

# MULTIPLE

*multiples o secondary reflections*

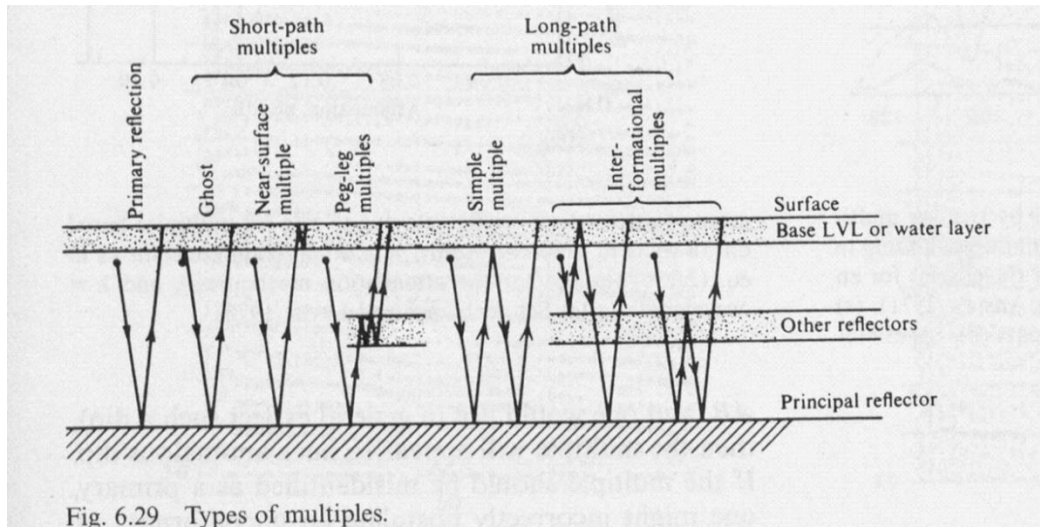


Fig. 6.29 Types of multiples.

riflettori apparenti dovuti a percorsi “multipli” delle onde sismiche all’interno degli spessori attraversati

Table 3.1 Energy reflected at interface between two media

Interface	First medium		Second medium		$Z_1/Z_2$	$R$	$E_R$
	Velocity	Density	Velocity	Density			
Sandstone on limestone	2.0	2.4	3.0	2.4	0.67	0.2	0.040
Limestone on sandstone	3.0	2.4	2.0	2.4	1.5	-0.2	0.040
Shallow interface	2.1	2.4	2.3	2.4	0.93	0.045	0.0021
Deep interface	4.3	2.4	4.5	2.4	0.97	0.022	0.0005
“Soft” ocean bottom	1.5	1.0	1.5	2.0	0.50	0.33	0.11
“Hard” ocean botom	1.5	1.0	3.0	2.5	0.20	0.67	0.44
Surface of ocean (from below)	1.5	1.0	0.36	0.0012	3800	-0.9994	0.9988
Base of weathering	0.5	1.5	2.0	2.0	0.19	0.68	0.47
Shale over water sand	2.4	2.3	2.5	2.3	0.96	0.02	0.0004
Shale over gas sand	2.4	2.3	2.2	1.8	1.39	-0.16	0.027
Gas sand over water sand	2.2	1.8	2.5	2.3	0.69	0.18	0.034

All velocities in km/s, densities in g/cm<sup>3</sup>; the minus signs indicate 180° phase reversal.

Interfacce principali che causano multiple: sono quelle caratterizzate dai massimi valori (assoluti) dei coefficienti di riflessione

Una delle prime fasi dell'interpretazione è il riconoscimento delle multiple. Si tratta di segnali che vanno riconosciuti e classificati all'interno del profilo da interpretare, distinguendoli dai segnali primari, che descrivono l'effettiva distribuzione degli strati in profondità.

I percorsi delle onde sismiche (quindi anche di quelle che generano i segnali multipli) sono generalmente rappresentati da percorsi obliqui all'interno della serie riflettente. Nei profili la componente orizzontale viene corretta con il NMO ed i sismogrammi che compongono i profili rappresentano percorsi verticali.

Tix

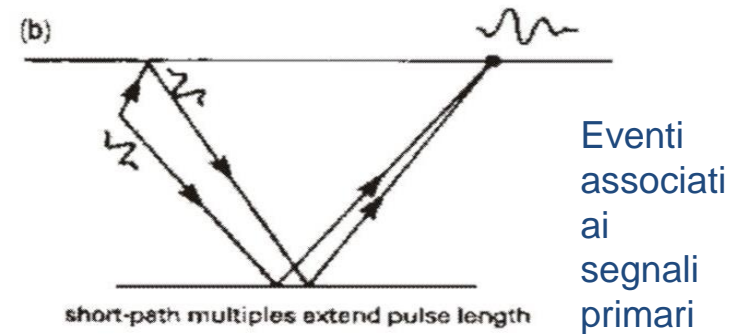
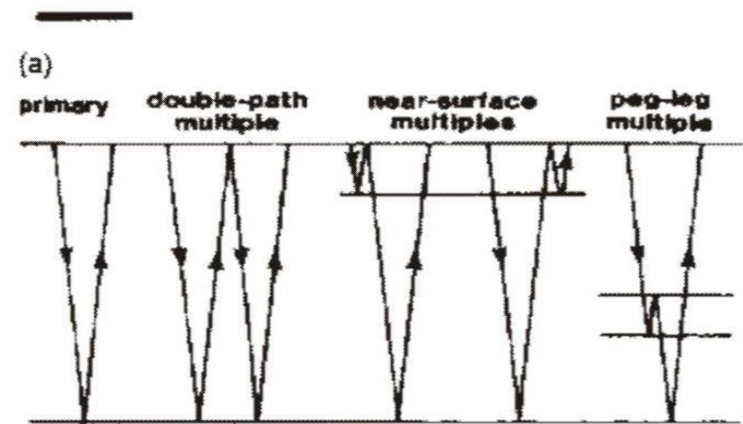


Fig. 4.5 (a) Various types of multiple reflection in a layered ground. (b) The difference between short-path and long-path multiples.

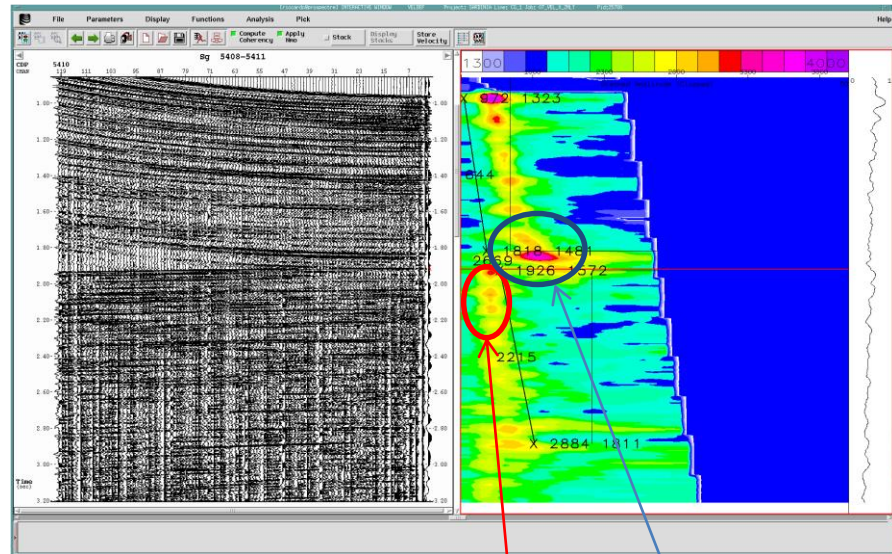
In generale le **multiple** sono caratterizzate  
(e quindi si possono riconoscere) grazie a:

- **profondità** corrispondenti al percorso compiuto; la loro pendenza sarà la sommatoria delle pendenze dei riflettori che le hanno generate;
- **frequenze** maggiori rispetto alle frequenze dei segnali primari esistenti alle stesse profondità  $2WT$ ;
- presenza talvolta di numerose **iperboli di diffrazione** dovute ad una velocità di *stack* pertinente ai riflettori primari, quindi non idonea ad orizzontalizzare i relativi segnali per lo *stacking*;
- negli spettri di velocità si avranno **velocità più basse** rispetto ai riflettori primari posti alle stesse profondità  $2WT$ .

