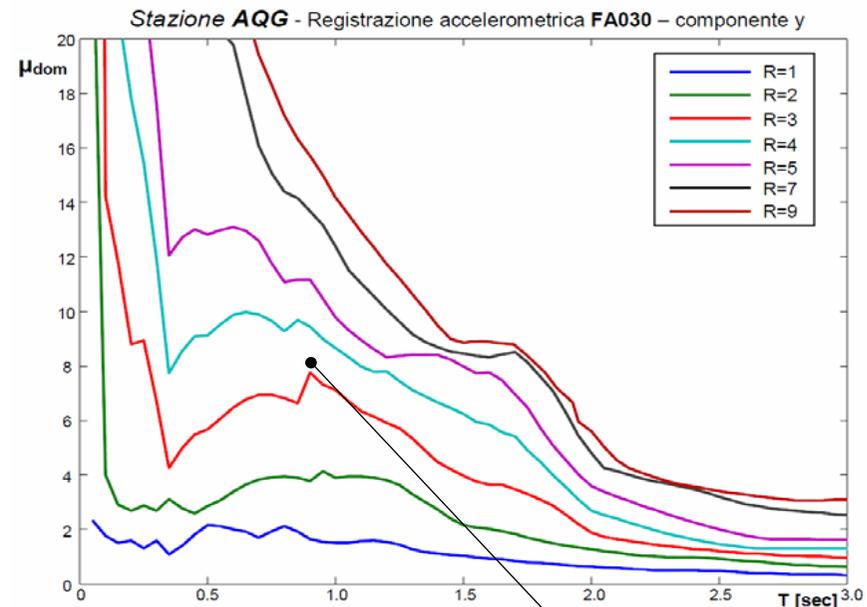
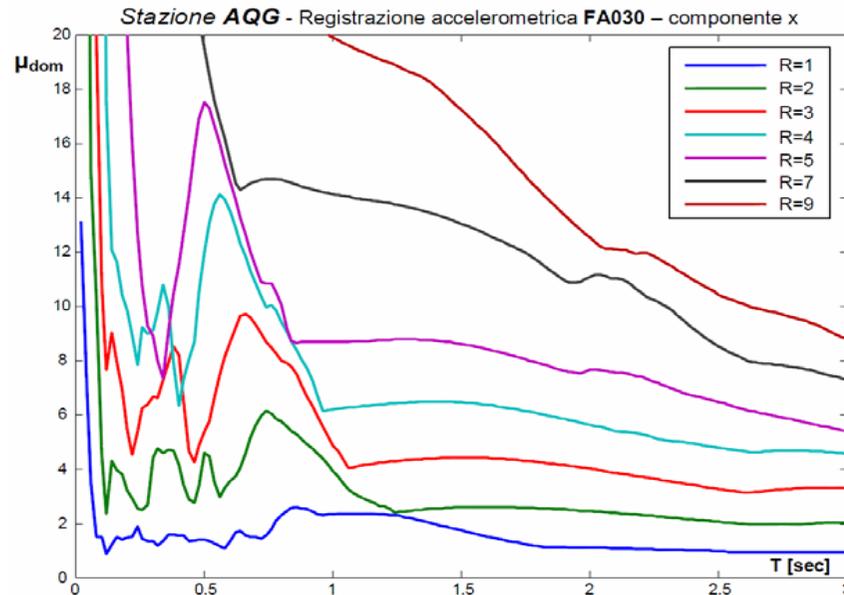


L. Petti, I. Marino, 2009



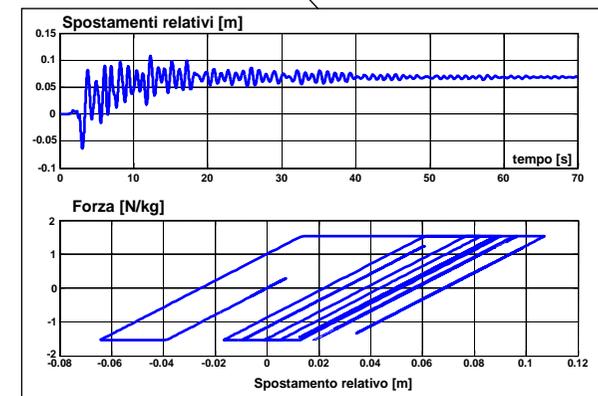
# DUCTILITY DEMAND SPECTRA

*Duttività domandata fissato il livello di resistenza del sistema SDOF*



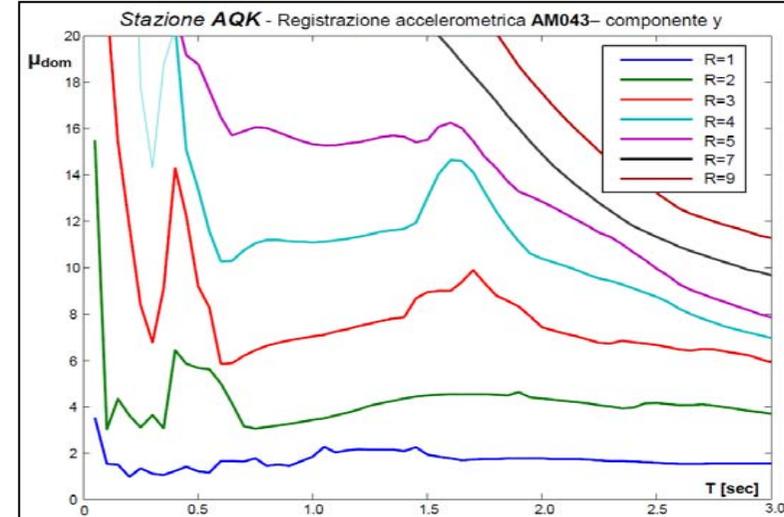
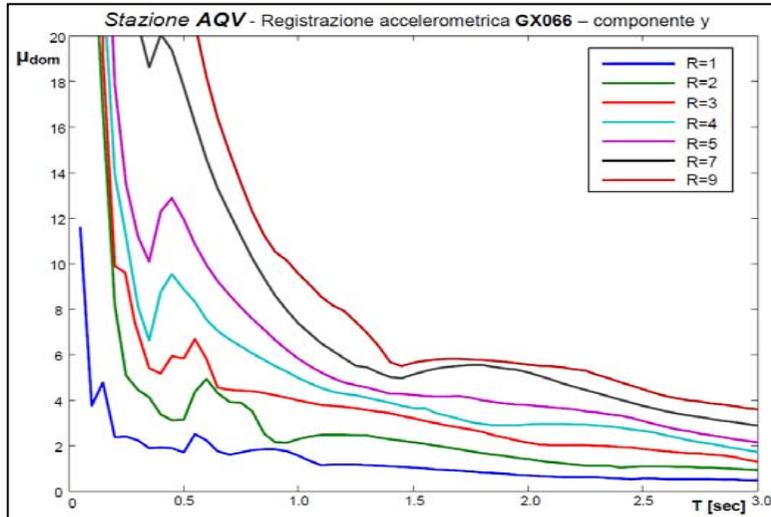
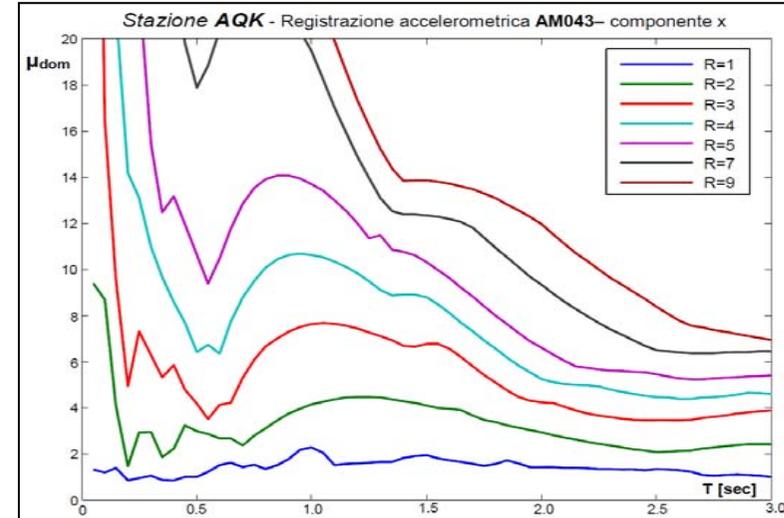
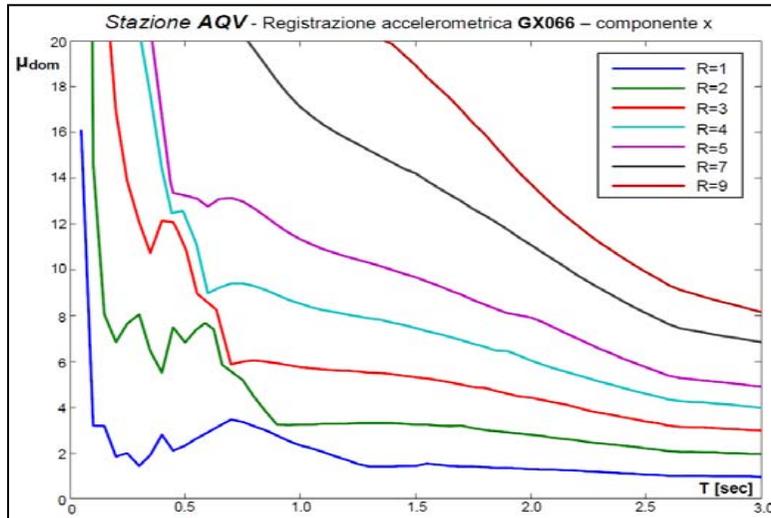
*Il valore del fattore di riduzione della resistenza “R”, è calcolato con riferimento allo spettro elastico di progetto relativo al sito in cui è stato registrato l’accelerogramma:*

