

PROFILI CROP E SISMICITÀ: L'ESEMPIO DEI PROFILI ALPINI

INDICE

RIASSUNTO	pag.	51
ABSTRACT	"	51
INTRODUZIONE	"	51
SISMICITÀ	"	51
RISULTATI DEI PROFILI		
ECORS-CROP E NFP-20	"	54
DISCUSSIONE	"	55
BIBLIOGRAFIA	"	57

RIASSUNTO

I risultati dei profili sismici a riflessione profonda CROP-ECORS e NFP-20 sono stati confrontati con i dati revisionati della sismicità delle Alpi nord-occidentali verificatisi nel periodo 1971-1992.

Il confronto mette in evidenza strette correlazioni tra le strutture evidenziate dai profili sismici, la distribuzione spaziale dei terremoti e dei meccanismi di sorgente.

La sismicità appare prevalentemente connessa con la fascia delle coltri penniniche e brianzonesi e si concentra principalmente lungo i contatti dei massicci cristallini sia esterni che interni.

ABSTRACT

The results of the CROP-ECORS and NFP-20 reflexion profiles, carried out in the North-Western Alps, have been compared with data of revised instrumental seismicity (period 1971-1992).

The comparison outlines close correlations between foci distribution and structural discontinuities.

In particular, the seismicity appears prevalently concentrated in the penninic bands and distributed in narrow bands along the Briançonnais zone and at the contact with the crystalline massifs.

The focal solutions indicate a compressive regime which tends to increase the arc banding and to reduce the width of the Alpine Belt with reactivations of overthrust surfaces.

PAROLE CHIAVE: Alpi nord-occidentali, sismicità, profili ECORS-CROP e NFP-20.

KEY WORDS: North-Western Alps, seismicity, ECORS-CROP and NFP-20 profiles.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Sez. Geofisica, Genova

(**) Gruppo Nazionale Difesa Terremoti - C.N.R.

INTRODUZIONE

Uno dei problemi principali delle analisi sismotettoniche è rappresentato dalle difficoltà che nascono dalla scarsa definizione in profondità delle strutture sismicamente attive e dalla inconsistenza di talune localizzazioni focali derivate da bollettini provvisori o da cataloghi generali.

I profili CROP, data la loro alta risoluzione, hanno portato ad un significativo miglioramento delle capacità di indagine contribuendo anche a modificare, talora significativamente, le modellazioni basate, troppo spesso, su soli dati di superficie.

D'altra parte il miglioramento delle tecniche di acquisizione e di elaborazione dei dati, accompagnato dall'aumento di reti di rilevamento della sismicità, hanno permesso di ottenere localizzazioni di terremoti sempre più affidabili e, quindi, di migliorare la conoscenza sulle loro distribuzioni spaziali.

Da ciò emerge la possibilità di utilizzare compiutamente dati di sismicità e profili di sismica crostale per individuare le strutture attive e contribuire ad una analisi dei processi sismogenetici.

La concomitanza dell'esecuzione di taluni profili di sismica a riflessione profonda nelle Alpi occidentali e dell'avvio di una serie di campagne di rilevamento della sismicità, oltre che di una revisione generale dell'attività sismica del settore, hanno offerto la possibilità di eseguire correlazioni che potranno, almeno dal punto di vista metodologico, indicare delle linee da seguire, evidenziando anche le difficoltà e le incongruenze che possono derivare dall'uso congiunto di dati così diversi.

Nel presente lavoro, quindi, verranno confrontati tra loro i dati di sismicità registrata nell'ultimo decennio ed i profili ECORS-CROP e NFP-20 OVEST eseguiti nel settore più settentrionale delle Alpi occidentali.

SISMICITÀ

Nelle analisi sismotettoniche o in qualunque analisi che comporti un confronto fra attività sismica e strutture geologiche e tettoniche è di fondamentale importanza che i dati strumentali ai quali si fa riferimento siano controllati e ben localizzati. A questo scopo è stata eseguita una revisione ed interpretazione dei dati relativi all'Italia nord-occidentale contenuti nel catalogo sismico P.F. Geodinamica (POSTPISCHL, 1985) per il periodo 1971-1980. La revisione inoltre è stata aggiornata dapprima per il periodo 1981-1989 (EVA *et al.*, 1992) e poi fino al 1992 con i dati dei parametri focali determinati dalla rete sismica operante nell'Italia nord-occidentale.

Il lavoro di revisione sul periodo 1971-1992 ha consen-

tito un aumento sia del numero delle fasi catalogate che del numero dei dati attendibili ed ha portato ad un sostanziale miglioramento delle localizzazioni. Un ulteriore fattore che ha permesso di ottenere più corrette localizzazioni epicentrali ed ipocentrali è determinato dall'aumento del numero di stazioni di registrazione che si è avuto soprattutto in questi ultimi 10 anni. Analizzando nel complesso l'attività sismica si può notare come essa si manifesti costantemente in aree già interessate da attività sismica nel passato, in questo senso l'insieme dei dati revisionati può essere considerato un campione completo, rappresentativo e sufficiente a descrivere i rapporti fra struttura crostale e attività sismica (EVA *et al.*, 1992).

