



amra
■ analysis and monitoring of environmental risk

**GIORNATA SUL
RISCHIO SISMICO
IN CAMPANIA**

in memoria di Filippo Vinale

Imparando dal terremoto Aquilano

PROF. ING. BRUNO PALAZZO



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

CONTENUTO

- 1. IL TERREMOTO DEL 6 APRILE 2009**
- 2. LE ACCELERAZIONI REGISTRATE E QUELLE PREVISTE**
- 3. SPETTRI DI RISPOSTA E SPETTRI DI PROGETTO**
- 4. SPETTRI DI RISPOSTA IN REGIME INELASTICO**
- 5. EFFETTI NEAR-FAULT**
- 6. ASPETTI DEL DANNEGGIAMENTO**
- 7. IMPARANDO DAL TERREMOTO AQUILANO**

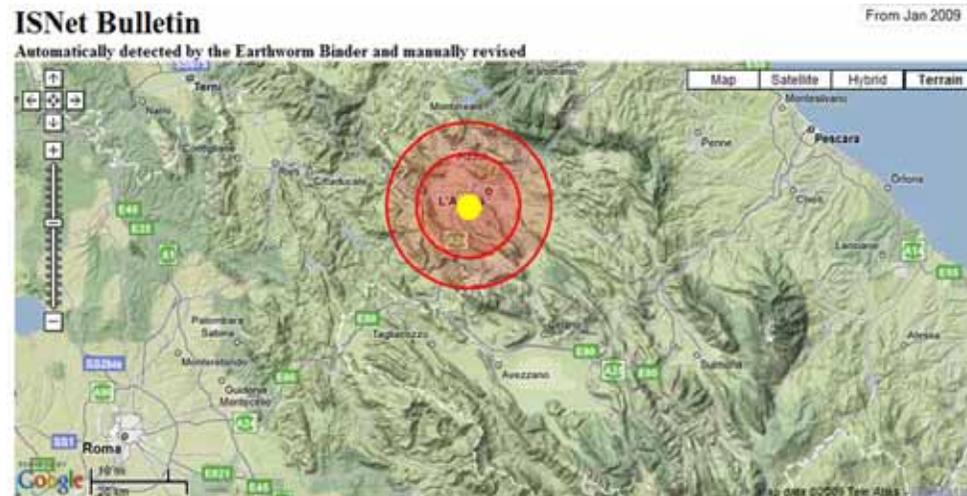


TERREMOTO DELL'AQUILA

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.

La profondità stimata dell'ipocentro è di circa 9 km, caratteristica dei terremoti appenninici. L'epicentro prossimo centro urbano dell'Aquila. Il bilancio provvisorio parla di circa 300 morti, 1000 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 ($M_I=5.3$) e il 9 aprile ($M_I=5.1$). L'Ingv ha osservato che i terremoti di magnitudo Richter compresa tra $M=3.5$ e 5, sono stati in totale 32.



MAGNITUDO MOMENTO

MAGNITUDO RICHTER

La **Magnitudo Richter** o **Locale** (M_L – Richter, 1935) stima la grandezza di un evento sismico misurando l'ampiezza massima di un sismogramma registrata mediante il sismografo standard di Wood-Anderson a 100km di distanza:

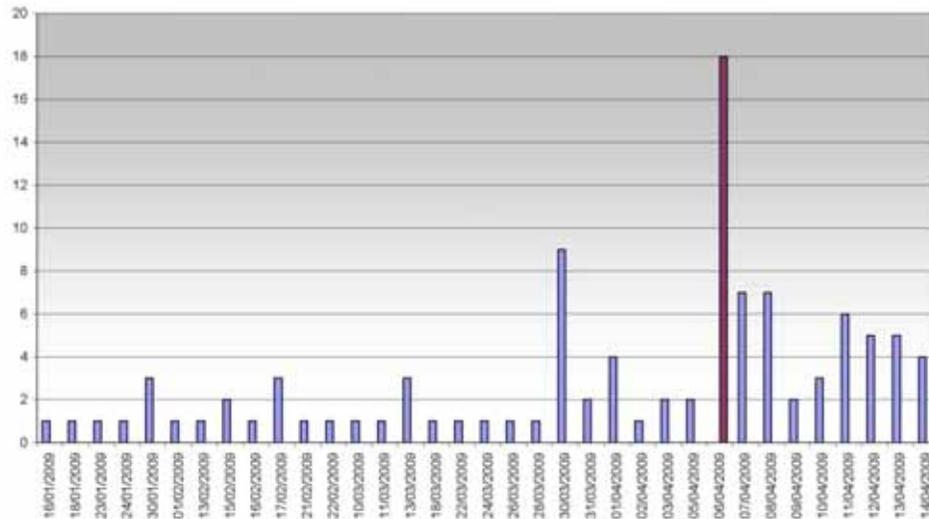
$$M_L = \log A - \log A_0$$

La **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 rappresentativo dell'energia rilasciata durante l'evento. La misura M_w è tarata in modo da coincidere per eventi minori di $M_w=6$ con la Magnitudo Richter

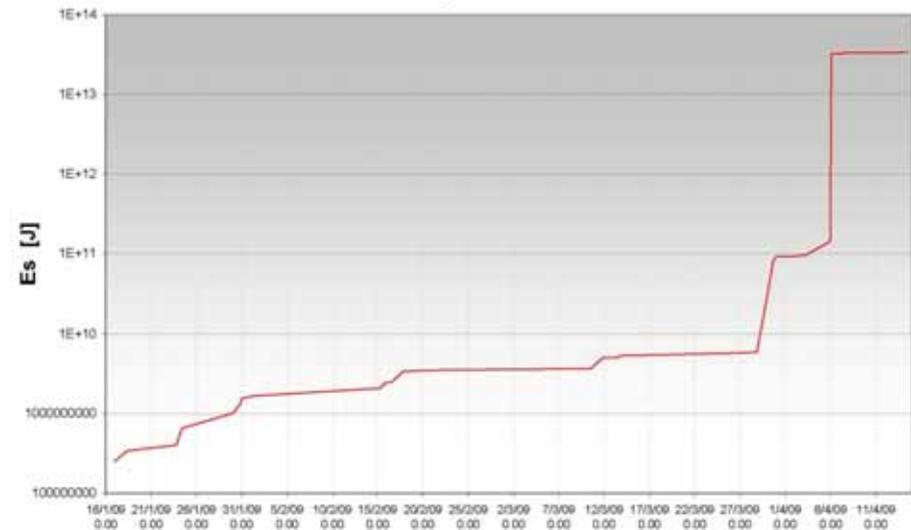


TERREMOTO AQUILANO SCIAME PRE E POST EVENTO

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



ENERGIA CUMULATIVA
(CATALOGO INGV)



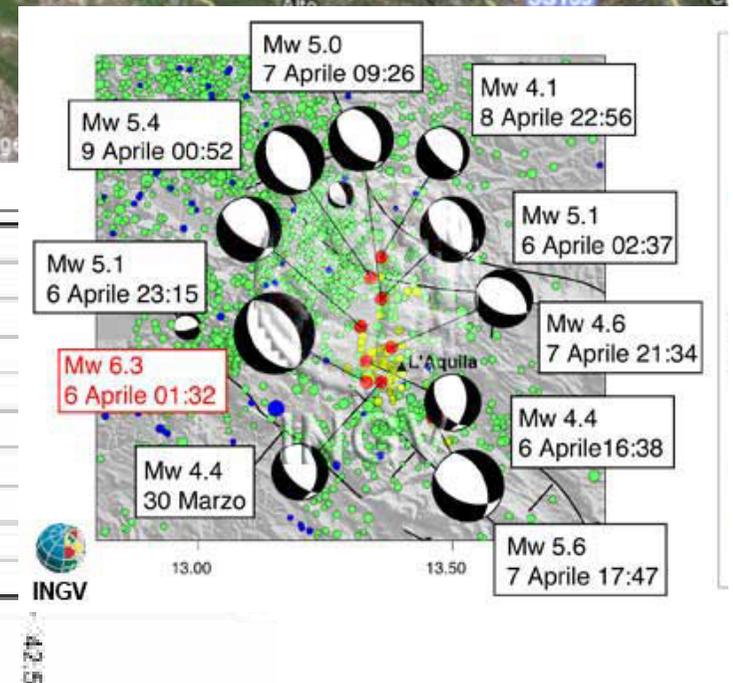
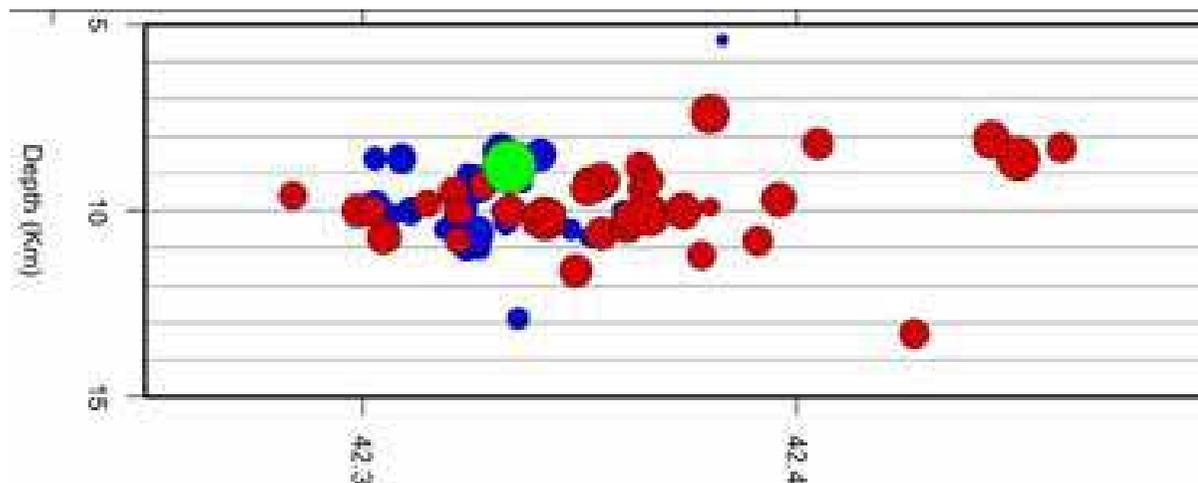
Circa il 70% della attività sismica di origine tettonica di $M < 4$ non è seguita da terremoti di più alta energia. (L.Sykes,2001)



CARATTERISTICHE DELLA ROTTURA

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

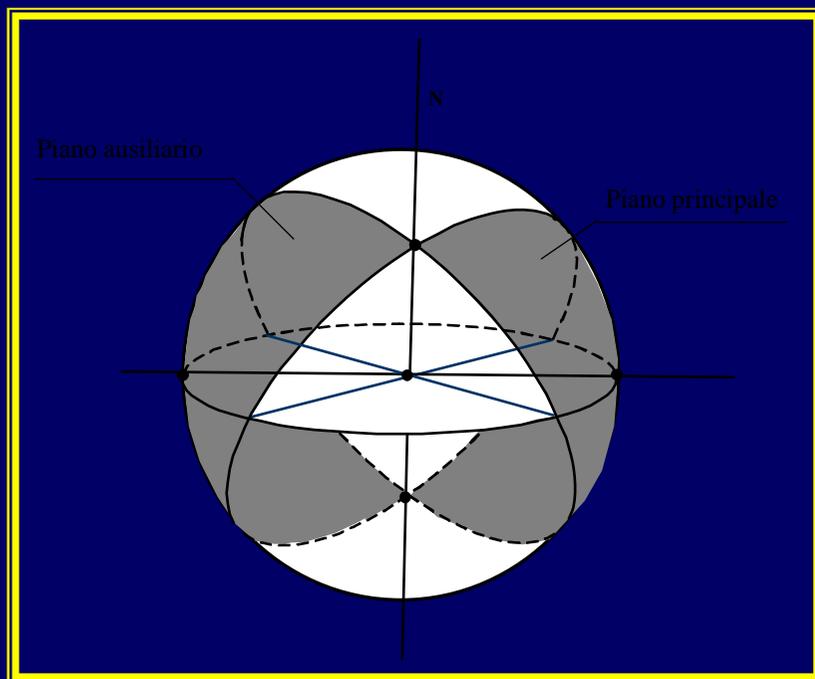
○ Previous 24h
 ○ Previous 48h
 ○ Previous 7 days



INGV

LA SFERA FOCALE

La sfera focale è una sfera ideale centrata sull'ipocentro è possibile individuare sulla sfera focale quattro quadranti cui corrispondono alternativamente impulsi di compressione (superfici scure) e di dilatazione (superfici chiare). Si possono individuare:



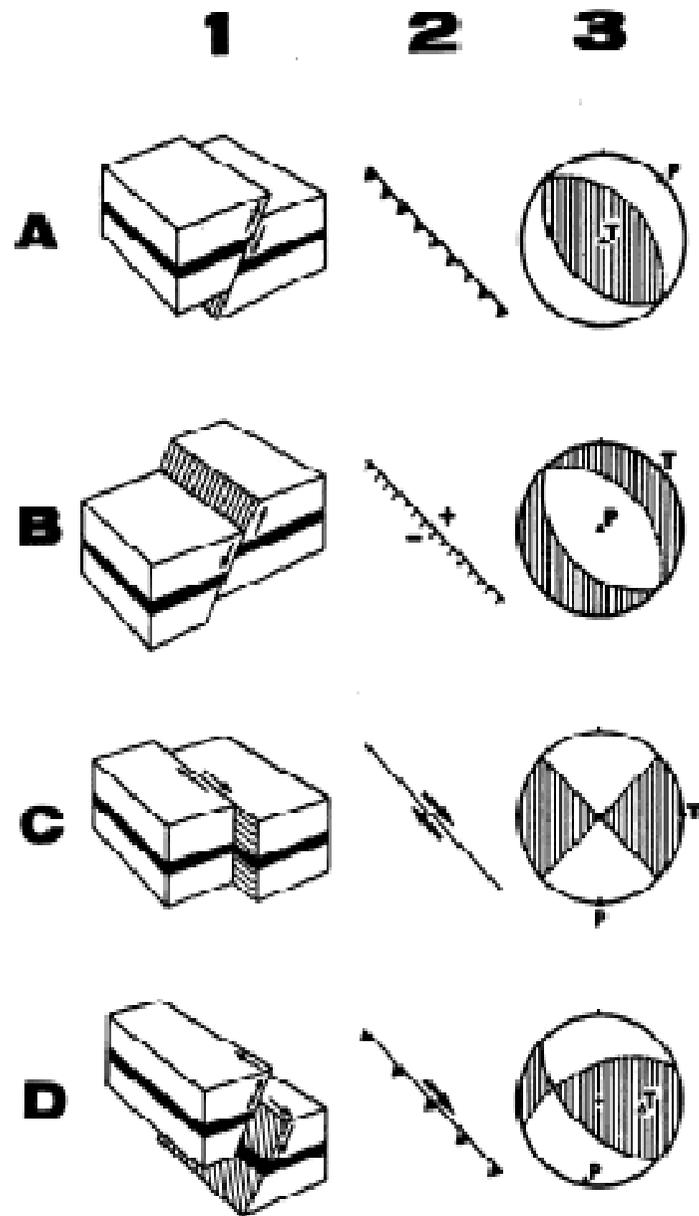
piani nodali: due piani ortogonali passanti per l'ipocentro e su cui si annullano le ampiezze delle onde P

piani principale: due piani ortogonali passanti per l'ipocentro e su cui si annullano le ampiezze delle onde P

piano ausiliario: è perpendicolare al vettore spostamento all'ipocentro

L'intersezione dei piani nodali identifica l'asse sul quale è nulla la componente relativa dello sforzo.

Dalle registrazioni non è possibile individuare quale dei due piani è quello di scorrimento della faglia. Per superare tale indeterminazione, è necessario ricorrere ad osservazioni geologiche oppure allo studio della distribuzione delle scosse che seguono l'evento principale (aftershocks).



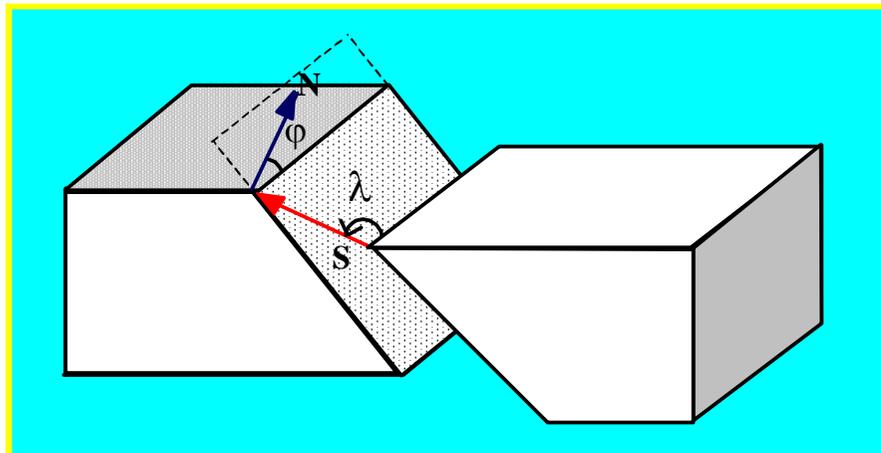
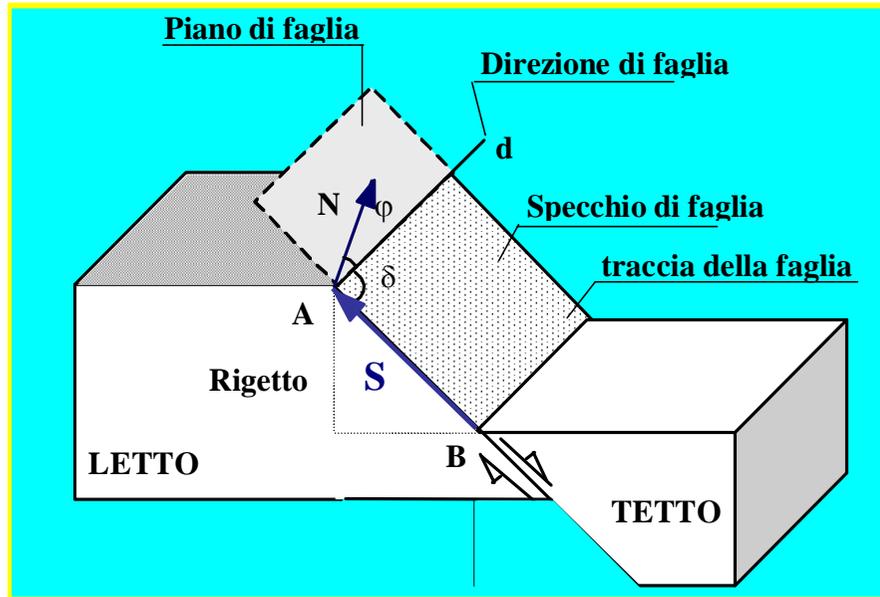
- **Faglia inversa**

- **Faglia normale**

- **Faglia trascorrente**

- **Faglia obliqua**

Evento 6.04.09 :Piano di Faglia 17 x 14 Km² tra 11.8 e 0.6 Km di profondità – Strike 142°- pendenza 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.

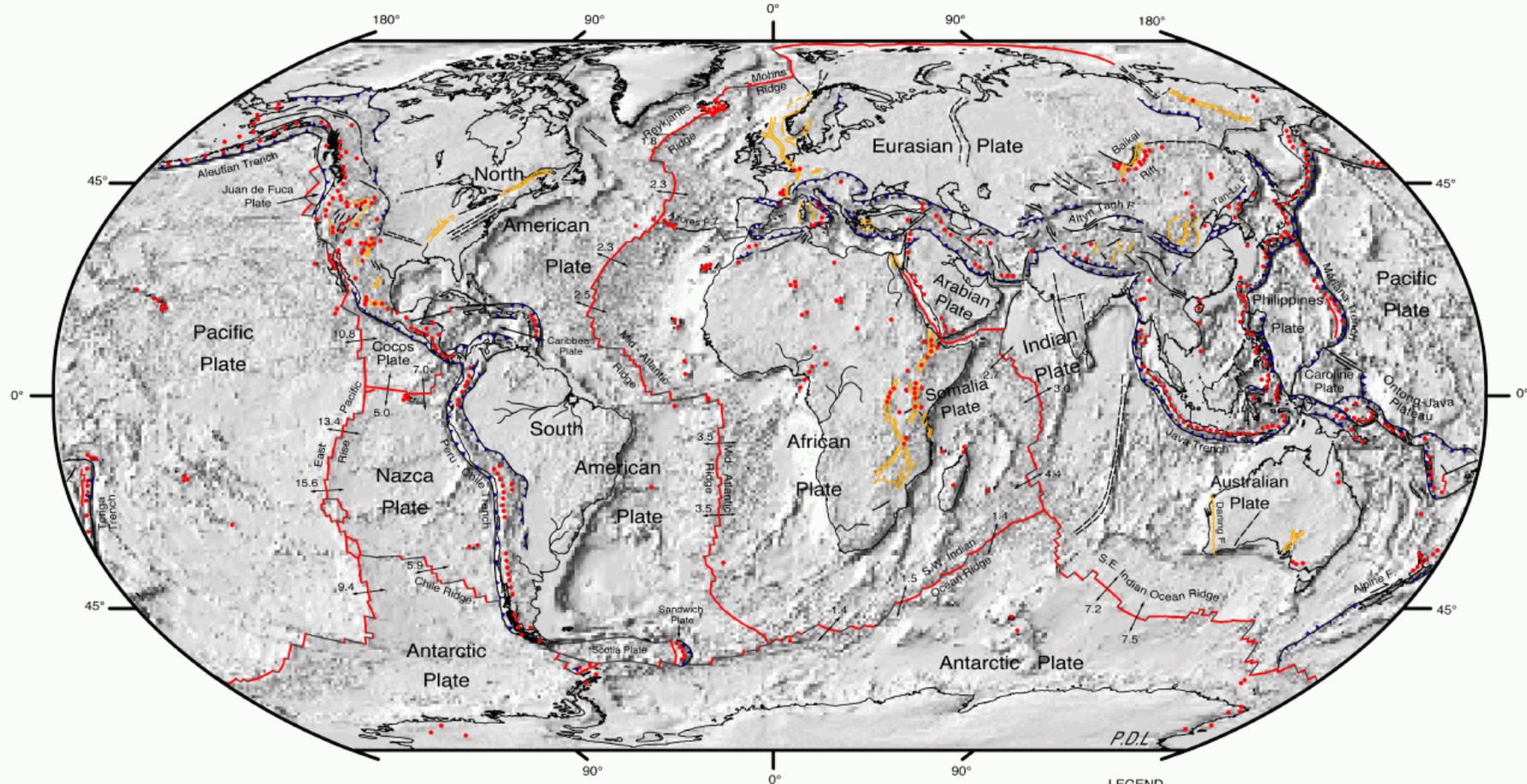
Il **RIGETTO** è la componente verticale del vettore scorrimento e corrisponde ai movimenti relativi di sprofondamento o innalzamento delle due parti; la sua componente orizzontale corrisponde all'allungamento del materiale.