$$R = \frac{S_{a,e}}{F_{el}}$$



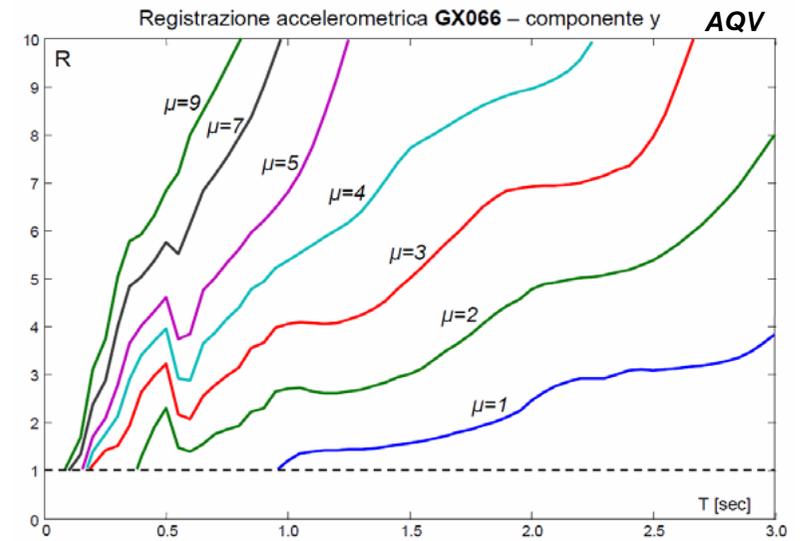
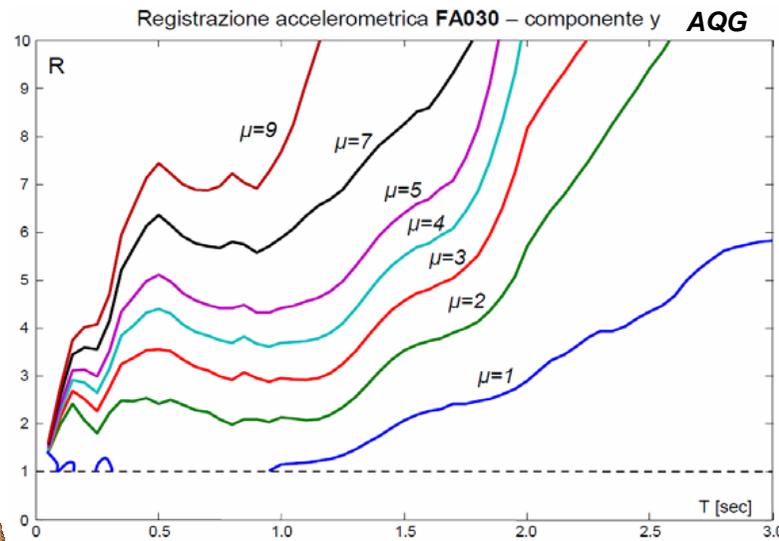
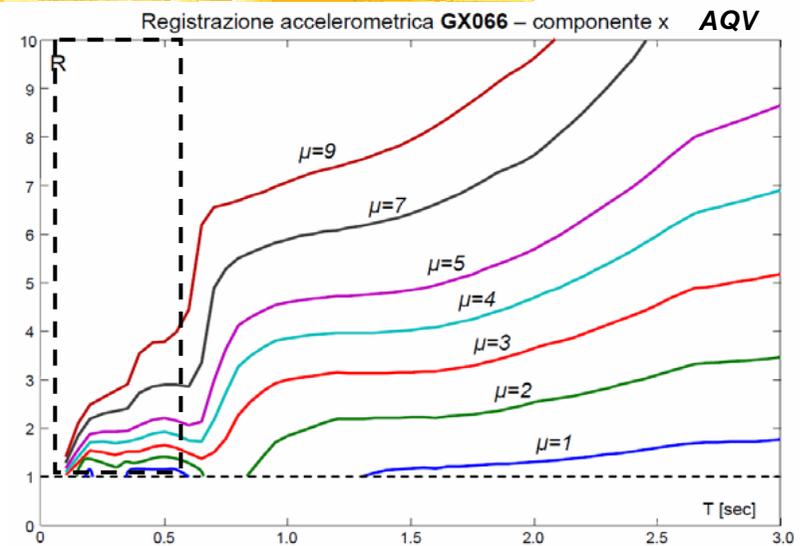
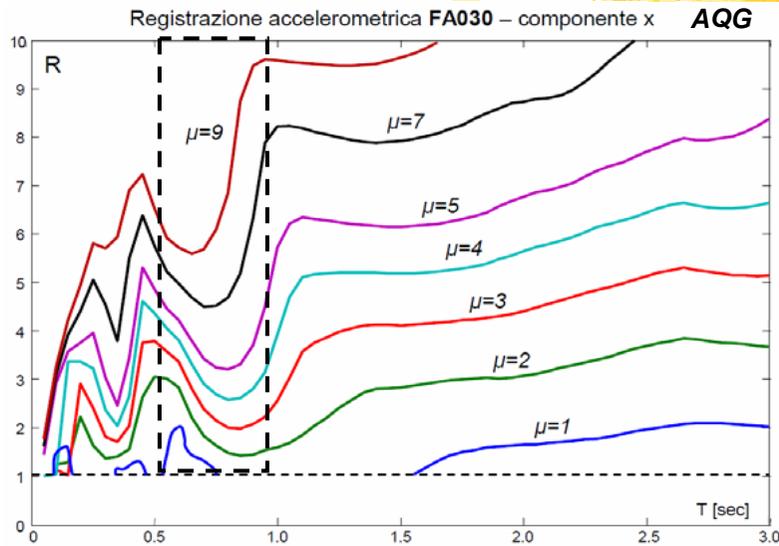
# DUCTILITY DEMAND SPECTRA

*Duttilità domandata fissato il livello di resistenza del sistema SDOF*



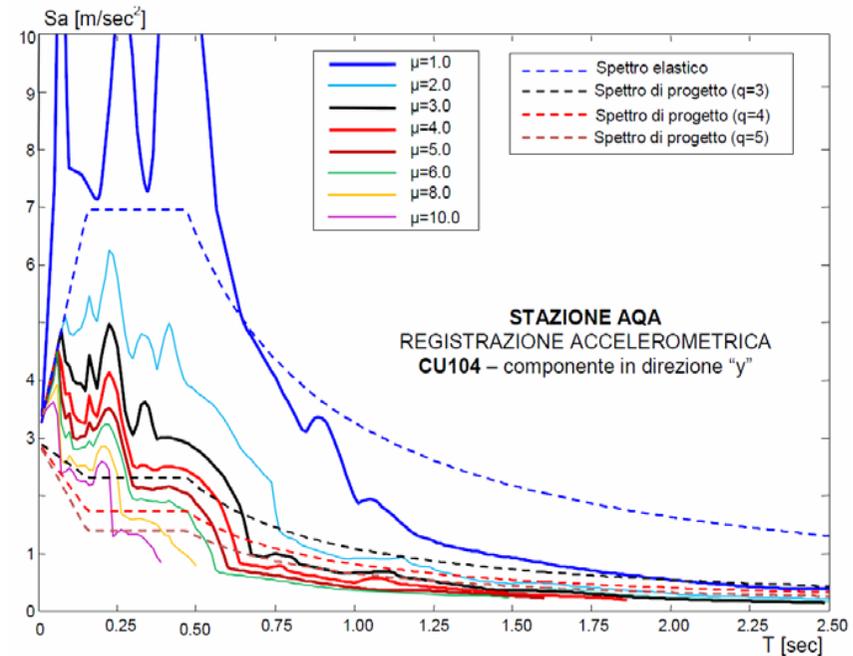
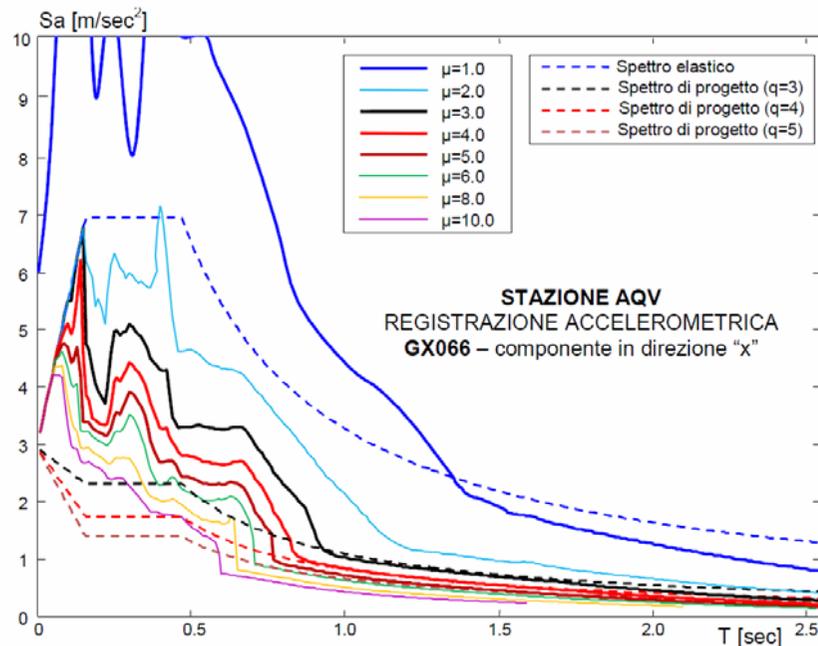
# REDUCTION FACTORS

**Resistenza domandata fissato il livello di duttilità del sistema SDOF**



# MINIMUM LATERAL STRENGTH SPECTRA

## Rappresentazione spettrale della resistenza domandata

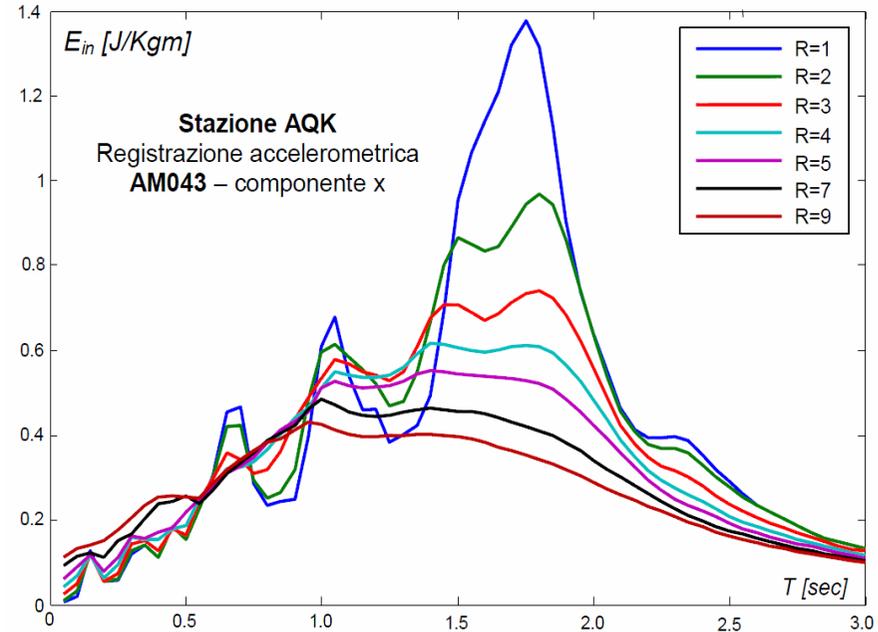
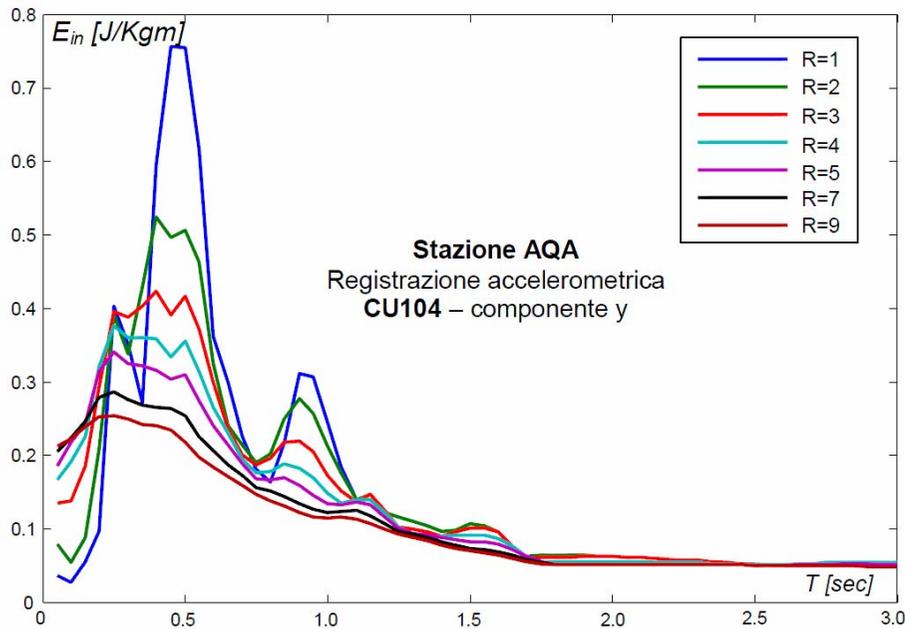


*In tutte le componenti accelerometriche considerate si è verificata, per i periodi inferiori a 0.7 sec, una domanda di duttilità molto elevata in corrispondenza delle resistenze relative agli spettri di progetto indicati dalla Nuova Normativa Tecnica (DM 14/01/08)*