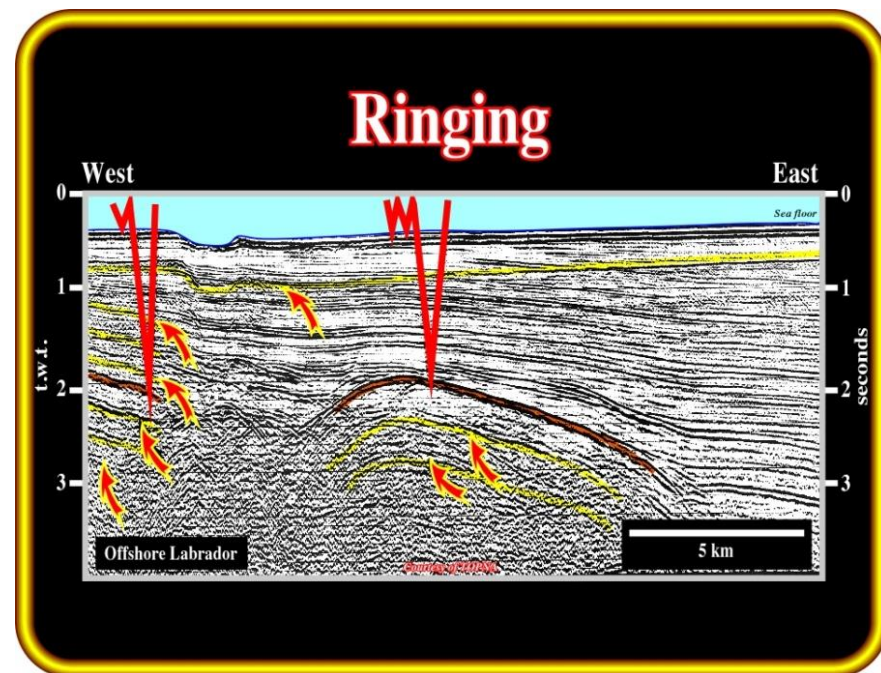
L'energia riflessa multipla viene generalmente ridotta dalle fasi del *processing standard*. Infatti, le velocità di *stack* selezionate correttamente sugli spettri di velocità riducono l'allineamento orizzontale delle riflessioni multiple.

Entrambi i parametri velocità e frequenza possono essere utilizzati in fase di *processing* per eliminare o almeno attenuare le multiple.

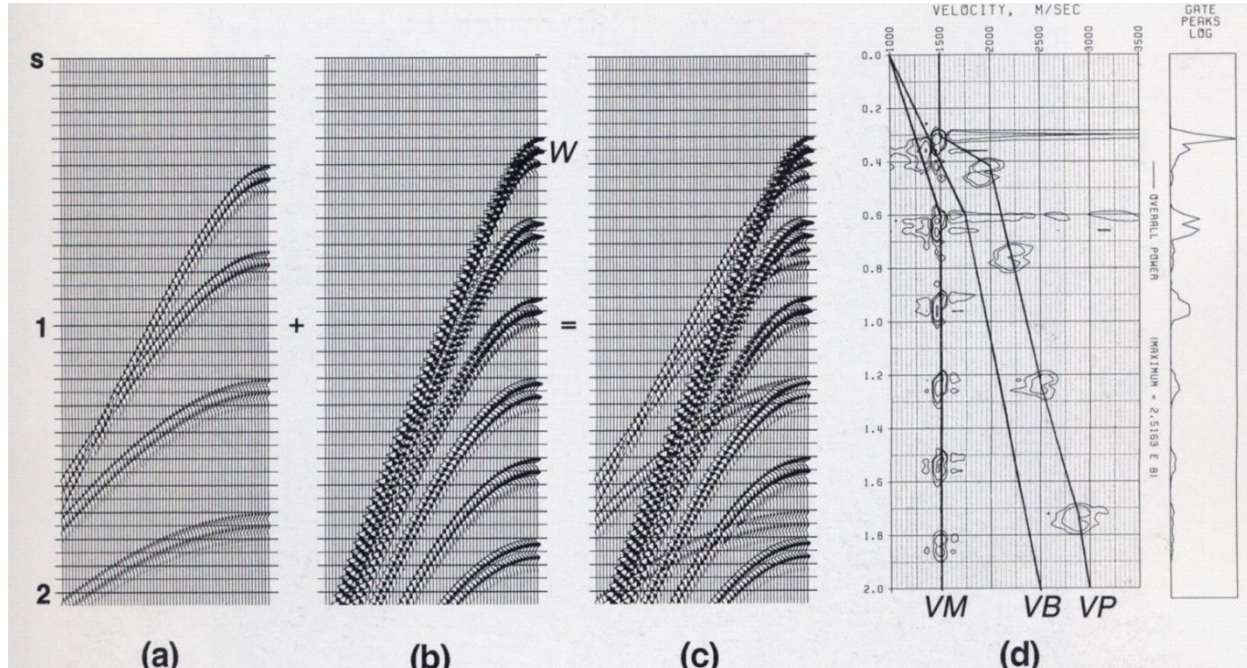
**Ringings**: ripetizione del percorso all'interno di uno strato, in questo caso strato d'acqua →



Velocità dello spessore d'acqua.  
Velocità dell'intero strato sopra il riflettore



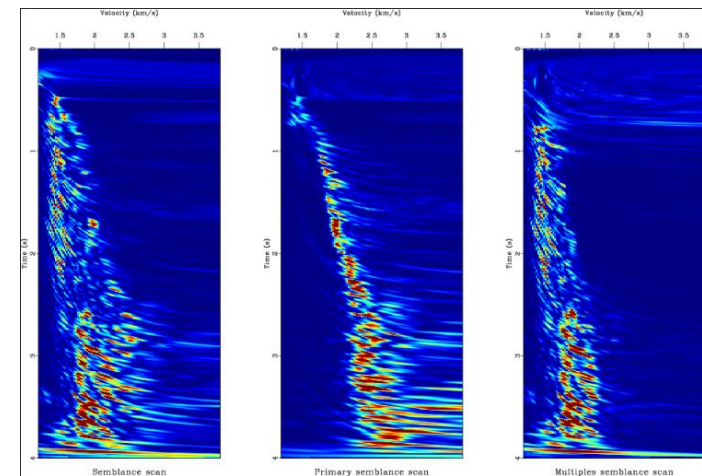
# CMP-gathers sintetici e spettro di velocità



Le iperboli relative alle multiple sono caratterizzate da velocità minore (quindi  $\Delta T$  maggiori) rispetto a quella dei riflettori primari esistenti in corrispondenza degli stessi 2WT.

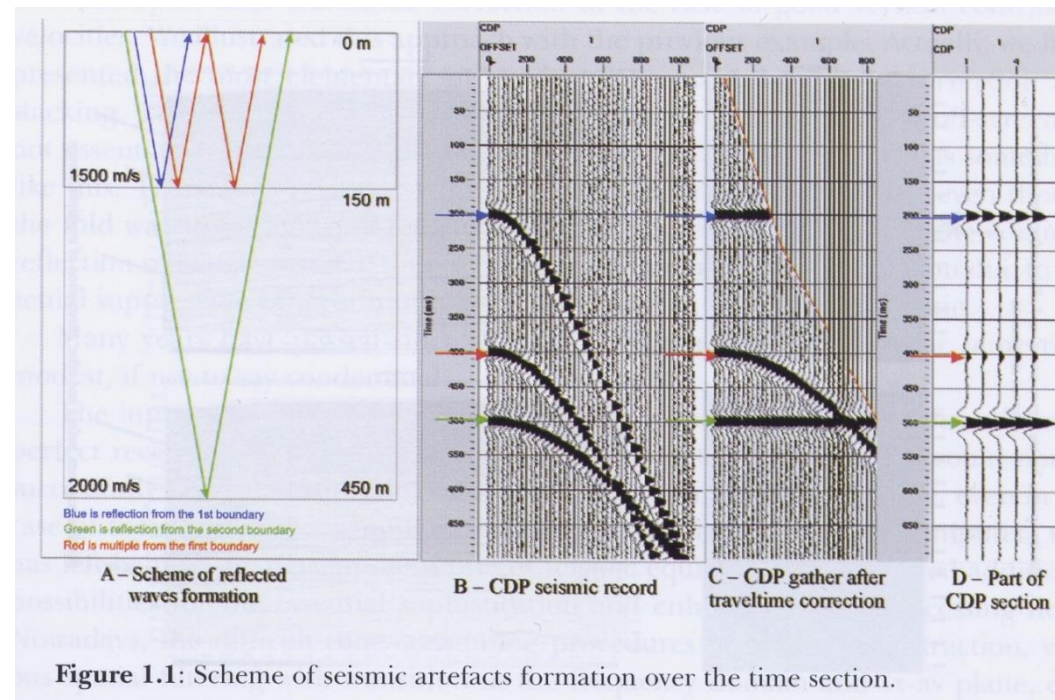
sismogrammi sintetici relativi a:

- a) riflettori primari;
- b) multiple: *often they interfere with each other;*
- c) sismogramma composito: *multiples normally have a higher curvature than the primaries;*
- d) spettro di velocità.