La sismicità delle Alpi occidentali mostra una distribuzione eterogenea con la presenza di zone a sismicità concentrata, zone a sismicità diffusa e zone asismiche (Fig.1).

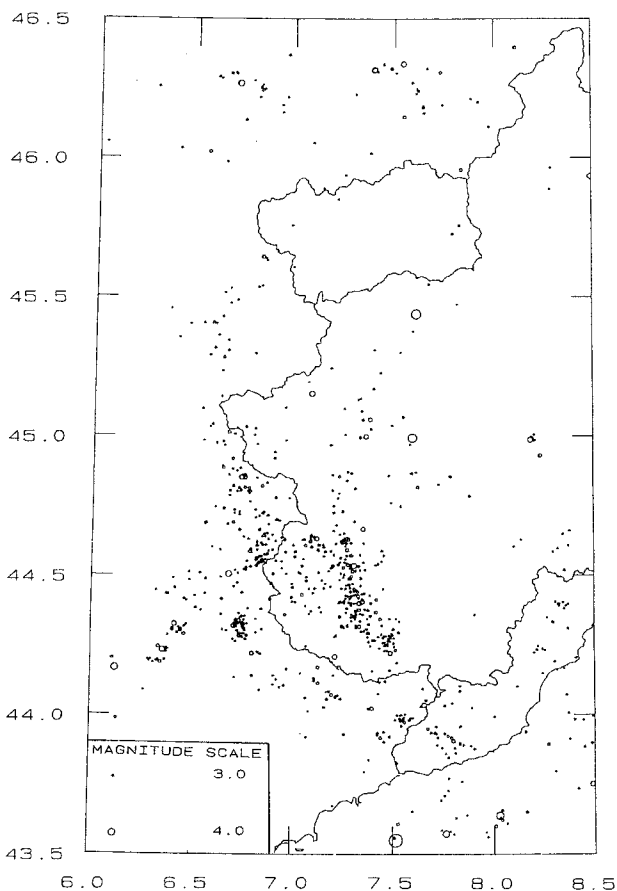


Fig. 1 - Attività sismica del periodo 1982-1992. Sono riportati gli eventi con magnitudo $M > 2.5$ e con errore sulla localizzazione inferiore a 5 km.

Storicamente le zone di maggiore concentrazione della attività sismica sono note come "arco Brianzonese" compreso fra Pelvoux e Argentera e "arco piemontese" fra la zona Lanzo e l'Argentera (ROTHÉ, 1938). La distribuzione degli epicentri è qui collegata con i fronti delle unità penniniche e Brianzonesi e borda tutta la Pianura Padana. Ulteriori zone di alta complessità strutturale e sismica sono rappresentate dal settore alpino compreso fra i massicci esterni dell'Argentera e del Pelvoux, in cui sono presenti le unità Brianzonesi e del Flysch dell'Ubaye-Embrunais, e dal

settore compreso fra i massicci del Monte Bianco e dell'Aar. Il Vallese è, infatti, una delle aree sismicamente più attive della Svizzera in cui si sono concentrati i maggiori terremoti storici (MAYER-ROSA *et al.*, 1979). In questa regione si è verificato, infatti, il più forte terremoto svizzero di questo secolo (Terremoto di Sion del 1946, $M=5.5$, $I=VIII$ MSK). Anche la parte orientale della Alpi Svizzere è nota come area sismicamente attiva sia dai terremoti storici che dalle recenti osservazioni strumentali condotte in questi ultimi 20 anni dal Servizio Sismologico Svizzero (SSS).

Sono, invece, aree a sismicità diffusa le zone esterne dell'avampaese quali le catene sudalpine settentrionali, il Bacino Molassico ed il Giura, nonché la zona a sud del massiccio dell'Argentera e la zona interna della Vanoise. Nel nord della Svizzera, DEICHMANN (1987, 1992) ha mostrato, a seguito di una accurata acquisizione di dati e determinazioni epicentrali, come, fatta eccezione per una concentrazione di attività nella parte meridionale del Graben del Reno, gli epicentri non siano associati ad un particolare sistema di faglie visibile in superficie. I terremoti tendono, invece, a concentrarsi in "clusters" individuali.

Possono considerarsi, infine, zone quasi completamente asismiche tutti i massicci cristallini sia esterni che interni, fatta eccezione per il Dora Maira (EVA *et al.*, 1990).