STRIKE è l'angolo ϕ formato dalla direzione della faglia con il Nord geografico

L'INCLINAZIONE (dip) della faglia è l'angolo δ formato dal piano di faglia con l'orizzontale.

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

TETTONICA GLOBALE



DIGITAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH
Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years

DTAM

NASA/Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland 20771

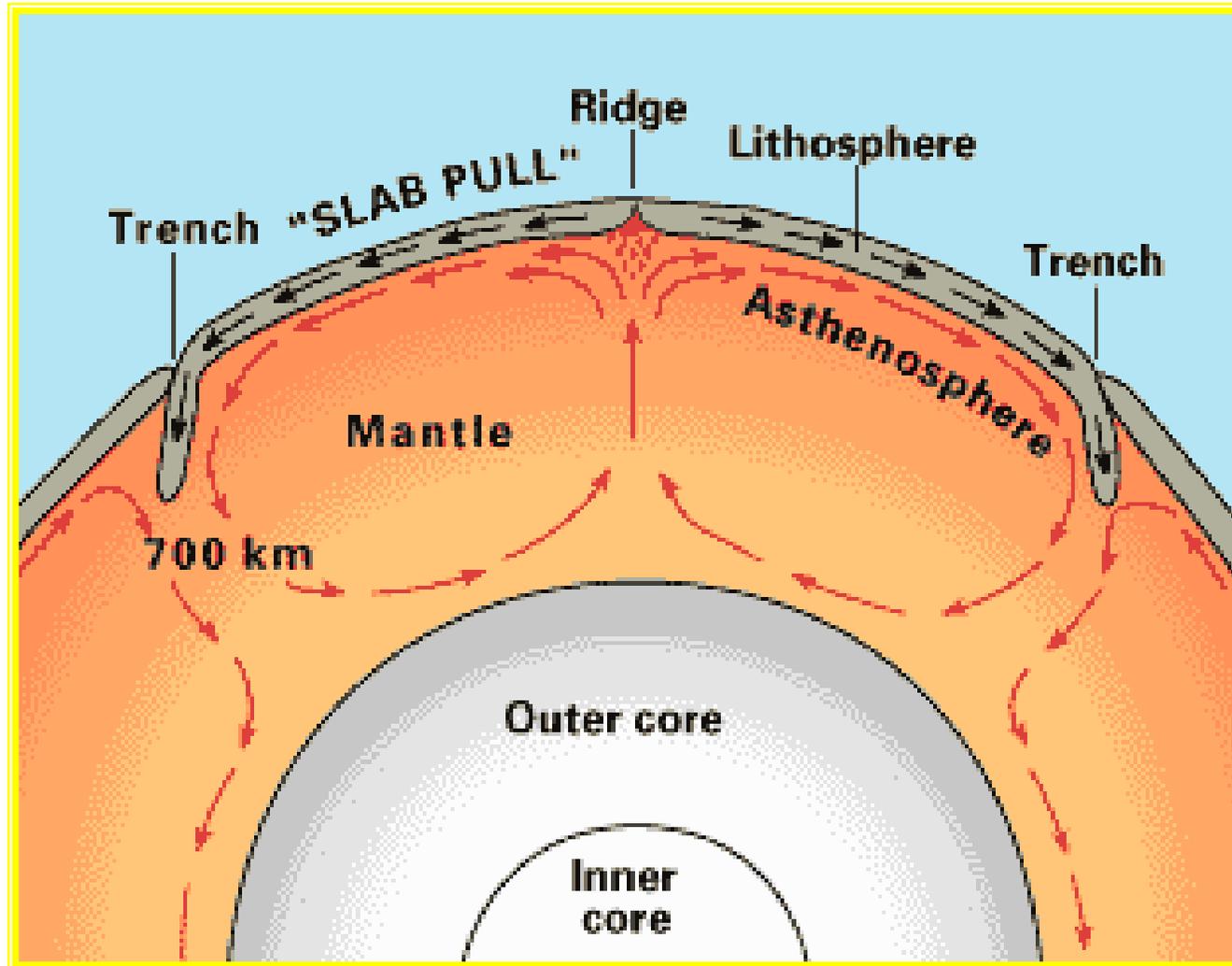
Robinson Projection
October 1998

LEGEND

- Actively-spreading ridges and transform faults
- Total spreading rate, cm/year, NUVEL-1 model (DeMets et al., Geophys. J. International, 101, 425, 1990)
- Major active fault or fault zone; dashed where nature, location, or activity uncertain
- Normal fault or rift; hachures on downthrown side
- Reverse fault (overthrust, subduction zones); generalized; bars on upthrown side
- Volcanic centers active within the last one million years; generalized. Minor basaltic centers and seamounts omitted.



IL MOTORE DELLE SPINTE CROSTALI: I MOTI CONVETTIVI



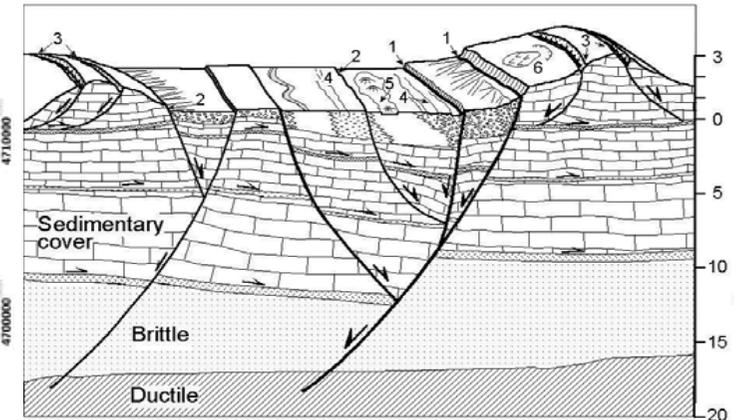
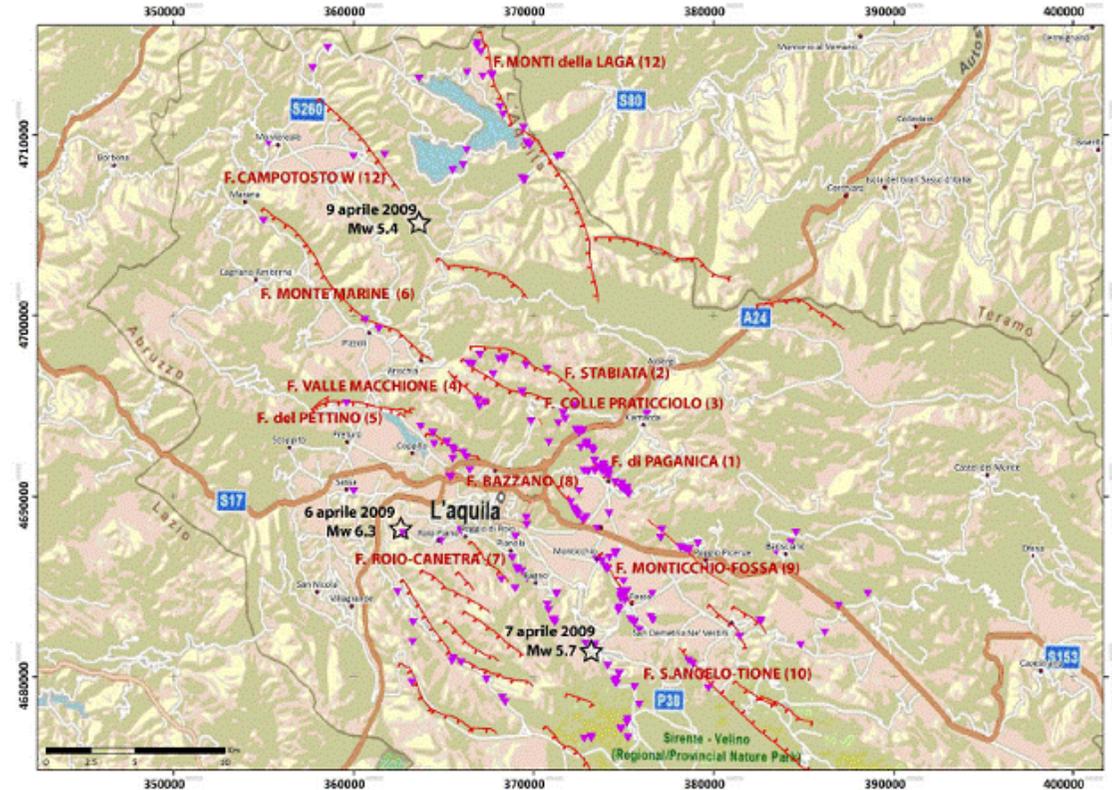
MODELLO TETTONICO MEDITERRANEO



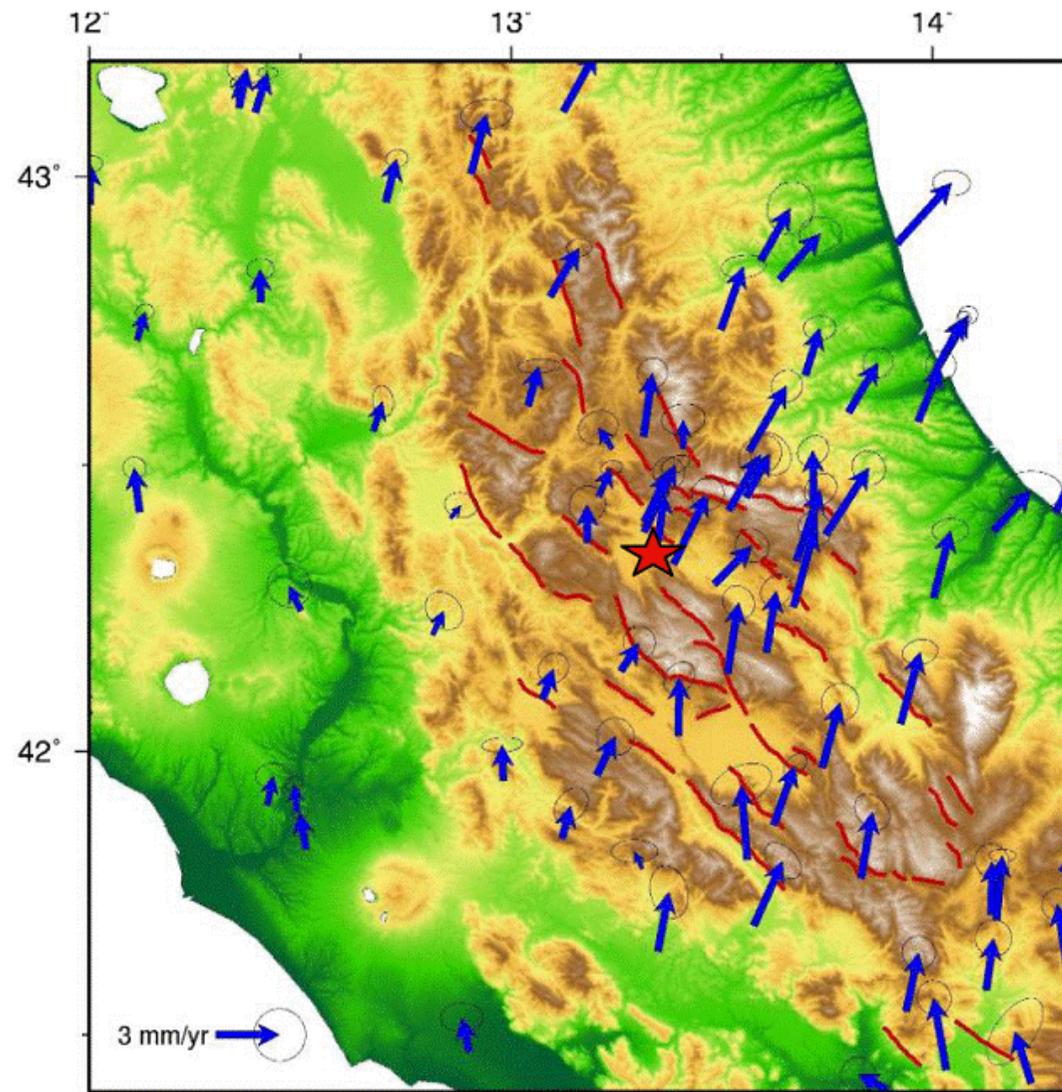
**Convergenza Placca Africana verso Placca Euro Asiatica: Rispetto Eurasia
L'Africa si muove verso Nord di circa 10 mm/ anno = 1m / 100 anni. La Placca
Arabica spinge verso N ed il blocco anatolico muove verso W**



SISTEMA DI FAGLIE ATTIVE APPENNININO AQUILANO



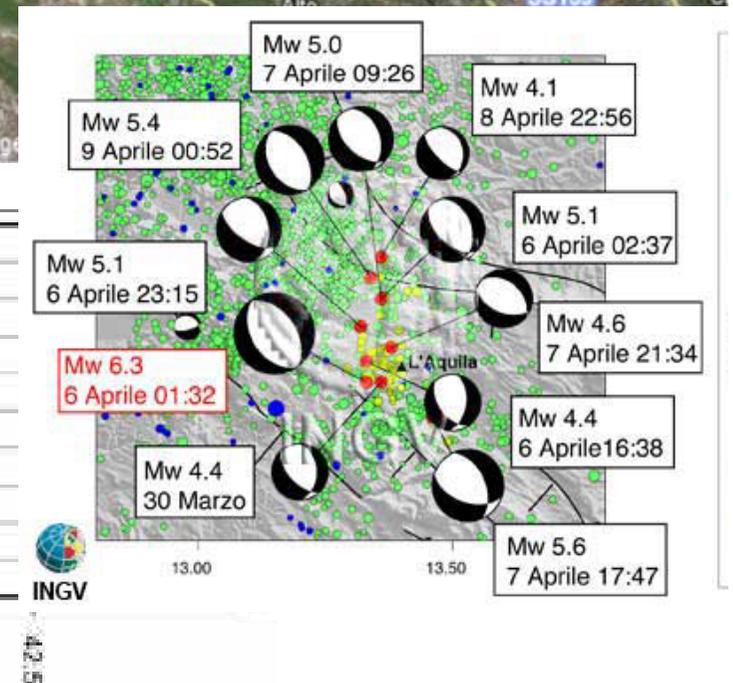
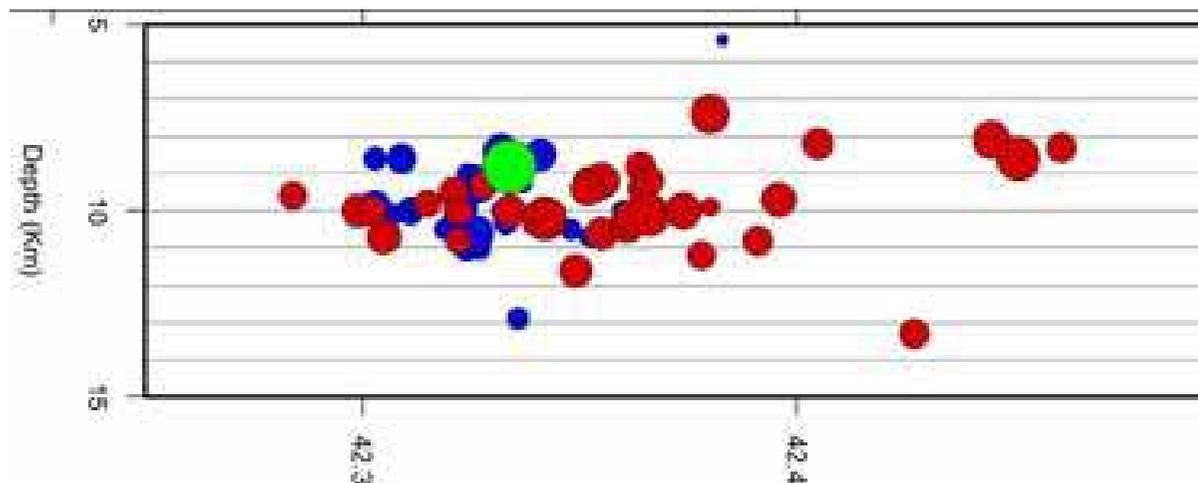
VELOCITA' ANNUA MOVIMENTI AL SUOLO RING GPS Network



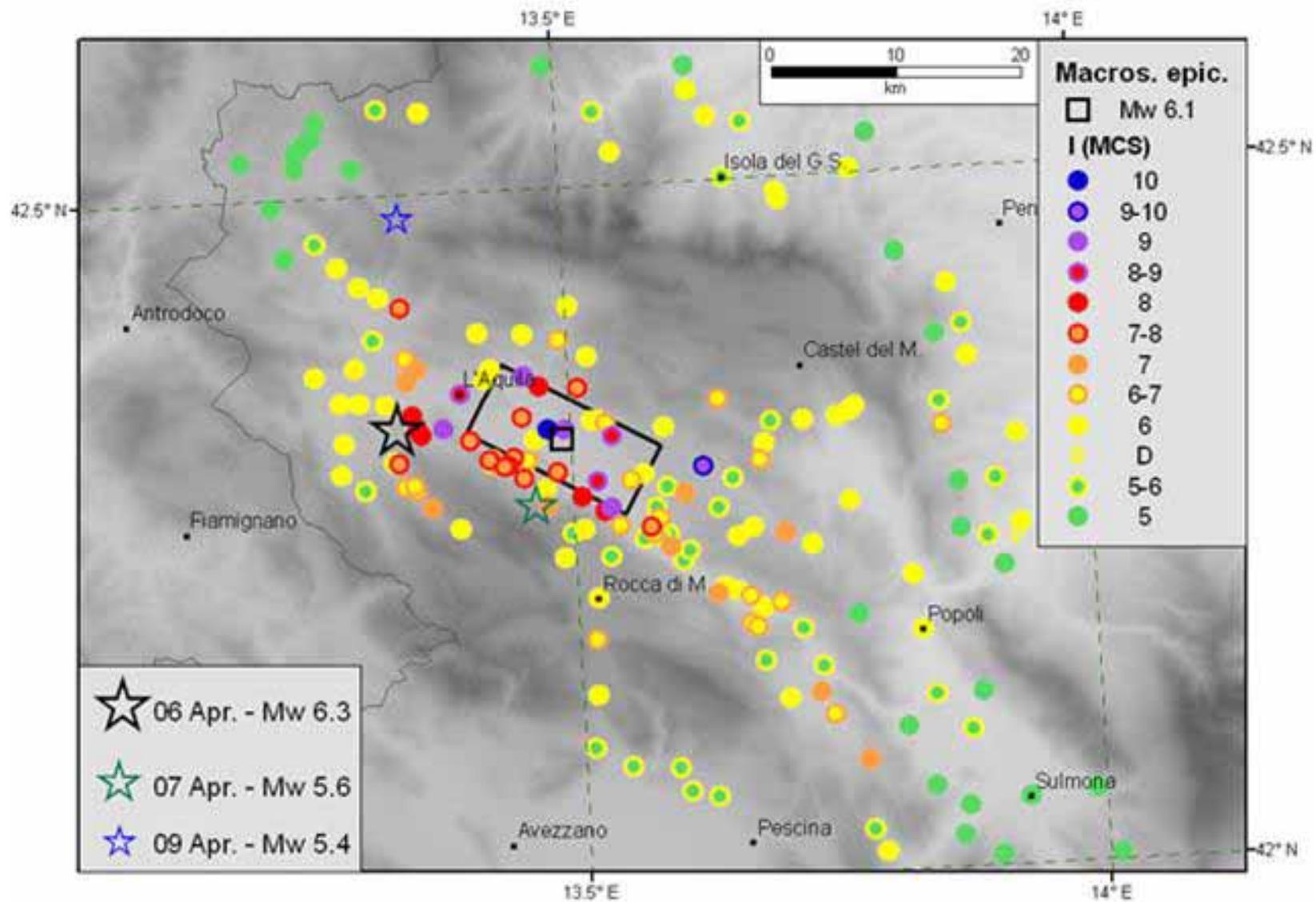
CARATTERISTICHE DELLA ROTTURA

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

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



DISTRIBUZIONE INTENSITA' MACROSISMICHE



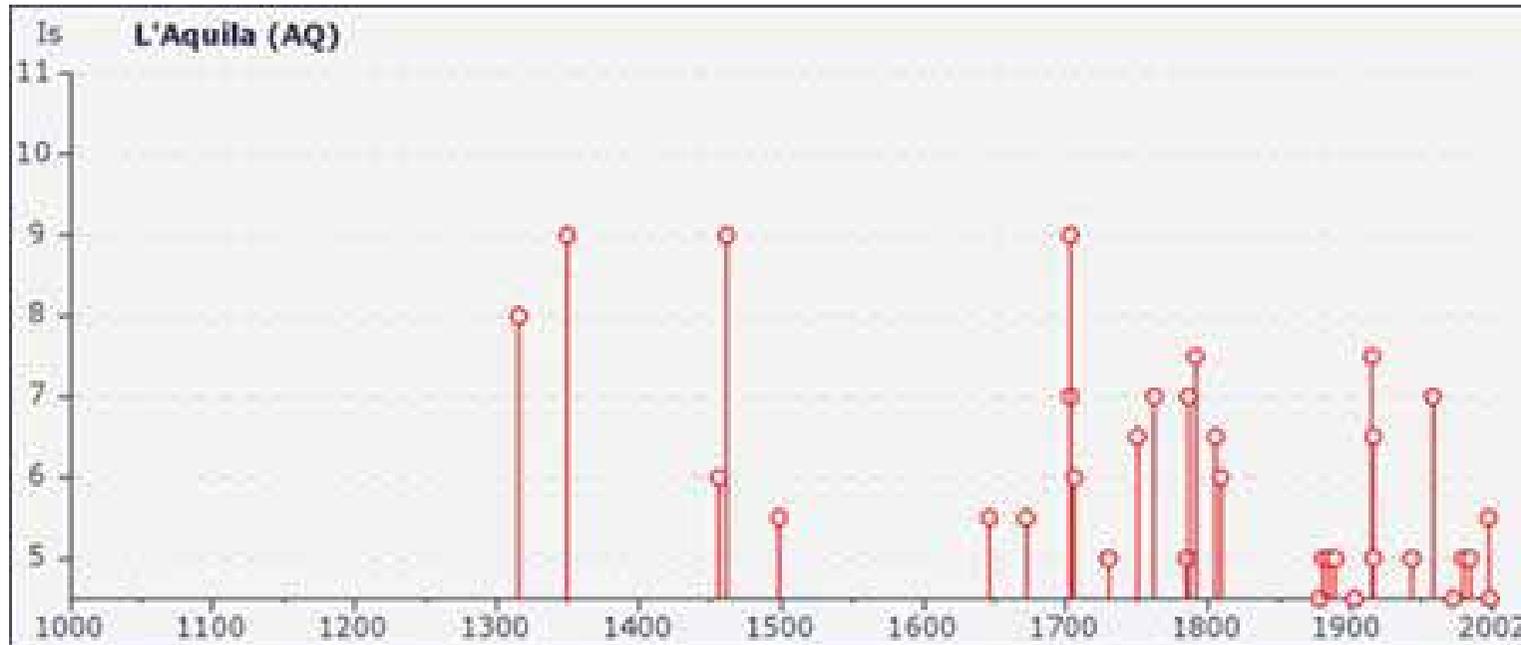
•Fonte INGV

STORIA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AQUILA

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. Lgvo 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. 2007 PROGETTO "ESSE 1"
11. 2009 L'AQUILA E' TUTTORA ZONA 2