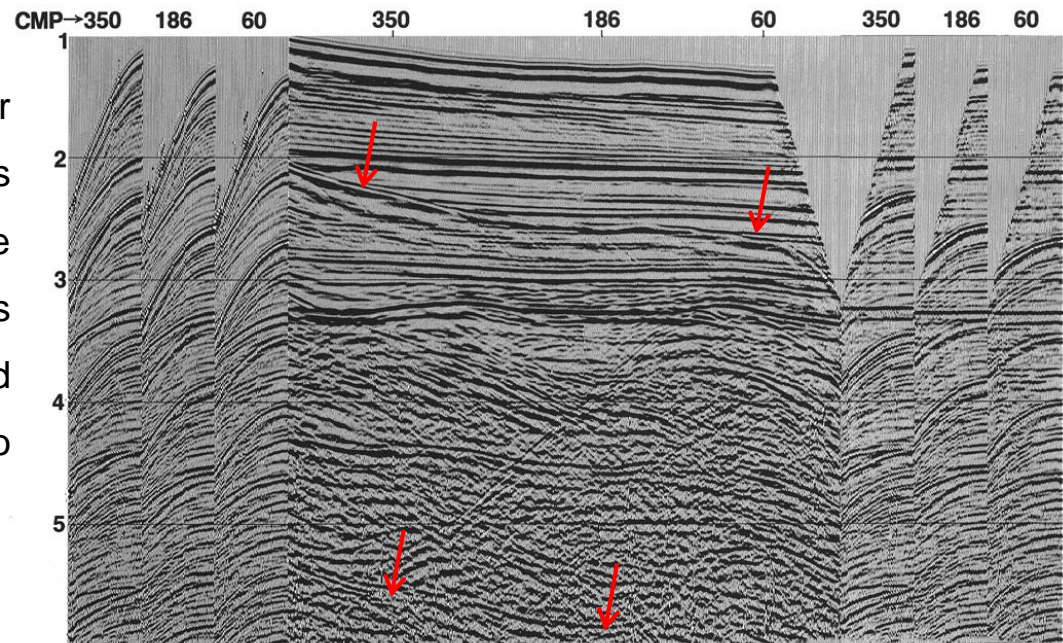


Evidenza di multipla  
nel segnale sismico:  
come la fase di  
*stacking* riduce le  
multiple →

$$t(x) = \sqrt{\left(\frac{x}{v_1}\right)^2 + \left(\frac{2h}{v_1}\right)^2}$$

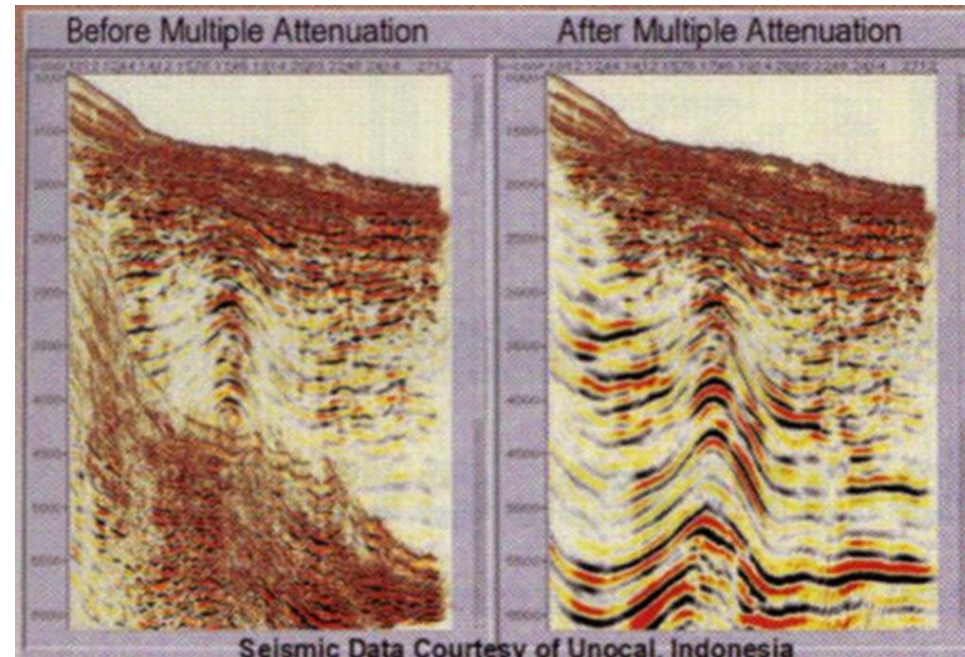
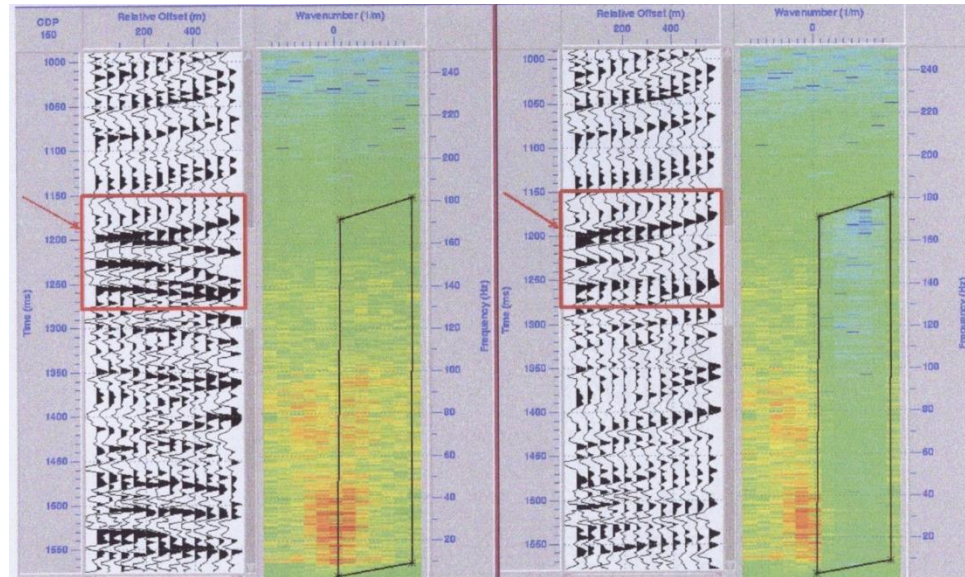


Three CMP gathers before (left) and after (right) NMO correction. Note that the primaries have been flattened and the multiples have been undercorrected after NMO correction. As a result, multiple energy has been attenuated on the stacked section (center) relative to primary energy (from Yilmaz 2001)



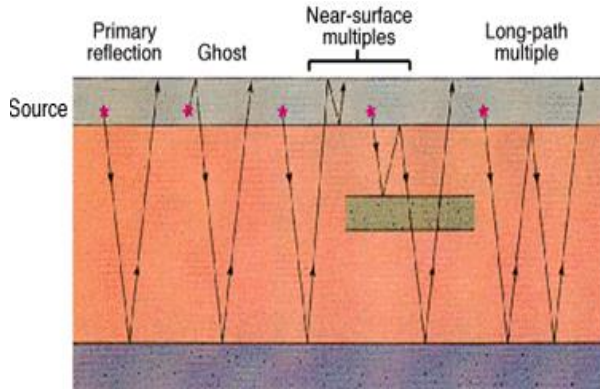
Esempio di rimozione multiple:

nel dominio delle frequenze possiamo selezionare il settore relativo alle multiple e filtrarlo per ottenere un dato “*demultiplexed*”

