
Sismicità storica dell'Italia di Nord-Est

Verona, 11-13 settembre 2008

**STATO DI SFORZO E DI DEFORMAZIONE TETTONICA
DEDOTTI DALL'INVERSIONE DI MECCANISMI FOCALI:
LA REGIONE SISMOTETTONICA GIUDICARIE-LESSINI
(ALPI MERIDIONALI, ITALIA)**

Alfio Viganò¹, Gianni Bressan², Giorgio Ranalli³, Silvana Martin¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali, Università dell'Insubria, Como

² Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Dipartimento Centro Ricerche Sismologiche, Cussignacco (Udine)

³ Department of Earth Sciences and Ottawa-Carleton Geoscience Centre, Carleton University, Ottawa

SOMMARIO

- Introduzione

 - La regione Giudicarie-Lessini

 - Distribuzione sismicità strumentale e storica

- *Database* eventi sismici

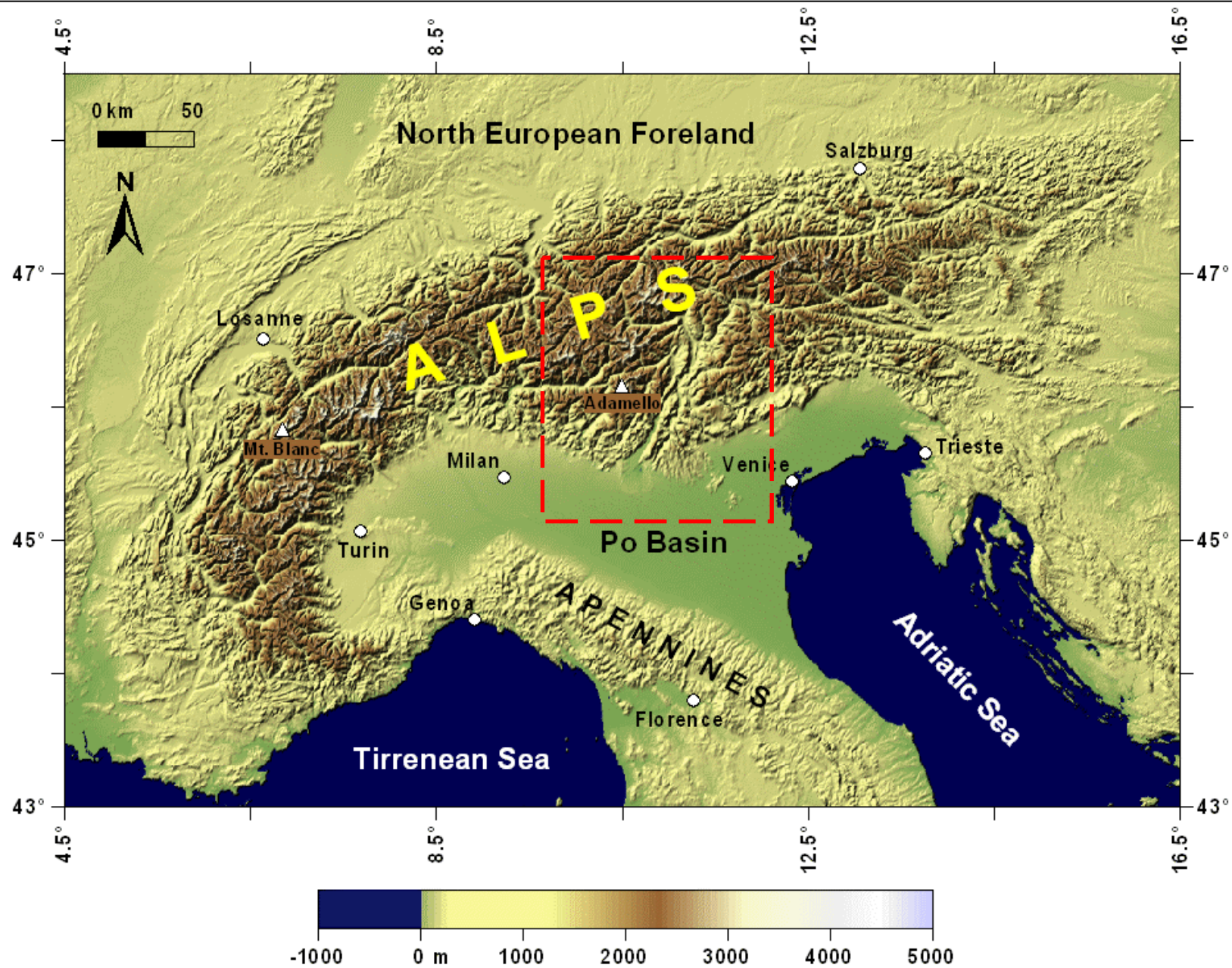