SISMICITÀ STORICA RISENTITA ALL'AQUILA



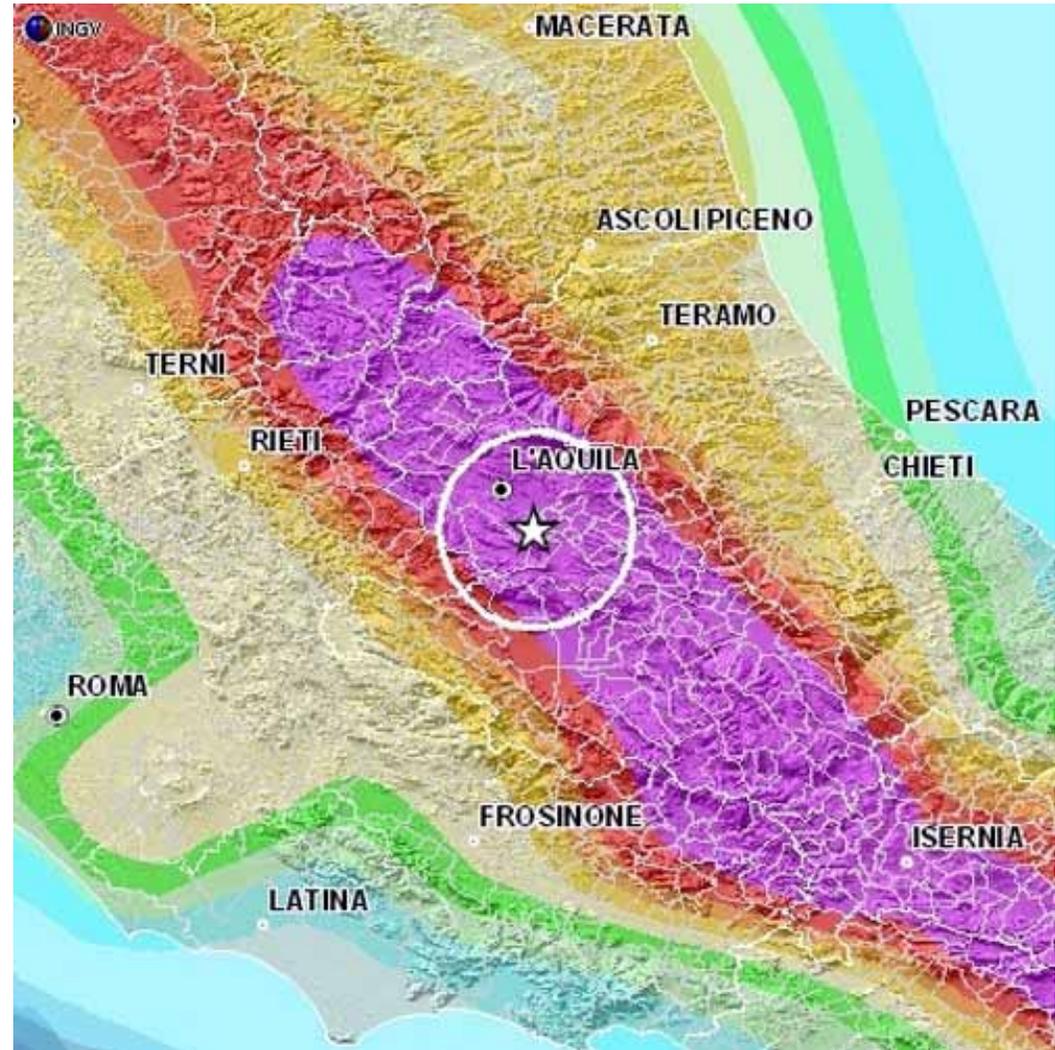
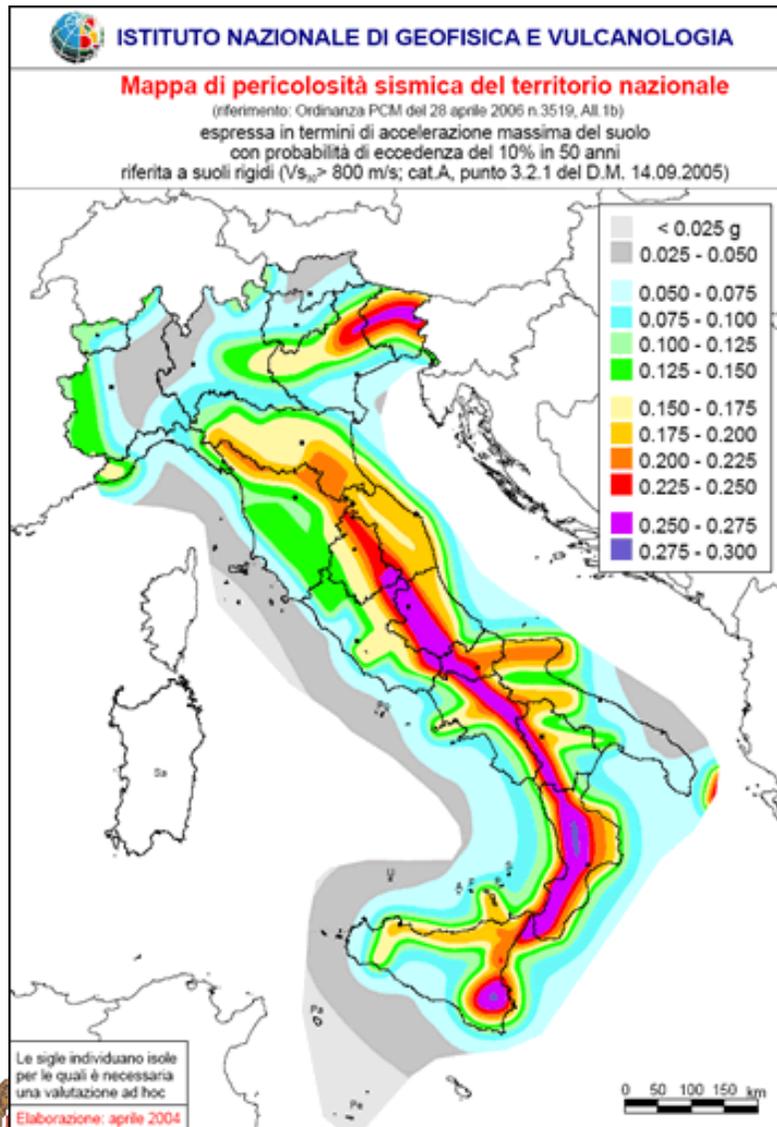
•Stucchi et. al., 2007

- 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,

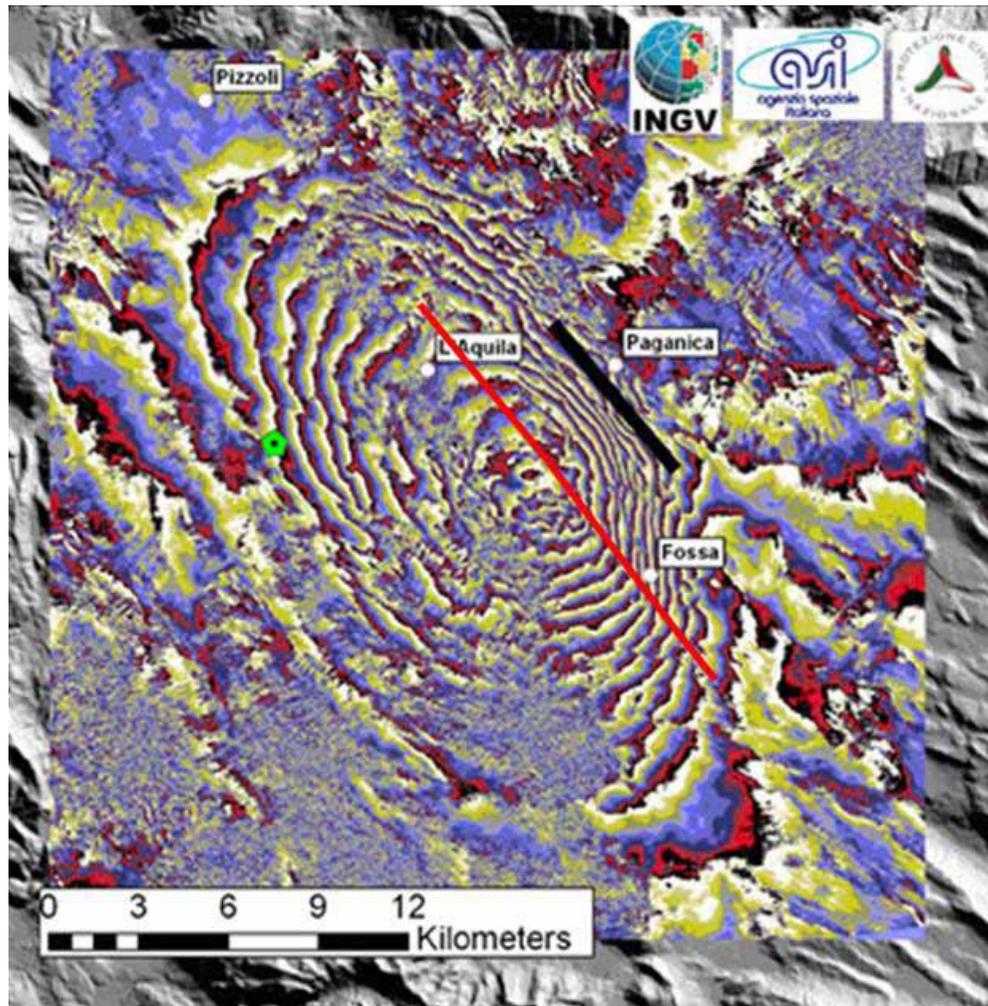


MAPPA DI PERICOLOSITA' MPS04

p=10% in 50 anni (T=475 a)



DEFORMAZIONI DI SUPERFICIE DA IN SAR



Spostamenti Verticali

Elaborazione SAR

Da Salvi et al. (2009)

Elaborazioni INGV

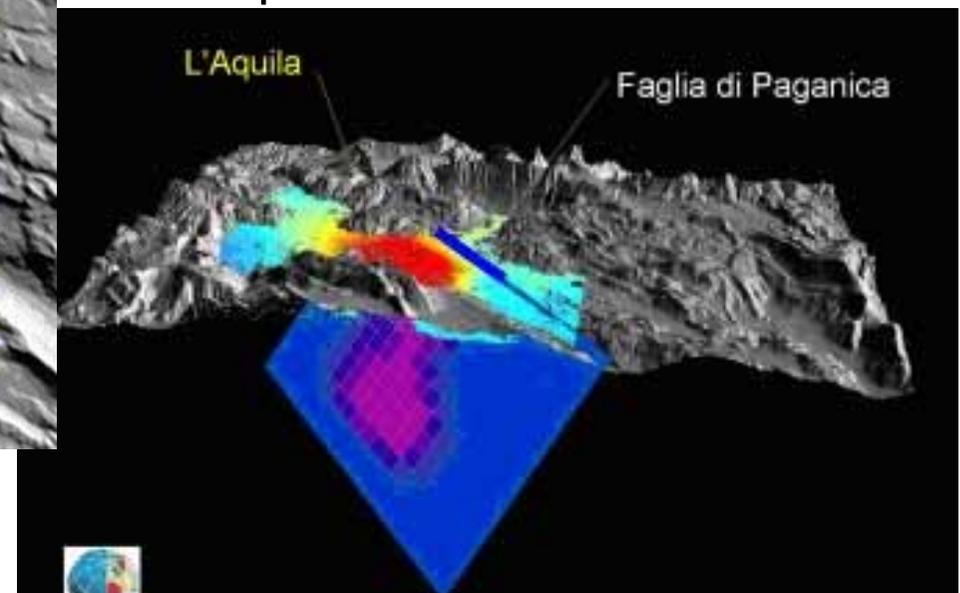
Piano di faglia 17x14 km²

Profondità 11,8 – 0,6 km

Strike 142°

Dip 50°

Slip 90°



EVIDENZE DI ROTTURE SUPERFICIALI



•Coordinate 42°19'27"N 13°28'40"E

REGISTRAZIONI VALORI DI PICCO

56 Stazioni RAN - Rete Accelerometrica Nazionale

Table 1 – Peak Values for Direction X

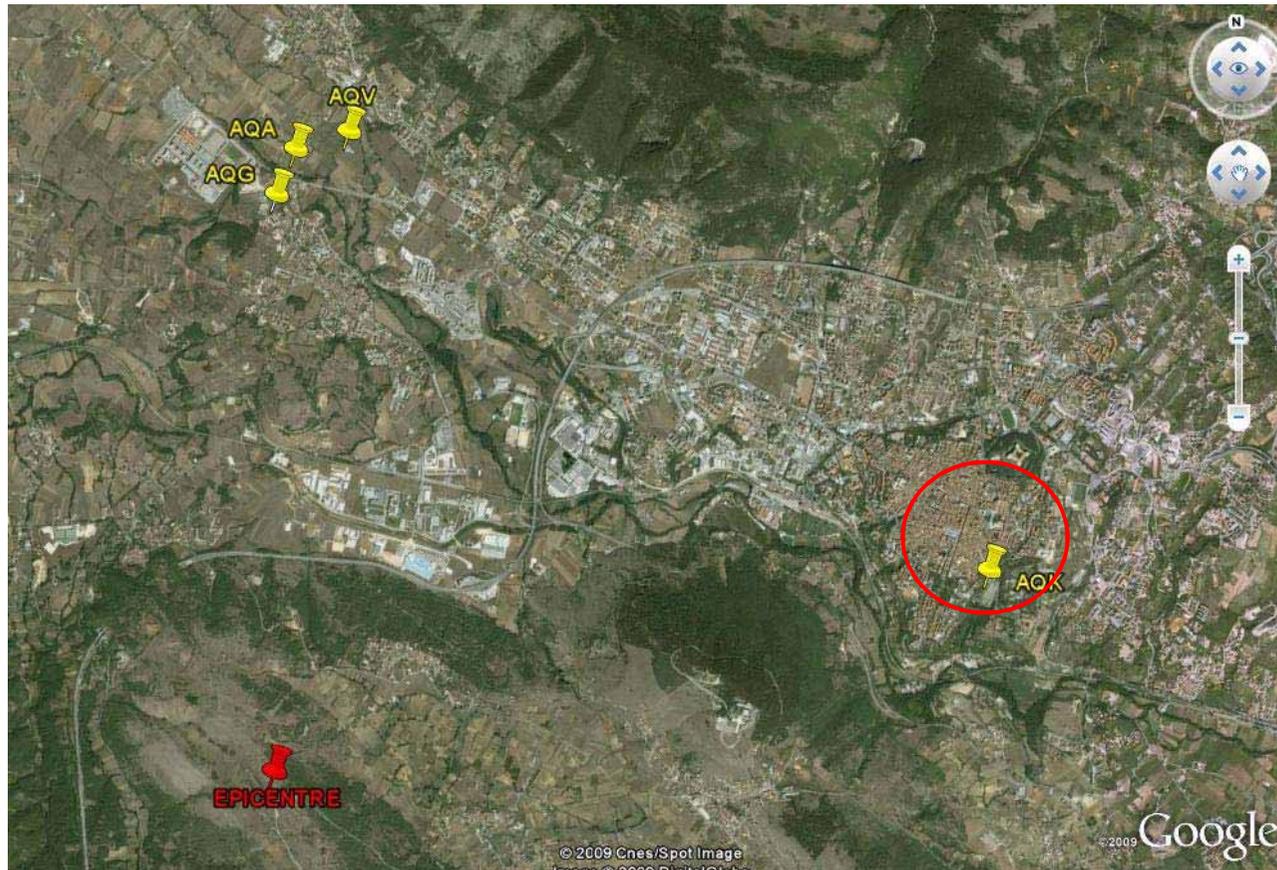
Record Identifier	PGA [cm/s ²]	PGV [cm/s]	PGD [cm]	Epicentral Distance [km]
GX066	613.8	36.7	8.4	4.8
FA030	408.2	33.6	7.9	4.3
CU104	386.8	30.5	6.4	5.8
AM043	335.5	30.3	7.8	5.6
EF021	150.6	9.7	3.0	18
TK003	79.2	4.6	2.6	31.6
BI016	60.6	10.5	4.6	34.9
CR008	67.1	6.1	1.3	49.4
BY048	42.4	3.3	1.0	22.4
CR003	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 ²]	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



STAZIONI NEAR FAULT

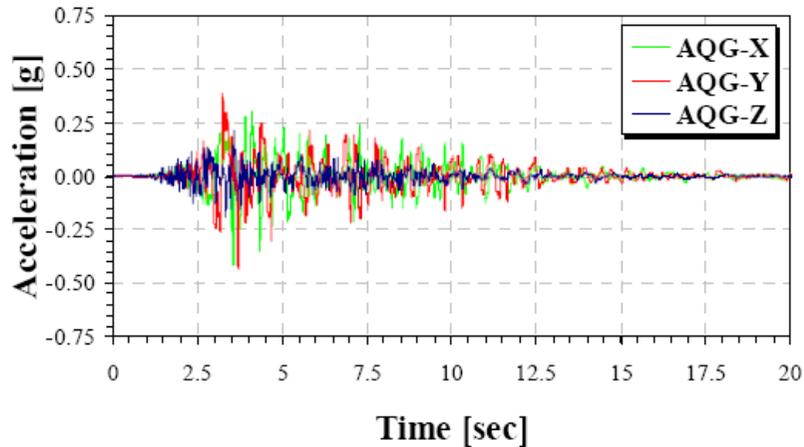


ID station / direction analysis	PGA [g]		
	X - direction	Y - direction	Z - direction
AQG Rock soil - A	0.42	0.43	0.22
AQA ALLUVIUM - B/C	0.39	0.45	0.38
AQV	0.63	0.60	0.42
AQK Soil class C	0.34	0.34	0.35

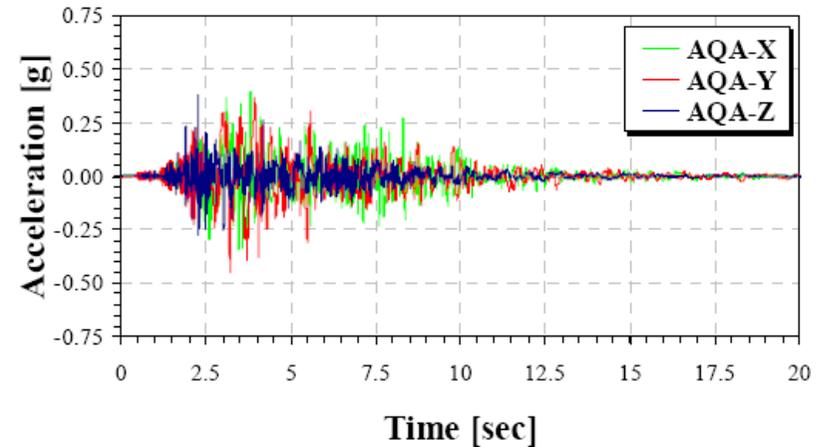


TIME HISTORIES - ACCELERAZIONI

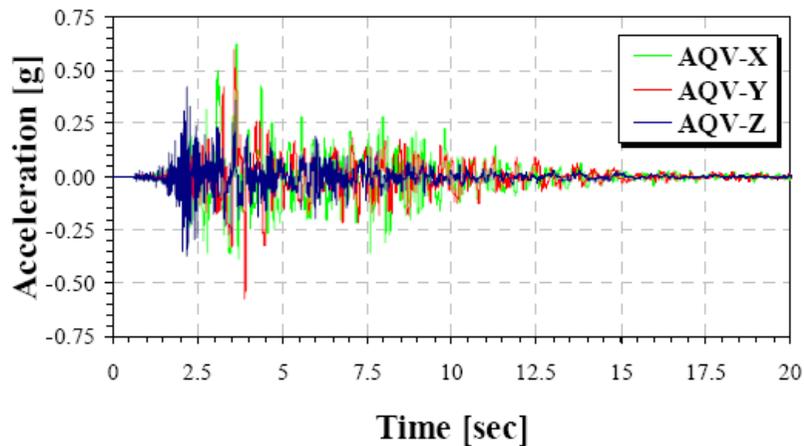
2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQG



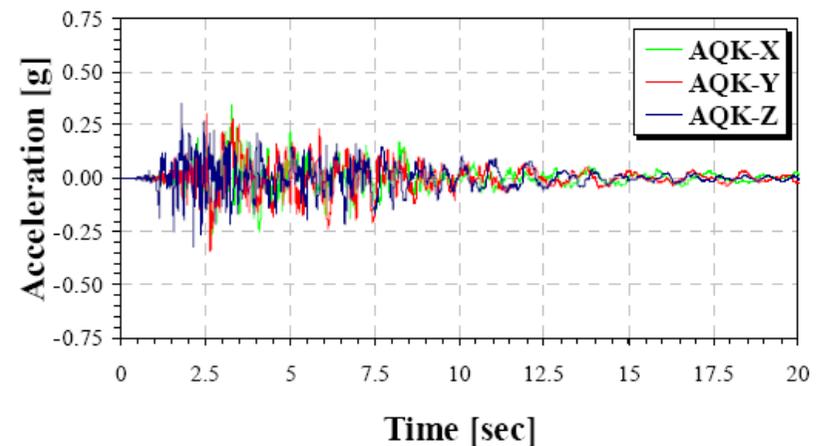
2009/04/06 01:32:39 (Mw 6.3) - AQA



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



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



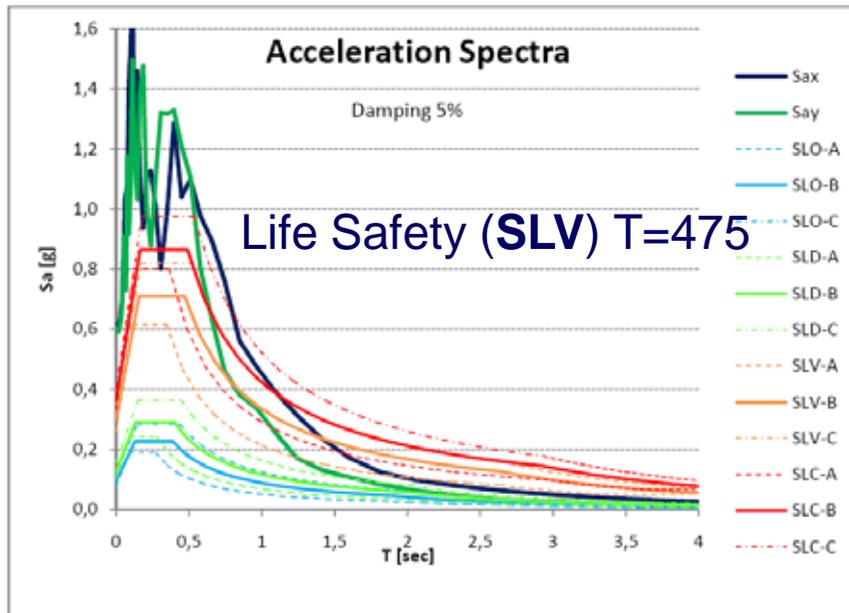
Da Masi – Chiauzzi



SPETTRI ELASTICI

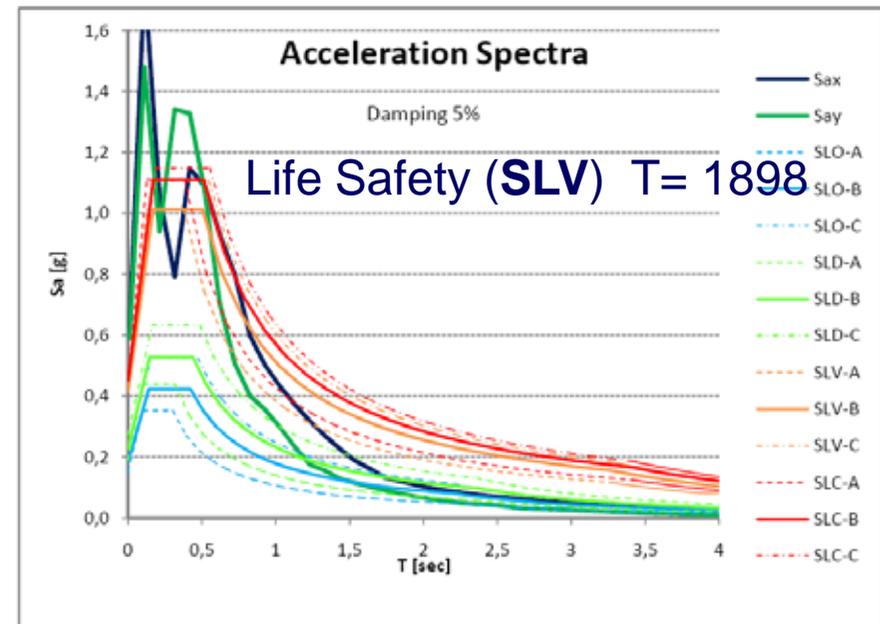
- **AQV** station site Aterno Valley
- Soil profile type B, Topography factor $ST=1,0$

$V_R=50$ 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

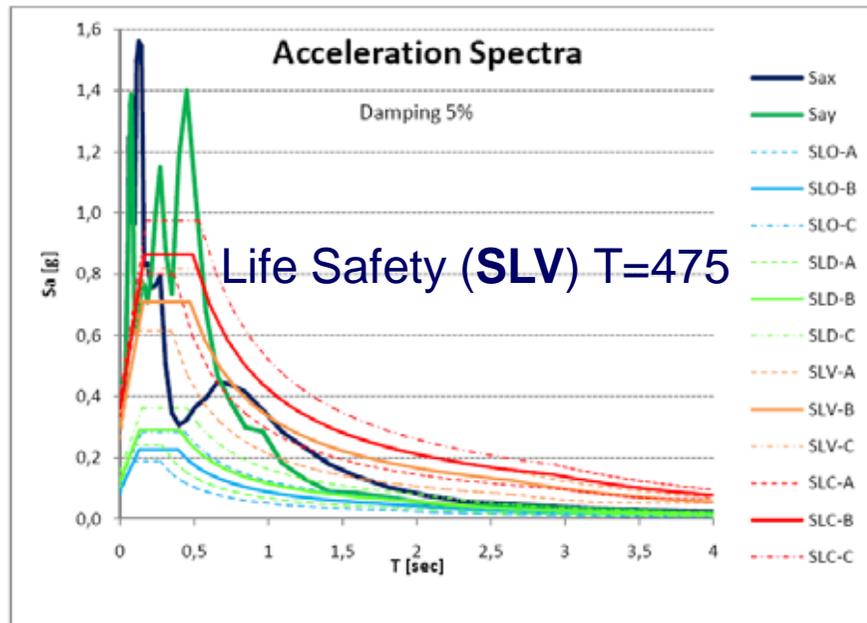
L. Petti, I. Marino 2009



SPETTRI ELASTICI

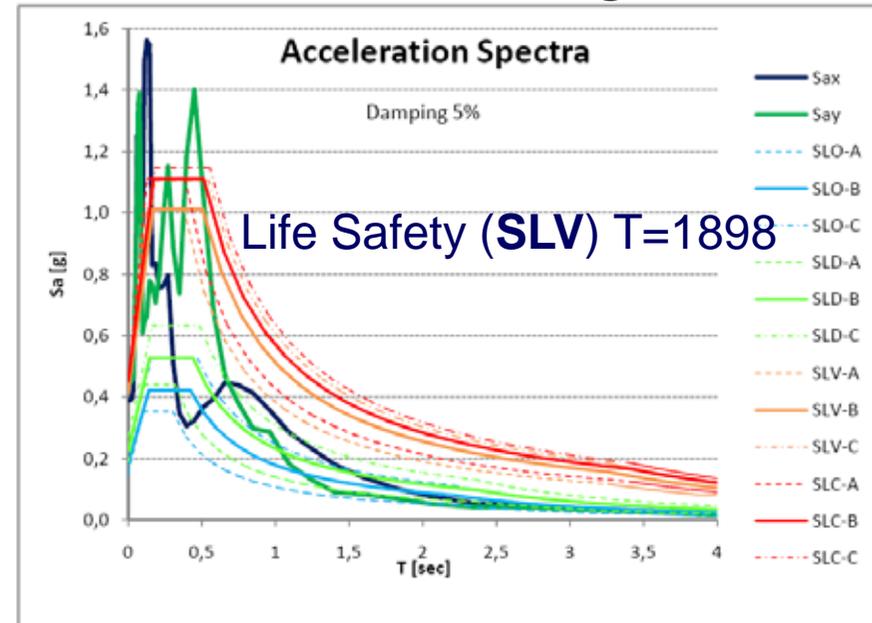
- **AQA** site Aterno River
- Soil profile type B, Topography factor $ST=1,0$

$V_R=50$ years
Costruzioni Ordinarie



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

$V_R=200$ years
Costruzioni Strategiche

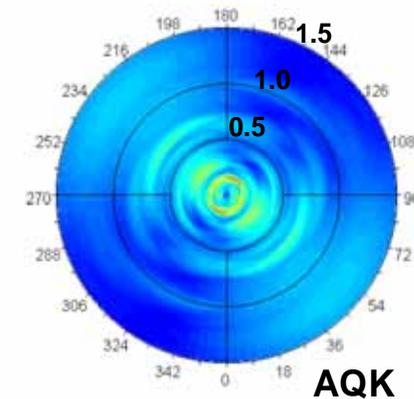
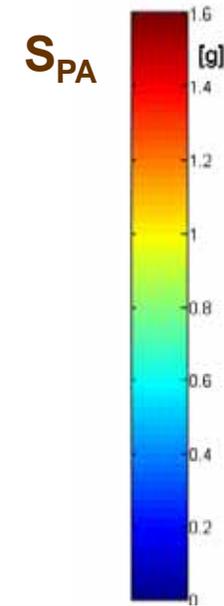
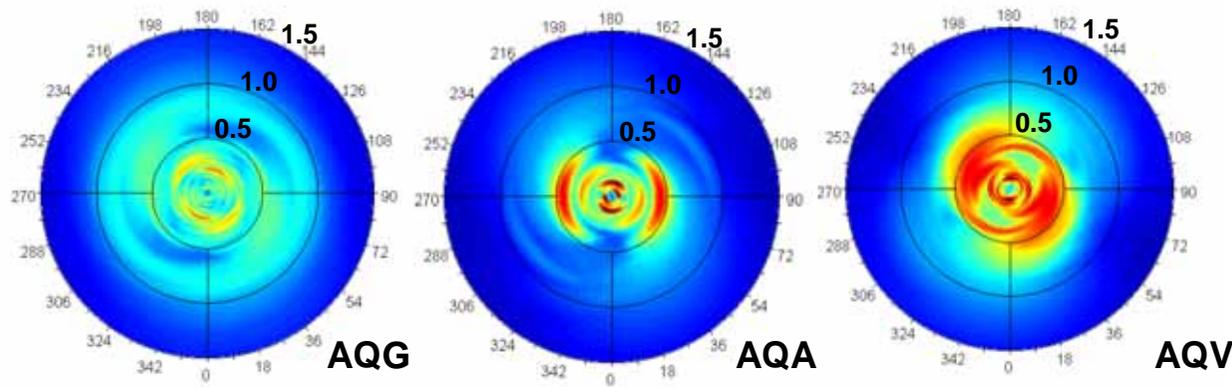


Record CU104 – Earthquake Spectra Response vs. NTC2008 Elastic Spectra for Strategic Constructions

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



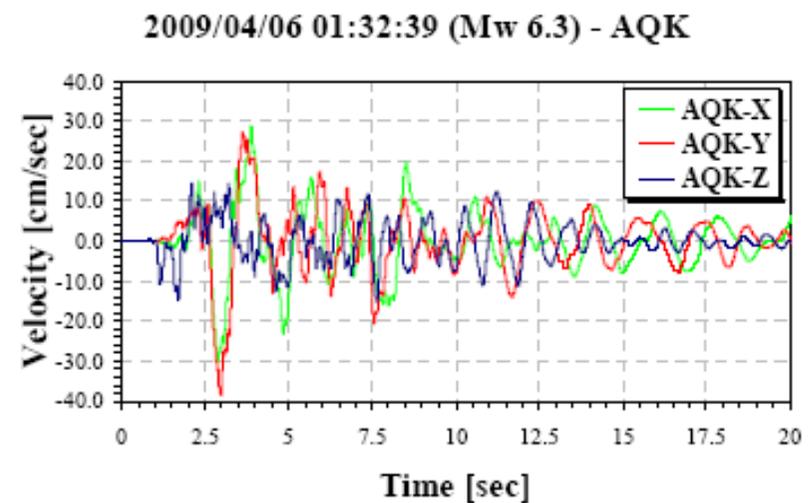
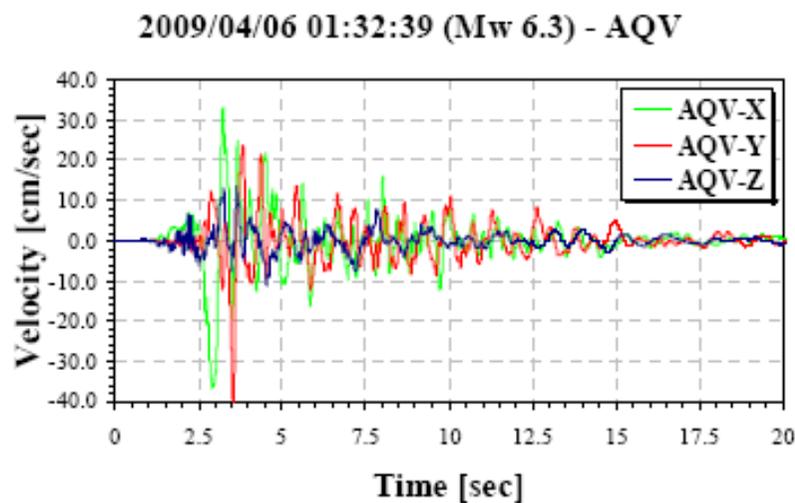
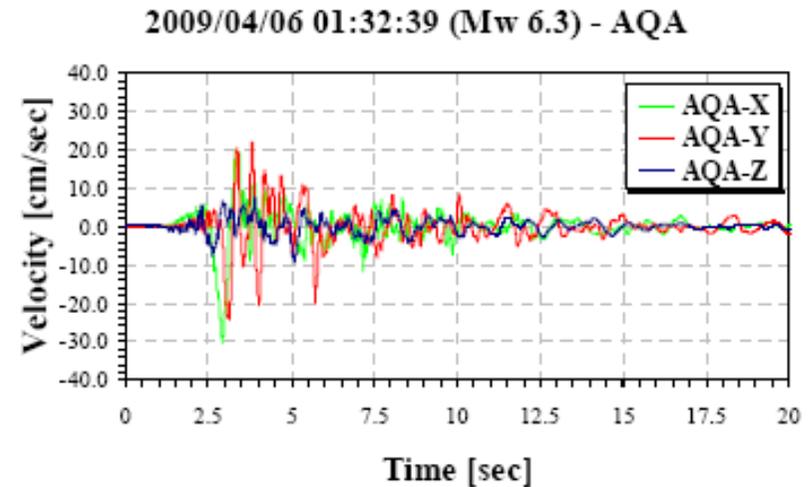
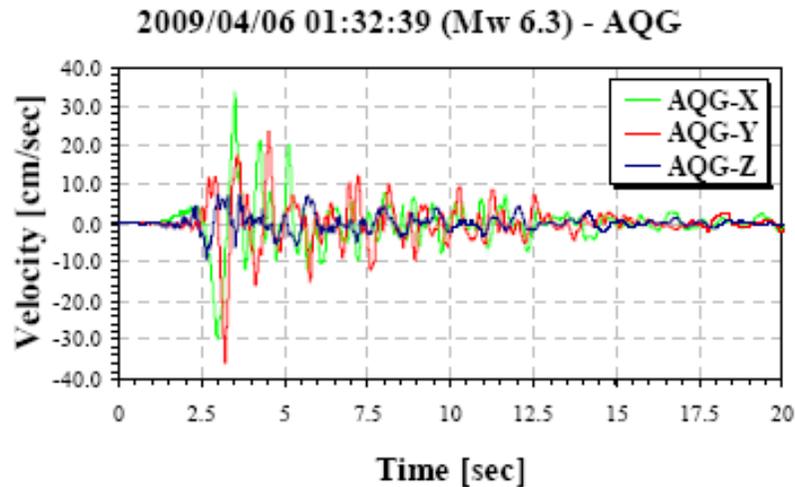
STAZIONI NEAR FAULT – SPETTRI POLARI



L. Petti, I. Marino, 2009

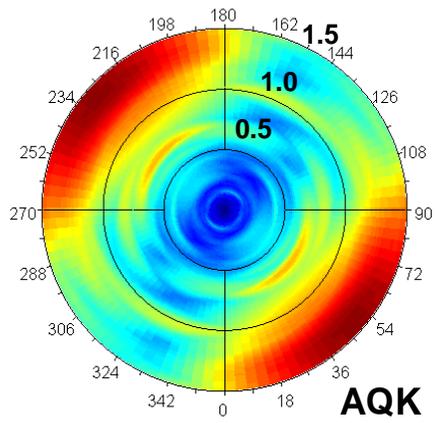
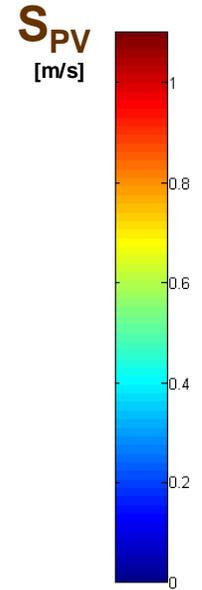
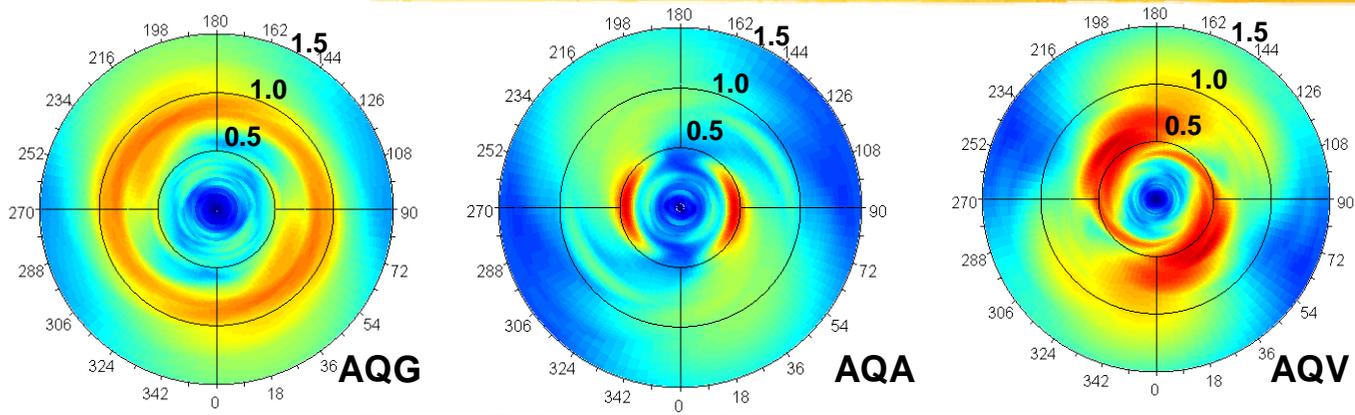