# ABSOLUTE INPUT ENERGY SPECTRA

## Spettri di energia in ingresso

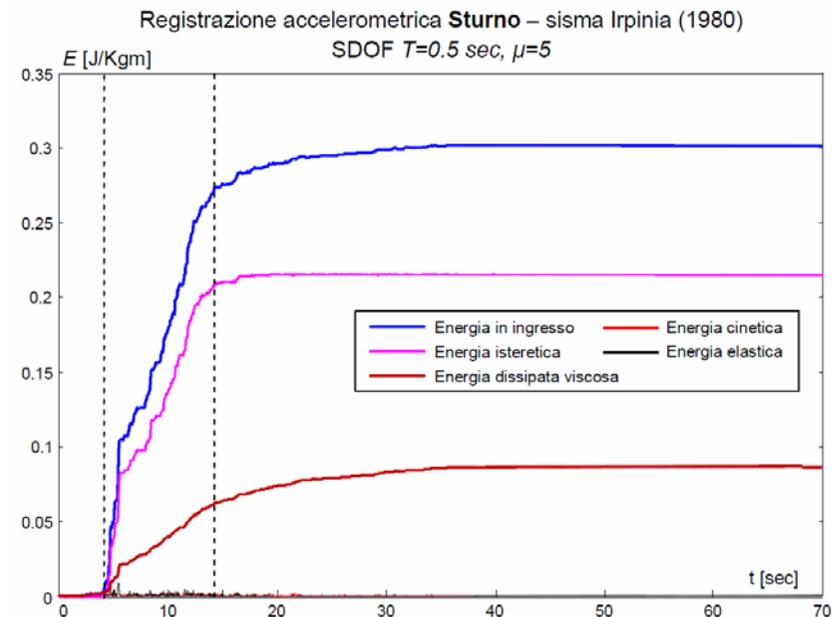
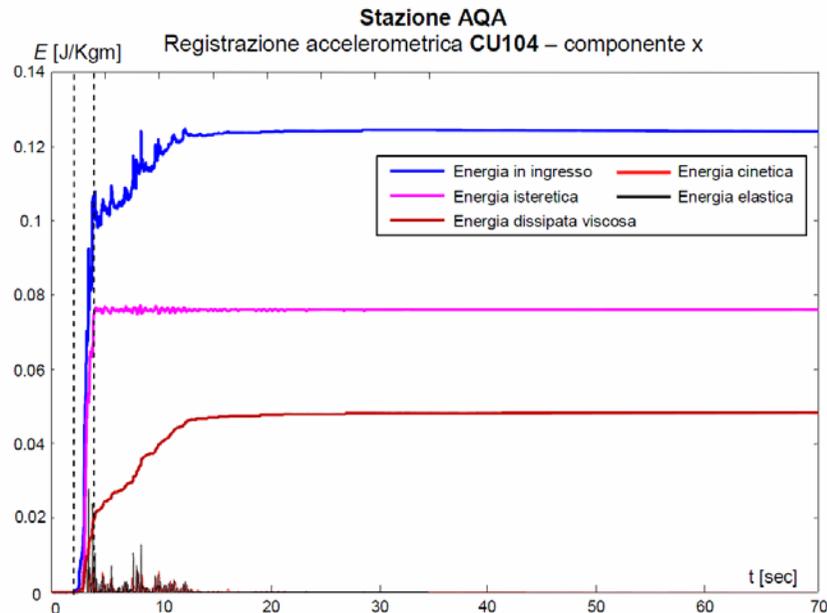


*Un'analisi delle diverse registrazioni accelerometriche considerate evidenzia come, nonostante la vicinanza delle stazioni, esse presentino contenuti in frequenza dell'energia in ingresso assolutamente variegati.*

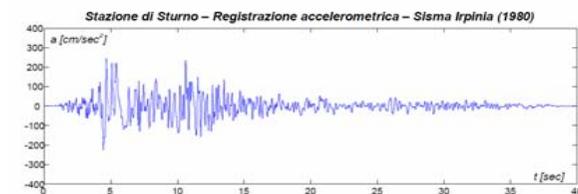
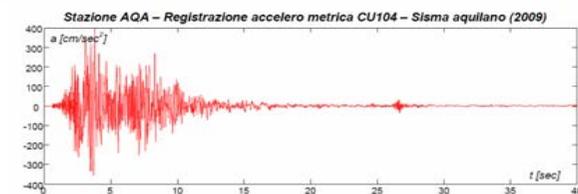


# ABSOLUTE INPUT ENERGY TIME HISTORIES

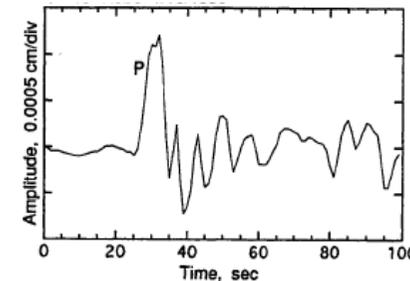
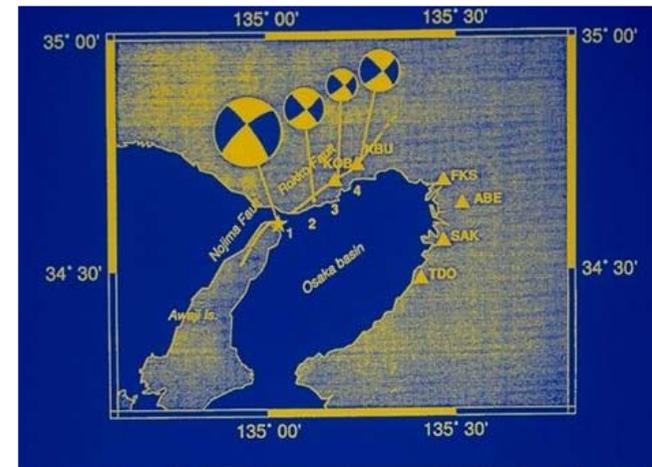
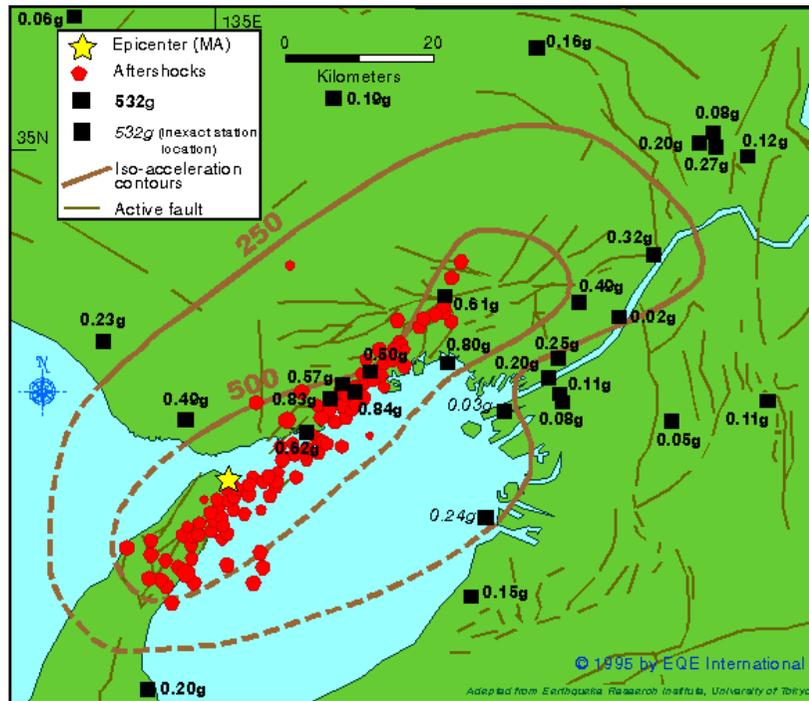
## Confronto time-history delle aliquote energetiche



*Le registrazioni accelerometriche del sisma aquilano presentano elevati picchi di accelerazione in intervalli di tempo brevi. L'energia in ingresso, dunque, risulta concentrata in un lasso di tempo molto limitato e i valori di potenza istantanea in ingresso conseguentemente elevati*



# Jan. 17, 1995 Hyogo-Ken Nanbu Earthquake

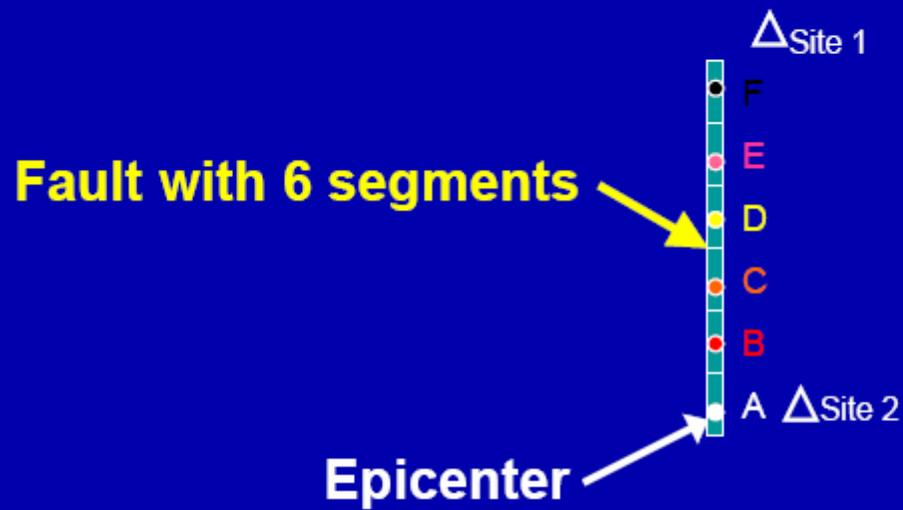


I terremoti di Kobe e Northridge hanno evidenziato in corrispondenza della faglia, in particolare entro 5 km, un moto del suolo più importante di quello atteso. Nel caso di Kobe la lunghezza della rottura è di 30 - 50 chilometri. La direzione della rottura e quella di scorrimento sono dirette verso il centro di Kobe, come arguito anche dalla distribuzione degli after - shock, dal tipo di faglia e dalla forma d'onda dei sismogrammi. Il movimento diretto sembra aver contribuito all' alto livello di distruzione del sisma (**effetti di direzionalità Near Fault**).

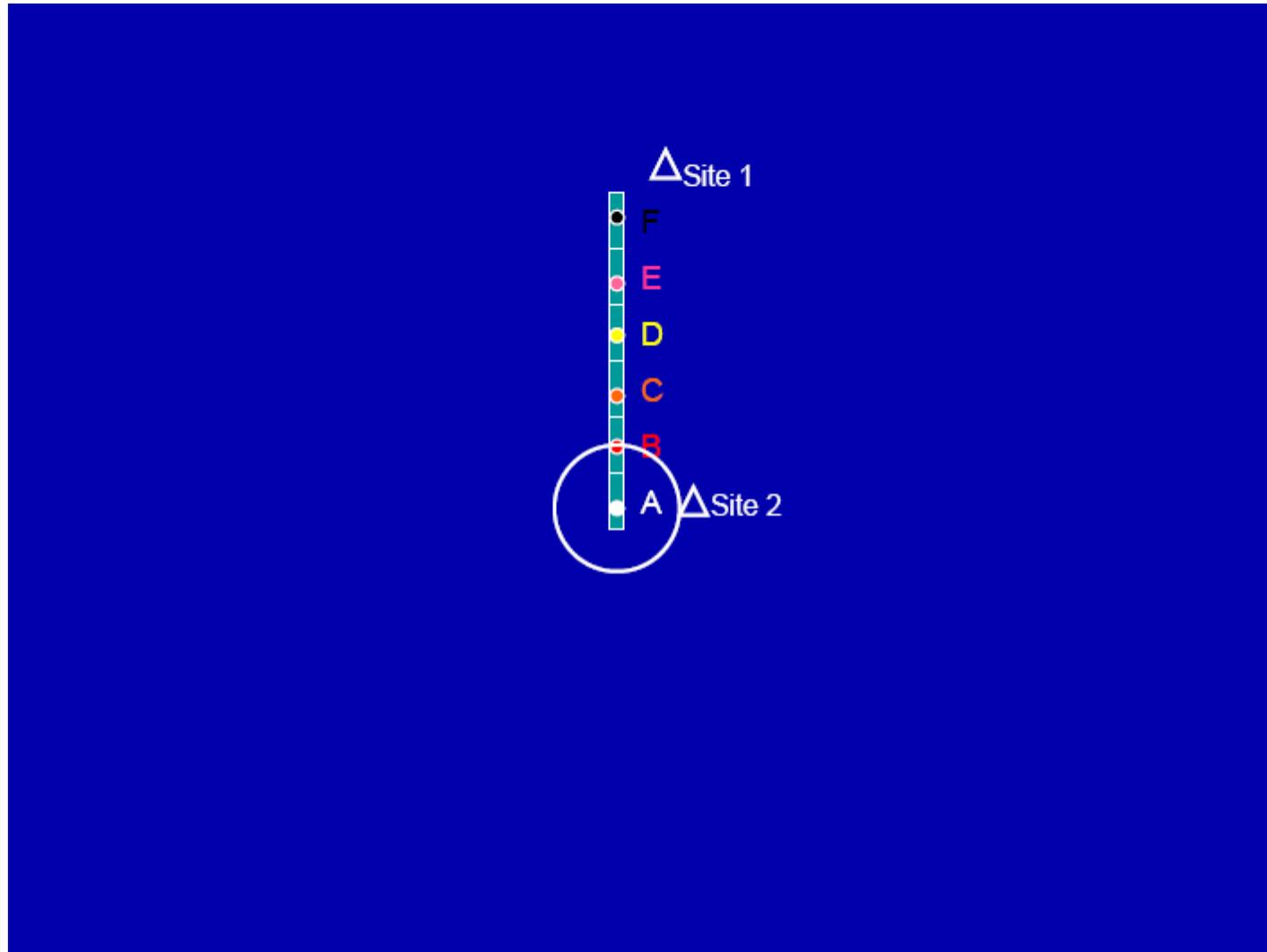
# Near Fault Effects

- **Le mappe di pericolosità** costruite con i metodi alla probabilistici alla Cornell tengono conto della propagazione delle onde lontano dalla zona di rottura **ma non prendono in conto gli effetti Near-Fault**
- A distanze inferiori ai 10-15 Km dall'epicentro più onde propagandosi dalla sorgente durante il processo di rottura si possono combinare in **un sito** posto sfavorevolmente **rispetto ad essa e subire una radiazione concentrata di onde in fase** dando luogo a moti particolarmente severi a causa **dell'azione cumulativa**
- **Effetti di direzionalità** caratterizzate da impulsi iniziali dovuti a **fenomeni di interferenza costruttiva** delle onde provenienti dalla sorgente in particolari condizioni geometriche