 - Rilocalizzazione

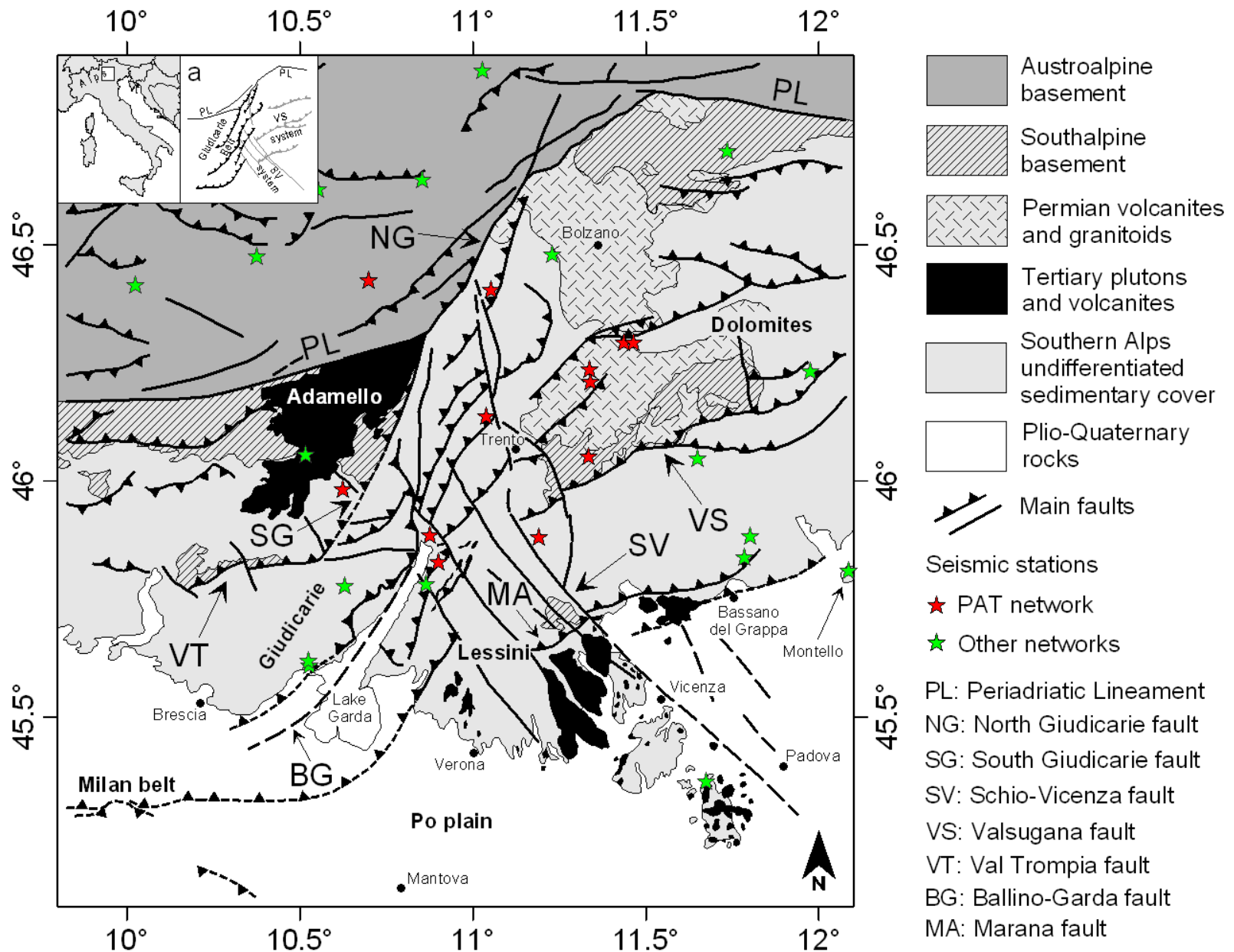
 - Magnitudo

 - Meccanismi focali

- Campo di sforzo e di deformazione

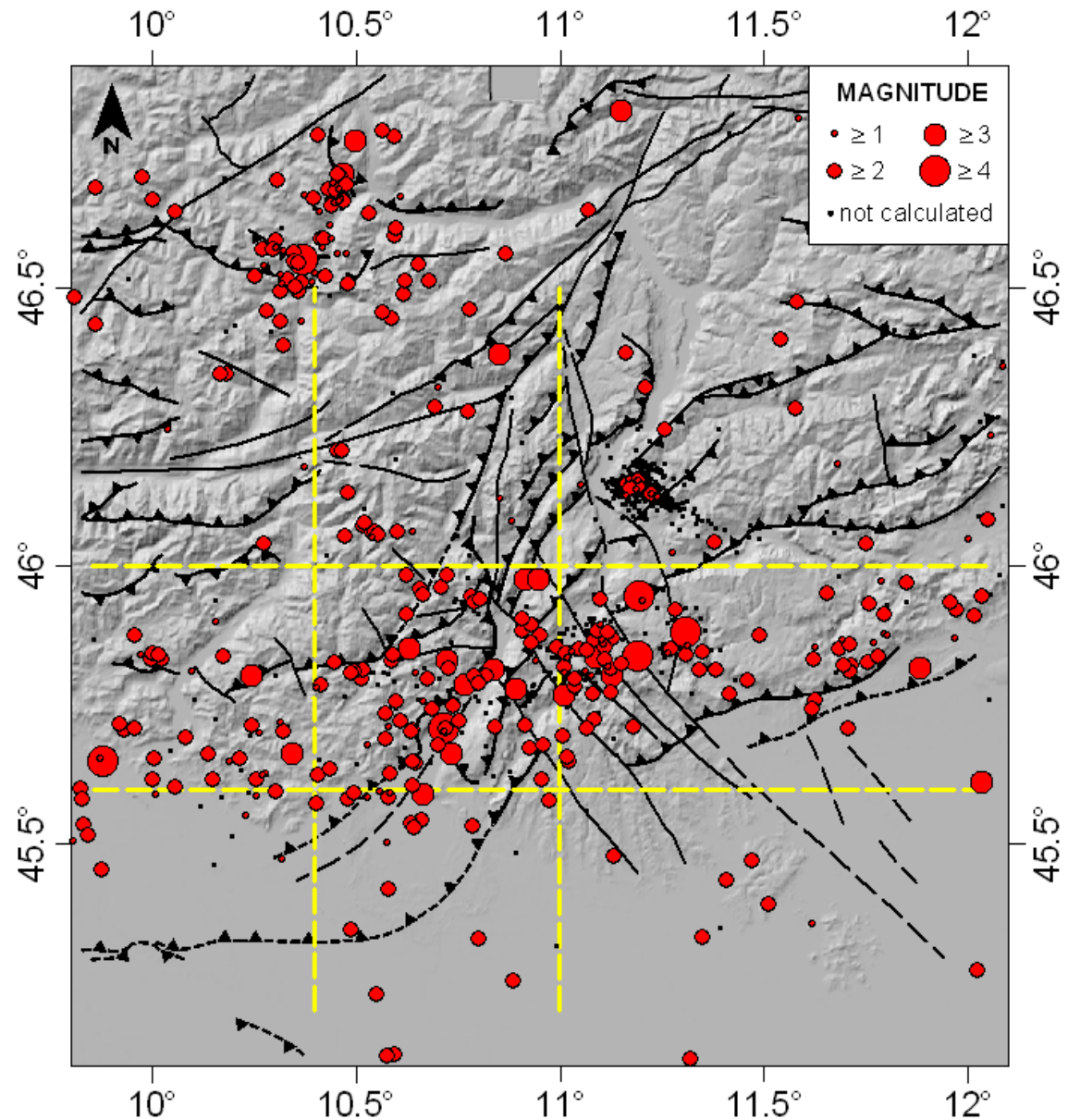
- Interpretazione regionale e conclusioni





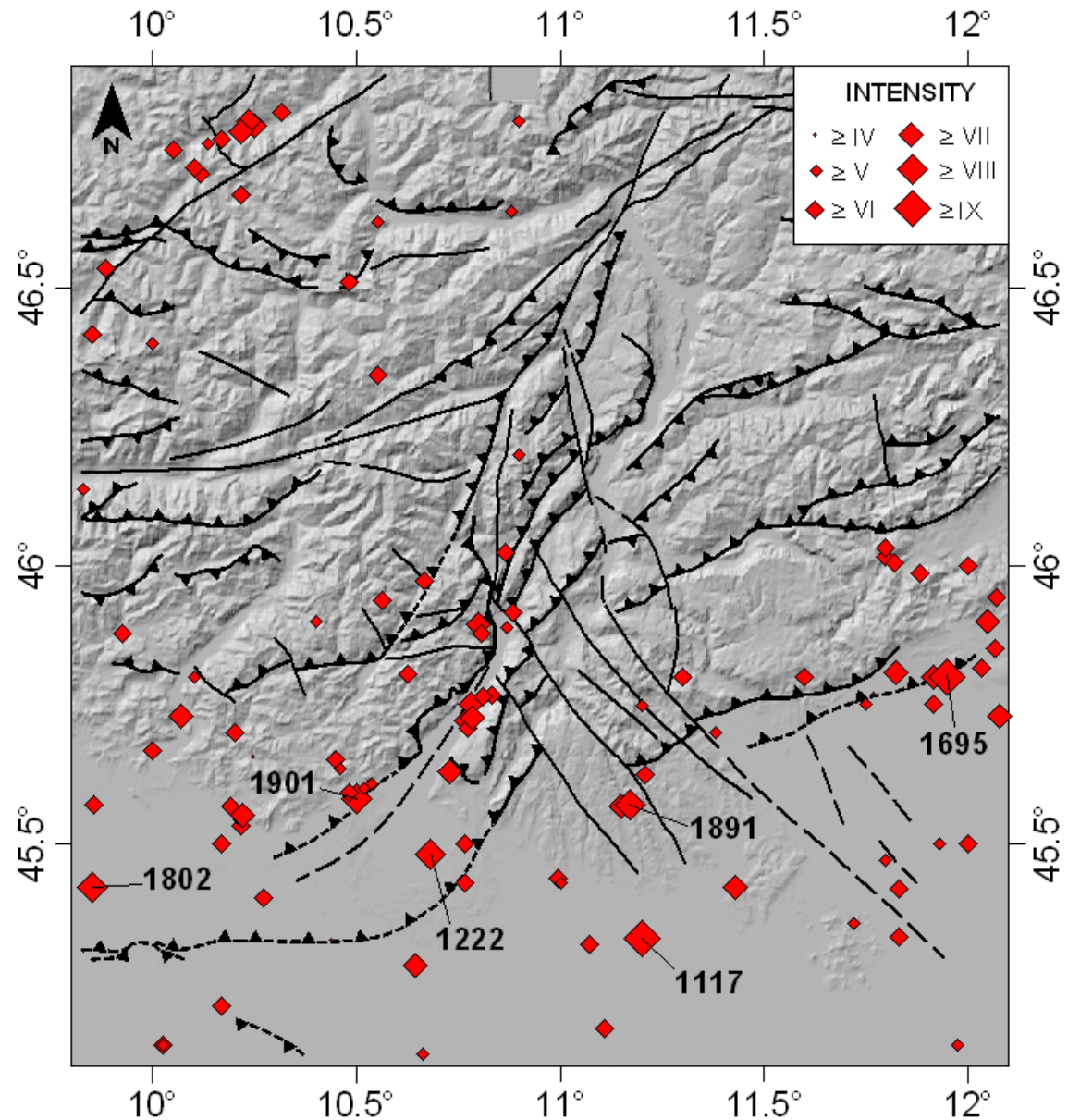
SISMICITA' STRUMENTALE

- Catalogo: 1981-2002 (CSI; Castello et al., 2006)
- Bassa sismicità (M)
- Distribuzione disomogenea (fascia prealpina)
- Strutture tettoniche sismiche (zona di contatto Giudicarie - Schio-Vicenza)
- Profondità (crosta superiore, 20 km)



SISMICITA' STORICA

- Catalogo: antichità-1980 (CPTI, 2004)
- Eventi più significativi ($VIII \leq I < X$, $5.7 \leq M_W < 6.6$)
- Distribuzione disomogenea (fascia pedealpina-prealpina)
- Terremoto di Verona (1117 d. C.)