TIME HISTORIES - VELOCITÀ



Da Masi – Chiauuzzi

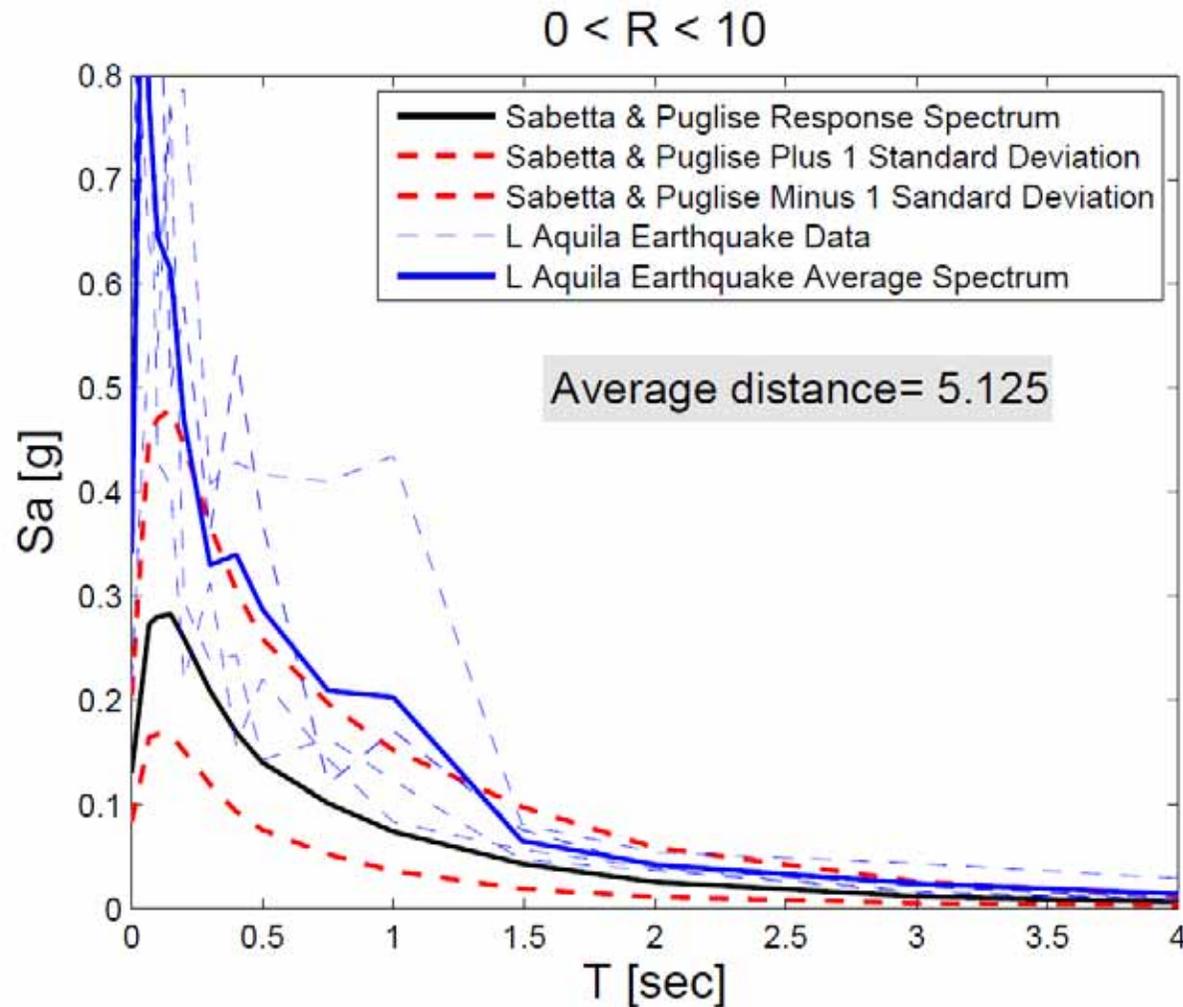
STAZIONI NEAR FAULT – SPETTRI POLARI



L. Petti, I. Marino, 2009



SPETTRO DI RISPOSTA ACCELERAZIONE VERTICALE

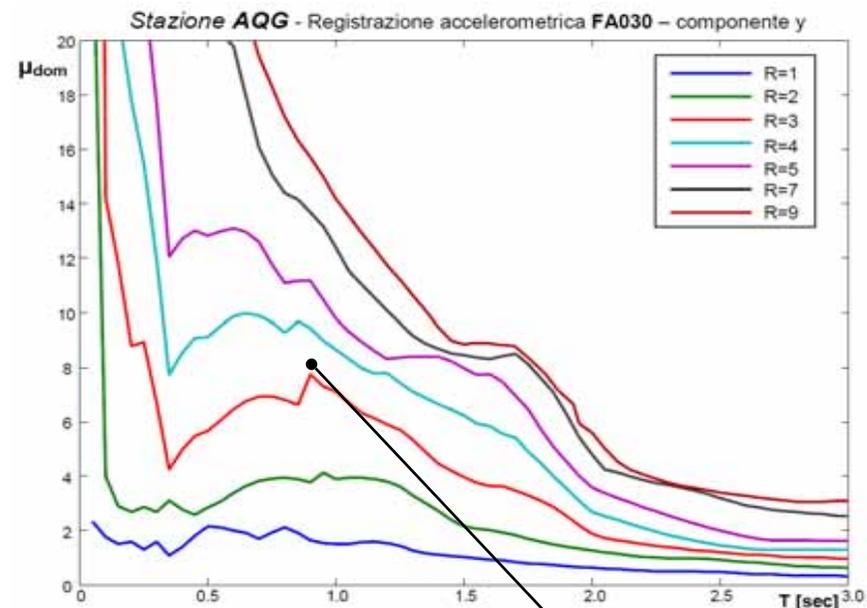
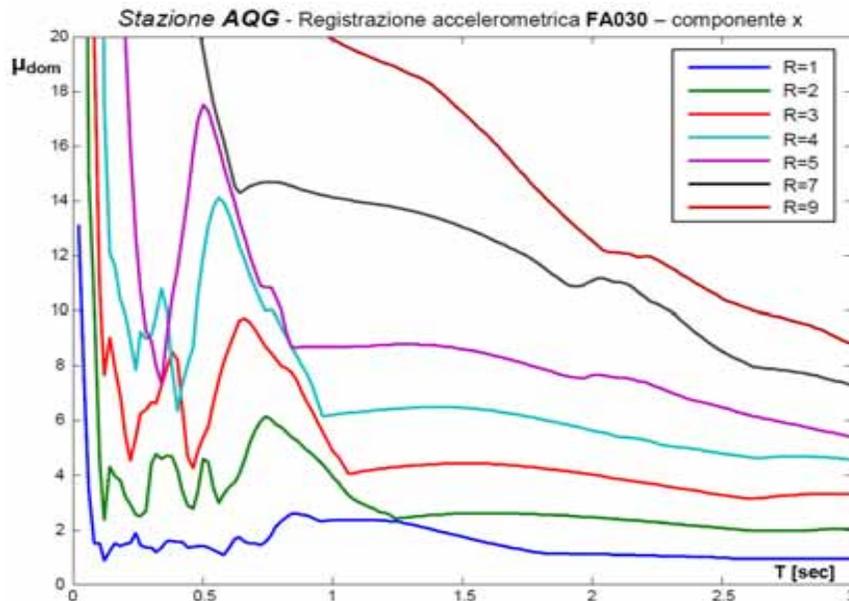


da Reluis: Chioccarelli- F. De Luca-Iervolino



SPETTRI INELASTICI DOMANDA DI DUTTILITA'

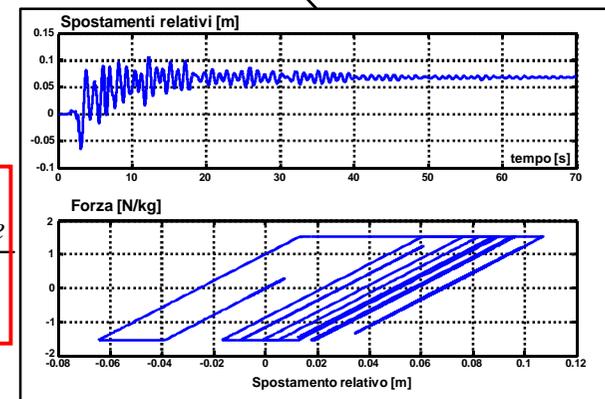
Duttilità domandata fissato il livello di resistenza del sistema SDOF



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:

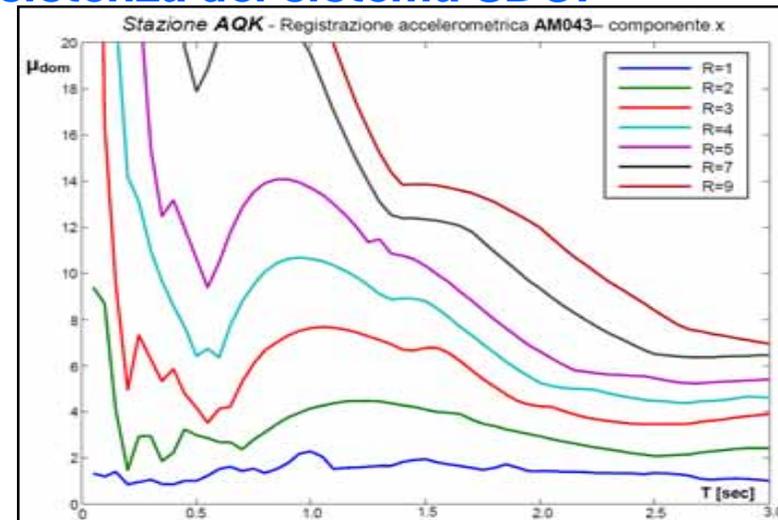
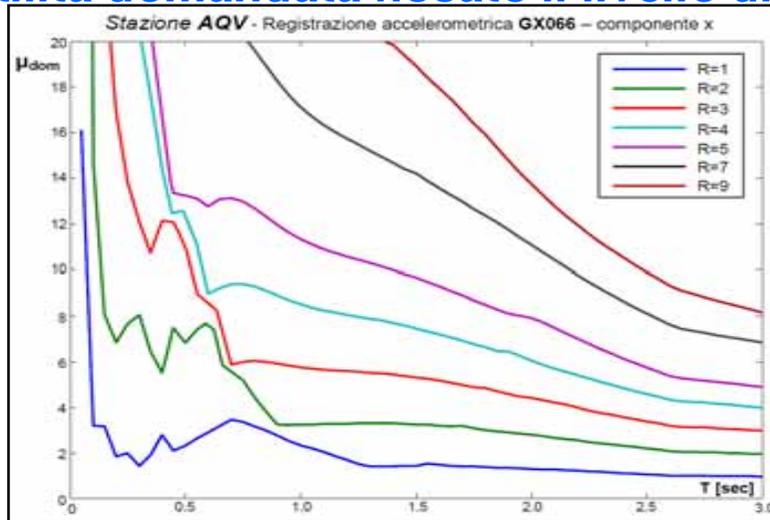
Reluis
Unità di Salerno coord. B. Palazzo
M. De Iuliis 2009

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

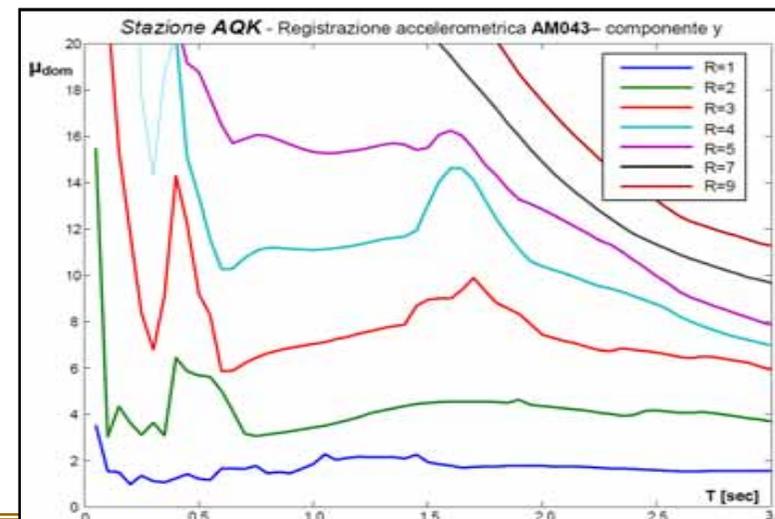
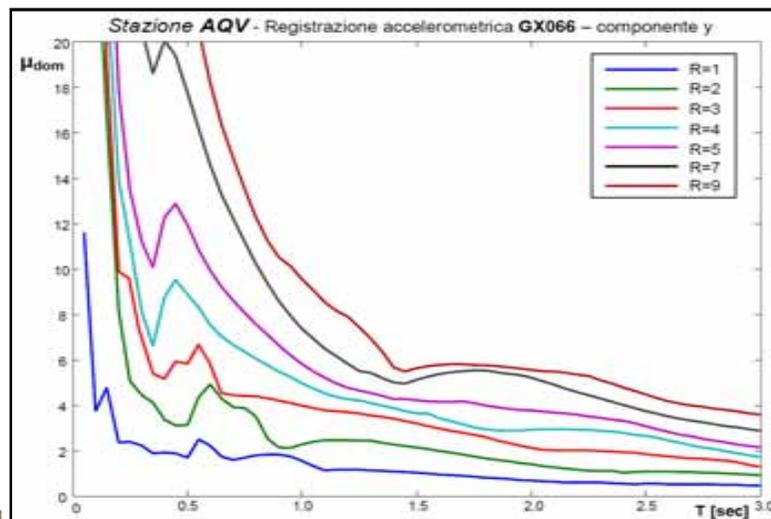


DOMANDA SISMICA DI DUTTILITA'

Duttilità demandata fissato il livello di resistenza del sistema SDOF

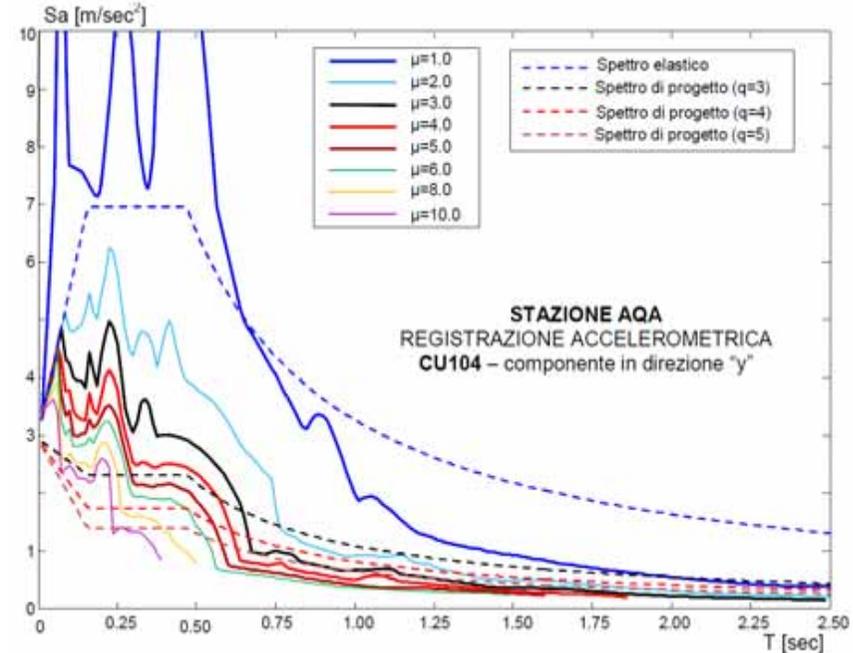
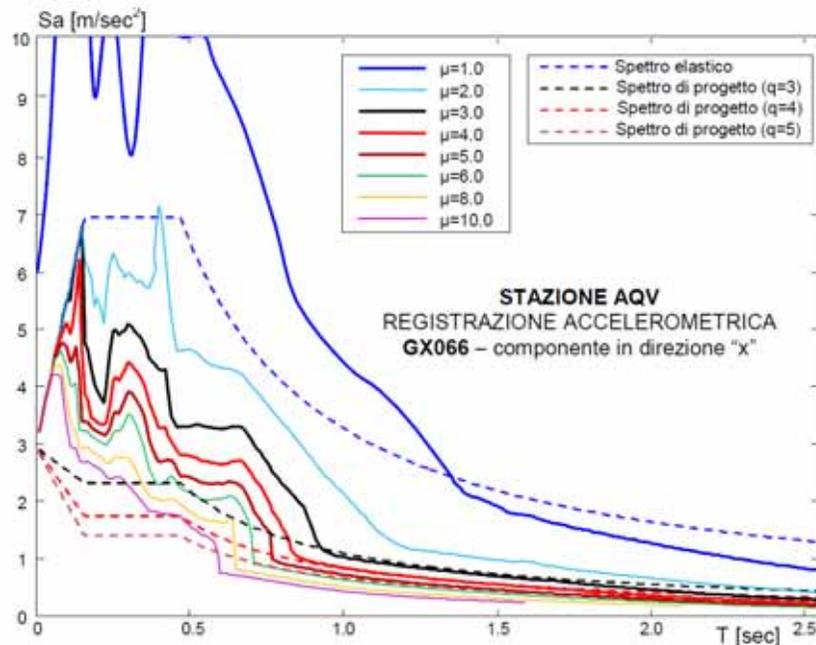


Unità di Salerno coord. B. Palazzo -- M. De Iuliis 2009



DOMANDA SISMICA NON LINEARE

Rappresentazione spettrale della resistenza demandata



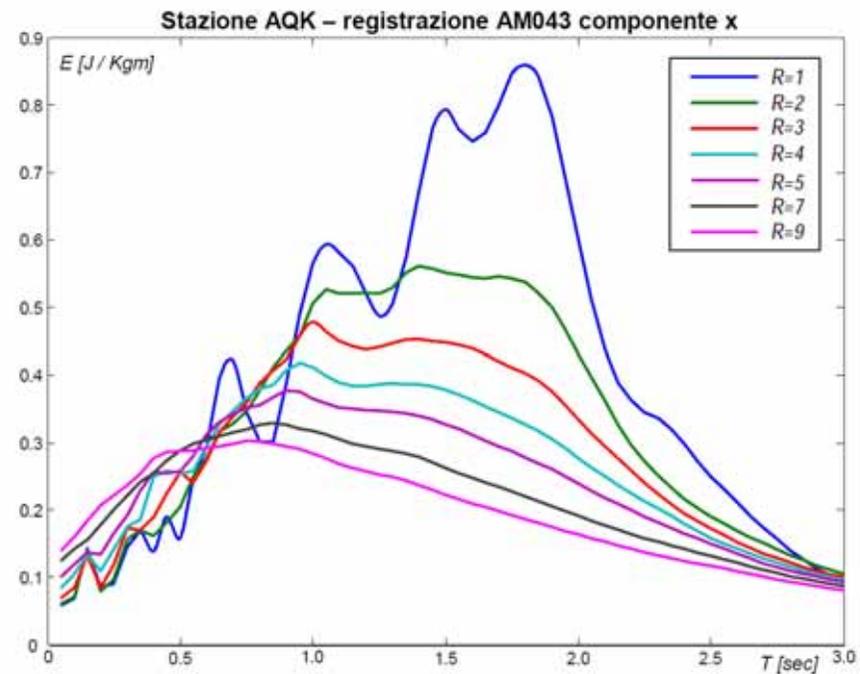
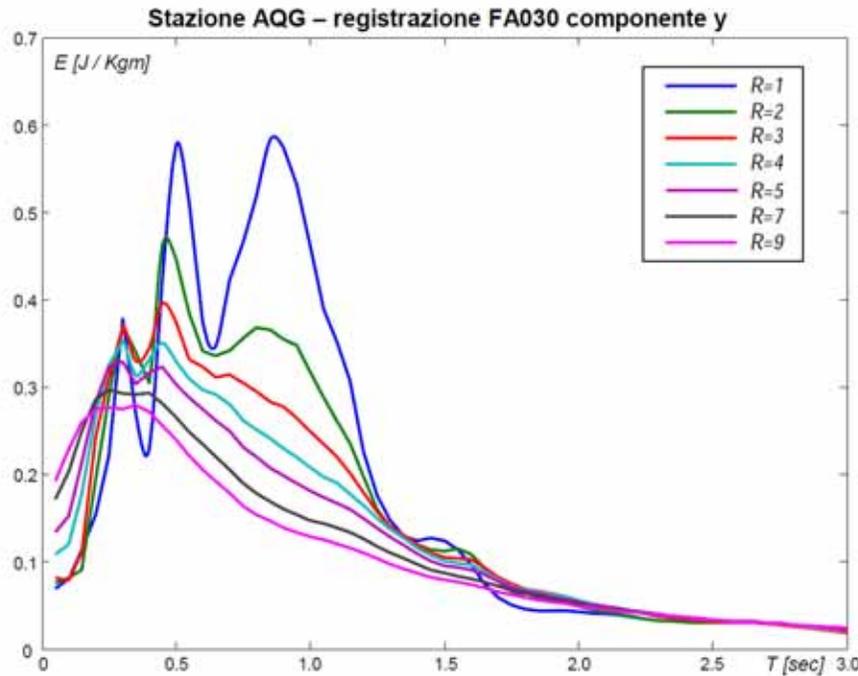
Unità di Salerno coord. B. Palazzo -- M. De Iuliis 2009

In tutte le componenti accelerometriche considerate si è verificata, per i periodi inferiori a 0.7 sec, una domanda di resistenza più elevata degli spettri di progetto indicati dalla Nuova Normativa Tecnica (DM 14/01/08) in corrispondenza dei valori medi di duttilità



DOMANDA SISMICA NON LINEARE

Spettri di energia assoluta in ingresso



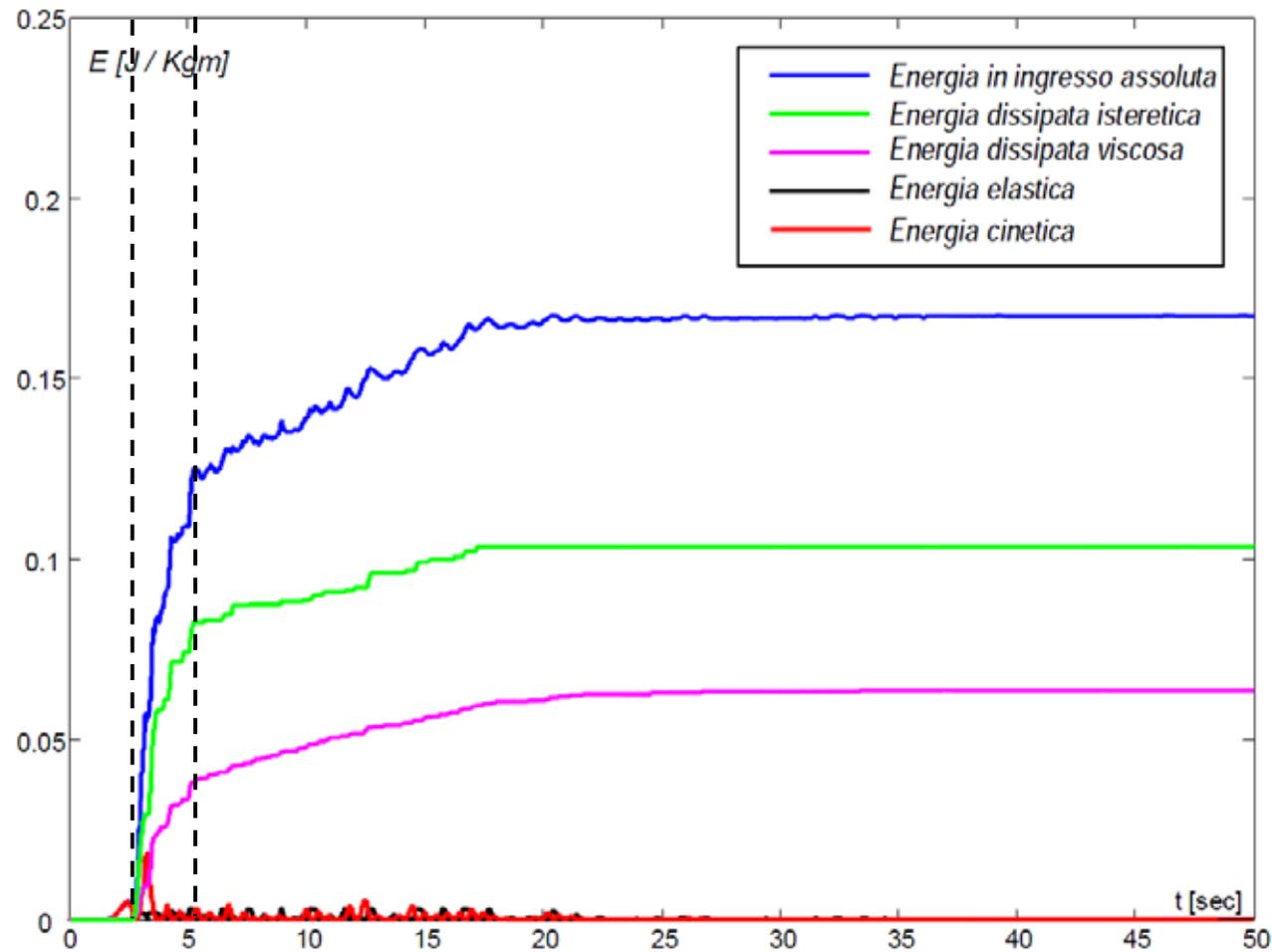
Unità di Salerno coord. B. Palazzo - M. De Iuliis 2009

L'analisi delle diverse registrazioni eccitazioni evidenzia picchi dell'energia in ingresso in corrispondenza di $T=1s$ per suolo B e $T=1,8 s$ per suolo C.