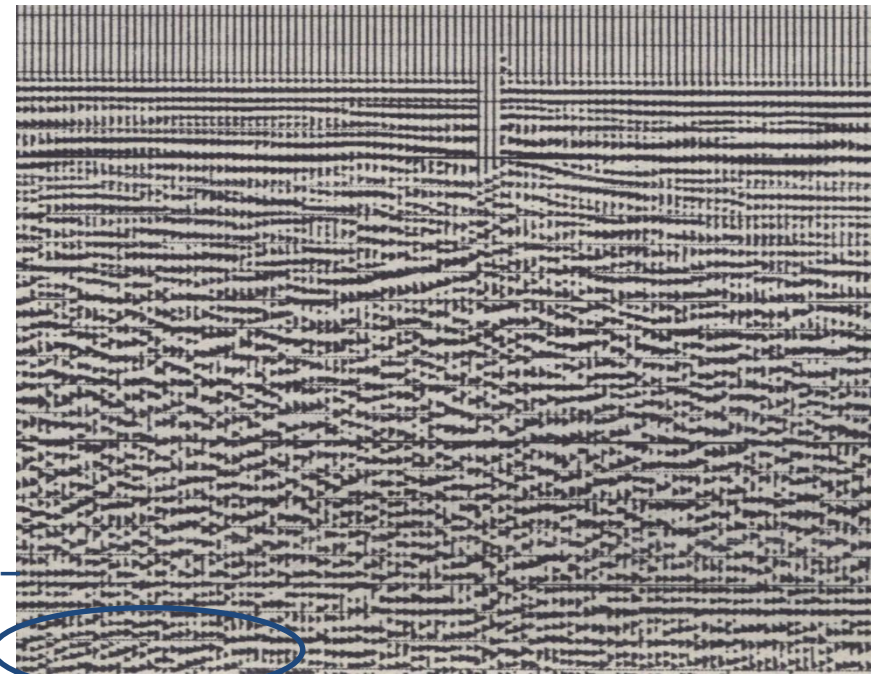


# Multiple - Esempi

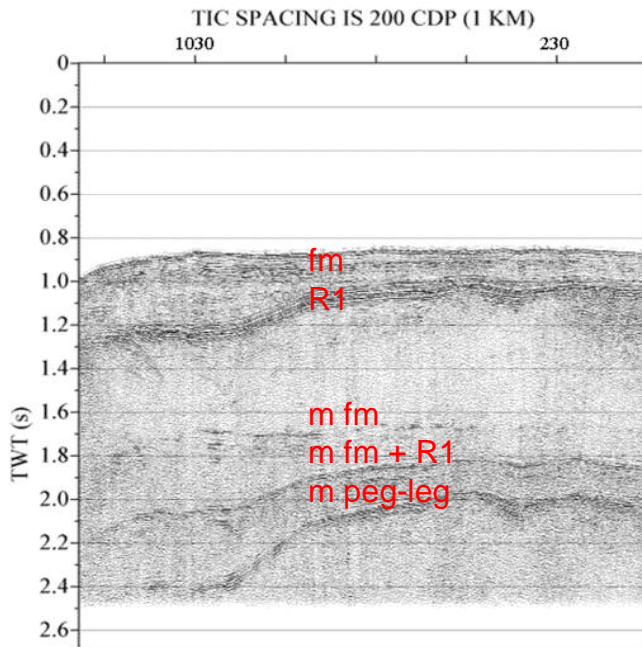
## multipla "ghost" m -



multipla semplice m -  
(freq. maggiore)



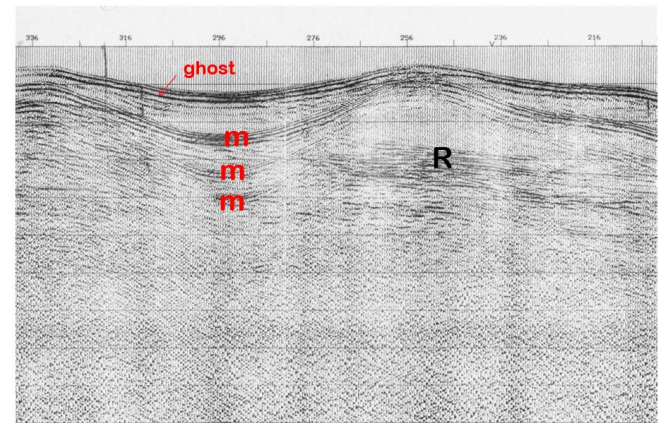
diffrazioni



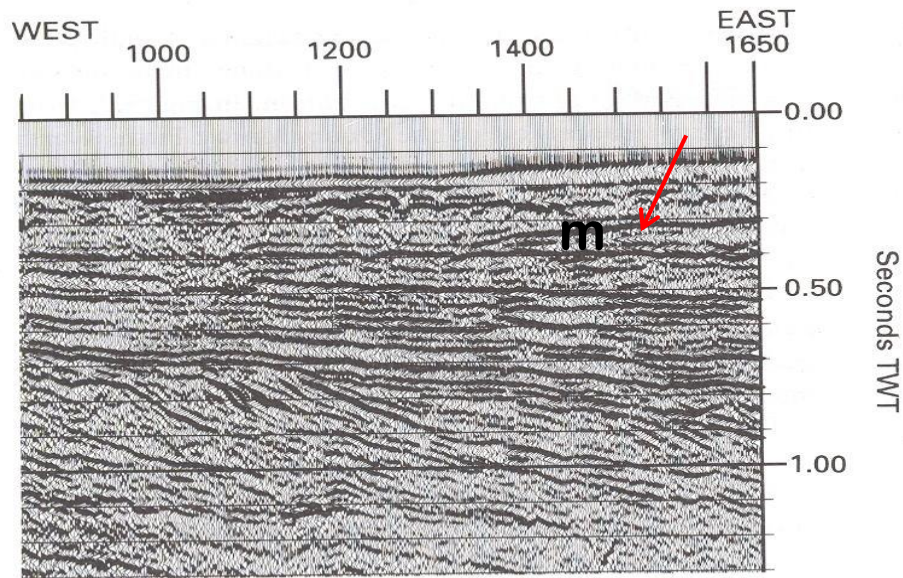
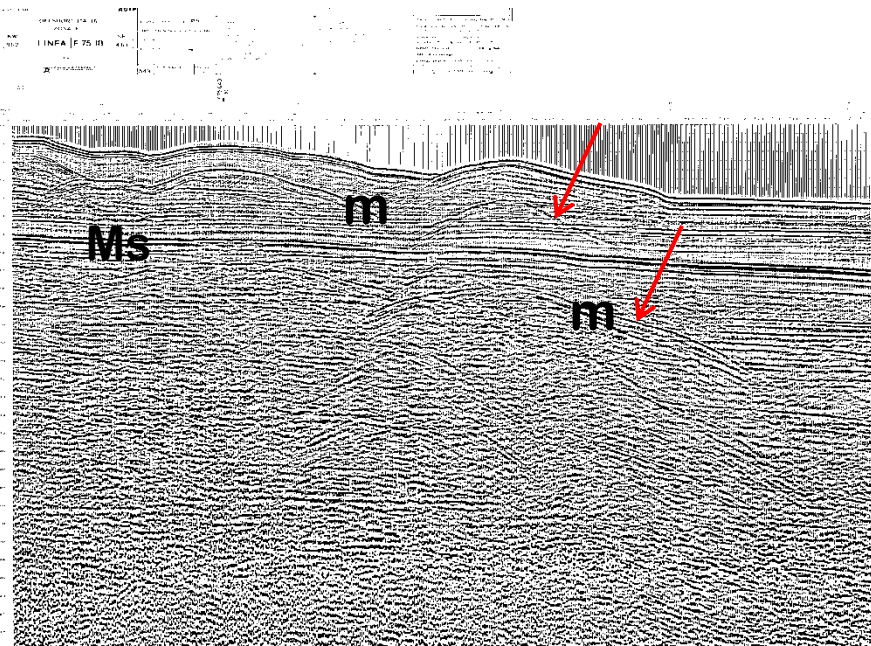
1999 Gulf of Mexico Line 7