L'attività sismica delle Alpi occidentali viene controllata continuamente dalla rete regionale dell'Italia nord-occidentale (RSINO) (CATTANEO & AUGLIERA, 1990). Allo scopo di integrare i dati della rete regionale e di migliorare le nostre conoscenze sull'area sono state installate, nel corso di questi ultimi anni, alcune reti temporanee. La prima di esse è stata installata nel periodo febbraio-aprile 1988 nella zona del Cuneese in prossimità del massiccio dell'Argentera (EVA *et al.*, 1991). Nell'ottobre dello stesso anno fino al febbraio successivo l'indagine si è spostata in Valle d'Aosta e nel Piemonte settentrionale ove sono state installate sei stazioni con lo scopo principale di raccogliere dati di tipo telesismico (CATTANEO *et al.*, 1989). Sono state, infine, condotte due campagne di raccolta dati utilizzando stazioni digitali a tre componenti rispettivamente nell'estate 1991 e nell'inverno 1991-1992. Durante questi periodi è stato possibile raccogliere una elevata quantità di dati e realizzare localizzazioni epicentrali molto accurate sfruttando la piccola estensione delle reti temporanee. L'elaborazione di questi dati ha permesso di costruire un quadro dettagliato dell'attività sismica dell'arco alpino occidentale. Vengono, in particolare, confermate le caratteristiche precedentemente descritte di superficialità dei fuochi e di concentrazione dell'attività ai bordi dei massicci e nelle zone di falda.

Nell'arco alpino occidentale l'attività sismica appare concentrata nei primi 15-20 km di profondità cioè nella crosta superiore. In alcuni settori l'estrema superficialità dei fuochi fa sì che essi si trovino concentrati nella copertura sedimentaria. I fuochi, molto superficiali nella parte più interna dell'arco, tendono progressivamente ad approfondirsi procedendo verso la Pianura Padana (Fig. 3). L'analisi di una sezione localizzata fra la Foresta Nera e la zona penninica nelle Alpi (DEICHMANN, 1992), mostra come in corrispondenza dell'avampaese settentrionale svizzero i terremoti si distribuiscano uniformemente dalla superficie fino alla Moho qui posizionata fra 27 e 35 km. Più a sud, in