SOMMARIO

- Introduzione

 - La regione Giudicarie-Lessini

 - Distribuzione sismicità strumentale e storica

- *Database* eventi sismici

 - Rilocalizzazione

 - Magnitudo

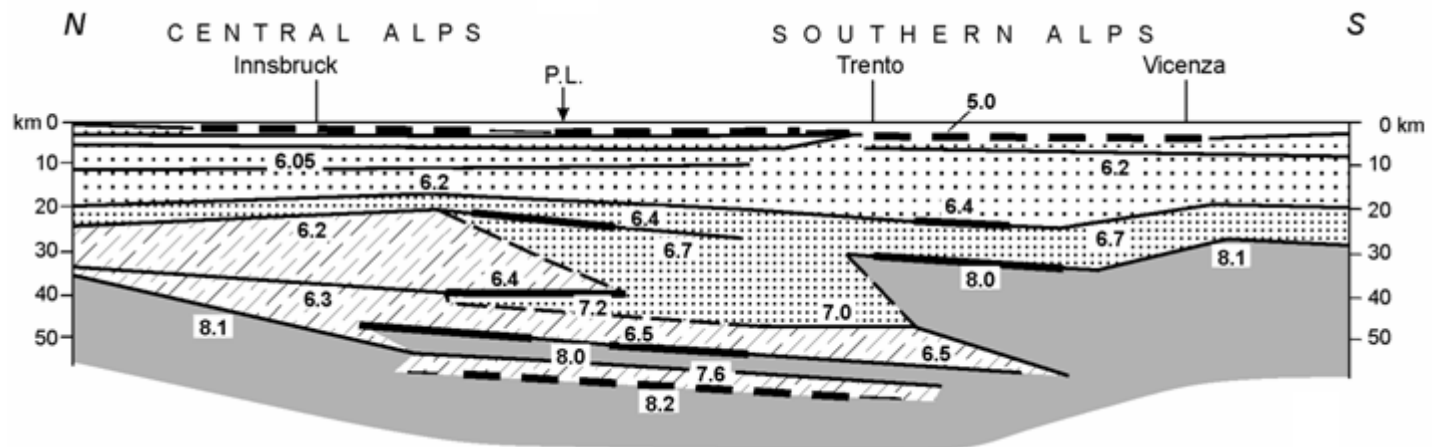
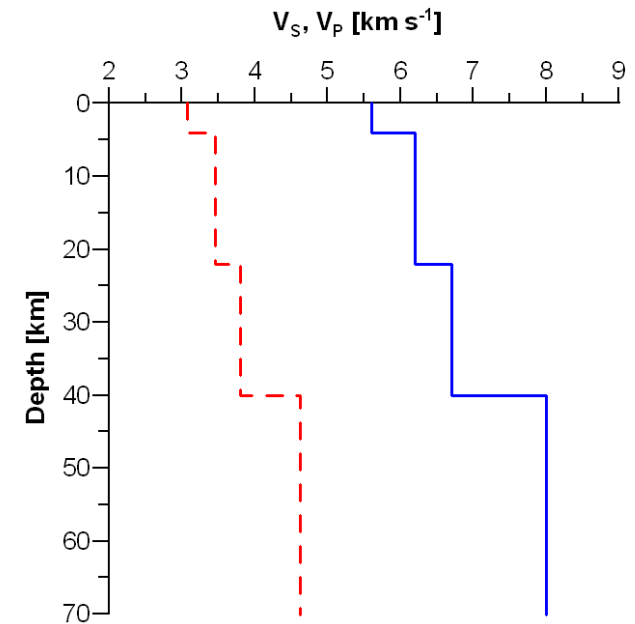
 - Meccanismi focali

- Campo di sforzo e di deformazione

- Interpretazione regionale e conclusioni

RILOCALIZZAZIONE EVENTI SISMICI

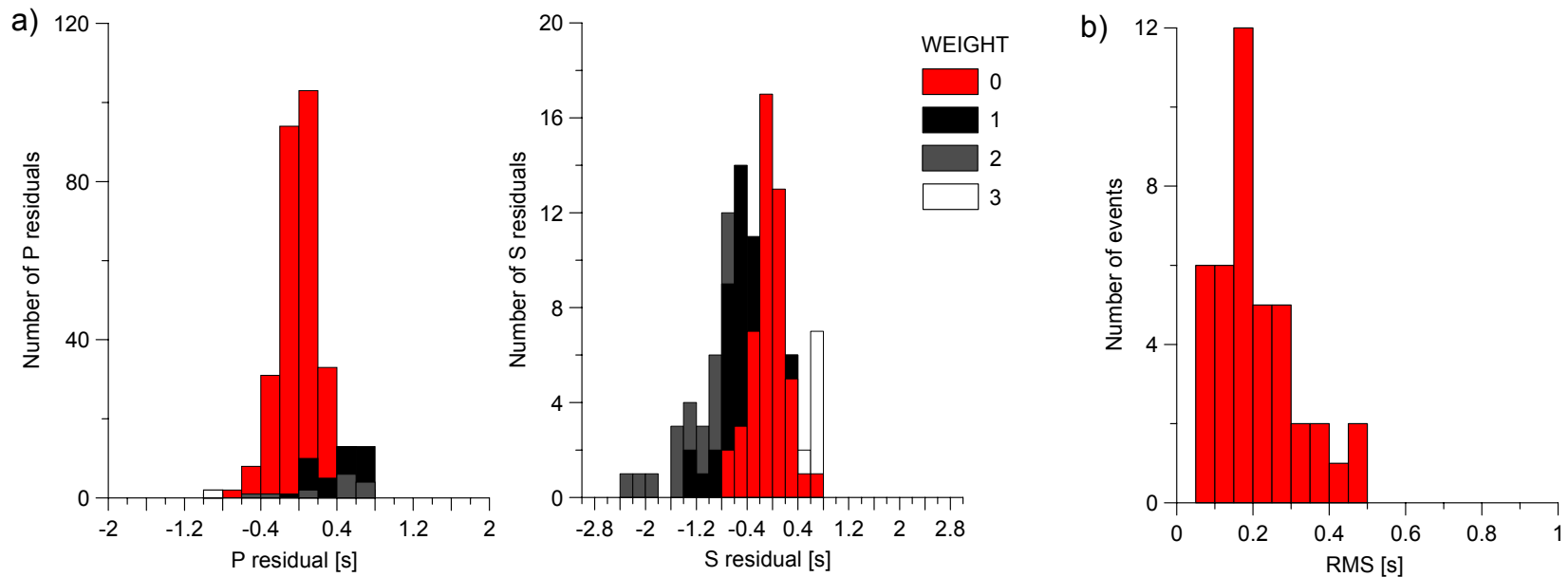
- Modello di velocità onde sismiche (P ed S)
- Deep Seismic Soundings
- Calibrazione (minimizzazione residui)