ENERGIA INGRESSO TIME HISTORY

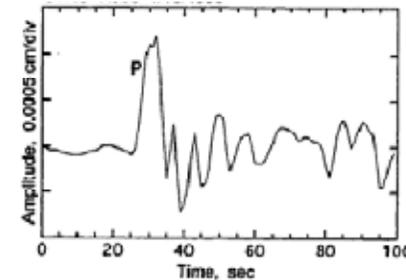
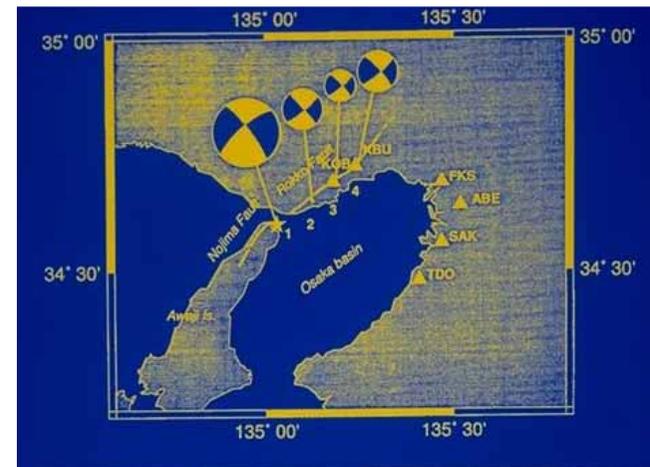
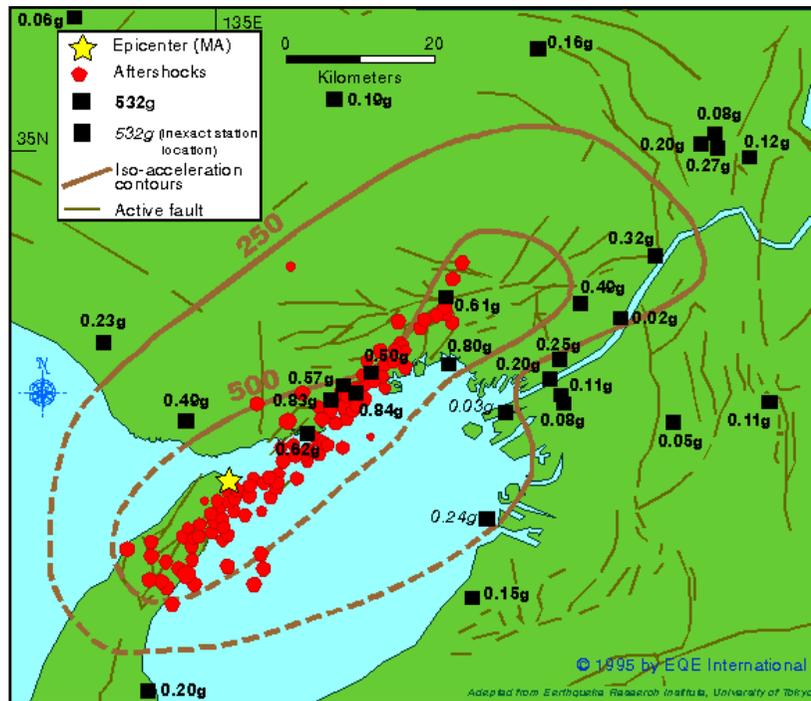
Stazione AQG – registrazione FA030 componente x



Unità di Salerno coord. B. Palazzo - M. De Iuliis 2009



Jan. 17, 1995 Hyogo-Ken Nanbu Earthquake

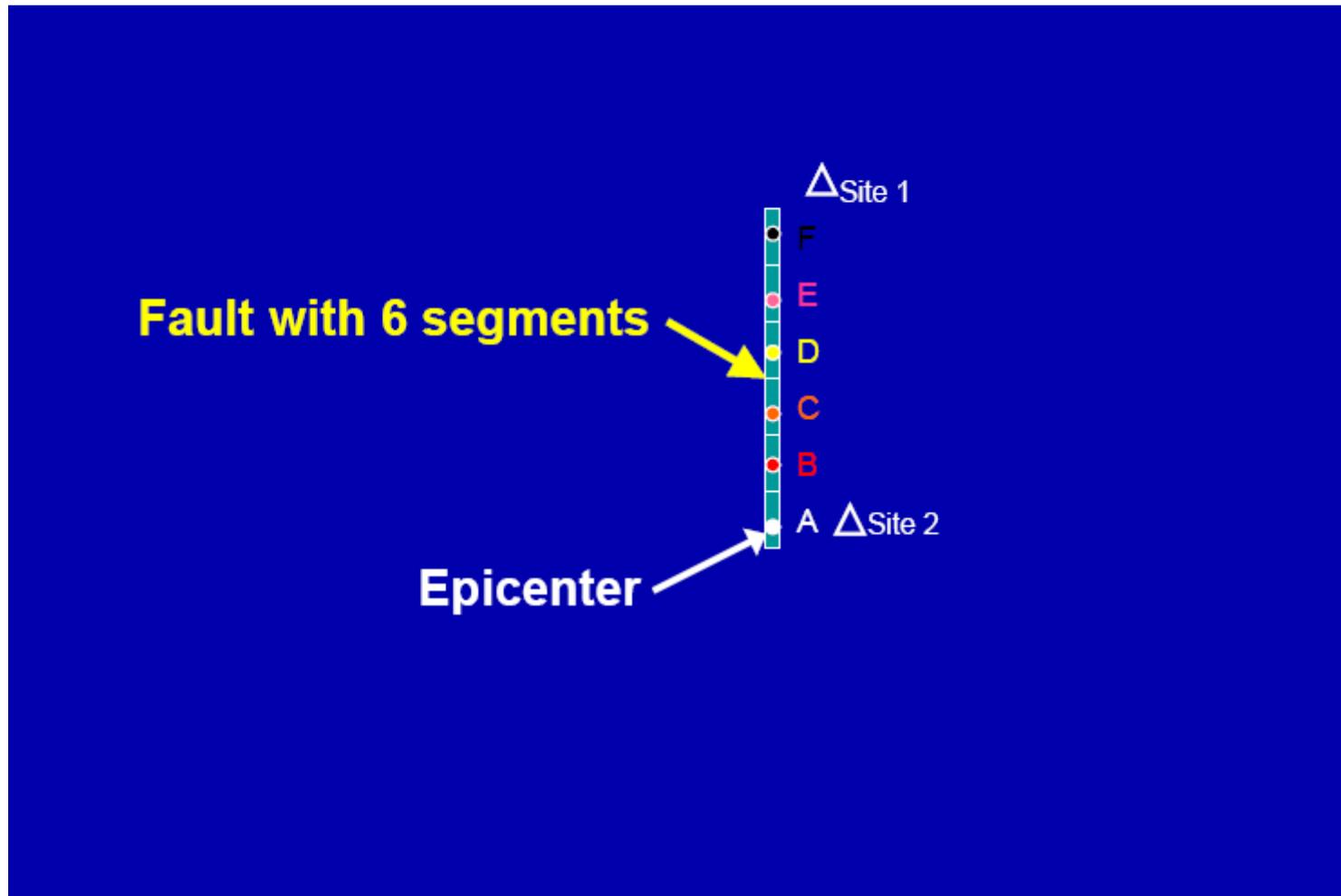


I terremoti di Kobe e Northridge hanno evidenziato in corrispondenza della faglia, in particolare entro 5 km, un moto del suolo più importante di quello atteso. Nel caso di Kobe la lunghezza della rottura è di 30 - 50 chilometri. La direzione della rottura e quella di scorrimento sono dirette verso il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

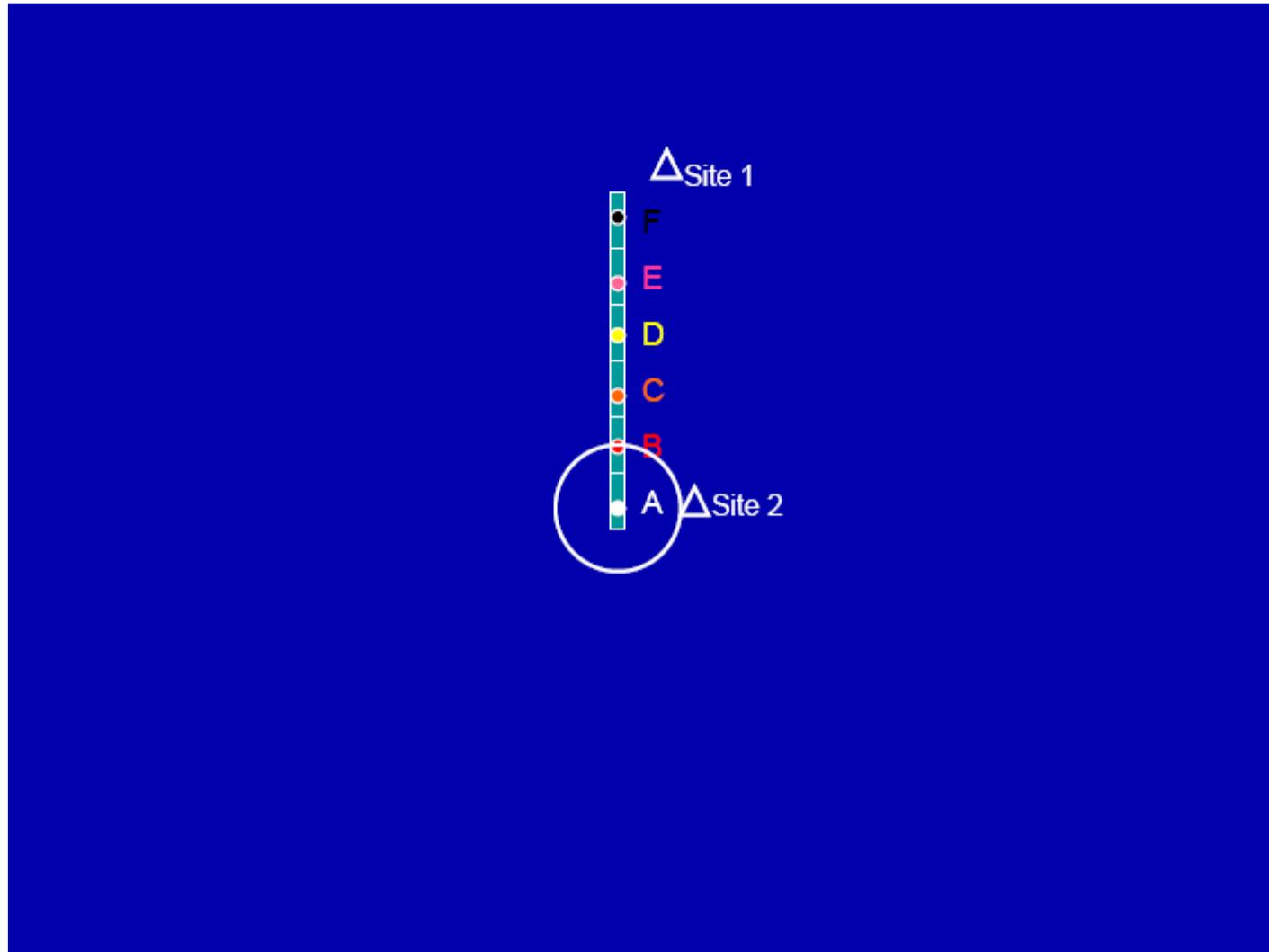
Effetti Near Fault

- **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 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 ad elevato **PGV** dovuti a **fenomeni di interferenza costruttiva** delle onde provenienti dalla sorgente in particolari condizioni geometriche

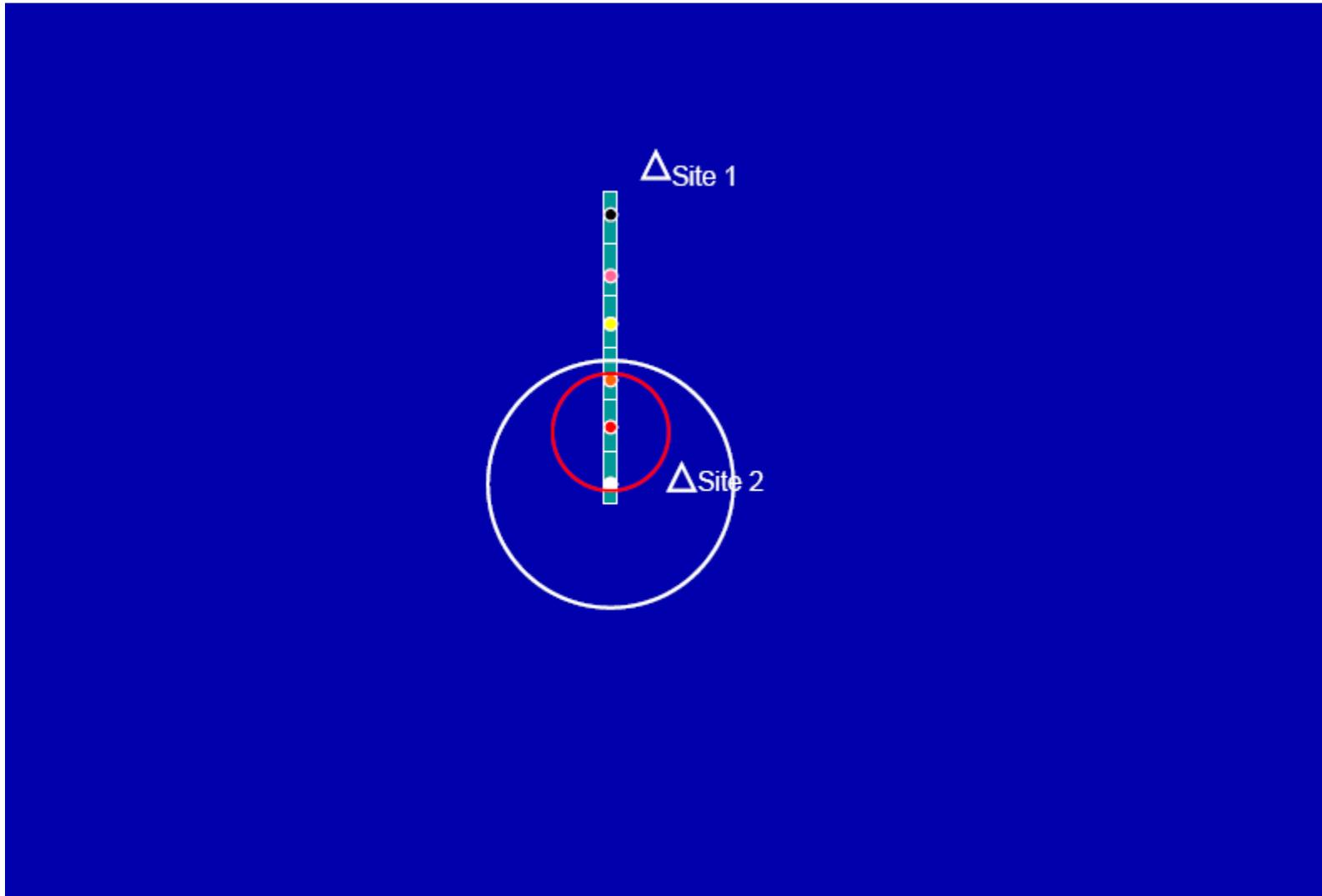
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



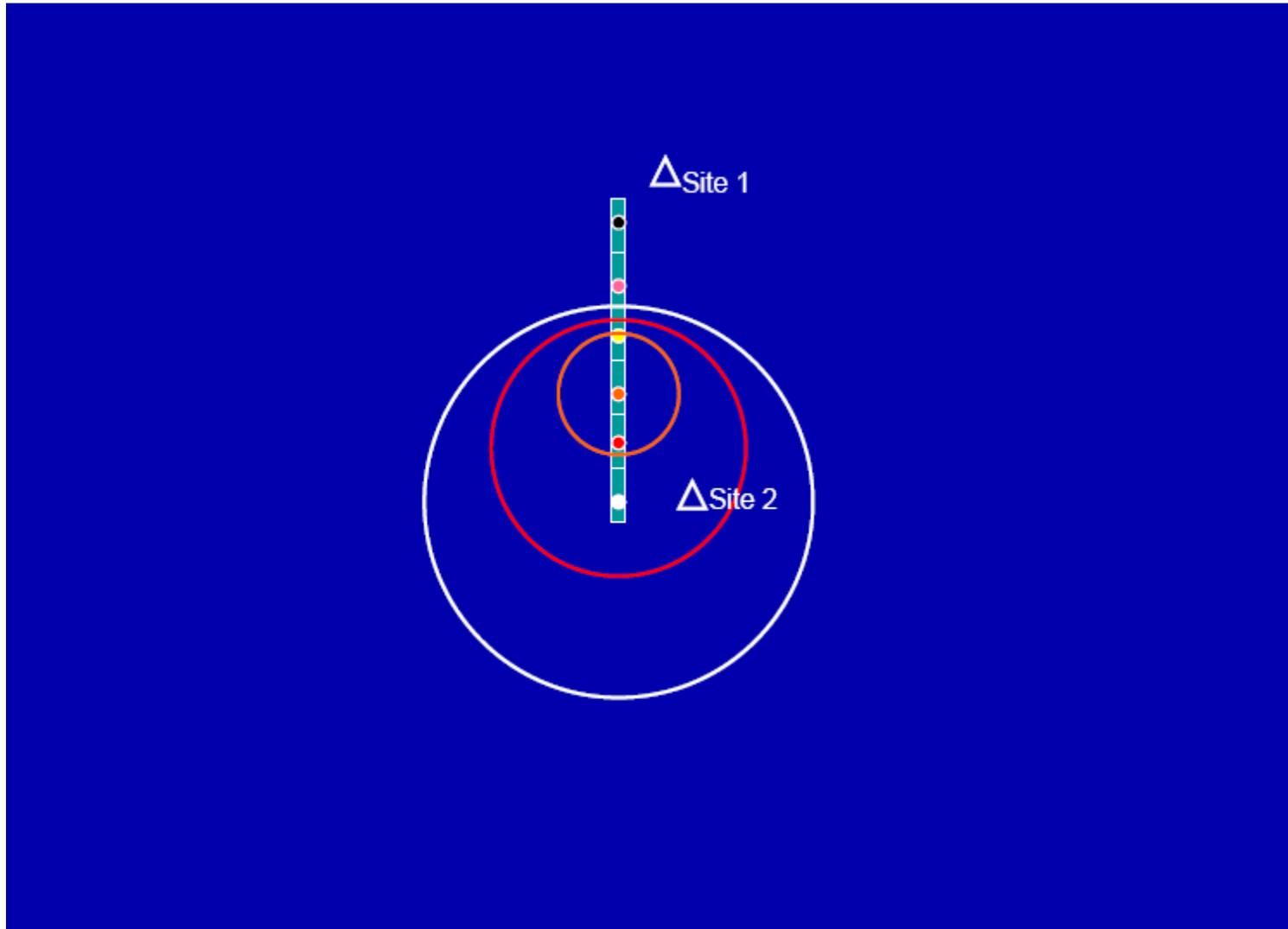
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



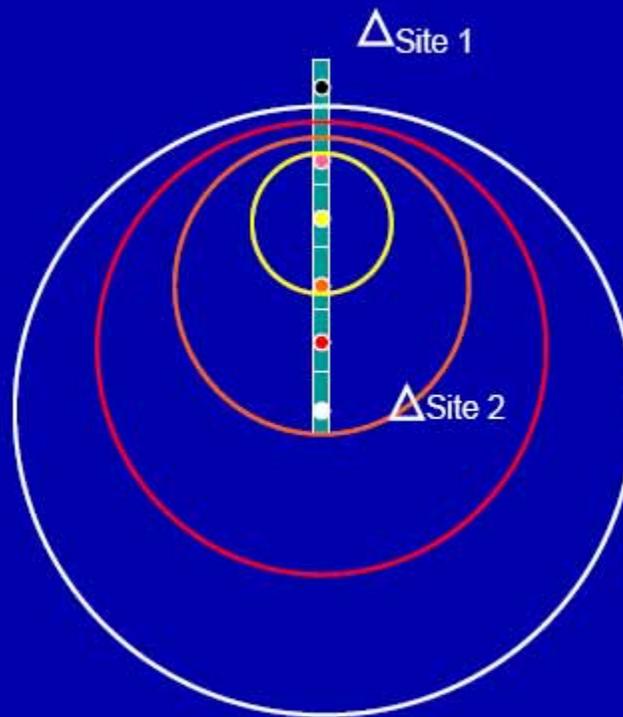
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



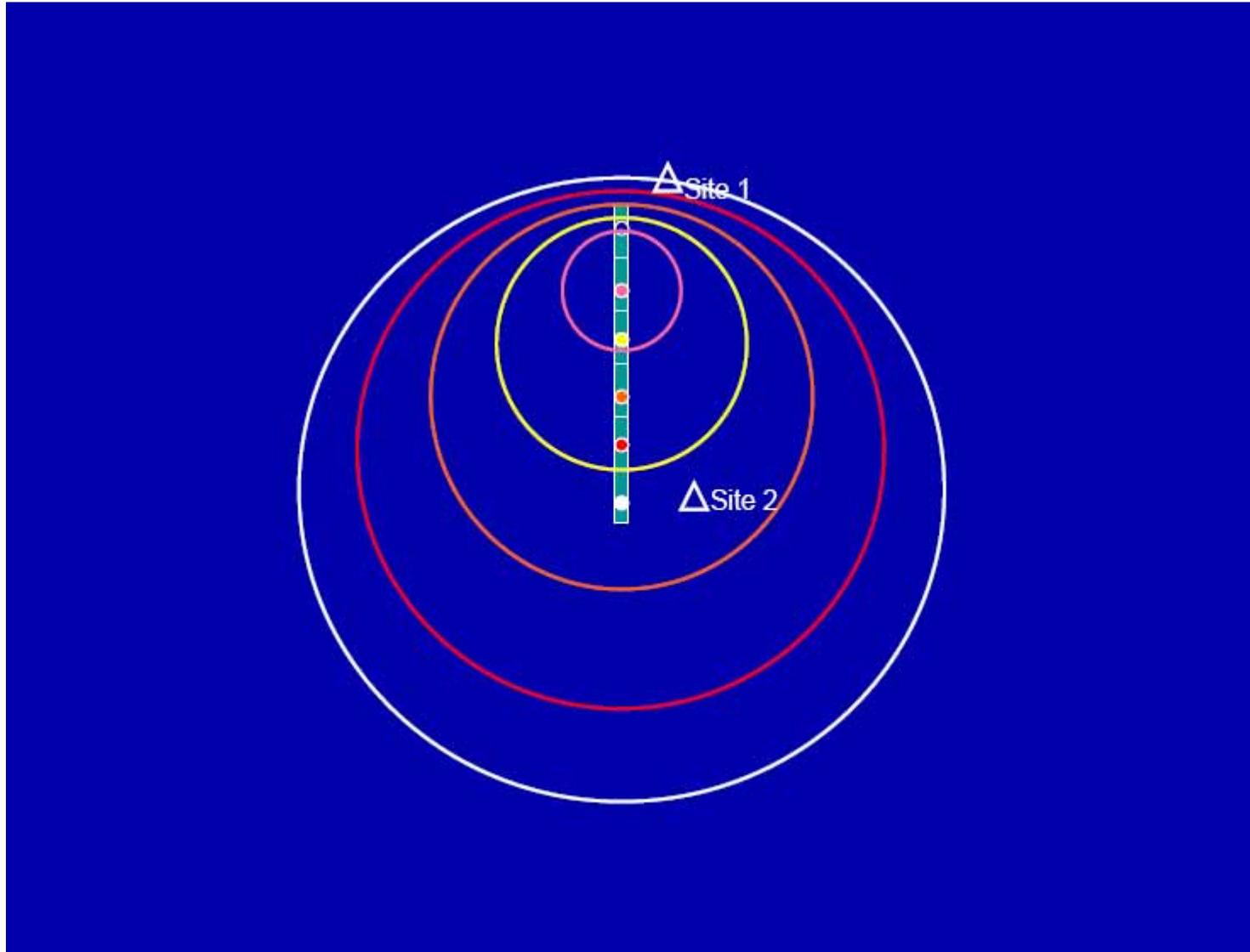
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