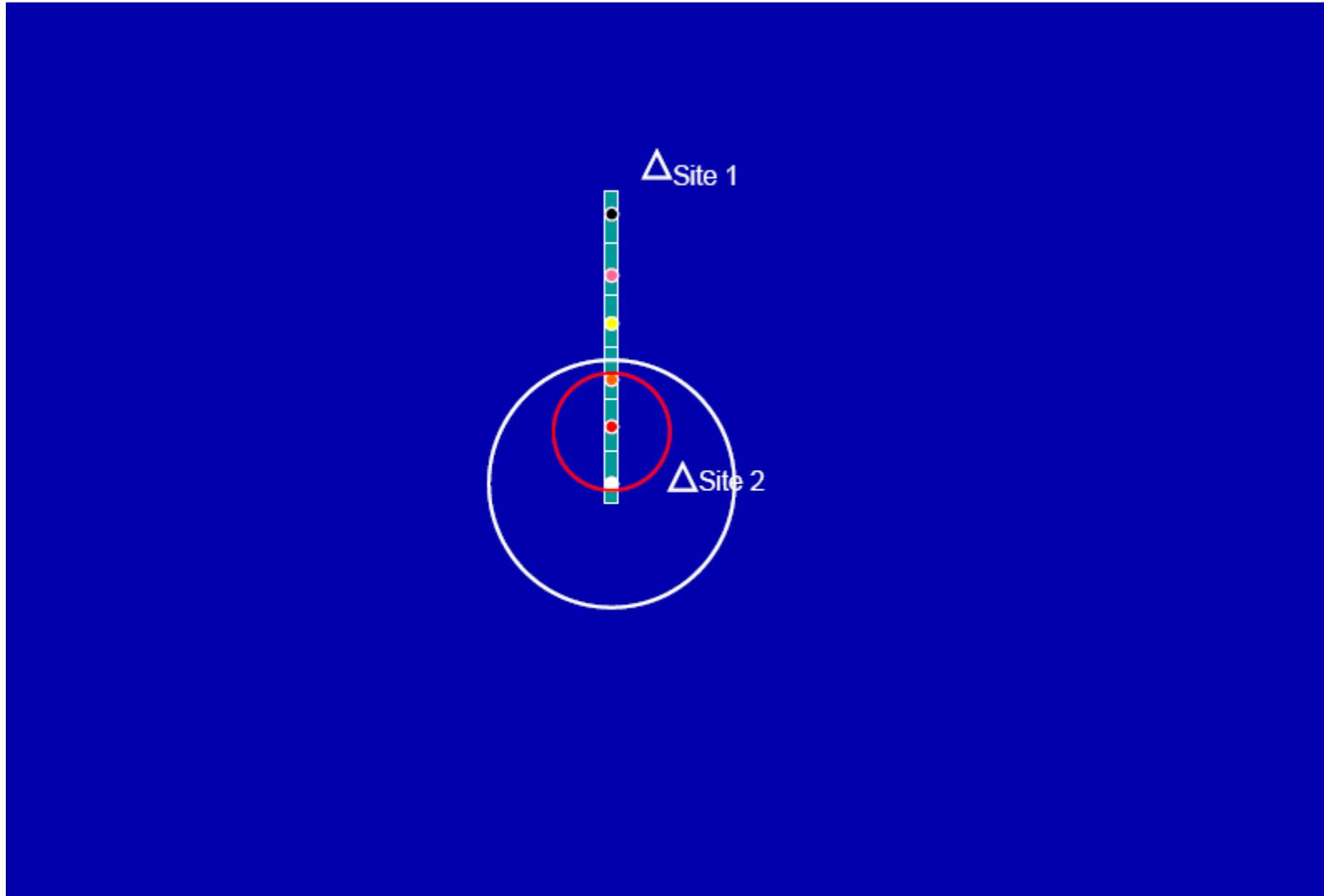
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



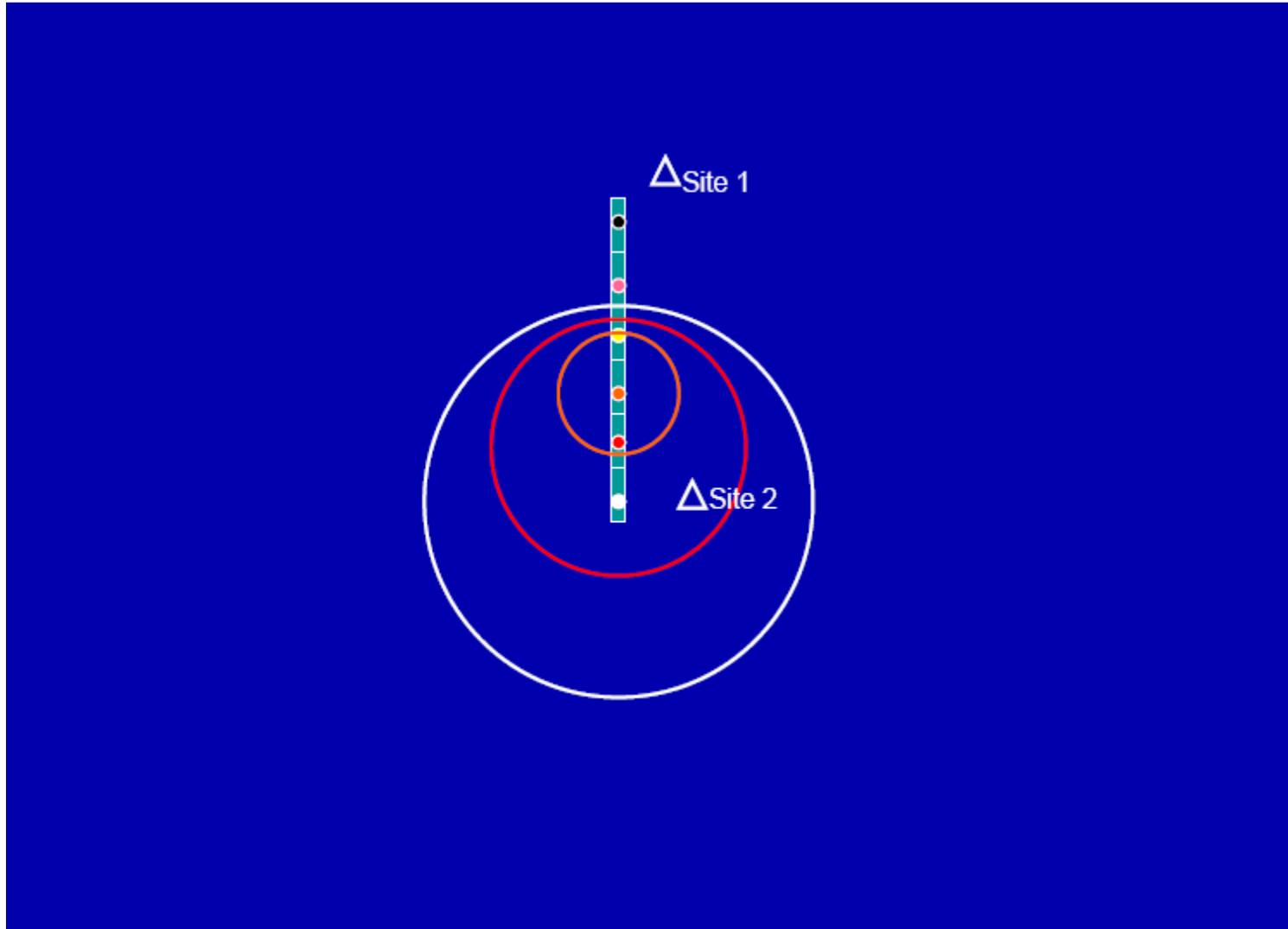
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



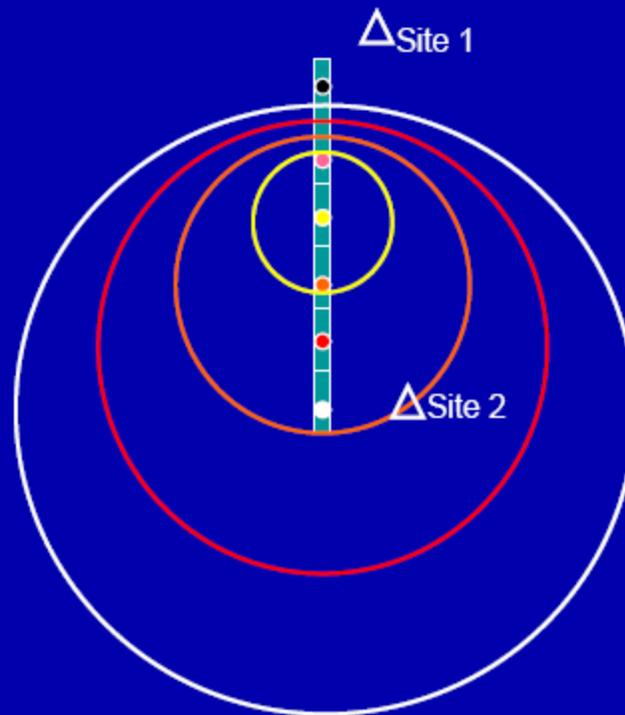
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