(Cassinis, 2006)

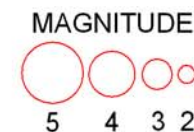
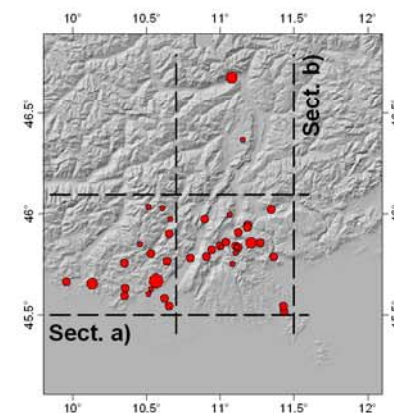
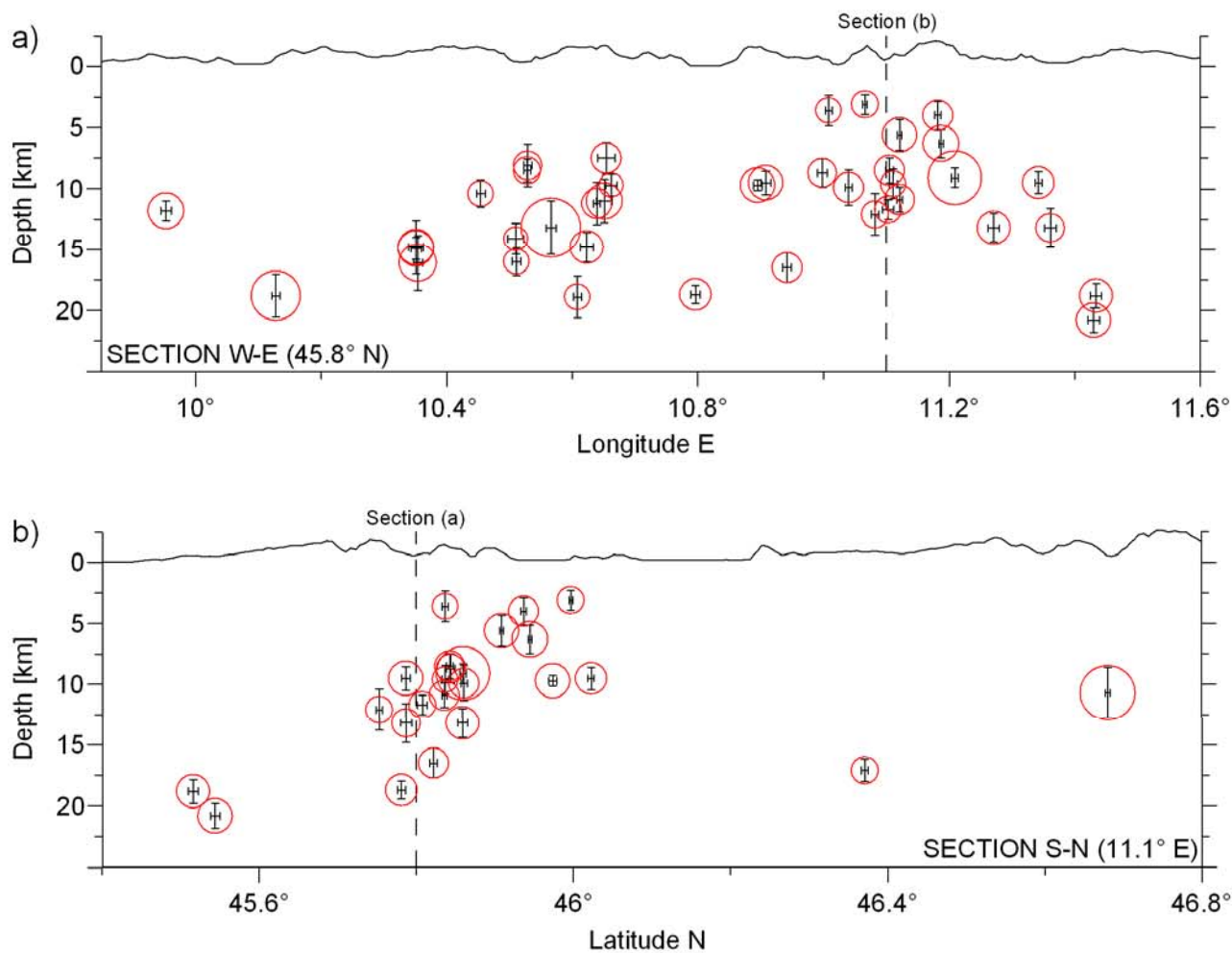
RILOCALIZZAZIONE EVENTI SISMICI

- 41 eventi, arco temporale 1989-2006
- Numero medio di fasi (P + S) in input ~15
- GAP azimutale medio ~160°
- Distanza epicentrale media stazioni ~56 km
- Distanza epicentrale media stazione più vicina ~15 km



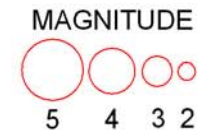
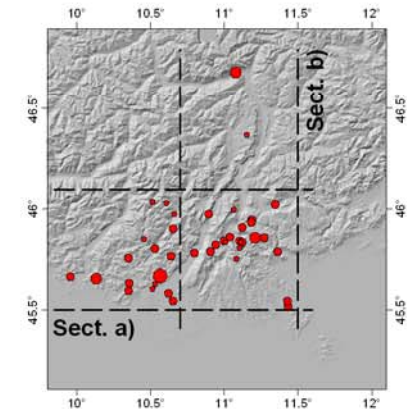
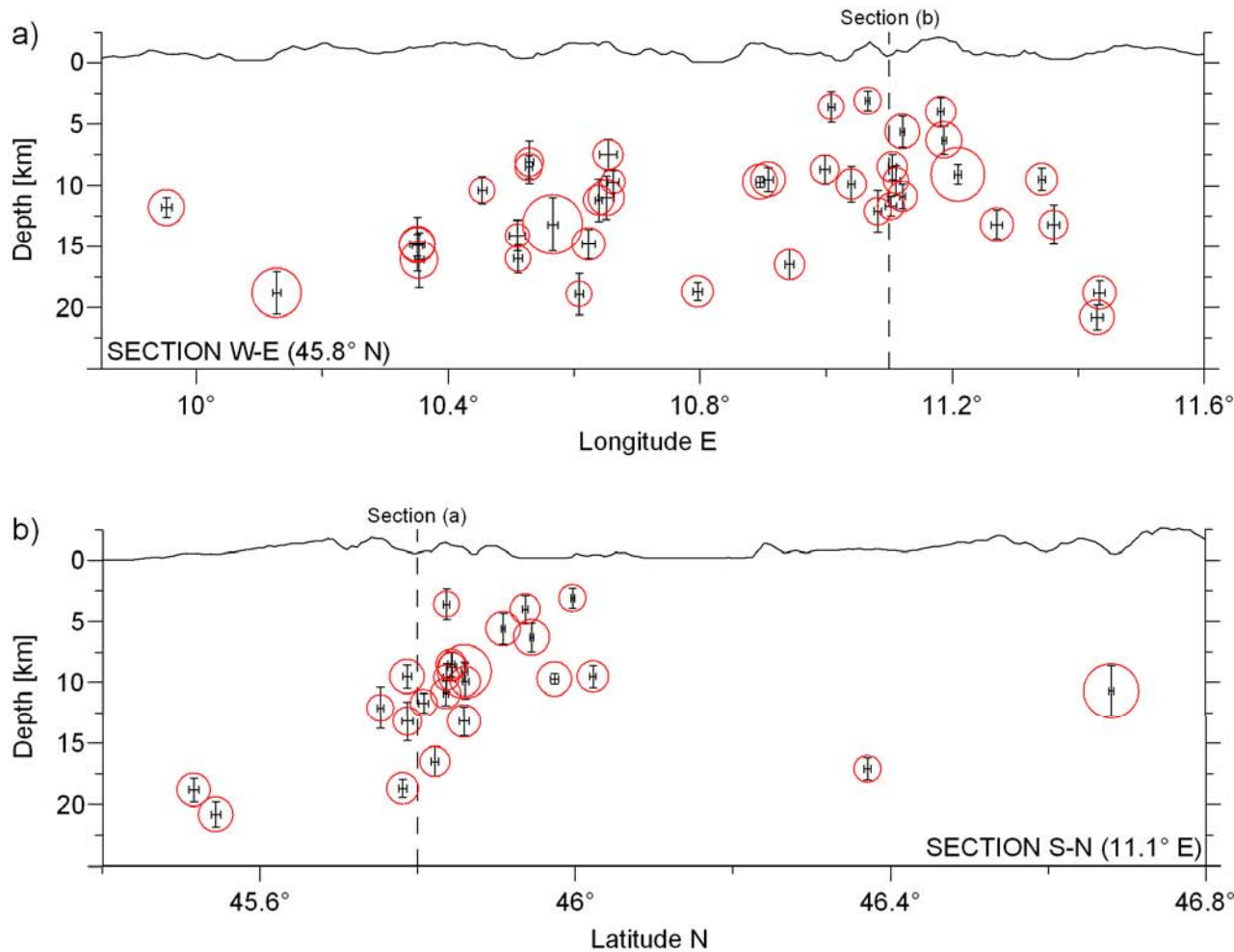
RILOCALIZZAZIONE EVENTI SISMICI