### Esempio (Stretto di Messina):

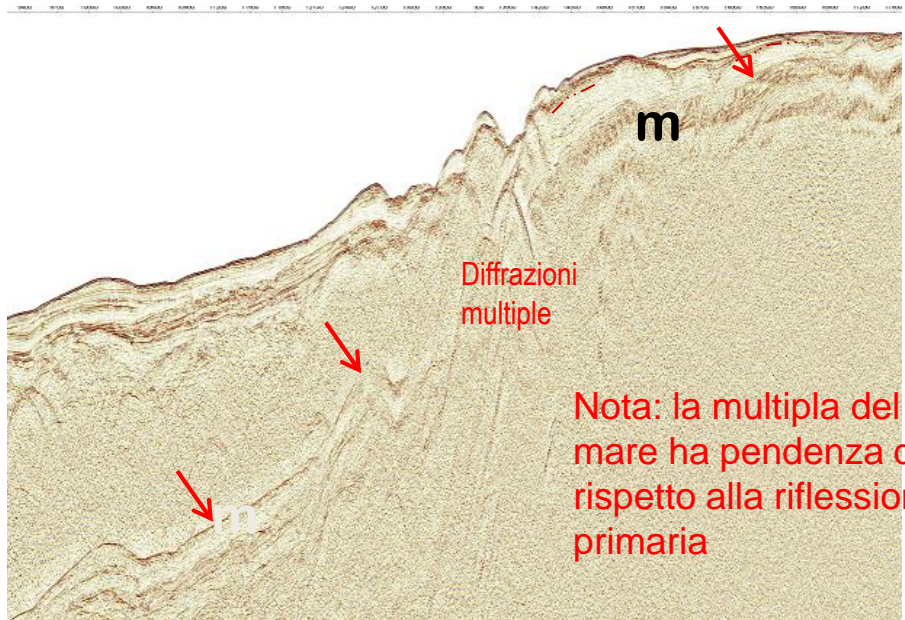
il fondo mare, caratterizzato da alto coefficiente di riflessione, produce, oltre alle ghost, multiple semplici ("m": pendenze via via crescenti con la profondità) che mascherano e/o interferiscono con i riflettori primari ("R")



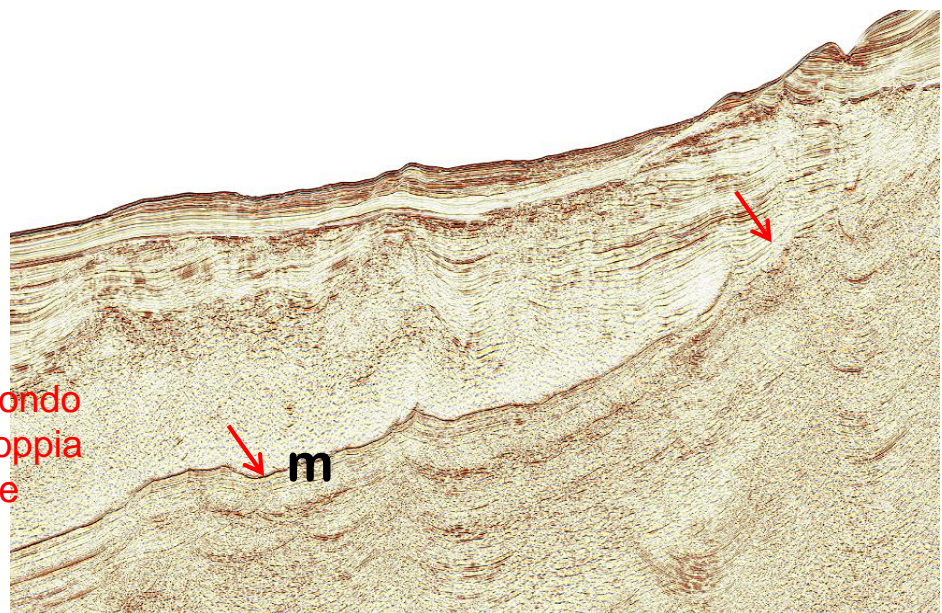


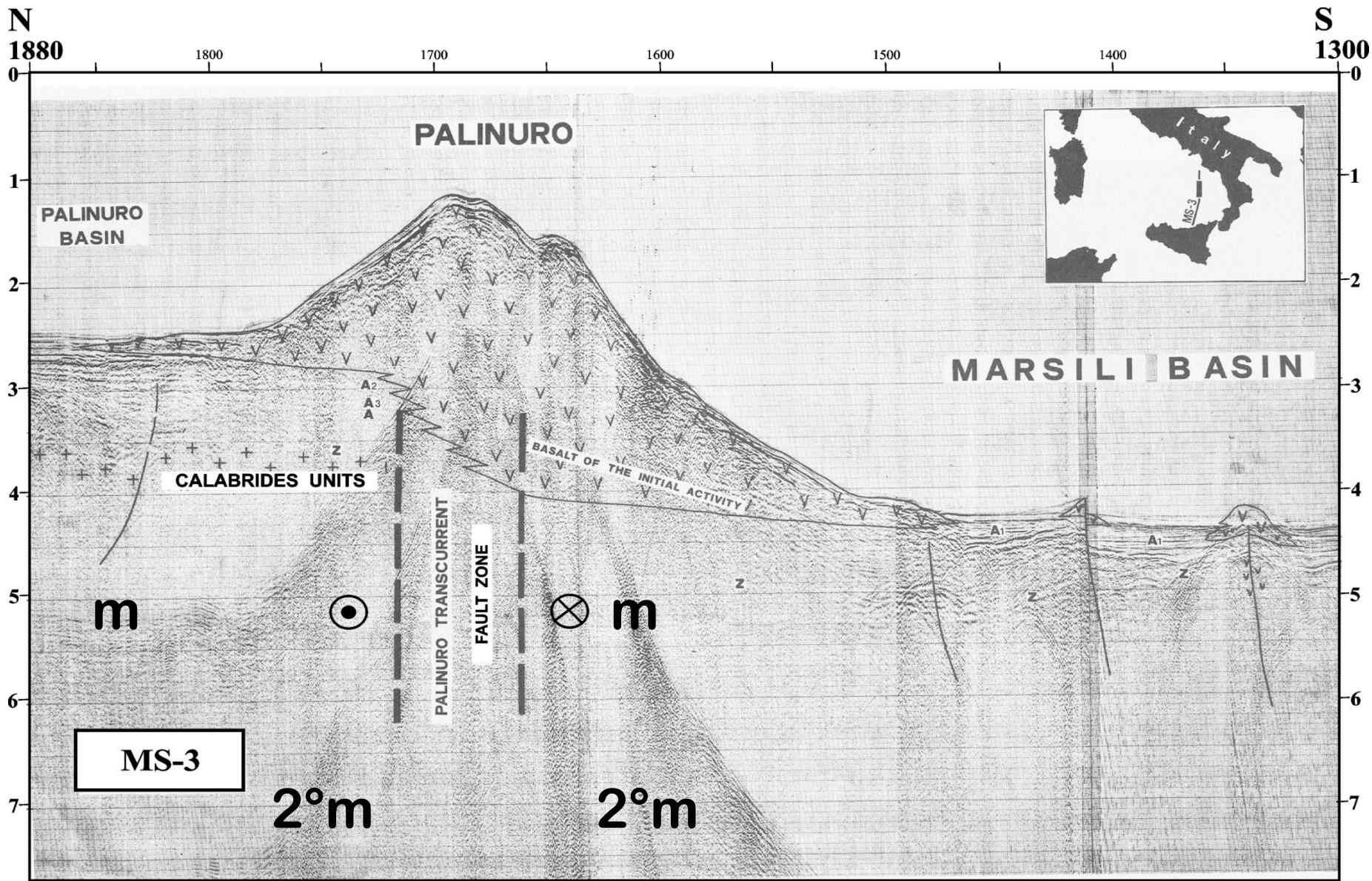


Multiple di fondo mare: più profondo è il fm, maggiore sarà la profondità delle multiple