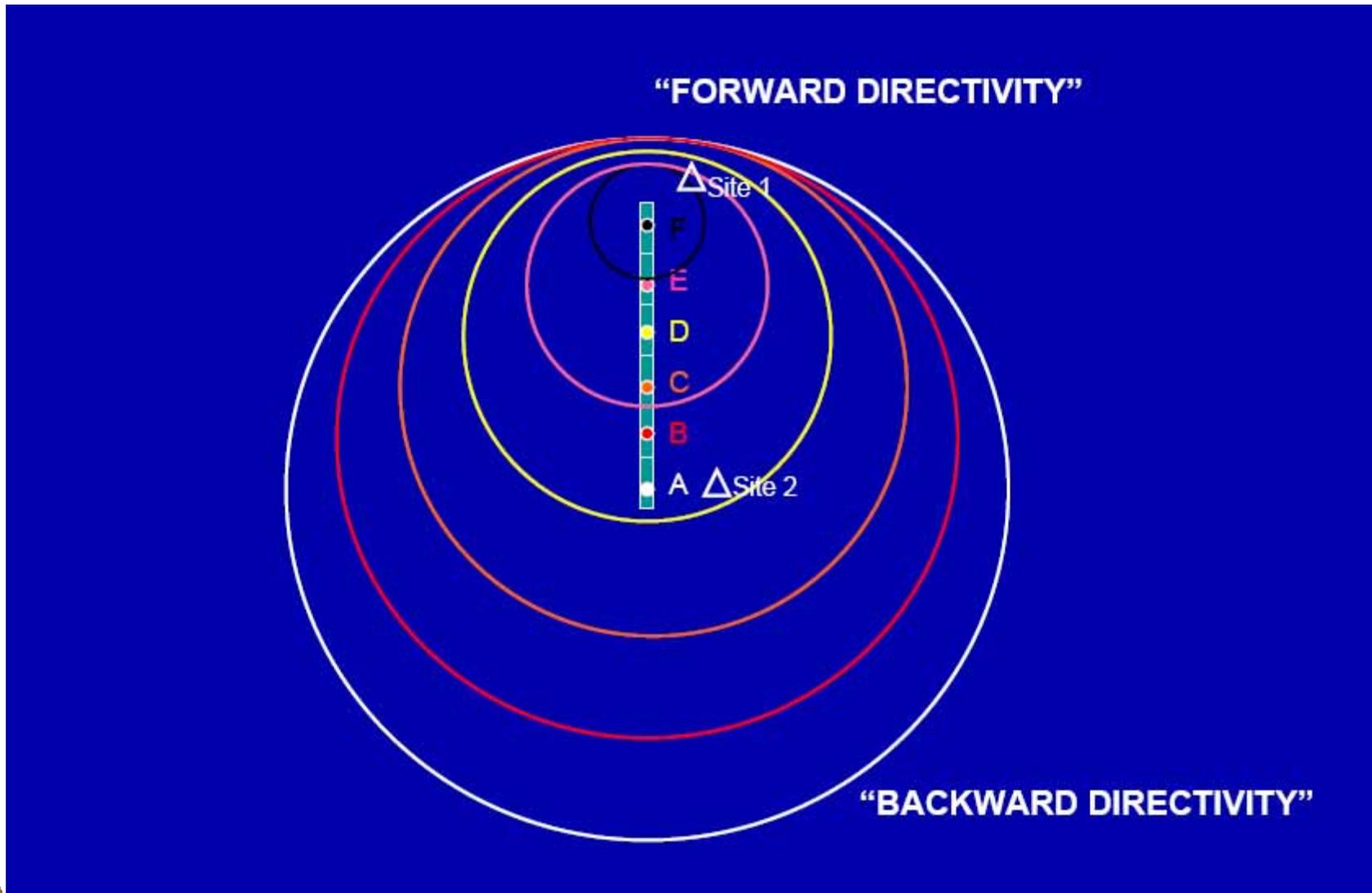
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



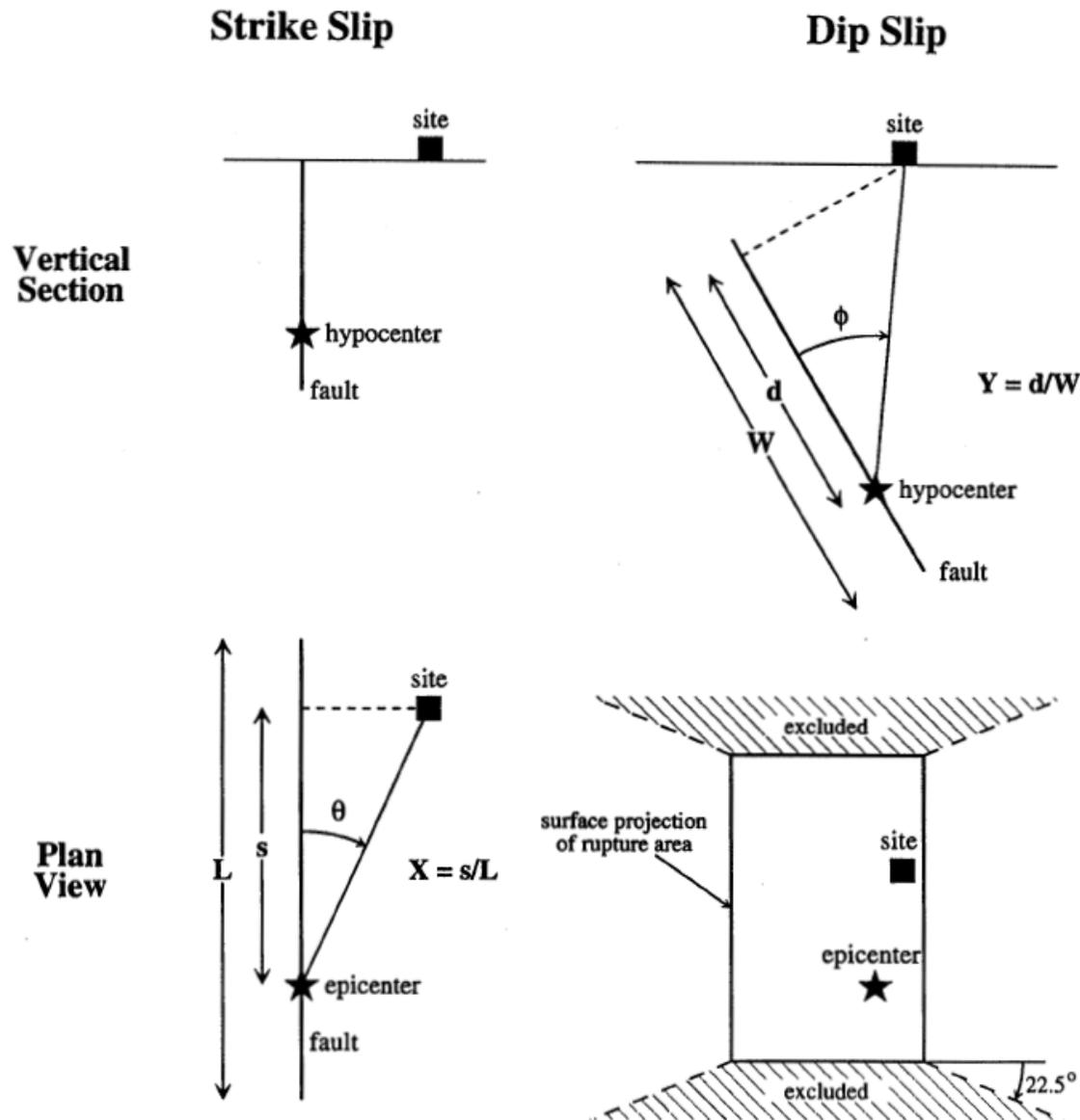
NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ



NEAR FAULT - DIREZIONALITÀ

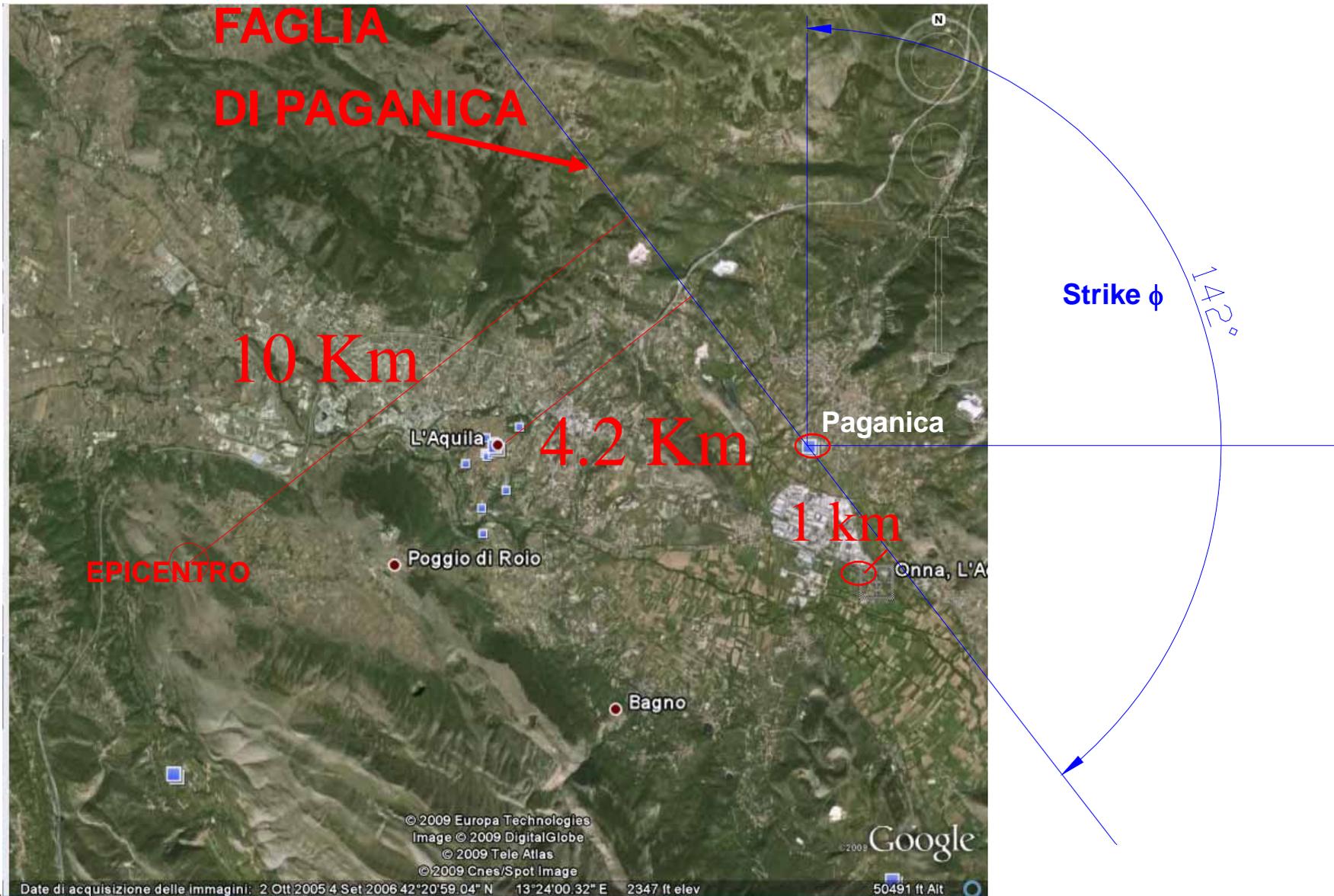


NEAR FAULT GEOMETRIA DI DIRETTIVITA'

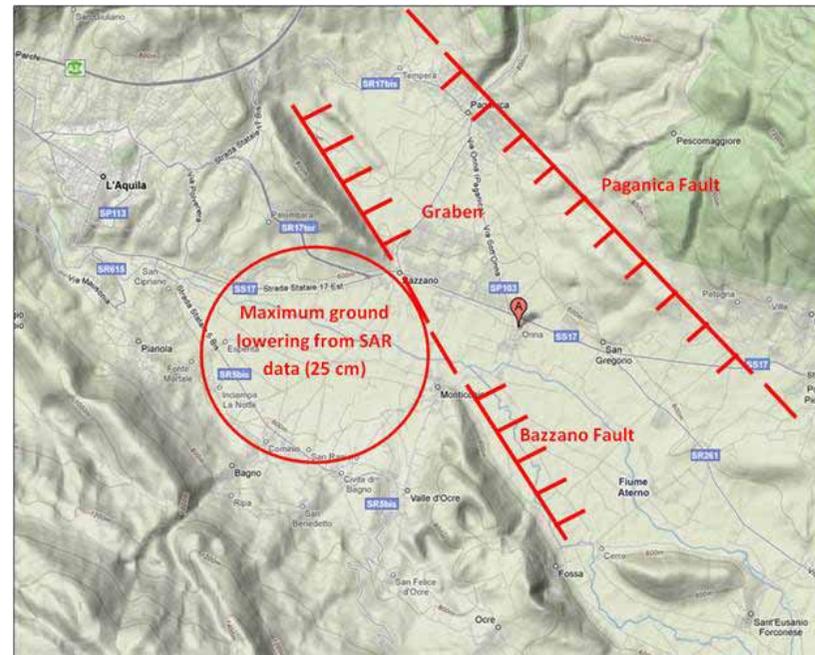
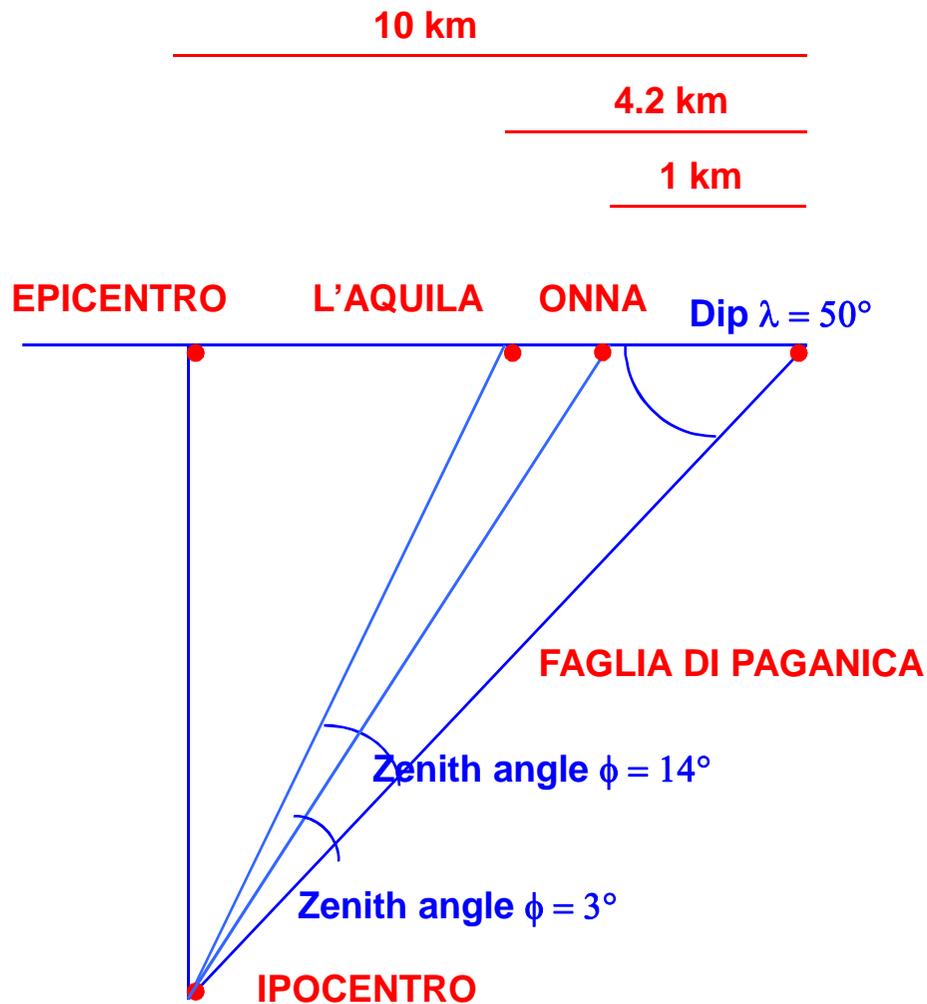


(Somerville et al. 1997)

FORWARD DIRECTIVITY REGION



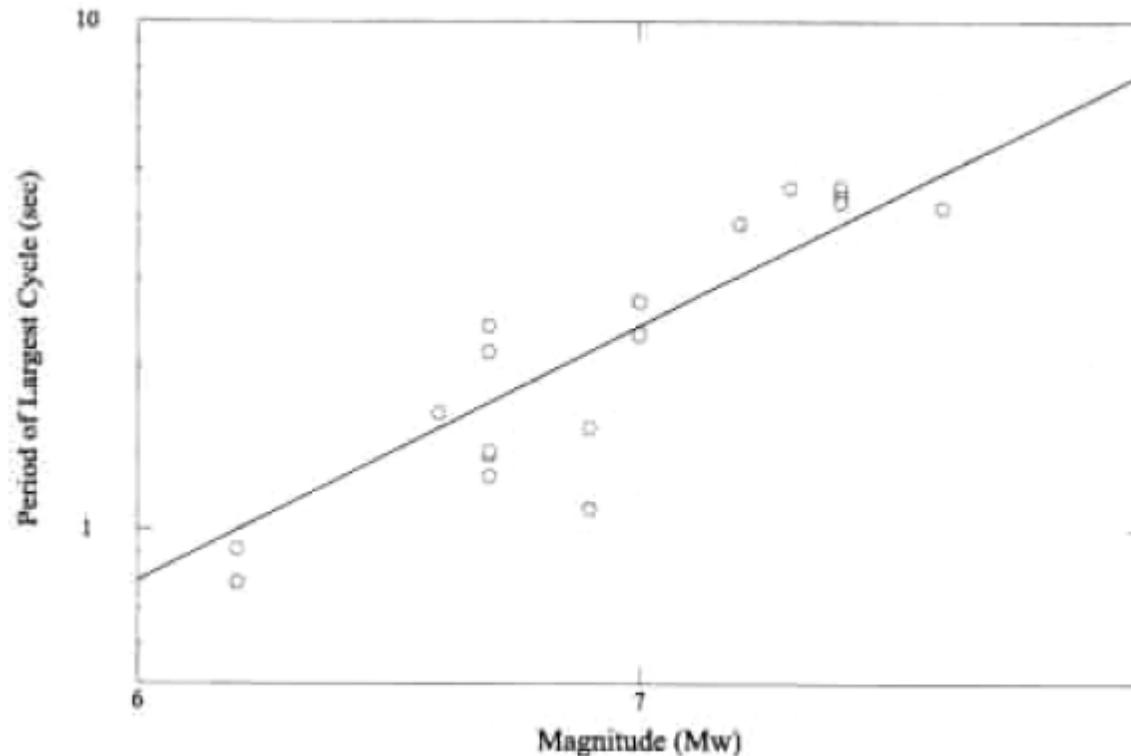
ANGOLI ZENITALI DI L'AQUILA E ONNA RISPETTO AL PIANO DI FAGLIA



Piano verticale normale
alla faglia



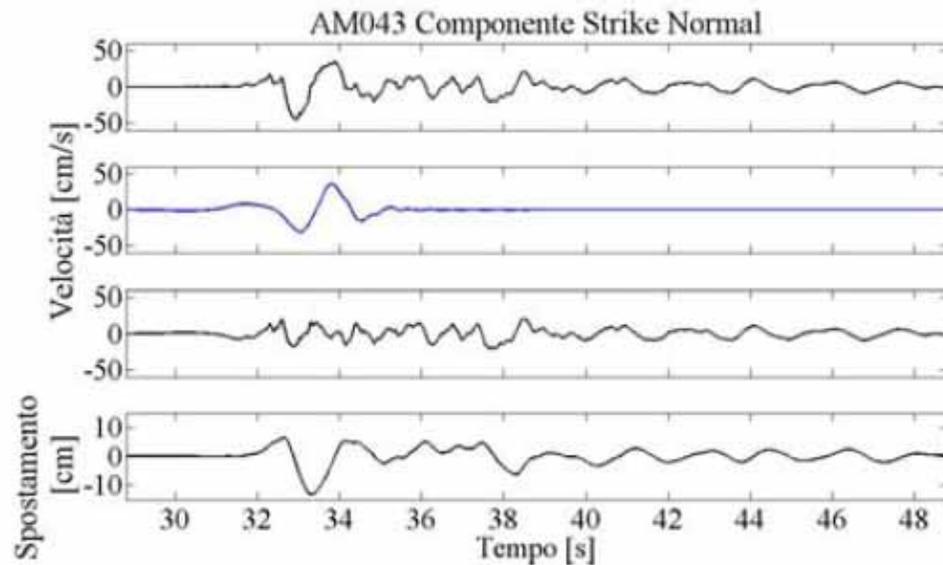
PERIODO DELLA PULSAZIONE DI DIRETTIVITA FRONTALE



(Somerville 2000)