- Errori di localizzazione (SEH, SEZ) (Hypoellipse; Lahr, 1999)



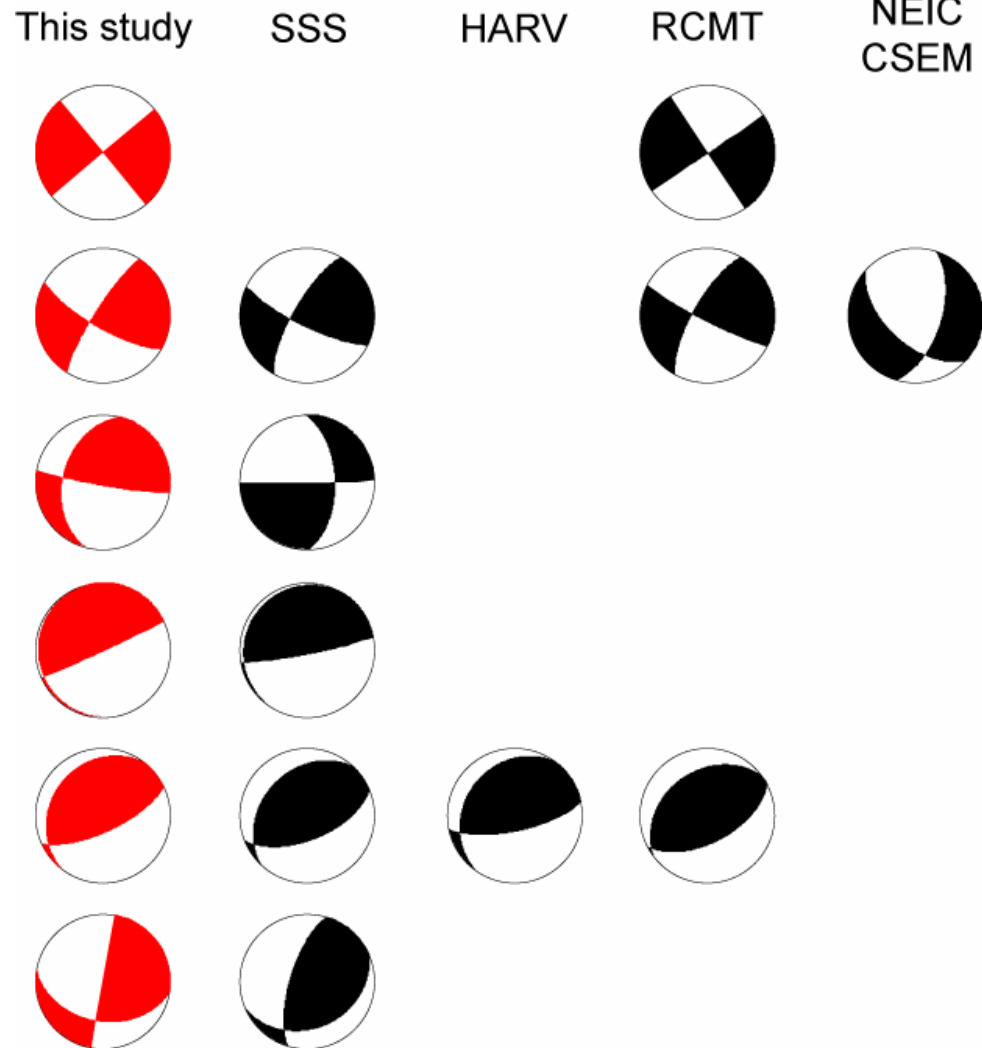
MAGNITUDO EVENTI SISMICI

- Magnitudo da durata, $M_D=2.7-5.1$ (registrazioni reti OGS, PAT; Rebez and Renner, 1991)



MECCANISMI FOCALI

- Prime polarità fasi P (FPFIT; Reasenberg and Oppenheimer, 1985)
- Polarità in errore
- Soluzioni multiple
- Parametri di qualità (STDR medio 0.65) ed incertezza (strike, dip, rake)
- Confronto altre soluzioni



SOMMARIO

- Introduzione

 - La regione Giudicarie-Lessini

 - Distribuzione sismicità strumentale e storica

- *Database* eventi sismici

 - Rilocalizzazione

 - Magnitudo

 - Meccanismi focali

- Campo di sforzo e di deformazione

- Interpretazione regionale e conclusioni

CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE

- Zonazione sismotettonica

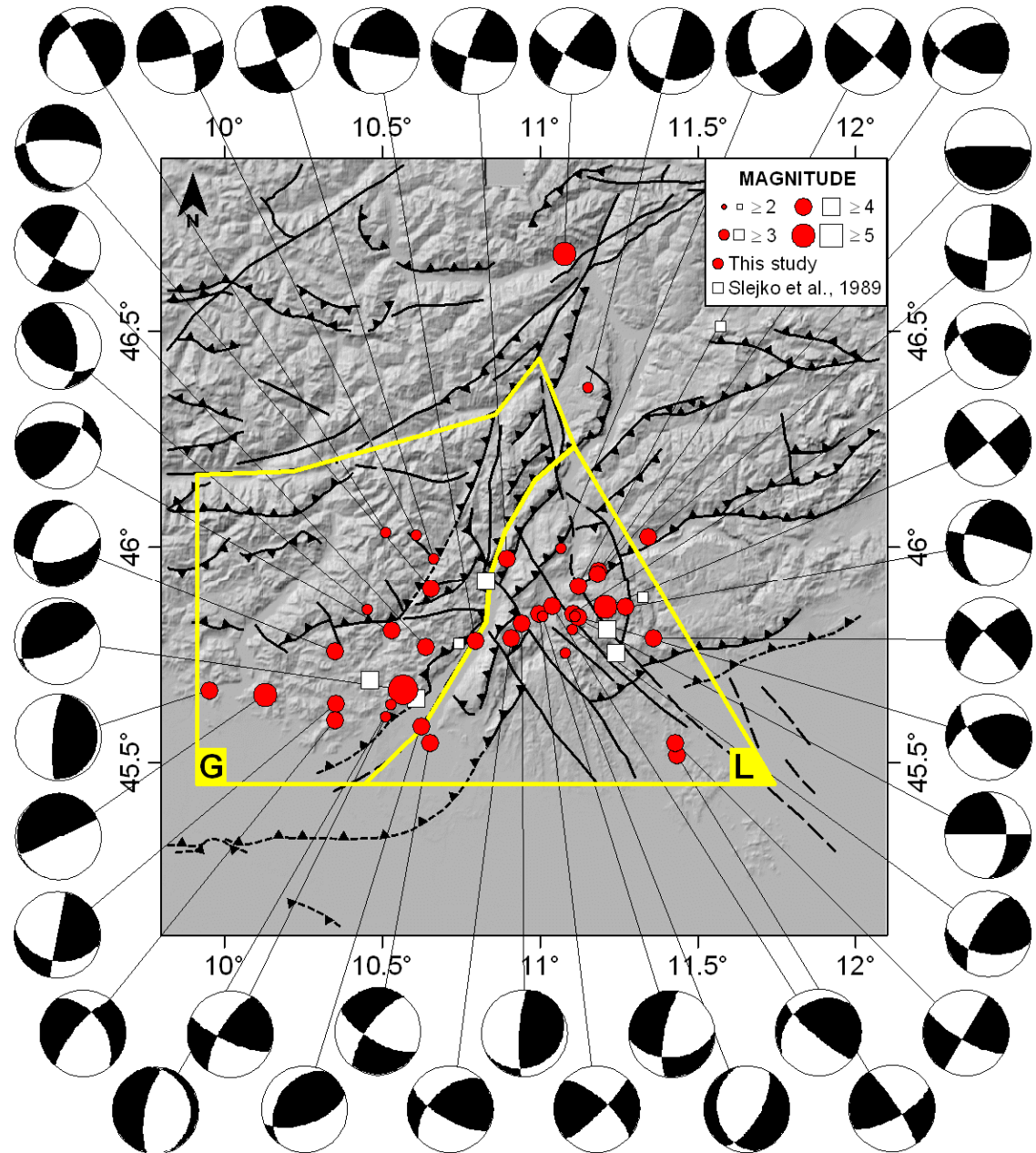
Evidenze geologiche
(strutture)