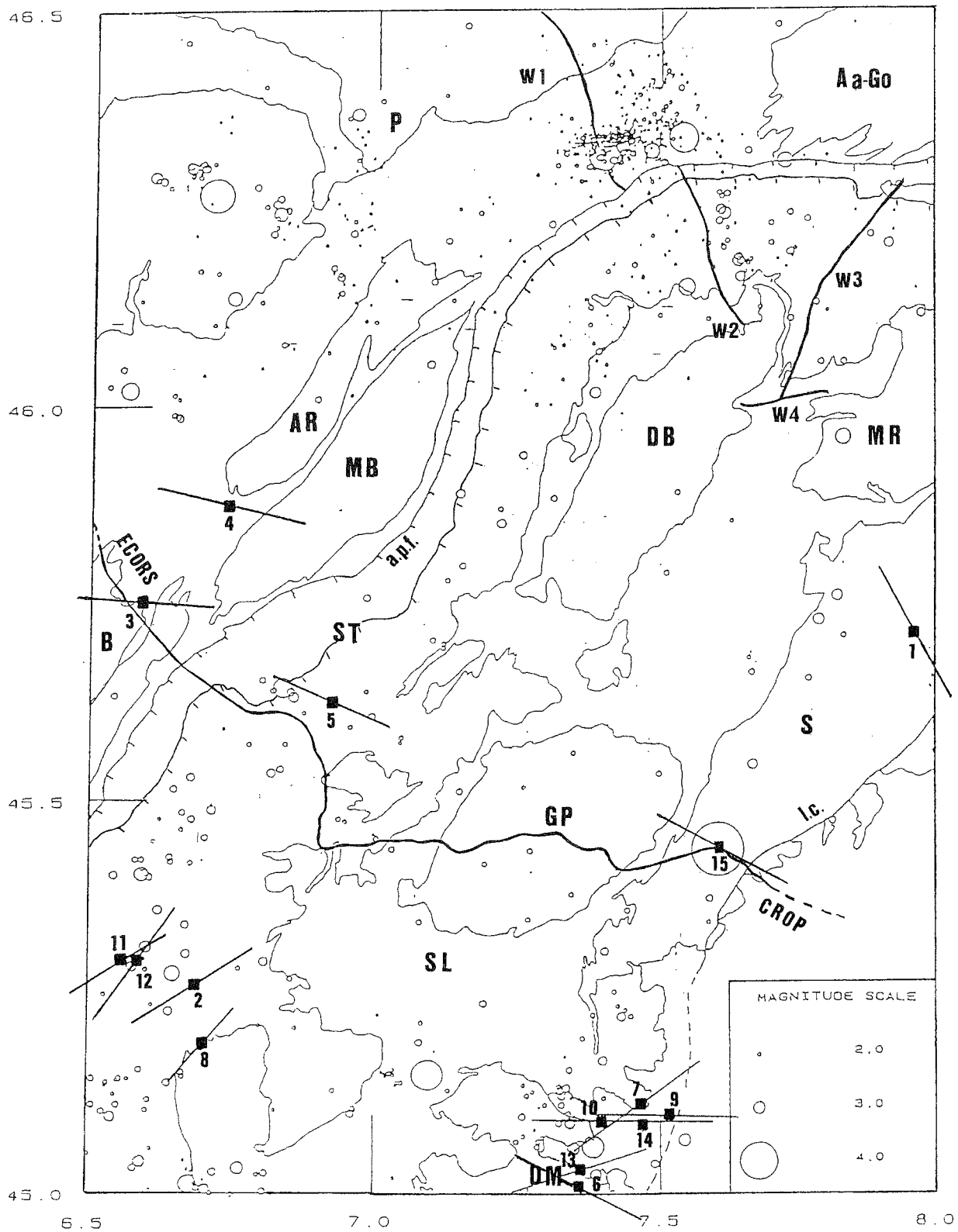


Fig. 2 - Attività sismica del settore nord-occidentale delle Alpi sovrapposta alle strutture geologiche principali. Sono, inoltre, riportate le tracce delle traverse ECORS-CROP e NFP-20 OVEST e le direzioni degli assi P dei meccanismi focali riportati in Tab.I.
 Aa-Go: Aar-Gottardo; P: Prealpi; AR: Aiguilles Rouges; MB: Monte Bianco; DB: Dent Blanche; MR: Monte Rosa; B: Belledonne; ST: Falda del Simplon-Ticino; S: Sesia-Lanzo; GP: Gran Paradiso; SL: Schistes Lustrées; DM: Dora Maira; I.C.: linea del Canavese; apf: accavallamento penninico frontale.

corrispondenza del fronte delle Falde Elvetiche e dei massicci cristallini alpini dove la Moho si approfondisce a più di 50 km, l'attività sismica si concentra nei primi 15-20 km di profondità.

Recentemente SOLARINO *et al.* (1992), analizzando la distribuzione in profondità dei dati ottenuti dalle ultime campagne, hanno da un lato confermato l'approfondimento degli ipocentri passando dalla catena alla Pianura Padana, dall'altro hanno evidenziato l'esistenza di una zona instabile posta fra 12 e 15 km di profondità al di sotto del massiccio del Dora Maira.

È stata, inoltre, effettuata una raccolta di dati relativi a meccanismi focali studiati da diversi autori nel settore alpino occidentale. Tali soluzioni indicano la prevalenza di meccanismi di faglia trascorrente anche se non mancano esempi a carattere più marcatamente diretto o inverso, come avviene nella zona del Canavese ove la catena raggiunge la sua massima curvatura. Le soluzioni raccolte mostrano assi di massimo accorciamento crostale ortogonali alla catena, comportamento evidenziato in letteratura da molti Autori. Tale andamento non risulta, però, così regolare come in altre parti della catena. In questo settore, infatti, la progressiva rotazione degli assi in senso antiorario cominciata più a nord sembra aumentare bruscamente. Gli assi P tendono, cioè, a disporsi quasi E-W e N-S all'altezza di 45.50°N e a stabilizzarsi in direzione NE-SW lungo un allineamento passante a nord del Pelvoux.

In Tab. I sono stati raccolti i parametri focali, presenti in letteratura, di alcuni terremoti localizzati in prossimità della linea ECORS-CROP e, in Fig. 2, sono riportate le relative direzioni degli assi di massima compressione che confermano il quadro appena descritto.

RISULTATI DEI PROFILI ECORS-CROP E NFP-20

I risultati più evidenti messi in evidenza sia dal profilo

ECORS-CROP che dalle sezioni svizzere (Fig. 2) sono l'approfondimento verso sud della Moho europea e la somiglianza della struttura crostale delle unità elvetiche quali i massicci dell'Aar e del Belledonne. Soltanto lungo la traversa NFP-20 SUD è stata evidenziata la Moho adriatica immergente verso nord e lungo il profilo NFP-20 EST è stata evidenziata la complessa interdigitazione fra crosta adriatica ed europea meglio rilevabile ancora più a sud (ROEDER, 1987; LAUBSCHER, 1988; BERNOULLI *et al.*, 1990). La localizzazione del profilo ECORS-CROP è molto simile a quella della sezione NFP-20 OVEST e, in entrambi, sono evidenti gli orizzonti riflettenti relativi alle falde penniniche. A differenza, però, del profilo ECORS-CROP lungo la traversa occidentale NFP-20 non è stata identificata alcuna struttura relativa al corpo di Ivrea né risultano evidenti deformazioni a livello del mantello superiore (LAUBSCHER, 1988). Il profilo ECORS-CROP, pertanto, mostra una struttura crostale più complessa di quanto non risulti lungo i profili NFP-20 (NICOLAS *et al.*, 1990a).