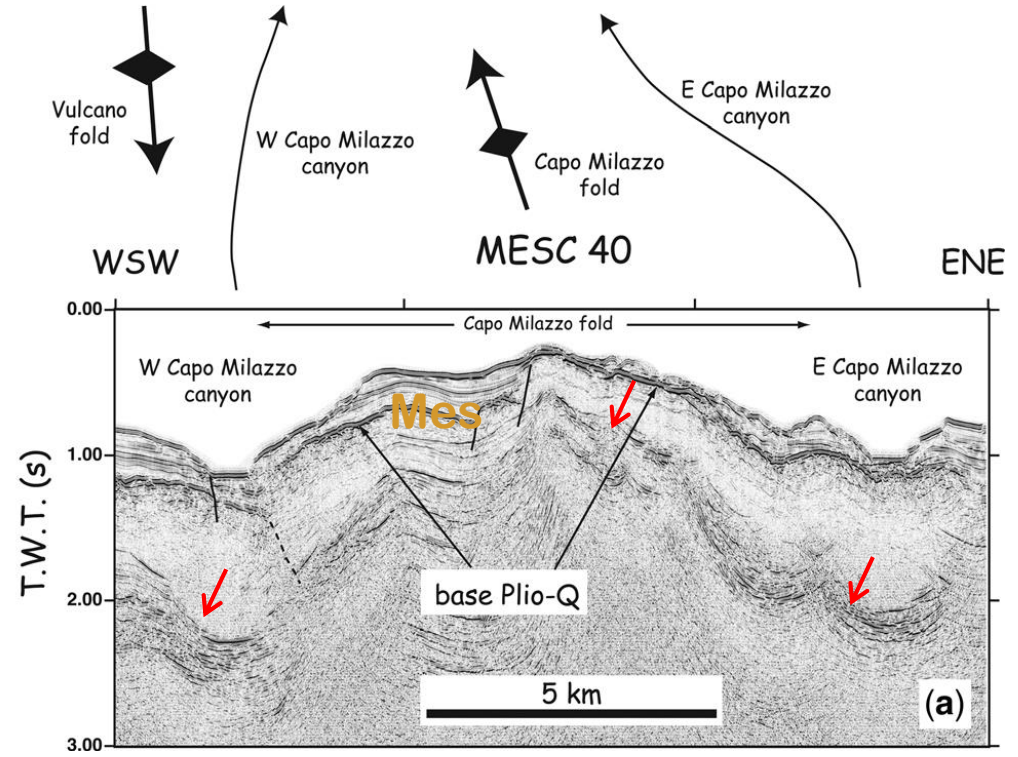
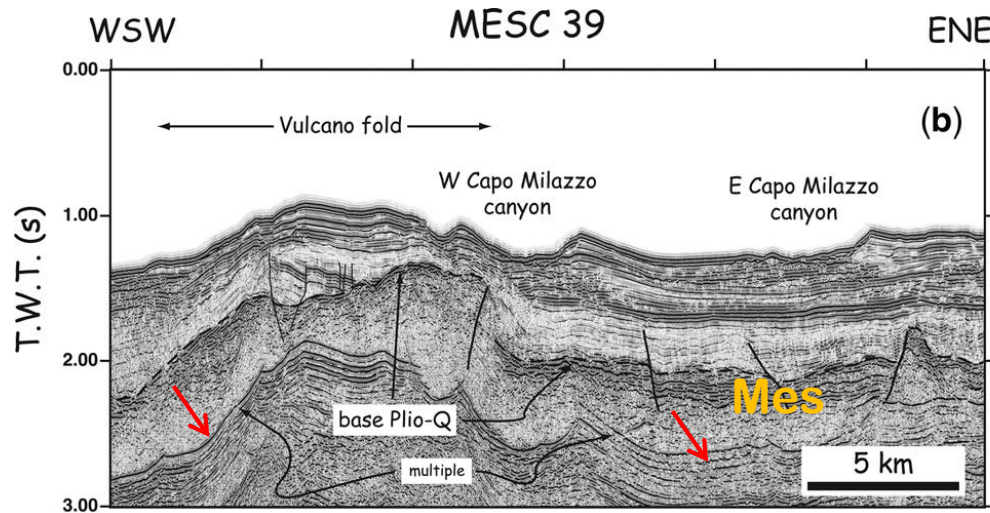
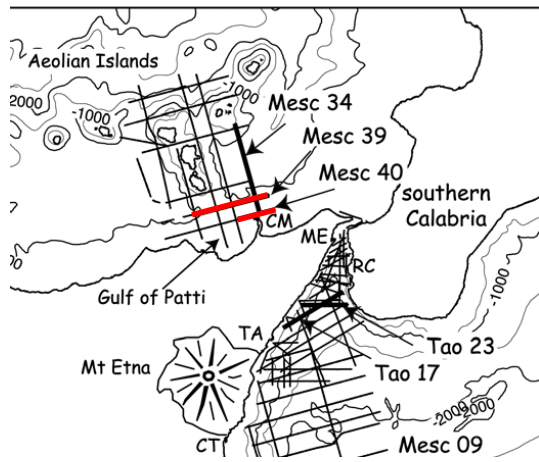


Nota: la multipla del fondo mare ha pendenza doppia rispetto alla riflessione primaria



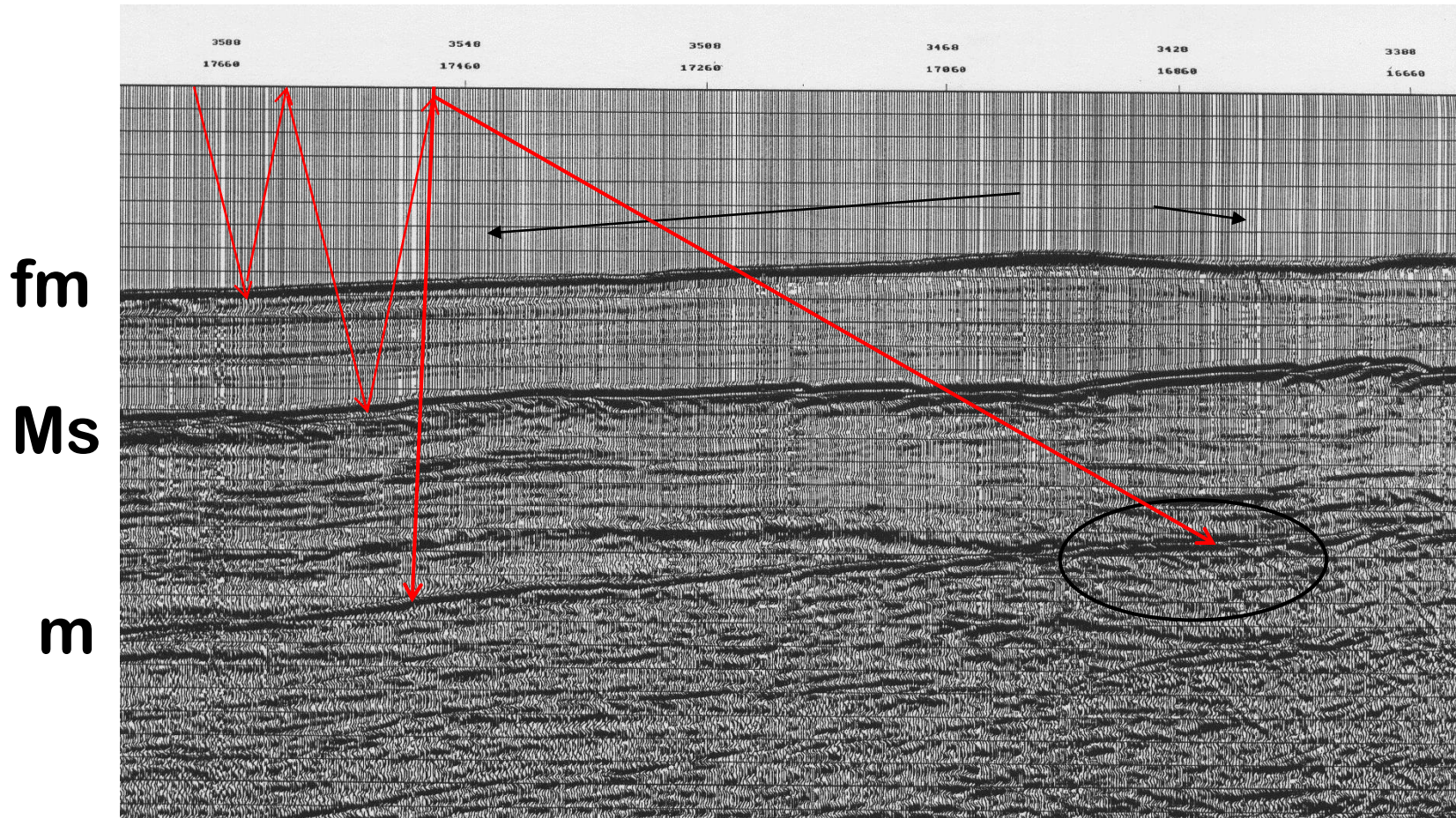


# Tirreno S-orientale



Il profilo sopra è caratterizzato da maggiore profondità d'acqua. La prima multipla (↓) non interferisce, di conseguenza, con i riflettori relativi alla sequenza Messiniana. Nel profilo sotto, a minor profondità, la prima multipla non interferisce con la sequenza Messiniana perché questa è molto più superficiale.