Distribuzione sismicità e
meccanismi focali

Zona G = Giudicarie (#16)

Zona L = Lessini (#22)

Limite G/L lungo le faglie
Ballino-Garda e Valle del
Sarca



CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE

- Inversione di sforzo (Gephart and Forsyth, 1984)

Pesi assegnati (W) ai meccanismi focali (N) in funzione del numero di polarità (NP) e della qualità della soluzione ($STDR$)

W	1	2	3	4	5	6
NP	17-30		31-60		>60	
STDR	<0.65	≥0.65	<0.65	≥0.65	<0.65	≥0.65
N	13	12	3	8	-	2

- Inversione di deformazione (Kostrov, 1974)

$$\varepsilon_{ij} = f(\sum M_{ij})$$

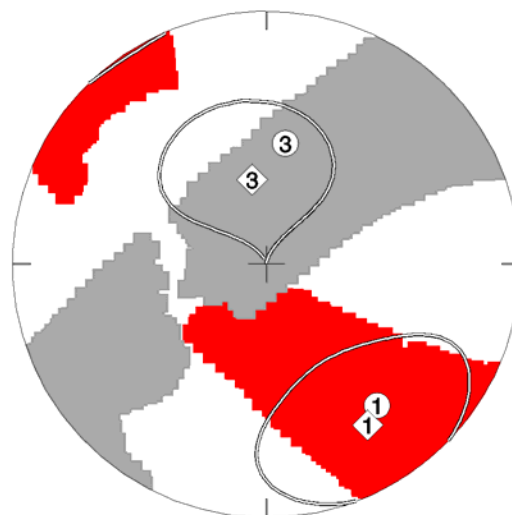
Momento sismico scalare (M_0) funzione di M_D (Franceschina et al., 2006)

Spessore sismogenetico: 22 km

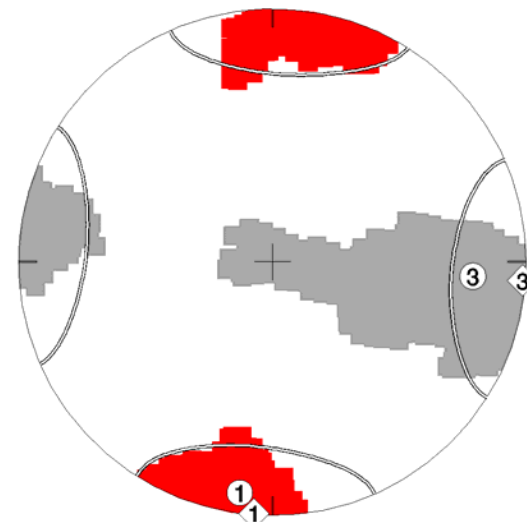
CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE

- Direzione assi principali di sforzo/deformazione
- Regime di sforzo/deformazione
- Maggiore eterogeneità del campo di sforzo in G (limiti di confidenza)
- Maggiore eterogeneità tettonica in L (σ_{ij} vs. ε_{ij} ; Arnold and Townend, 2007)
- Direzione del massimo sforzo compressivo orizzontale, S_{Hmax} (Lund and Townend, 2007)

Zona G Compressione + trascorrenza

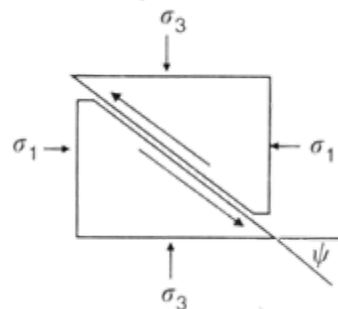


Zona L Trascorrenza

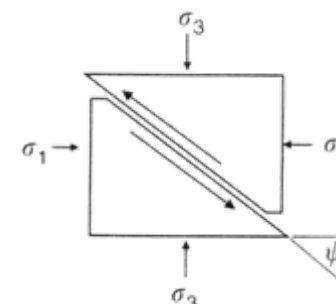


○ stress axes
 ■ 95% confidence limits for σ_1 stress axes
 ■ 95% confidence limits for σ_3 stress axes

◇ strain axes
 — 95% confidence limits for strain axes



Piano verticale



Piano orizzontale

CAMPO DI SFORZO E DEFORMAZIONE

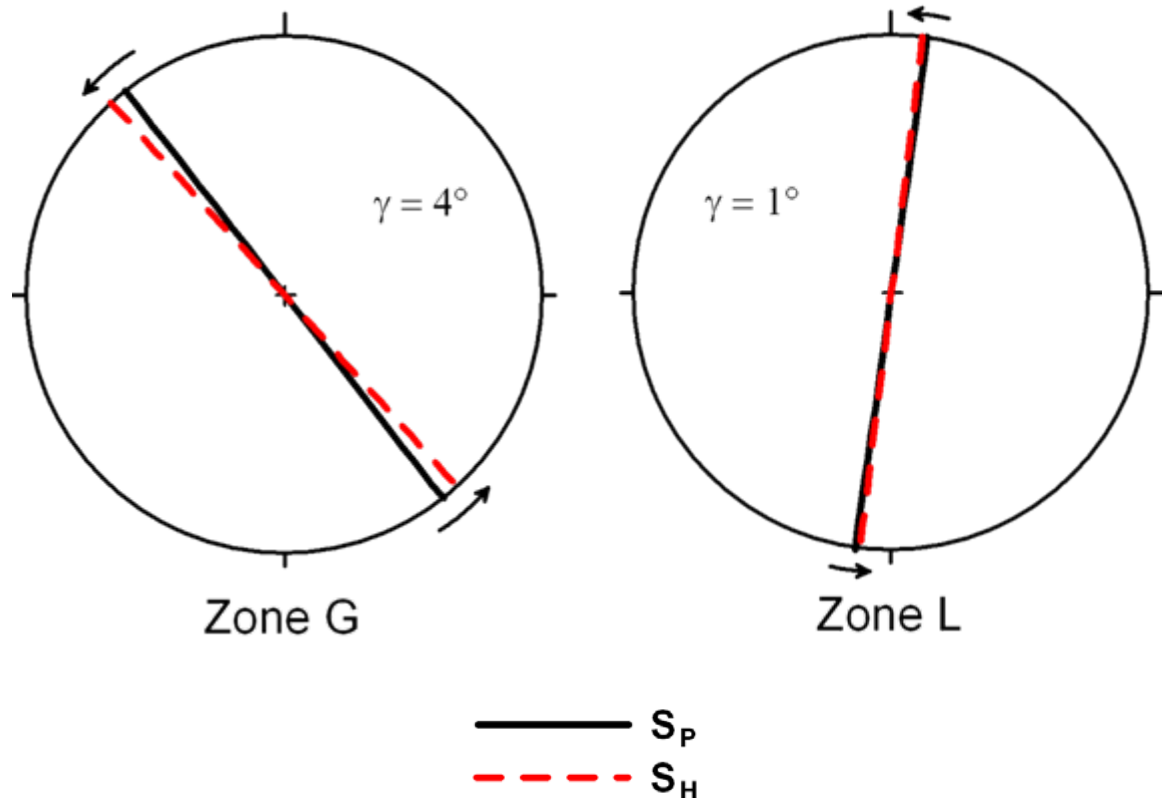
- Direzione assi principali di sforzo/deformazione