In Fig. 3 è riportata una sezione schematica della struttura crostale così come derivata dall'esperimento ECORS-CROP (POLINO *et al.*, 1990). Ad essa è stata sovrapposta l'attività sismica del periodo 1982-1992. Oltre al già citato approfondimento dei fuochi verso la Pianura Padana, è possibile osservare che la zona del Canavese si conferma come una delle aree sismicamente più attive dell'arco alpino occidentale. Sono evidenti, infatti, anche eventi di discreta intensità (ad es., terremoto di Ivrea 3.7.1987 M=4.7 n° 15 in Tab. I). Questa sezione indica chiaramente che l'attività sismica risulta principalmente concentrata nei Domini Pennidico e Brianzonese, ad ovest del fronte di accavallamento. Da notare, per contro, la quasi totale asismicità del Massiccio del Gran Paradiso e del massiccio esterno del Belledonne.

Nella Fig. 3 sono, inoltre, riportate le proiezioni sul piano della sezione dei meccanismi focali di quei terremoti raccolti in Tab. I che risultano più vicini alla linea ECORS-

Tab. I - Parametri focali di terremoti delle Alpi nord-occidentali. Tempo: GMT; M: magnitudo; Z: profondità focale; P e T: azimuth rispetto al nord ed inclinazione rispetto all'orizzontale.

N	Data	Tempo	Lat	Lon	Z	M	P	T	Ref
1-	68.06.18	05:27:34	45.73	7.96	1	4.7	332/13	83/57	4
2-	73.01.18	21:51:55	45.27	6.67	/	3.7	58/8	125/73	3
3-	74.06.09	00:18:09	45.78	6.57	13	3.6	96/18	8/1	3
4-	76.07.27	17:51:56	45.90	6.74	14	3.1	104/10	28/58	3
5-	77.09.24	05:58:49	45.65	6.91	4	3.5	115/22	55/55	3
6-	80.01.05	14:32:30	45.01	7.35	7	5.3	298/19	38/28	1
7-	81.02.08	04:30:11	45.12	7.47	2	4.4	56/4	149/32	1
8-	83.01.22	12:41:57	45.19	7.15	5?	4.1	41/43	142/12	1
9-	83.05.16	15:45:31	45.11	7.53	11	3.3	271/5	172/54	5
10-	84.02.20	07:29:21	45.10	7.40	11	3.5	271/5	172/54	5
11-	84.11.05	07:56:01	45.31	6.55	5?	4.2	238/38	131/21	1
12-	85.01.04	23:59:56	45.31	6.57	5?	3.9	216/19	122/12	1
13-	85.08.29	11:12:40	45.03	7.35	0	3.6	254/0	340/15	5
14-	86.09.11	04:55:36	45.11	7.47	2	2.9	271/5	172/54	5
15-	87.07.03	10:46:57	45.39	7.59	3	4.7	297/10	147/78	2

1 - NICOLAS *et al.* (1990b)

2 - PASTORE *et al.* (1992)

3 - MÉNARD & FRÉCHET (1990)

4 - Rapporto ENEL (1984)

5 - MALAFRONTI (1989)