# Esempio di profilo con multipla (Ionio orientale)

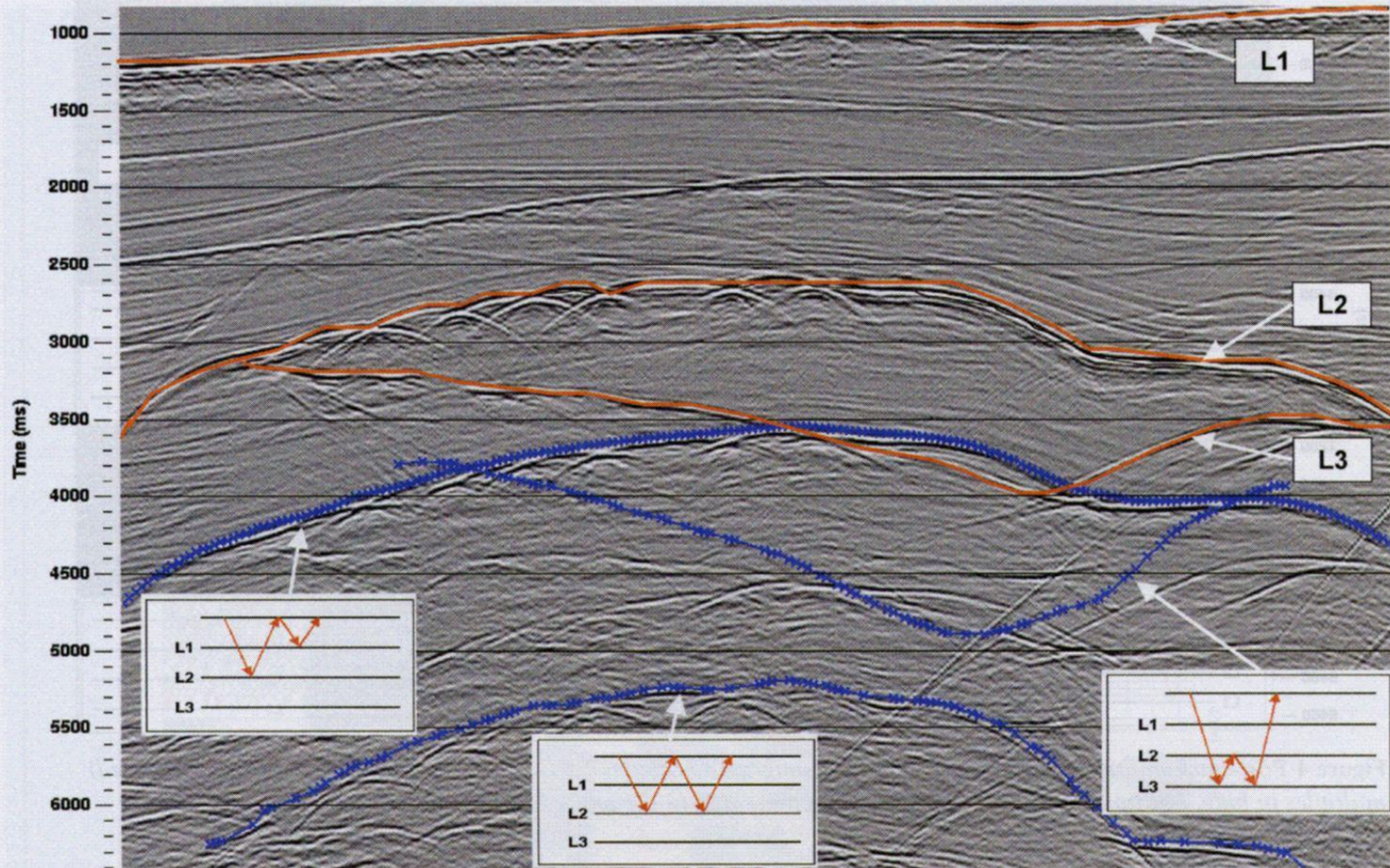


- La multipla principale è data dai riflettori Ms + fm. Si noti nel cerchio come la pendenza della multipla diventi inferiore di quella di Ms, perché sommata alla pendenza (qui opposta) del fondo mare.