- Regime di sforzo/deformazione

- Maggiore eterogeneità del campo di sforzo in G (limiti di confidenza)

- Maggiore eterogeneità tettonica in L (σ_{ij} vs. ε_{ij} ; Arnold and Townend, 2007)

- Direzione del massimo sforzo compressivo orizzontale, S_{Hmax} (Lund and Townend, 2007)



SOMMARIO

- Introduzione

 - La regione Giudicarie-Lessini

 - Distribuzione sismicità strumentale e storica

- *Database* eventi sismici

 - Rilocalizzazione

 - Magnitudo

 - Meccanismi focali

- Campo di sforzo e di deformazione

- Interpretazione regionale e conclusioni

INTERPRETAZIONE REGIONALE

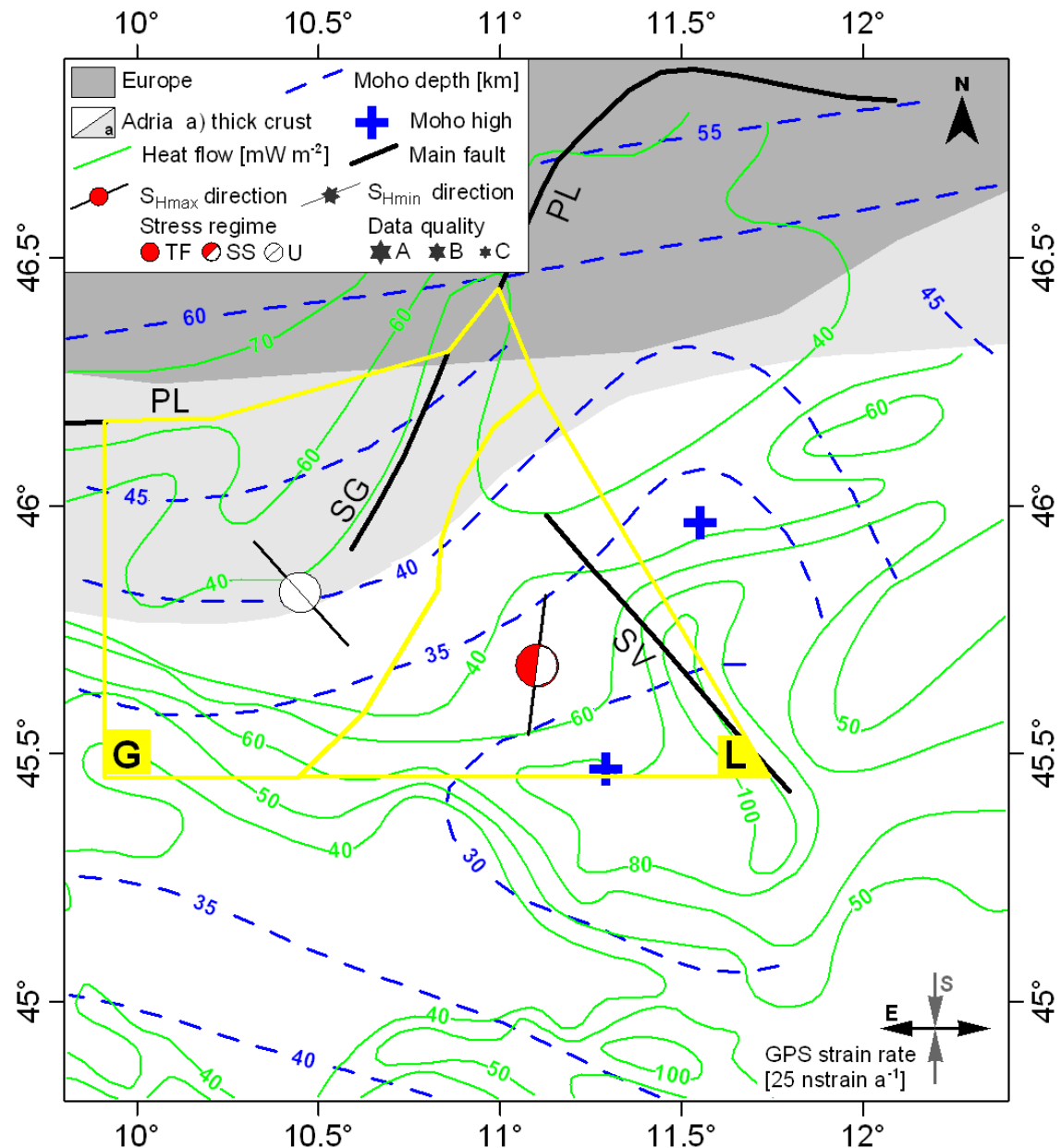
- Assetto profondo
Spessore della crosta e
flusso di calore in superficie

- Stato di sforzo nelle Alpi
orientali e nell'Appennino
settentrionale

Meccanismi focali (Bressan
et al., 2003; Montone et al.,
2004; Frepoli and Amato,
2000)

Breakouts (Montone et al.,
2004)

- Stato di deformazione
GPS strain rate (Caporali,
2007)