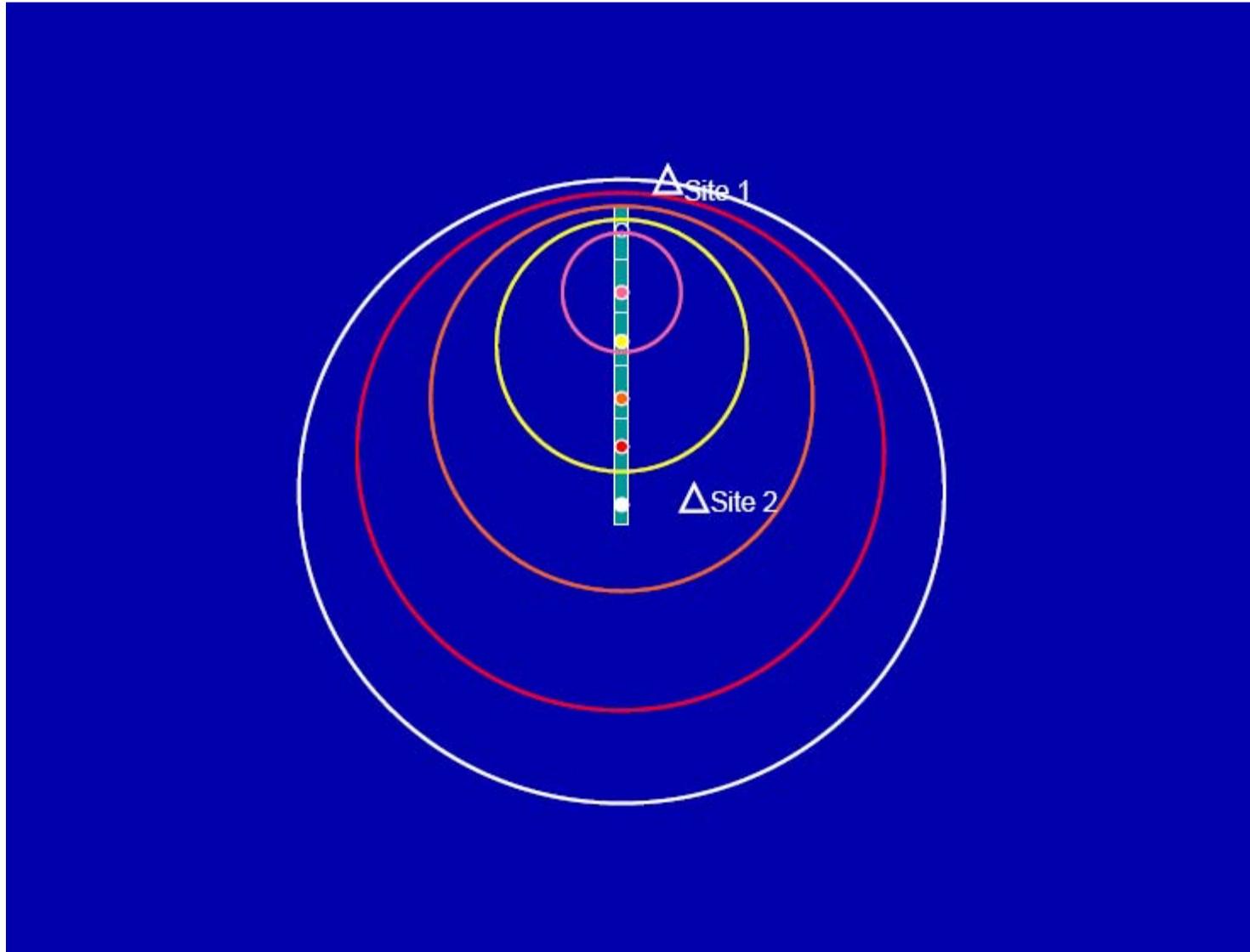
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



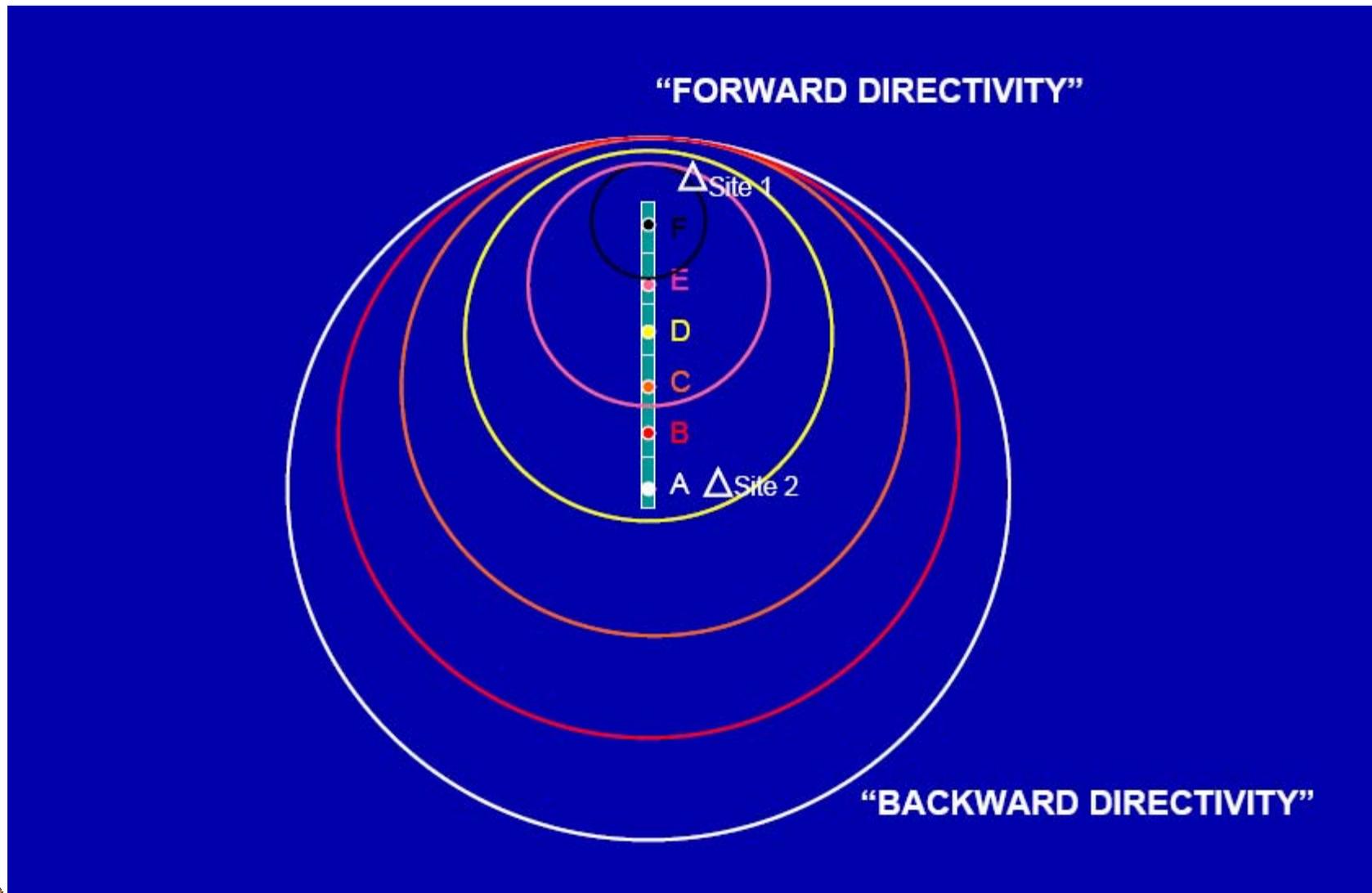
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



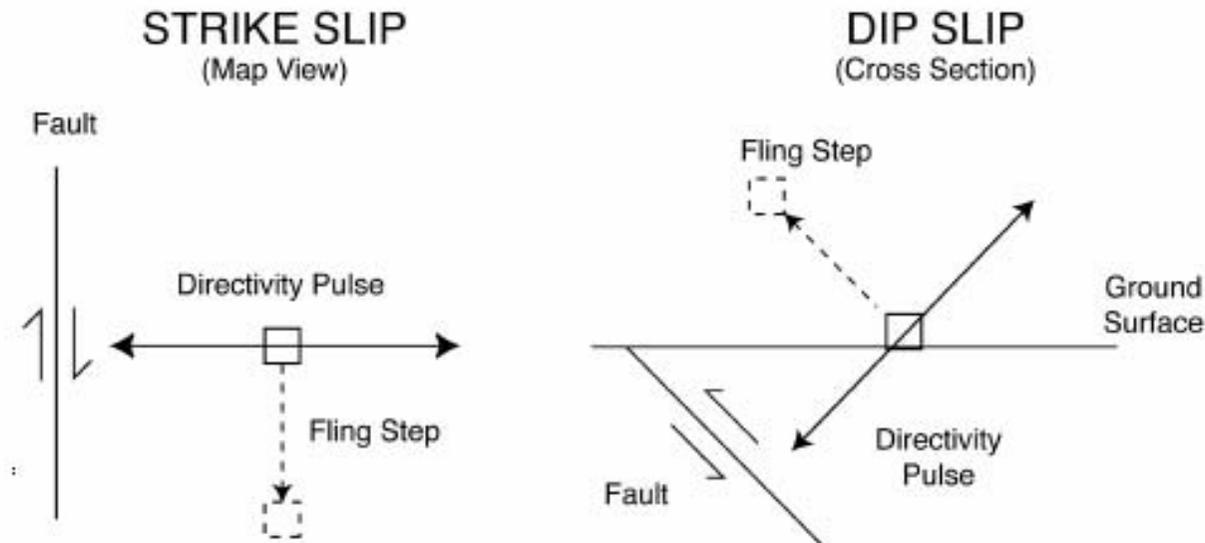
# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



# NEAR FAULT - DIRECTIVITY



# NEAR FAULT - DIRECTIVITY

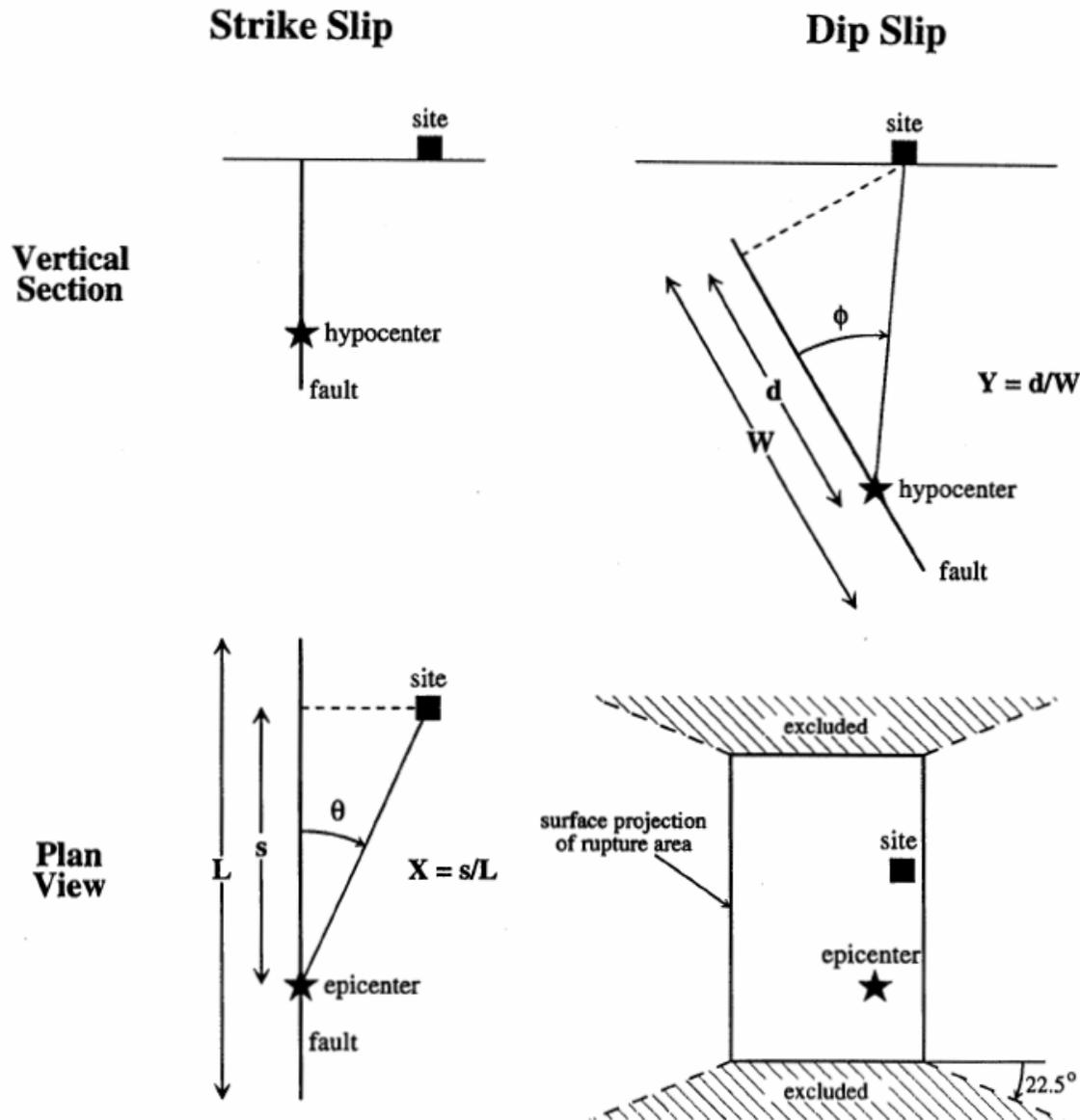


*da Paul G. Somerville 1997*

Lungo la rottura di una faglia trascorrente il sito posto dal lato opposto da quello da dove il processo di rottura si è innescato subisce un moto impulsivo di grande ampiezza che si sviluppa nel primo pezzo dell'eccitazione prevalentemente in direzione ortogonale alla faglia.