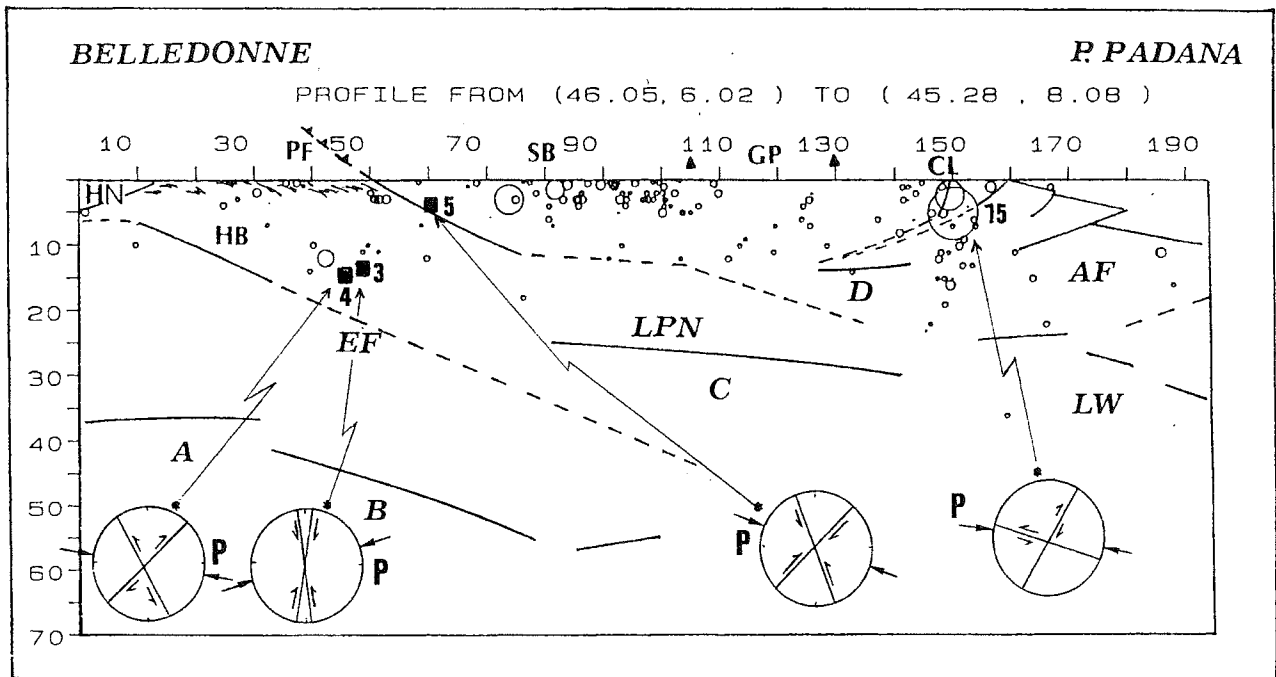


Fig. 3 - Sezione sismica in direzione NW-SE sovrapposta allo schema crostale dedotto dall'indagine ECORS-CROP (POLINO *et al.*, 1990). I terremoti hanno errore sulla localizzazione inferiore a 5 km. EF: prolungamento in profondità dell'avampese europeo; AF: crosta adriatica e avampese sud-alpino; A, B, C: Moho europee; D, LW: Moho adriatiche; CL: linea del Canavese; GP: Gran Paradiso; SB: falda del San Bernardo; PF: fronte di accavallamento pennidico; HB: basamento elvetico e ultraelvetiche; HN: falde di copertura elvetiche; LPN: falde pennidiche inferiori.

CROP. Questi meccanismi mostrano assi di massimo accorciamento crostale ortogonali all'arco alpino già ampiamente indicati da molti Autori.

La Fig. 4, infine, mostra l'unione dei vari profili NFP-20 OVEST (HEITZMANN *et al.*, 1991) su cui è sovrapposta l'attività sismica con magnitudo $M > 2.5$. In realtà, la sezione qui riportata costituisce già una interpretazione dei risultati ottenuti dai profili che compongono la traversa OVEST del progetto.

Risulta evidente che la sismicità si concentra, prevalentemente, all'interno delle unità tettoniche pennidiche e, in particolare, al contatto con le falde elvetiche. Gli eventi sono compresi entro i primi 20 km di profondità analogamente a quanto avviene per il profilo NFP-20 EST. Si può inoltre notare la quasi totale asismicità del massiccio dell'Aar, fatta eccezione per alcuni fuochi qui localizzati a causa della larghezza della sezione su cui viene proiettata la sismicità.

DISCUSSIONE

Le considerazioni generali ora svolte mettono bene in evidenza come il maggior numero di terremoti sia concentrato all'interno della fascia strutturale degli elementi pennidici e, complementariamente, lungo i sovrascorrimenti elvetiche e del Giura piegato in cui ricadono alcuni degli eventi più profondi della fascia sismica esterna. Questi due elementi strutturali risultano, quindi, riattivati dal campo di sollecitazioni attuale. In particolare, il prisma pennidico risulta riattivato per tratti significativi sia nel suo ramo orientato N-S, nella zona ad ovest e sud-ovest del Gran Paradiso, che in quello E-W del Vallese.

I meccanismi focali indicano la prevalenza di moti di sovrascorrimento determinati da componenti compressive orientate perpendicolarmente alla catena lungo il margine padano. Nella parte più esterna si osservano passaggi da sovrascorrimenti a condizioni di trascorrenza. In particolare, nelle strutture pennidiche a sud-ovest del Gran Paradiso predominano trascorrenze sinistre come indicato dagli assi compressivi (orientati quasi nord-est). Considerando il profilo ECORS-CROP in cui sono riportati anche le sezioni verticali dei meccanismi focali dei terremoti ad esso più prossimi, si evidenzia come, tranne che per l'evento n°3 con meccanismo prettamente trascorrente, uno dei piani nodali sia coerente con l'inclinazione delle superfici di scorrimento individuate, cioè lungo i contatti tra le falde.

I caratteri della sismicità rilevati, particolarmente lungo il transetto ECORS-CROP, permettono di indicare un modello che, come motivo dominante, prevede un *thrust* frontale superficiale che riutilizza la superficie basale del prisma di accrezione cretaceo-eocenico. Inoltre, la distribuzione degli eventi anche secondo una superficie che va approfondendosi da ovest verso est fa pensare che anche il fronte sud-alpino possa essere più blandamente coinvolto dalla deformazione. In tal modo, l'arco alpino, almeno in questo settore, verrebbe rimobilizzato con un graduale avanzamento verso ovest.

L'esistenza nella parte più esterna di meccanismi che mostrano passaggi da sovrascorrimenti a trascorrenze pure sarebbero da imputarsi sia agli ostacoli frontali causati dai massicci cristallini esterni (Pelvoux, Belledonne) sia da possibili componenti di taglio lungo i fasci di strutture brianzonesi e sub-brianzonesi legate alla forte arcuatura della catena.