# Diversi tipi di Multiple – si notino le pendenze

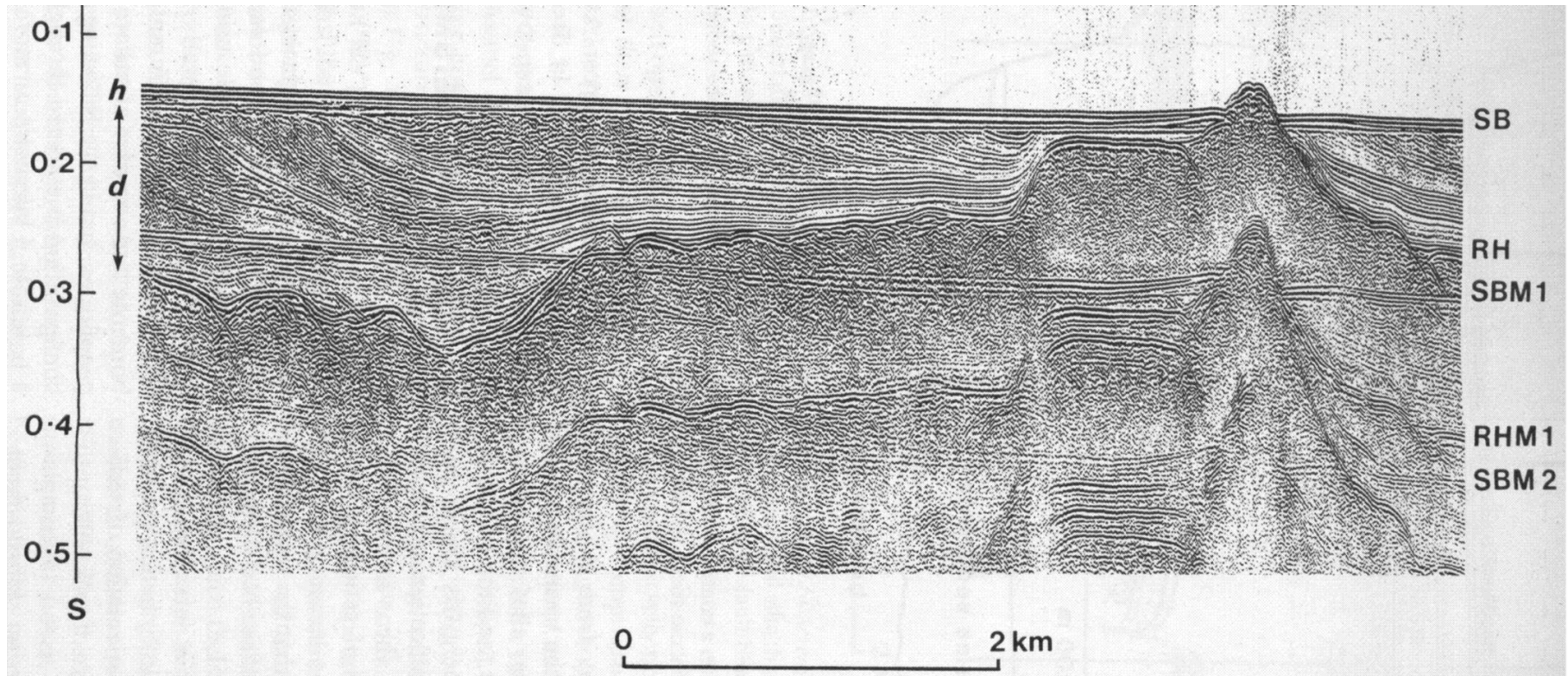
first break volume 21, March 2003

technical article

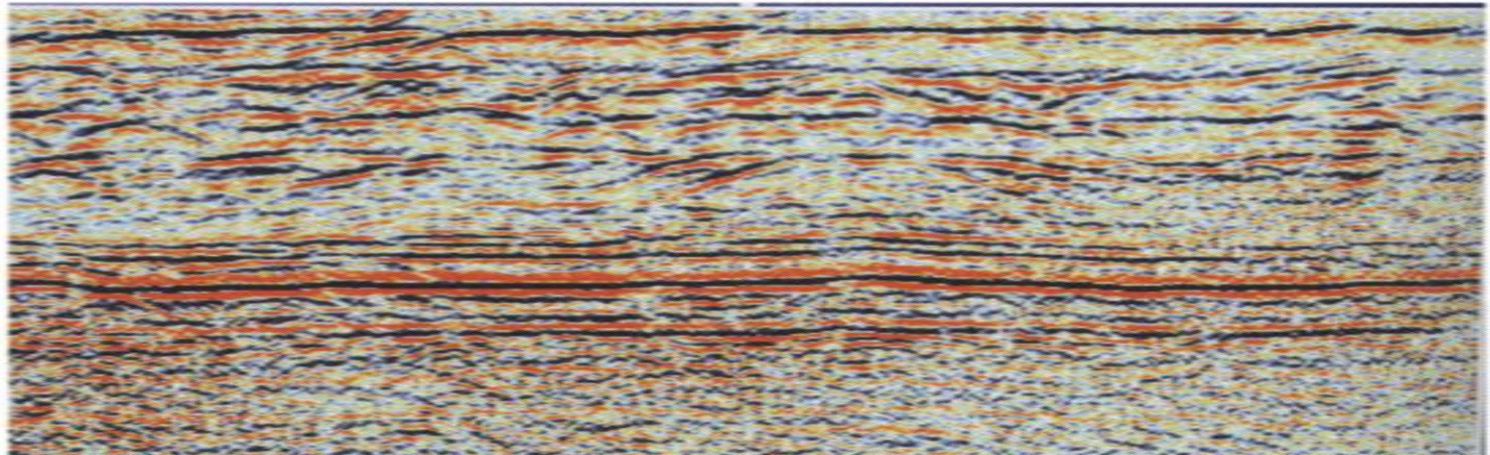
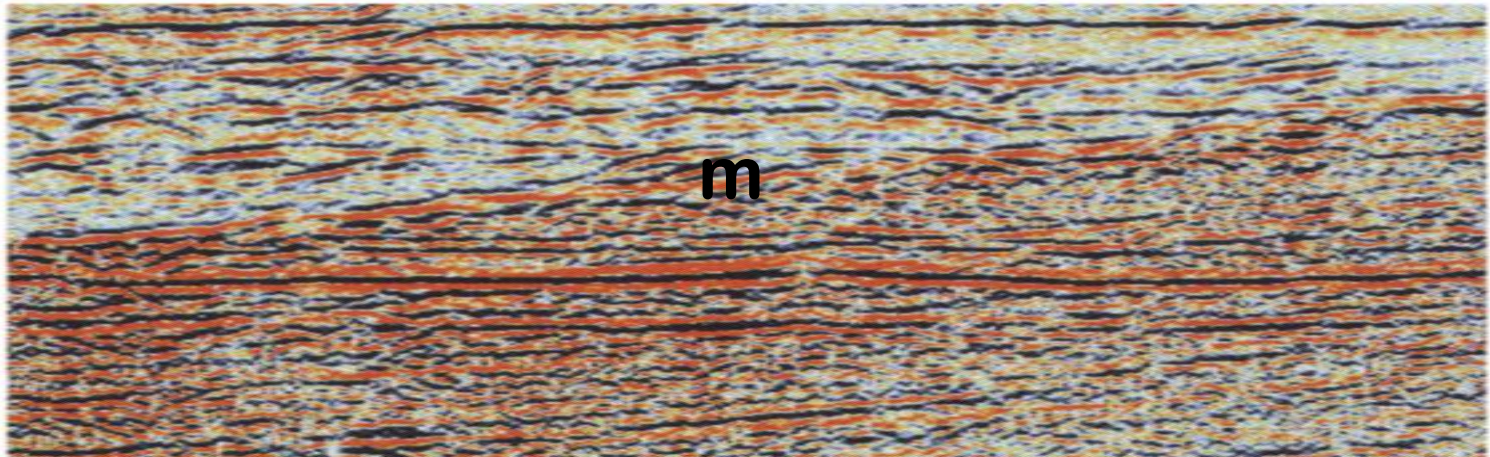


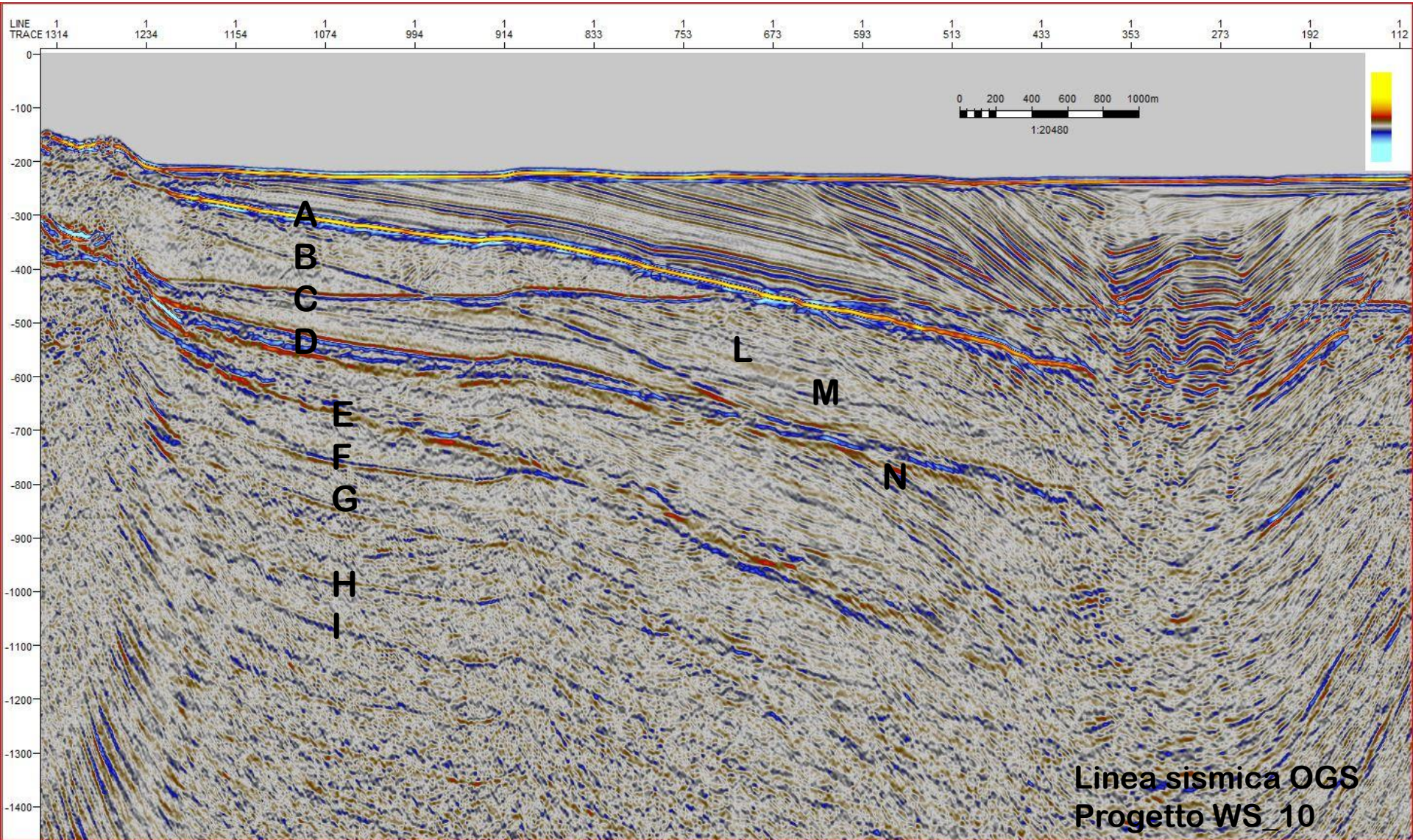
# Multiple: Esempio (Golfo di Patrasso)

profilo ad alta risoluzione monocanale => non si sono fatte correzioni di NMO, quindi le multiple sono rimaste integre, interferendo con i segnali primari. Tra questi RH, ad alta riflettività, è comunque ancora interpretabile lungo tutto il profilo.



# Esempio di rimozione di multiple





**Esercizio: quali sono i segnali primari e quali i segnali multipli?  
 Quali sono i percorsi dei raggi che hanno generato le multiple?  
 Quale è la pendenza reale del riflettore A-base PQ (assumendo  $V_{int}$  PQ pari a 2000m/s)?**