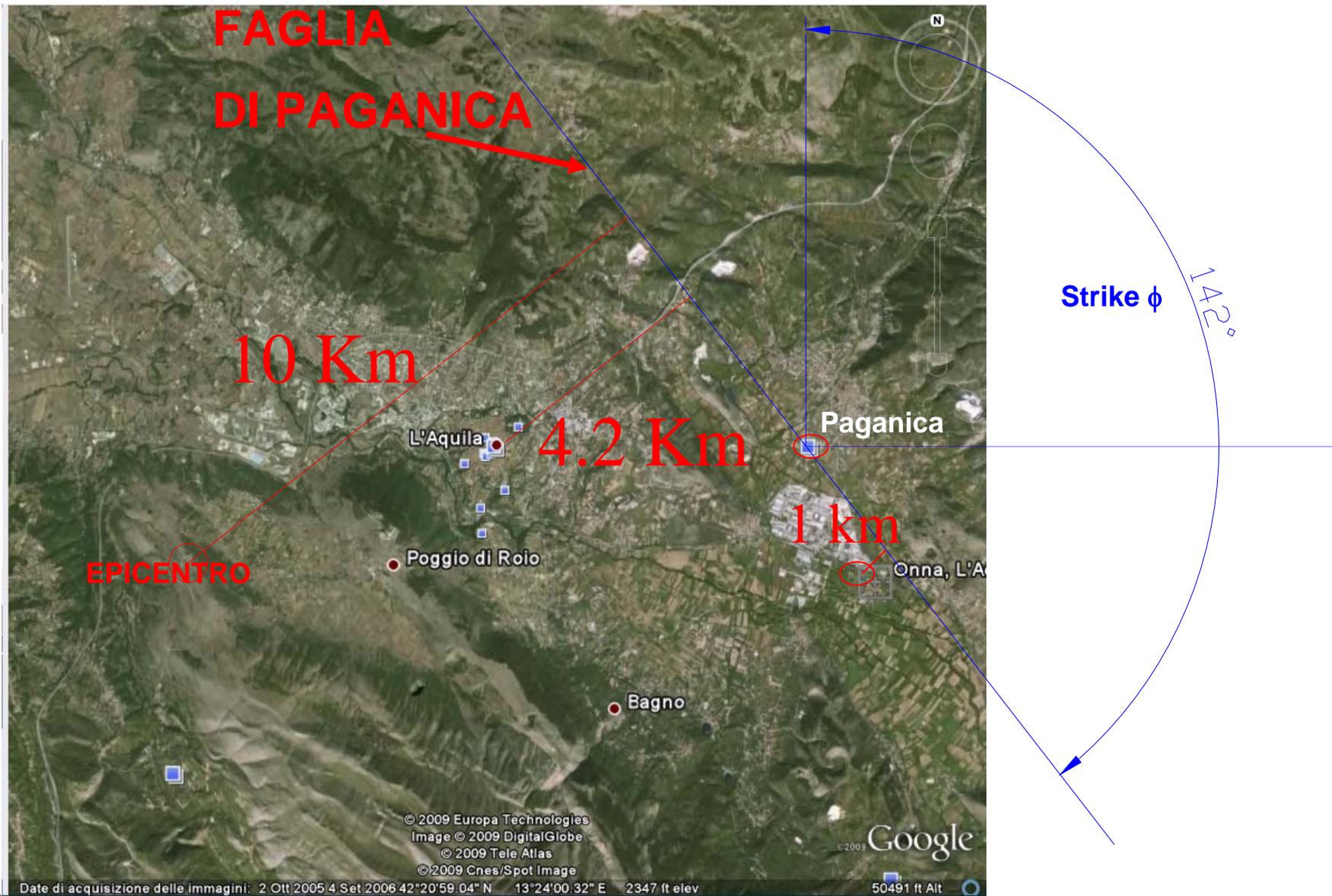
Per una faglia normale a media profondità come nel sisma aquilano la radiazione delle onde di taglio genera un impulso di elevata potenza nella direzione normale al piano di faglia con importanti componenti verticali.

# NEAR FAULT DIRECTIVITY GEOMETRIC CONDITIONS

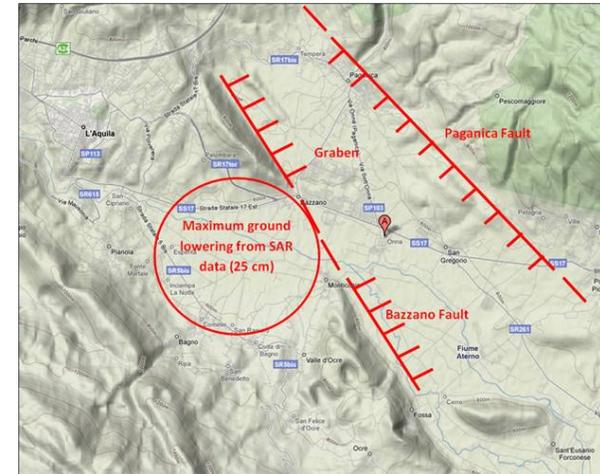
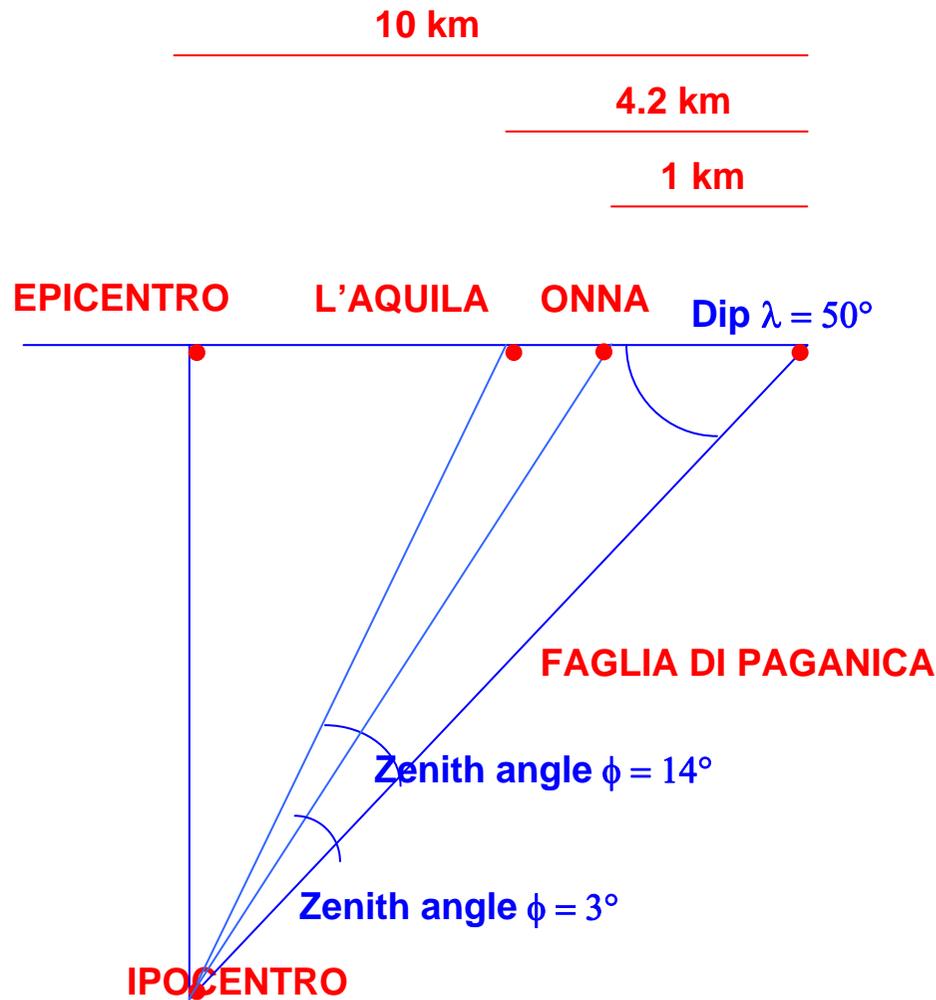


(Somerville et al. 1997)