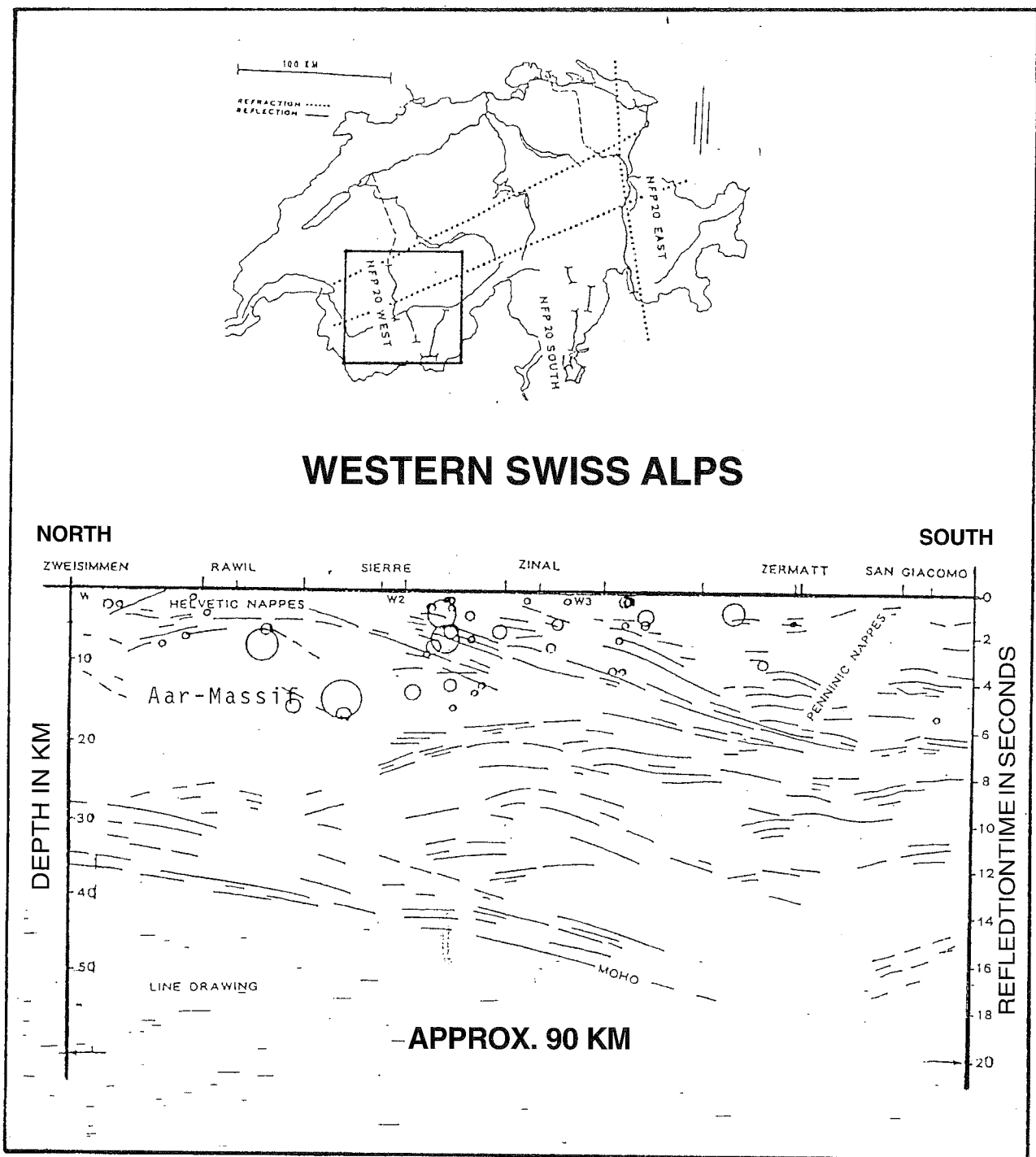


Fig. 4 - Sezione sismica non-migrata relativa ai profili NFP-20 OVEST (HEITZMANN *et al.*, 1990) a cui è sovrapposta la sismicità del periodo 1982-1992 con errore sulla localizzazione inferiore a 10 km.