COMPONENTI IMPULSIVE – L'AQUILA

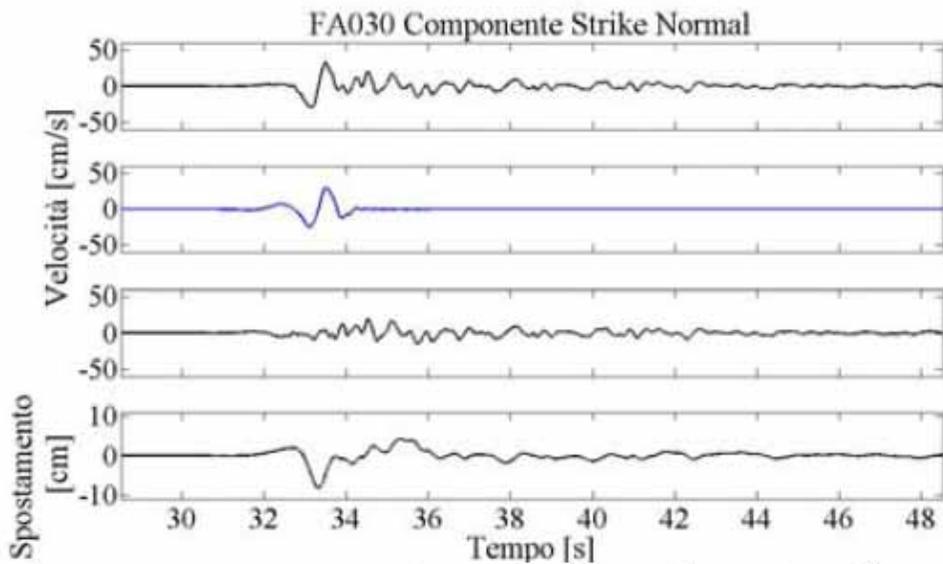


Segnale Sismico,

Componente Impulsiva,

**Segnale sismico depurato
dalla componente impulsiva**

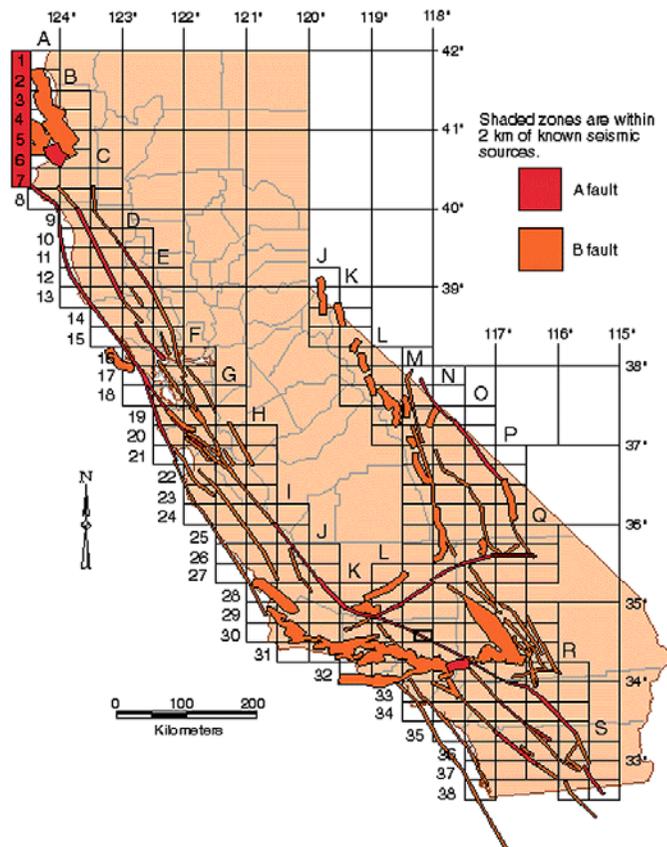
Spostamenti



Da Chioccarelli - Iervolino



UNIFORM BUILDING CODE 1997



Le UBC 97 prevedono fattori amplificativi della domanda sismica per eventi near-fault

In corrispondenza della California sono individuate tre tipologie di aree sismogenetiche: A, B e C fault

La categoria A prevede eventi con magnitudo maggiore o uguale a 7,0 e slip-rate annuali superiori a 5,0 mm. In questi casi è necessario considerare gli effetti near-fault fino a 15 km

La categoria B prevede eventi con magnitudo comprese tra 6,5 e 7,0 e slip-rate maggiori di 2,0 mm. È necessario considerare gli effetti near-fault fino a 10 km



L'AQUILA, OSPEDALE SAN SALVATORE

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



MATRICE PRESTAZIONE - EVENTO

Prestazione \ Evento	Operativo	Immed. Occupabile	Sicurezza Vita	Prevenzione Collasso
<i>Frequente</i>	■			
<i>Occasionale</i>	■	■		
<i>Raro</i>	■	■	■	
<i>Molto Raro</i>		■	■	■



Strutture Ordinarie



Strutture Rilevanti



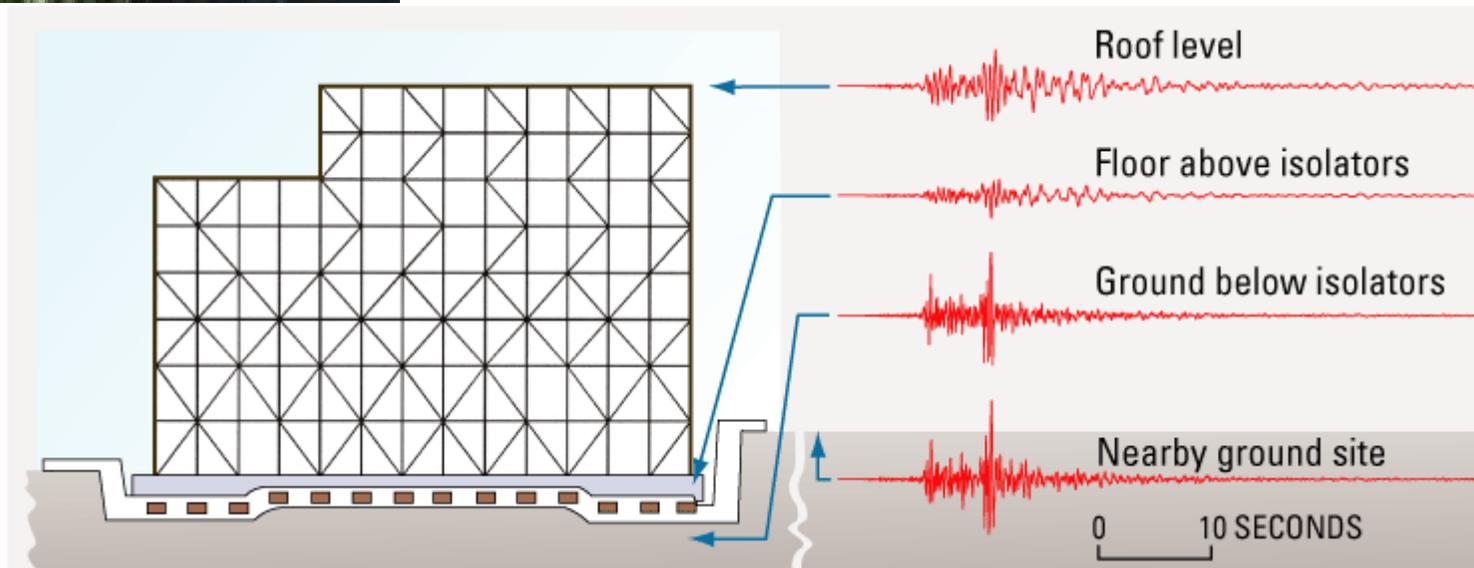
Strutture Strategiche



THE UCLA UNIVERSITY HOSPITAL NORTHRIDGE EQ. 1994



BASE ISOLATION

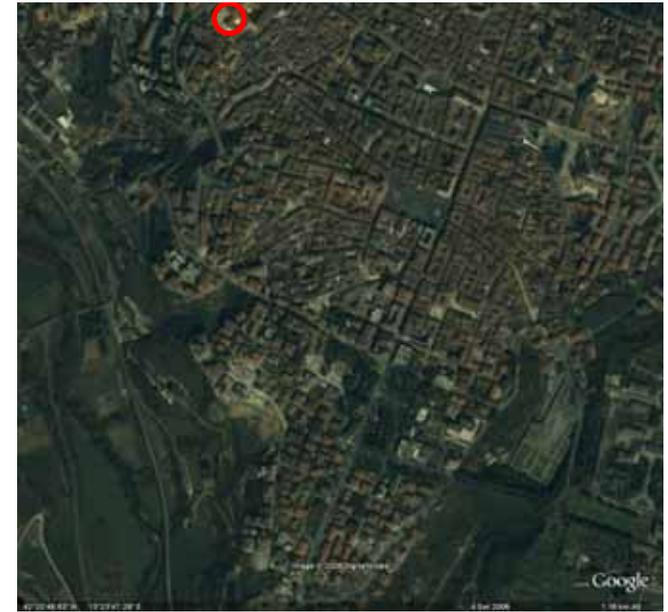


L'AQUILA, LA CASA DELO STUDENTE





CASA DELLO STUDENTE



HOTEL DUCA D'ABRUZZI



- **via Campo di Fossa**

EFFICIENZA DELLE CATENE





- **PIANO SOFFICE**
 - **IRREGOLARITA' IN PIANTA**
-



ROTTURE A TAGLIO DEI NODI – ASSENZA DI STAFFE





San Gregorio, Pancake Collapse

CASTEL DI IERI



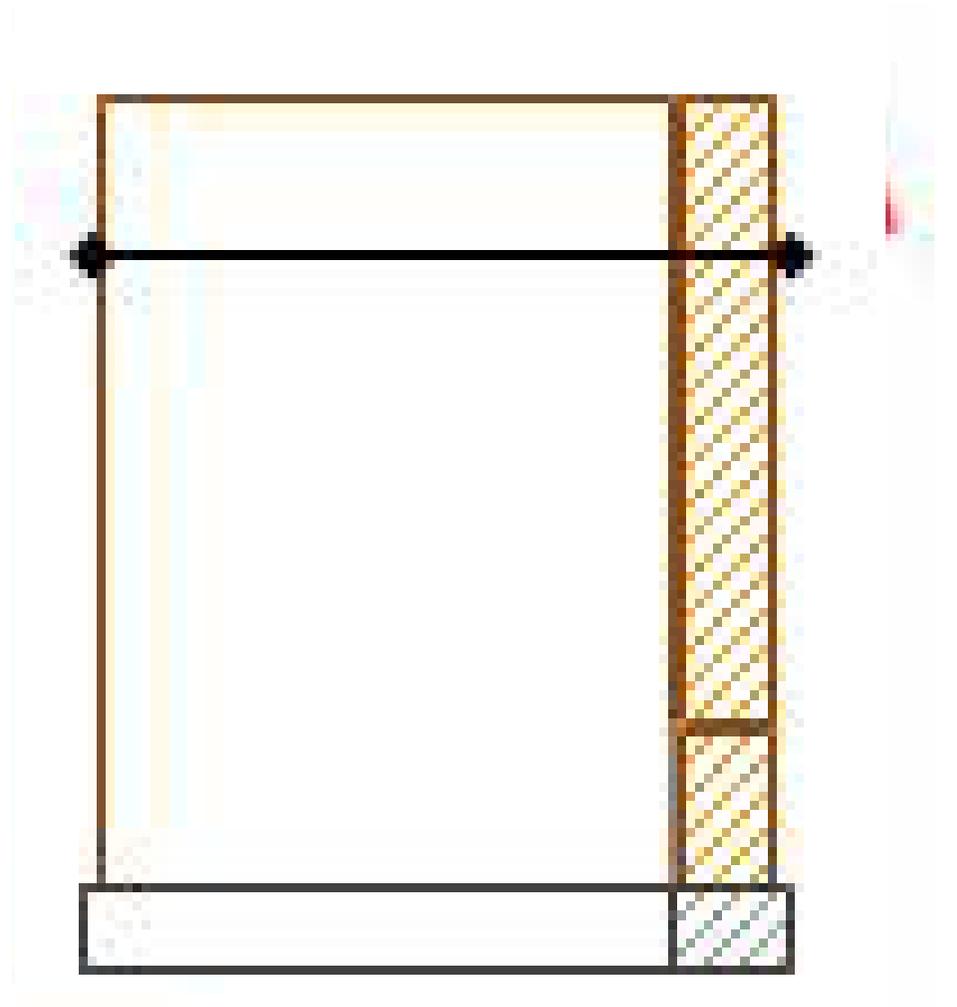
PONTE SULL'ATERNO – SUD DI ONNA



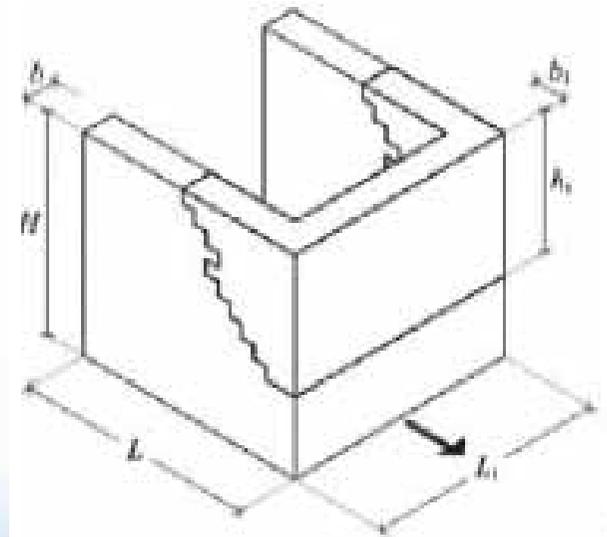
L'AQUILA, CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA ARTIGIANO ED AGRICOLTURA



RIBALTAMENTO FUORI PIANO



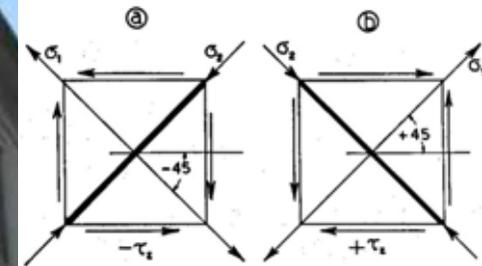
L'UNIVERSITÀ DELL'AQUILA



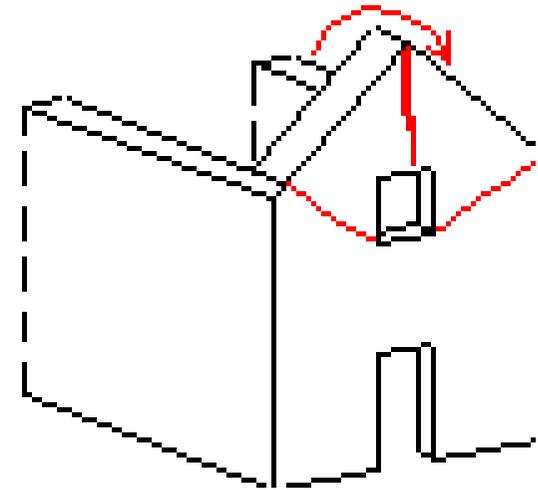
QUANTO INCIDE L'INVECCHIAMENTO DELLE MALTE SULLA RESISTENZA TAGLIANTE DELLE PARETI MURARIE?



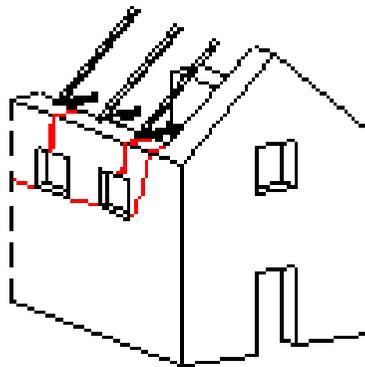
LESIONI DA TAGLIO NEI MASCHI MURARI



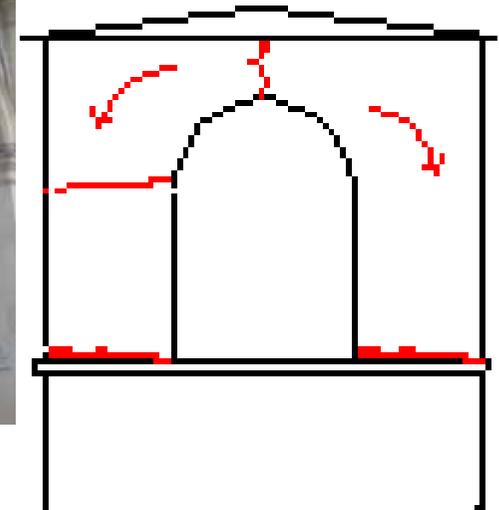
SAN DEMETRIO NE VESTINI, DETTAGLIO DEL CROLLO NELLA FACCIATA DELLA CHIESA DI SANTA MARIA DE RACCOMANDATI.



L'AQUILA, SCUOLA E. DE AMICIS TETTO SPINGENTE o MARTELLANTE



LESIONI IN CHIAVE NEGLI ARCHI



L'AQUILA, CHIESA DI S.MARIA DI COLLEMAGGIO CROLLO DELLE VOLTE SUL TRANSETTO



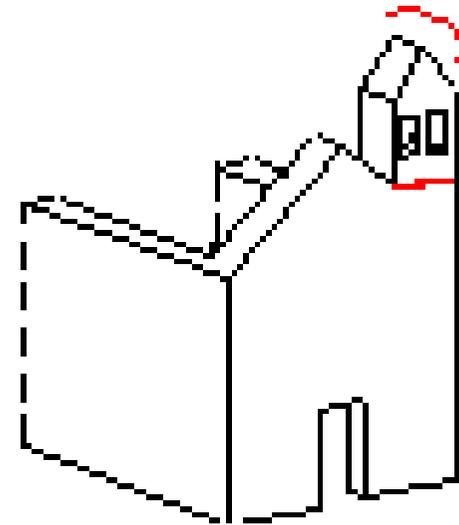
- 1285
- PAPA
CELESTINO V
- DANNI T. 1703
- REST. 1966
MORETTI



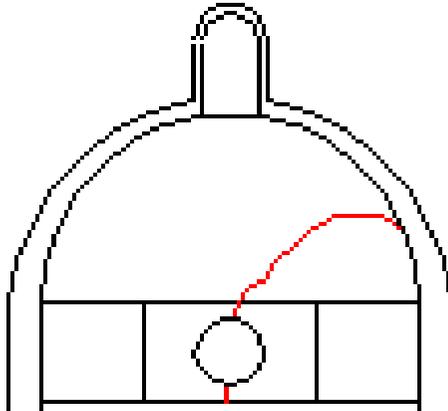
L'AQUILA, CHIESA DI S.MARIA DI COLLEMAGGIO



L'AQUILA, BASILICA DI S. BERNARDINO, INTERVENTO DEL NUCLEO S.A.F. DEI VIGILI DEL FUOCO



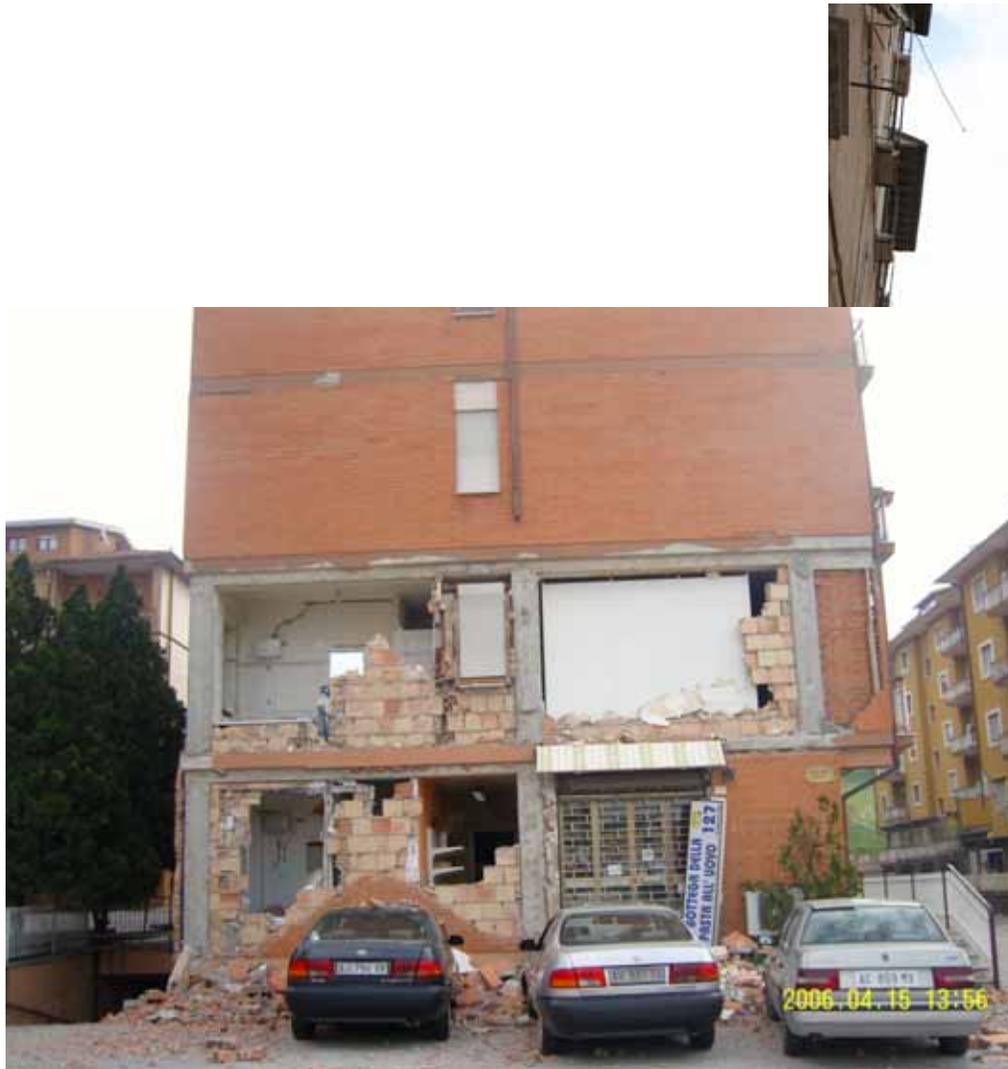
CHIESA DELLE ANIME SANTE, L'AQUILA



- **Valadier 1805**
- **3 anelli lignei**



ESTESI CROLLI TAMPONATURE A DOPPIA FODERA



Quasi sempre mancanti collegamenti diatonici tra le fodere

Per evitare i ponti termici si realizzano spesso equilibri precari



L'AQUILA SCUOLA ELEMENTARE CIRC. GALILEI

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**