# L'AQUILA FORWARD DIRECTIVITY REGION



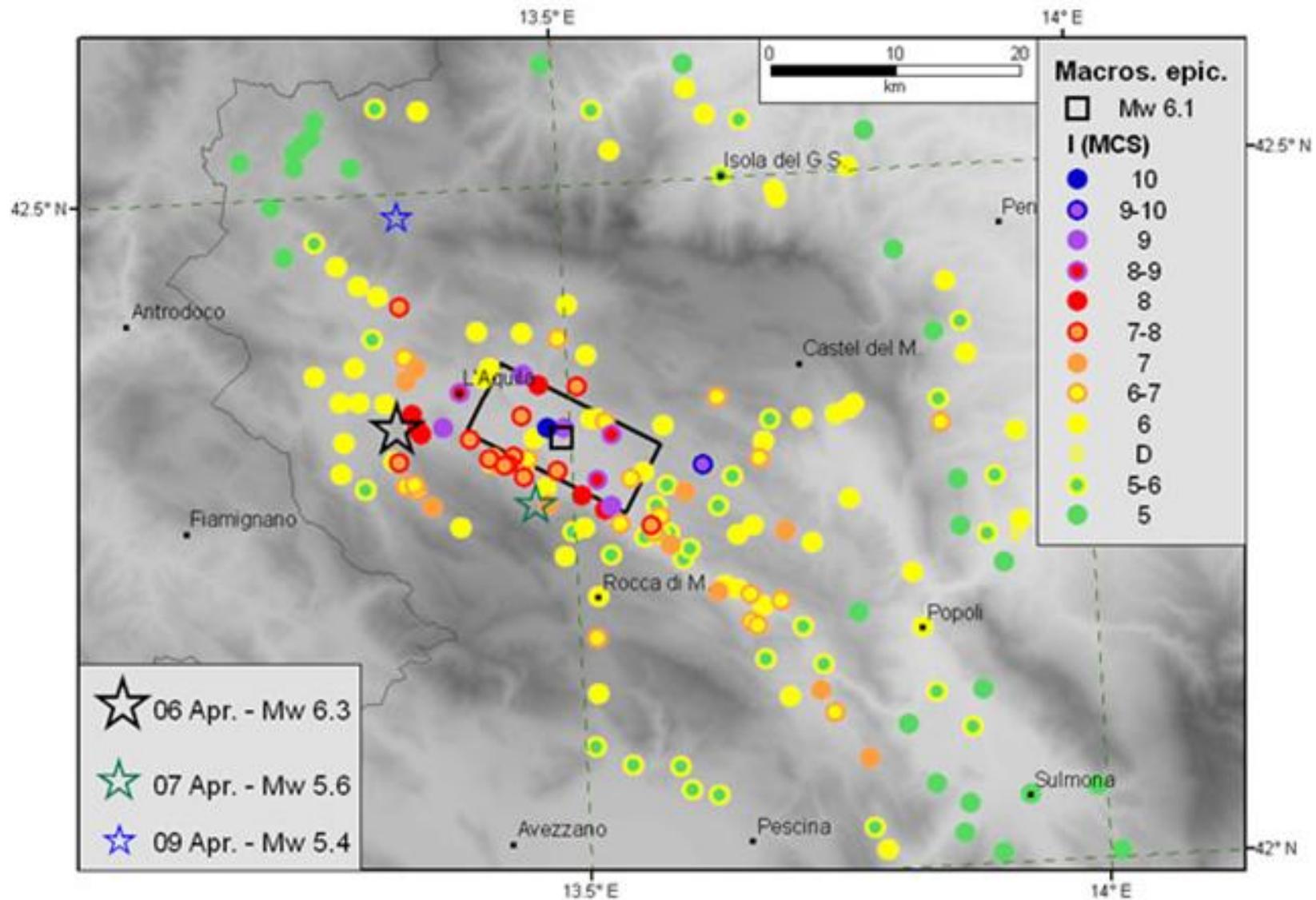
# L'AQUILA FORWARD DIRECTIVITY REGION



Piano verticale normale alla faglia



# MACROSEISMIC MCS INTENSITIES



•Fonte INGV

# CASTELNUOVO DAMAGE

---



**CASTELNUOVO BASSA**



**CASTELNUOVO ALTA**

# L'AQUILA, SAN SALVATORE HOSPITAL

---

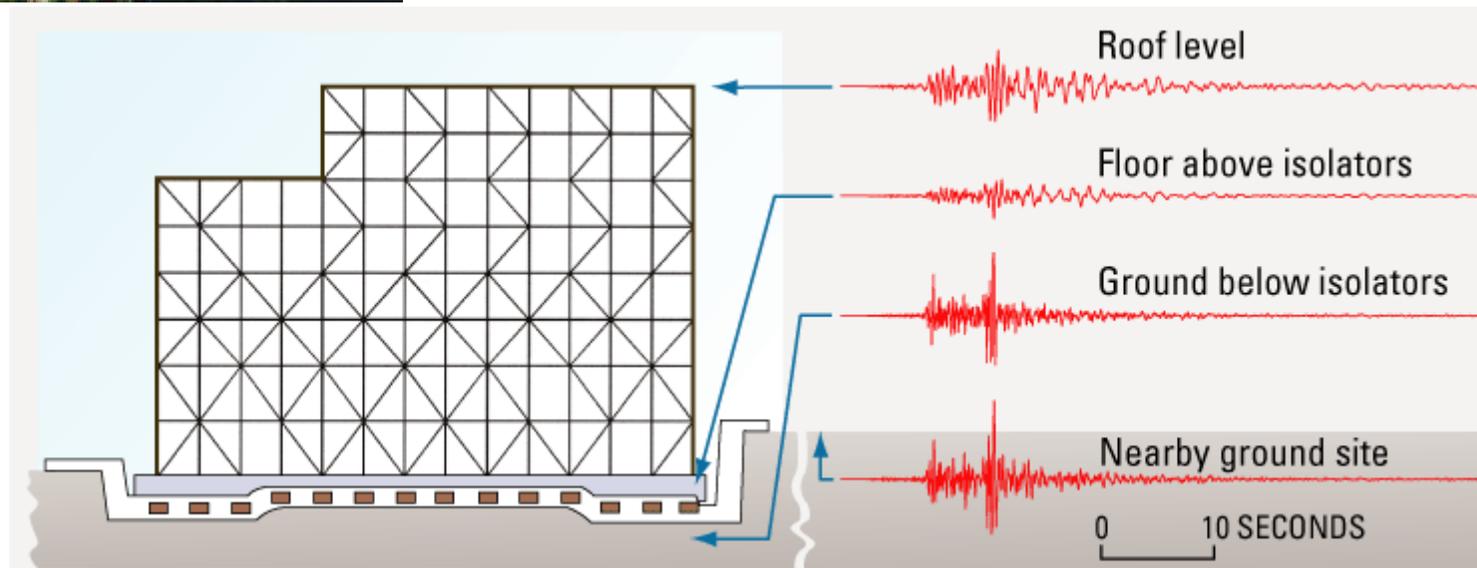
**LA NUOVA FILOSOFIA DI PROTEZIONE SISMICA PREVEDE CHE LE PRESTAZIONI DI UN OSPEDALE DOVREBBERO ASSICURARE LA PIENA OPERATIVITA' POST EVENTO MEDIA INTENSITA'**