BIBLIOGRAFIA

- BERNOULLI D., HEITZMANN P. & ZINGG A. (1990) - *Central and southern Alps in southern Switzerland. Tectonic evolution and first results of reflection seismics*. In: ROURE F., HEITZMANN P. & POLINO R. (Eds.), *Deep structure of the Alps*. Mem. Soc. géol. Fr., Paris, **156**; Mém. Soc. géol. suisse, Zurich, **1**; Vol. spec. Soc. Geol. It., Roma, **1**, 289-302.
- CATTANEO M., SOLARINO S. & VEZZARO V. (1989) - *Modelli di propagazione da inversione di residui telesismici in Italia nord-occidentale*. Atti dell'8° Convegno GNGTS, 365-376.
- CATTANEO M. & AUGLIERA P. (1990) - *The automatic phase picking and event location system of the I.G.G. Network (NW Italy)*. Proc. Workshop on Seismic Networks and Rapid Digital Data Transmission and Exchange, Walferdange, Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, **1**, 65-74.
- DEICHMANN N. (1987) - *Focal depths of earthquakes in Northern Switzerland*. Annales Geophysicae, **5B**, (4), 395-402.
- DEICHMANN N. (1992) - *Structural and rheological implications of lower crustal earthquakes below northern Switzerland*. Physics Earth planet. Interiors, **69**, 270-280.
- ENEL (1984) - *Rapporto per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella regione Piemonte*.
- EVA C., AUGLIERA P., CATTANEO M. & GIGLIA G. (1990) - *Some considerations of seismotectonics of northwestern Italy*. In: FREEMAN R., GIESE P. & ST. MUELLER (Eds.), *The European Geotraverse: Integrative studies*, European Science Foundation, Strasbourg, France, 289-296.
- EVA C., CATTANEO M., AUGLIERA P. & PASTA M. (1991) - *Regional coda Q variations in the Western Alps (northern Italy)*. Phys. of the Earth and Planet. Int., **67**, 76-86.
- EVA C., AUGLIERA P., CATTANEO M., PASTORE S. & TOMASELLI A. (1992) - *Revisione di dati sismometrici in Italia Nord-Occidentale nel periodo 1971-1989*. Atti del Convegno GNDT 1990, Pisa, Ed. Ambiente, **1**, 25-34.
- HEITZMANN P., FREI W., LEHNER P. & VALASEK P. (1991) - *Crustal indentation in the Alps. An overview of reflection seismic profiling in Switzerland*. In: MEISSNER R. et al. (Eds.), *Continental lithosphere: deep seismic reflections-Geodynamics Series*, **22**, Amer. Geophys. Union, 161-176.
- LAUBSCHER H.P. (1988) - *Material balance in Alpine orogeny*. Geological society of American bulletin, **100**, 1318-1328.
- MALAFRONTÉ G. (1989) - *Revisione dei meccanismi focali dell'Italia nord-occidentale*. Tesi di laurea, Università di Genova.
- MAYER-ROSA D. & PAVONI N. (1977) - *Fault-plane solutions of earthquakes in Switzerland from 1971 to 1976*. Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-5 (116).
- MAYER-ROSA D. & MUELLER ST. (1979) - *Studies of seismicity and selected focal mechanism in Switzerland*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., **59**, 127-132.
- MÉNARD G. & FRÉCHET J. (1990) - *Mécanismes au foyer des séismes des Alpes occidentales et modèle de déformation actuelle de la chaîne*. Earth Planet. Sci. Lett., in stampa.
- NICOLAS A., POLINO R., HIRN A., NICOLICH R. & ECORS-CROP WORKING GROUP (1990a) - *Ecors-Crop traverse and deep structure of the western Alps. A synthesis*. In: ROURE F., HEITZMANN P. & POLINO R. (Eds.), *Deep structure of the Alps*. Mem. Soc. géol. Fr., Paris, **156**; Mém. Soc. géol. suisse, Zurich, **1**; Vol. spec. Soc. Geol. It., Roma, **1**, 15-28.
- NICOLAS M., SANTOIRE J.P. & DELPECH P.Y. (1990b) - *Intraplate seismicity: new seismotectonic data in Western Europe*. Tectonophysics, **179**, 27-53.
- PASTORE S., EVA C. & DEICHMANN N. (1992) - *Seismotectonics of the Swiss-Italian Alps*. Proc. of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, Prague, Czechoslovakia, in stampa.
- POLINO R., DAL PIAZ G.V. & GOSSO G. (1990) - *Tectonic erosion at the Adria margin and accretionary processes for the Cretaceous orogeny in the Alps*. In: ROURE F., HEITZMANN P. & POLINO R. (Eds.), *Deep structure of the Alps*. Mem. Soc. géol. Fr., Paris, **156**; Mém. Soc. géol. suisse, Zurich, **1**; Vol. spec. Soc. Geol. It., Roma, **1**, 345-367.
- POSTPISCHL D. (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dell'anno 1000 al 1980*. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 2B.
- ROEDER D. (1987) - *South Alpine thrusting and trans-alpine convergence*. Terra, abstr., Strasbourg, **7**, 10.
- ROTHÉ J.P. (1938) - *La sismicité des Alpes Occidentales*. Ann. de l'I.P.G., T. III, Geophysique, **105**.
- SOLARINO S. & CATTANEO M. (1992) - *Analisi della sismicità delle Alpi Occidentali con l'uso di una rete ad alta dinamica*. Riassunto, Atti del 11° Convegno GNGTS.