INTERPRETAZIONE REGIONALE

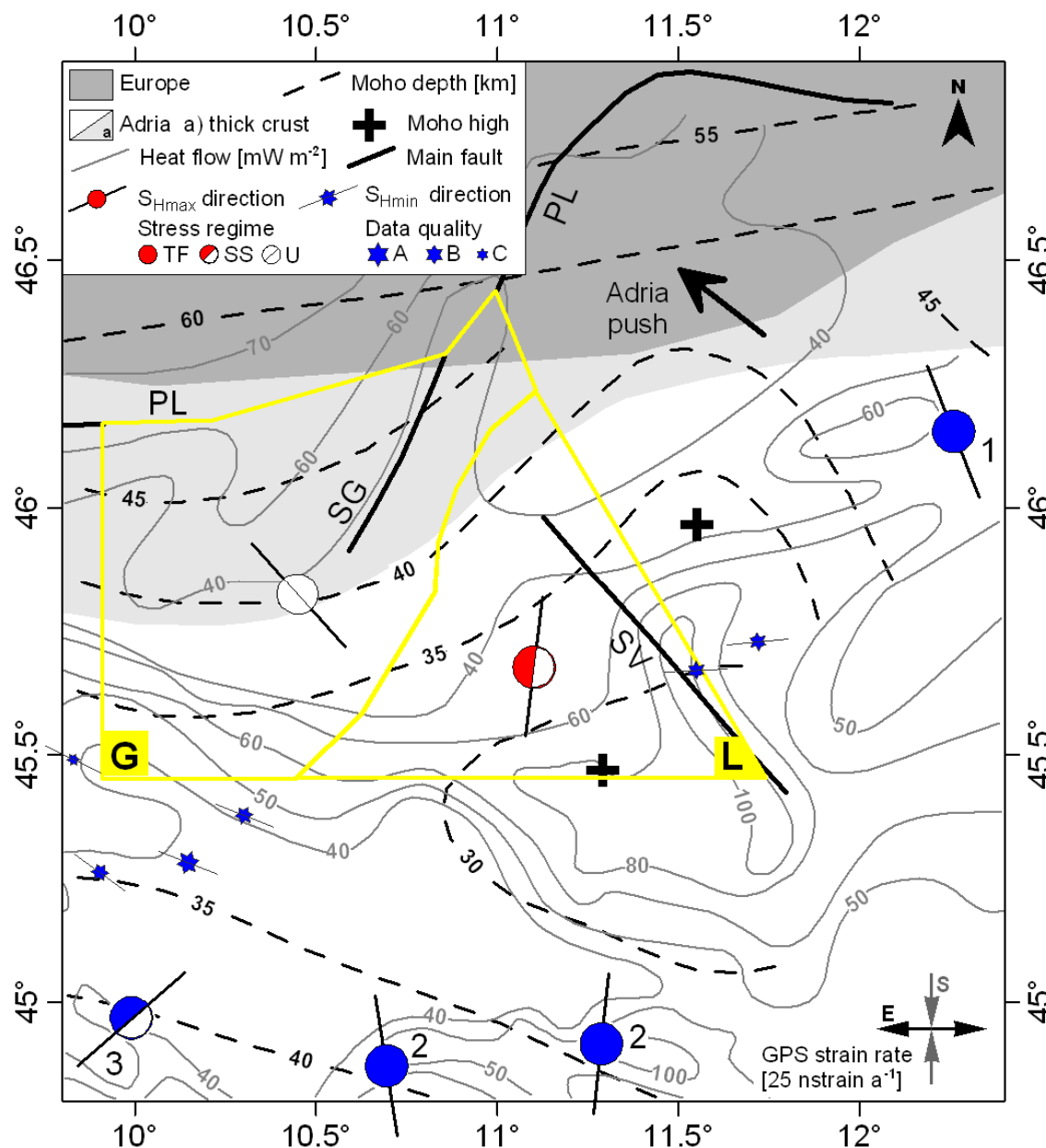
- Assetto profondo
Spessore della crosta e
flusso di calore in superficie

- Stato di sforzo nelle Alpi
orientali e nell'Appennino
settentrionale

Meccanismi focali (Bressan
et al., 2003; Montone et al.,
2004; Frepoli and Amato,
2000)

Breakouts (Montone et al.,
2004)

- Stato di deformazione
GPS strain rate (Caporali,
2007)



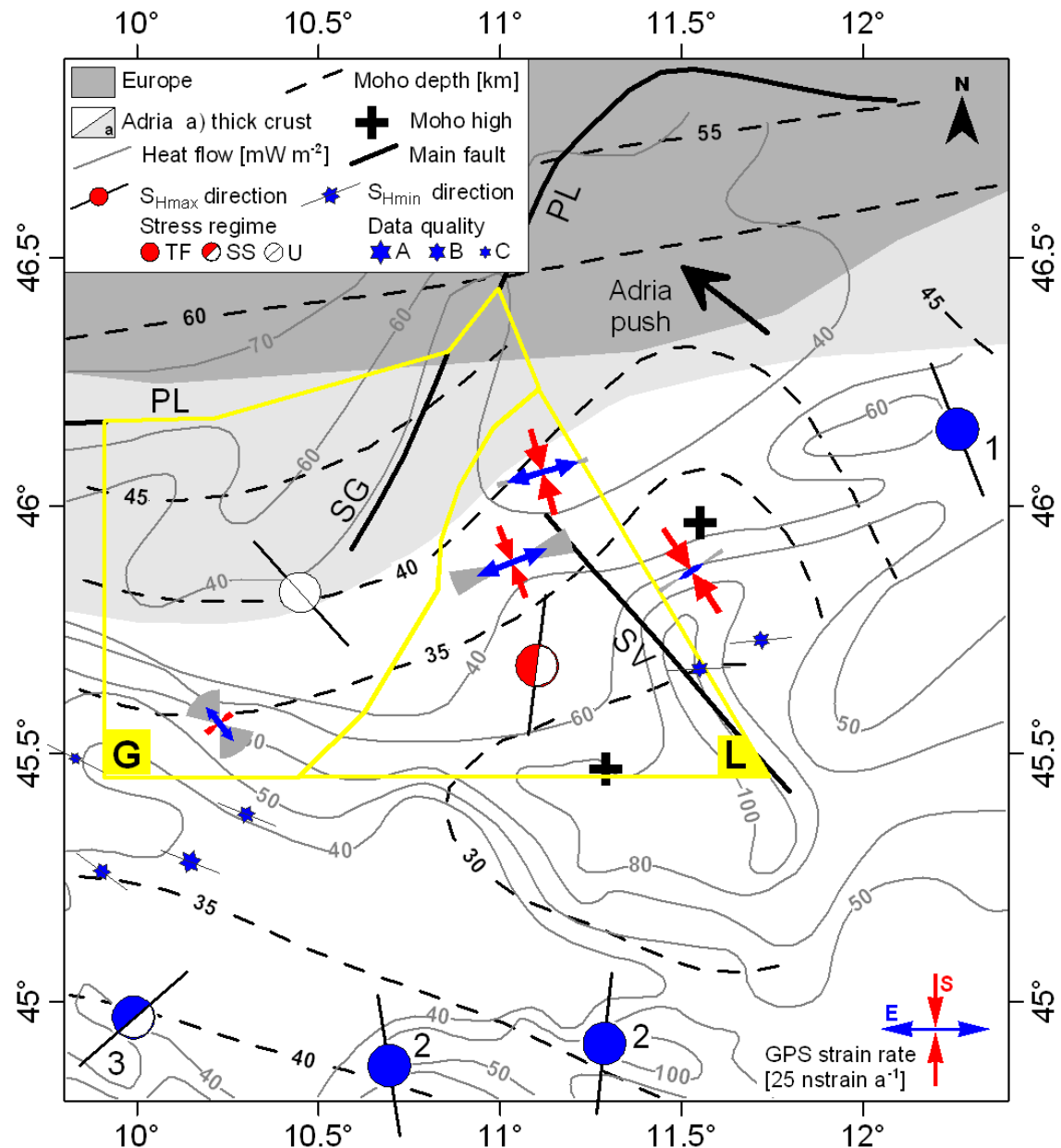
INTERPRETAZIONE REGIONALE

- Assetto profondo
Spessore della crosta e
flusso di calore in superficie
- Stato di sforzo nelle Alpi
orientali e nell'Appennino
settentrionale

Meccanismi focali (Bressan et al., 2003; Montone et al., 2004; Frepoli and Amato, 2000)

Breakouts (Montone et al., 2004)

- Stato di deformazione
GPS strain rate (Caporali, 2007)



CONCLUSIONI

- *Database* eventi sismici della regione Giudicarie-Lessini:

41 eventi, $z = 3.1-20.8$ km, $M_D = 2.7-5.1$

- Meccanismi focali predominanti trascorrenti e compressivi.
- Zone sismotettoniche *G* ed *L* con diverso regime cinematico (compressivo con componente trascorrente in *G*, trascorrente in *L*). L'orientazione degli assi di sforzo e deformazione è simile in ognuna delle due zone sismotettoniche.
- Nella zona *G*, S_{Hmax} è orientato NW-SE, perpendicolare ai fronti di thrust delle Giudicarie.
- Nella zona *L*, S_{Hmax} , orientato NNE-SSW, è compatibile con una riattivazione in trascorrenza destra delle faglie associate al sistema di faglia della Schio-Vicenza.

RINGRAZIAMENTI

- Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento (PAT)
- Rete sismica Austriaca e Slovena
- Prof. Dario Zampieri e Prof. Alessandro Caporali (Università di Padova)

Viganò, A., Bressan, G., Ranalli, G. and Martin, S. (2008). Focal mechanism inversion in the Giudicarie-Lessini seismotectonic region (Southern Alps, Italy): Insights on tectonic stress and strain. *Tectonophysics*, in press.