# THE UCLA UNIVERSITY HOSPITAL NORTHRIDGE EQ. 1994



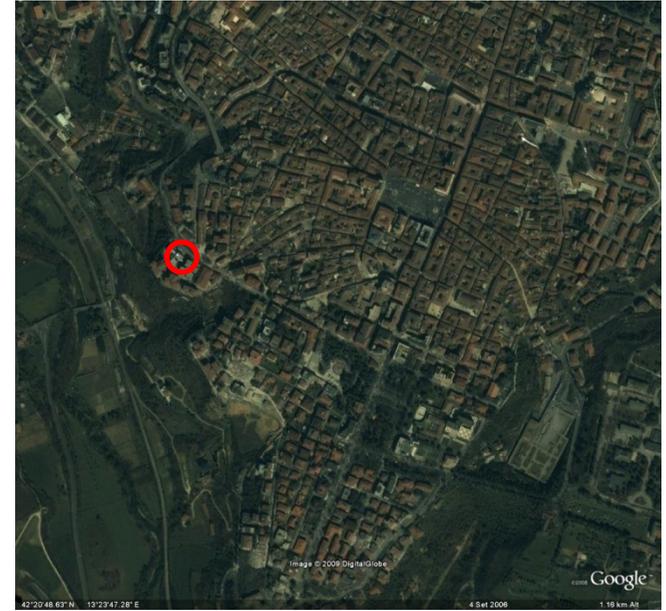
**BASE ISOLATION**



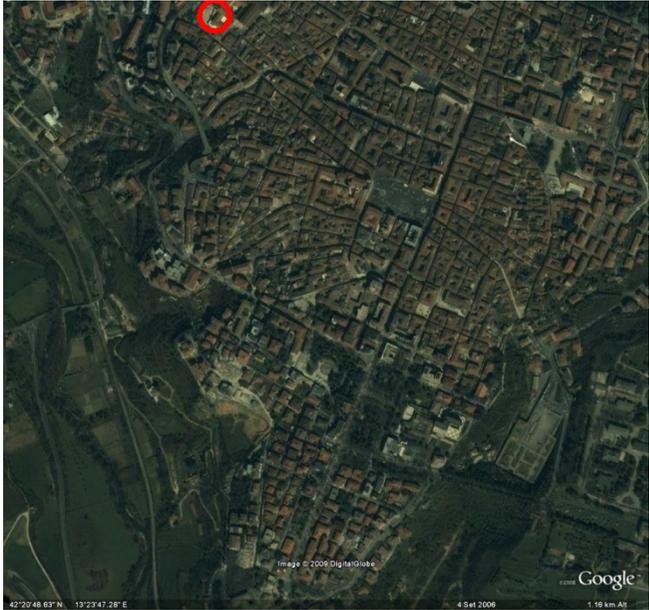
# L'AQUILA, STUDENT HOUSING BUILDING

---





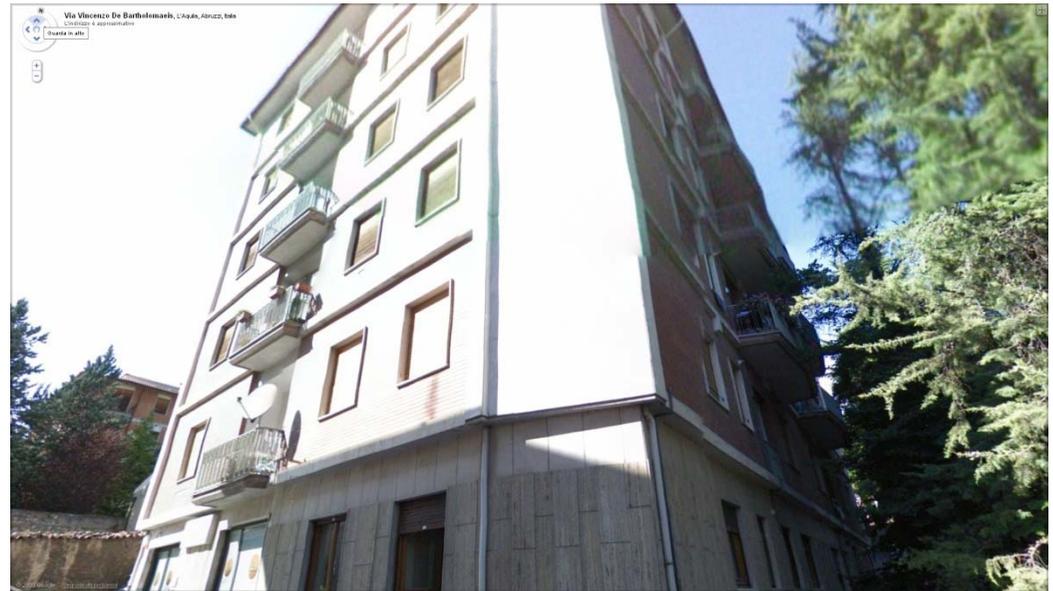
**CASA DELLO STUDENTE**



**HOTEL DUCA D'ABRUZZI**



**via Campo di Fossa, L'Aquila**



# EFFICIENCY OF THE CHAINS FOR THE MASONRY BUILDINGS PROTECTION

---



# SHEAR FAILURE OF NODAL CONNECTIONS WITHOUT STIRRUPS





San Gregorio, Pancake Collapse

# CASTEL DI IERI – SHORT COLUMNS

---



# BRIDGE ON THE ATERNO RIVER SOUTH ONNA

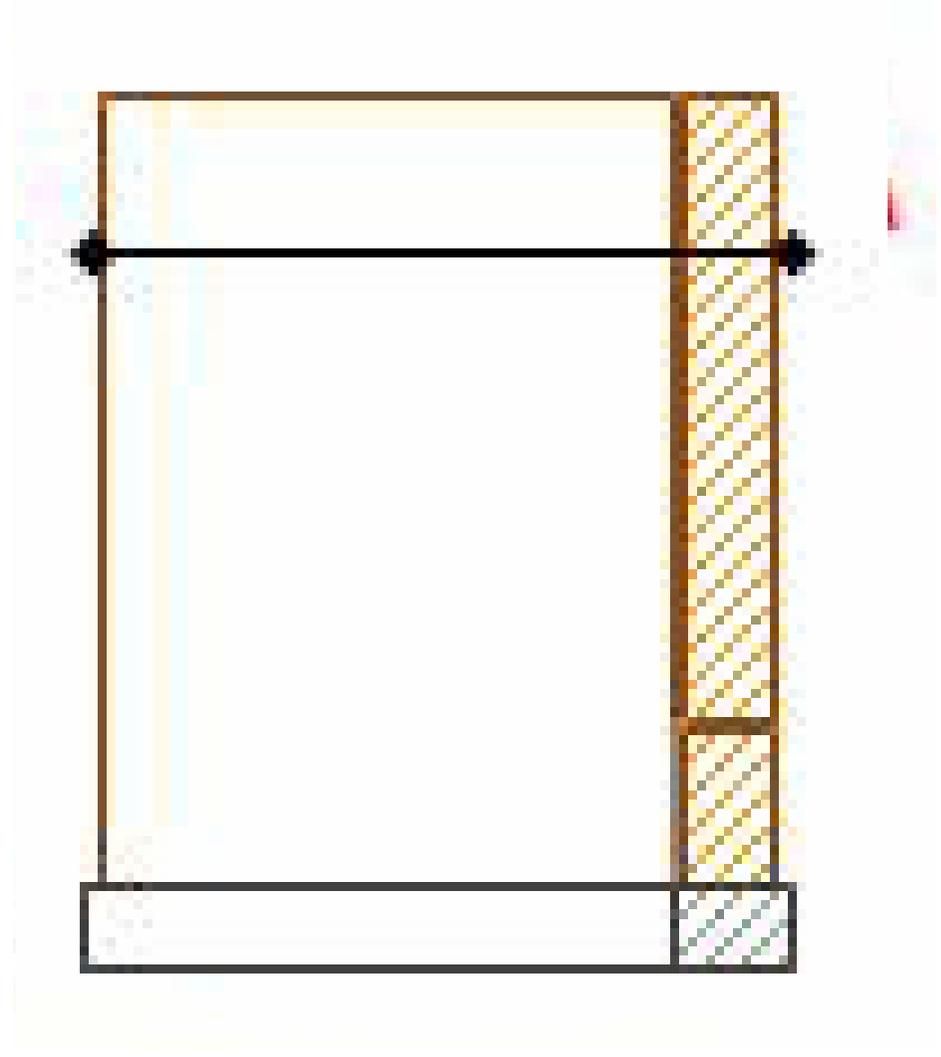


# L'AQUILA, CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA ARTIGIANO ED AGRICOLTURA

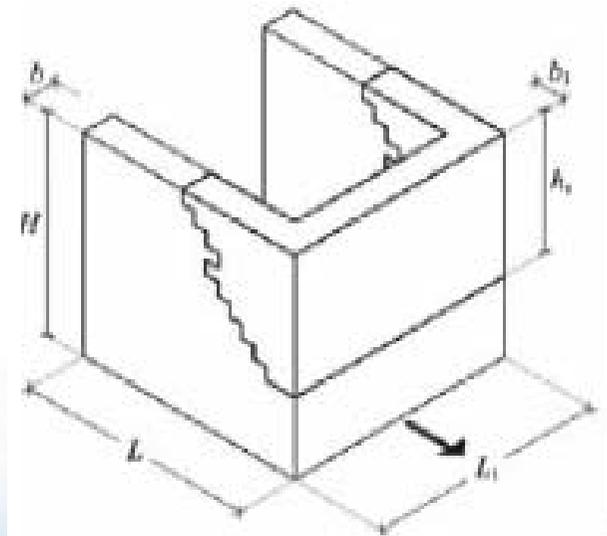


# OUT-OF-PLANE FAILURE

---



# UNIVERSITÀ DELL'AQUILA

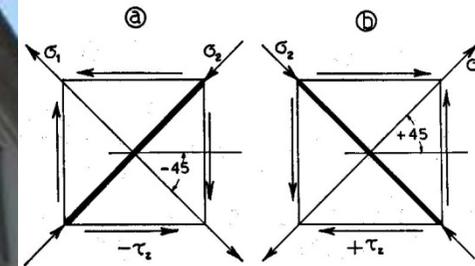


**QUANTO INCIDE L'INVECCHIAMENTO DELLE MALTE SULLA RESISTENZA TAGLIANTE DELLE PARETI MURARIE?**



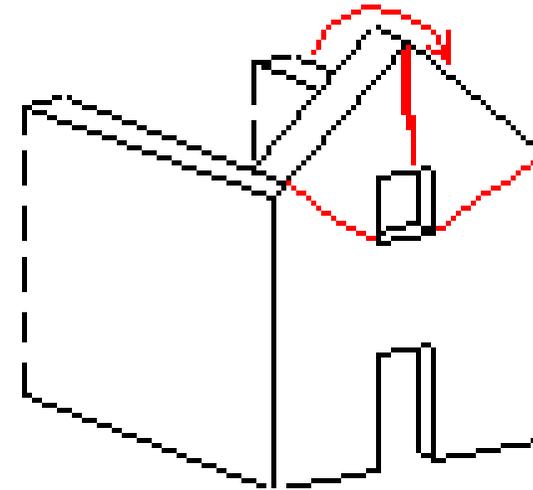
Prof. Bruno Palazzo - Università degli Studi di Salerno – *Dipartimento di Ingegneria Civile*

# SHEAR CRACKING IN MASONRY WALL

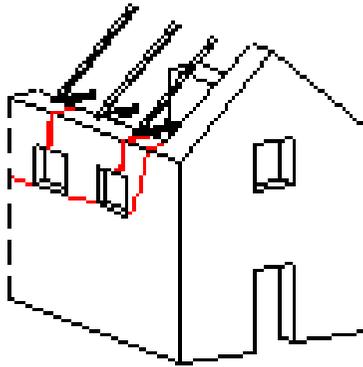


# THE SAN DEMETRIO NE VESTINI CHURCH FACADE OUT OF PLANE OVERTURNING COLLAPSE

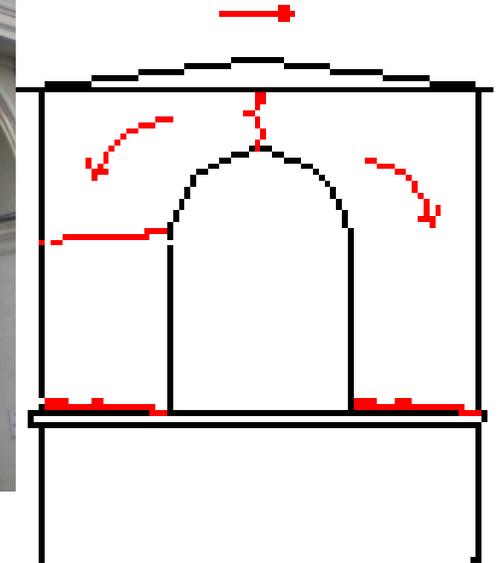
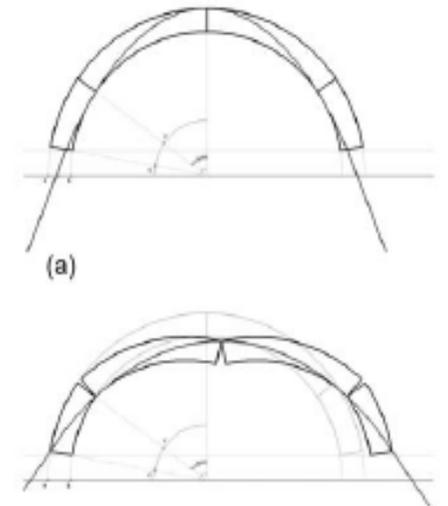
---



# L'AQUILA, E. DE AMICIS SCHOOL BUILDING ROOF PUSHING



# BRITTLE HINGE IN MASONRY ARCH



# S.MARIA DI COLLEMAGGIO MEDIEVAL CHURCH DOME COLLAPSE OVER THE TRANSEPT



- 1285
  - PAPA  
CELESTINO V
  - DANNI T. 1703
  - REST. 1966
- MORETTI**

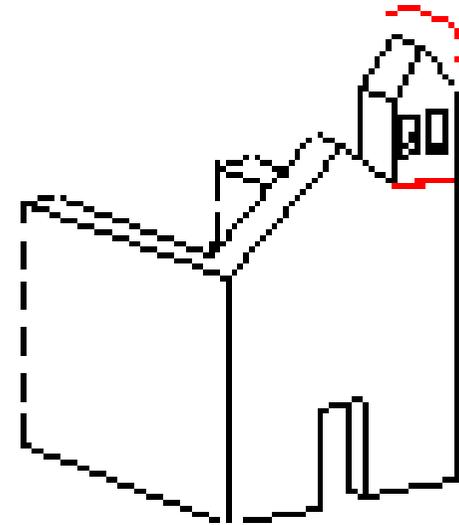


# L'AQUILA, CHIESA DI S.MARIA DI COLLEMAGGIO

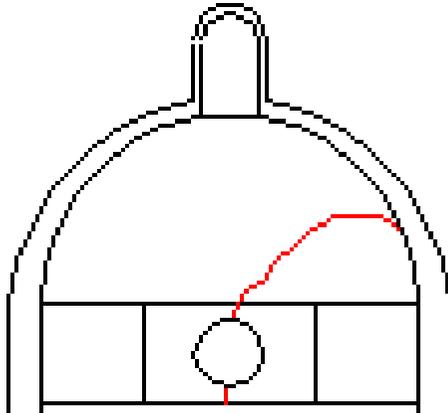


# L'AQUILA, S. BERNARDINO CHURCH

---



# CHIESA DELLE ANIME SANTE, L'AQUILA



- Valadier 1805
- 3 anelli lignei



# EXTENSIVE NON-STRUCTURAL DAMAGE

---



**Assenza di collegamenti diatonici tra le fodere**

**Per evitare i ponti termici si realizzano spesso equilibri precari**



# L'AQUILA GALILEI ELEMENTARY SCHOOL HEAVY CEILING COLLAPSE

**MAI PIU' CONTROSOFFITTI PESANTI NELLE ZONE A  
FORTE SISMICITA'!!!!**



# **IMPARANDO DAL TERREMOTO AQUILANO**

- ❑ PUR ESSENDO LA MAGNITUDO MEDIO ALTA ( $M_l = 5.8$  ED  $M_w=6.3$ ) LE ACCELERAZIONI DI PICCO AL SUOLO REGISTRATE IN ALCUNE ZONE DELL'AQUILANO SONO STATE PIU' ELEVATE DI QUELLE PREVISTE DALLE MAPPE DI PERICOLOSITA' "MPS04" PER T=475 ANNI**
- ❑ PARTICOLARMENTE ELEVATA E' RISULTATA LA COMPONENTE VERTICALE DELL'ACCELERAZIONE DI CUI LE NTC 2008 TENGONO CONTO SOLO IN CASI PARTICOLARI**
- ❑ GLI SPETTRI DI RISPOSTA DELLE REGISTRAZIONI NEAR FAULT EVIDENZIANO ACCELERAZIONI SUPERIORI AGLI SPETTRI DI PROGETTO DELLE NUOVE NTC 2008 IN CORRISPONDENZA DEI PERIODI BASSI (ALTE FREQUENZE) MENTRE PER PERIODI ALTI L'ACCELERAZIONE SPETTRALE E' RISULTATA PIU' RIDOTTA**
- ❑ NELLE STESSE ZONE GLI SPETTRI DI RISPOSTA INELASTICI MOSTRANO UNA DOMANDA DI DUTTILITA' MOLTO PIU' ELEVATA DEI VALORI INDICATI DALLE NORME OVVERO RICHIEDONO RESISTENZE PIU' ELEVATE PER SUPERARE L'ECCITAZIONE**
- ❑ LA SEVERITA' DELLA DOMANDA SISMICA NEL NEAR FIELD E L'ELEVATA COMPONENTE VERTICALE DELL'ACCELERAZIONE SONO COMPATIBILI CON L'IPOTESI DI DIRETTIVITA' DELL'AZIONE SISMICA IN DIREZIONE DELL'AQUILA E DI ONNA PER IRRAGGIAMENTO DAL PIANO DI ROTTURA INDIVIDUATO DA INGV**
- ❑ LA REGIONE ABRUZZO DOVREBBE CLASSIFICARE L'AQUILA IN ZONA 1 E LE REGIONI DOVREBBERO SEGUIRE IN CONTINUO L'EVOLUZIONE DELLE MAPPE DI PERICOLOSITA' DI INGV**

- ❑ **IN UNA REVISIONE DELLE NTC SI PONE IL PROBLEMA DI TENER CONTO DEGLI EFFETTI NEAR-FAULT E DELLE COMPONENTI VERTICALI DI ACCELERAZIONE OVE NECESSARIO**
- ❑ **L'ISOLAMENTO SISMICO, SE UTILIZZATO PER ALCUNI EDIFICI STRATEGICI ANCHE PROSSIMI ALL'EPICENTRO, AVREBBE CONSENTITO DI SUPERARE QUESTO SISMA CON DANNI TRASCURABILI**
- ❑ **LE CATENE SI CONFERMANO EFFICACE TECNICA DI PROTEZIONE SISMICA NELL'EDILIZIA MURARIA.**
- ❑ **NELLA PROGETTAZIONE OCCORRE CONSIDERARE CON MAGGIORE ATTENZIONE GLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (TAMPONATURE, CONTROSOFFITTI, IMPIANTI, ARREDI ETC.)**
- ❑ **L'EDILIZIA OSPEDALIERA NON HA FUNZIONATO BENE. SI DEVONO RICHIEDERE PRESTAZIONI SISMICHE DI IMMEDIATA OPERATIVITA' POST EVENTO CON IMPIANTI E SISTEMI TECNOLOGICI FUNZIONANTI IN CASO DI TERREMOTI RARI CON PERIODO DI RITORNO DI 500 ANNI**
- ❑ **SUI DANNI E SUI LUTTI DEL TERREMOTO PESANO COMUNQUE LA POVERTA' E QUALITA' DEI PROGETTI E DELL'ESECUZIONE, L'ERRORE UMANO, LA ASSENZA DI MANUTENZIONE, LE CARENZE DI CONTROLLO DEL PROCESSO COSTRUTTIVO LA LIMITATA DIFFUSIONE DI UNA ADEGUATA CULTURA SISMICA CHE RESTA IL VERO E PIU' IMPORTANTE STRUMENTO DI PROTEZIONE SISMICA**