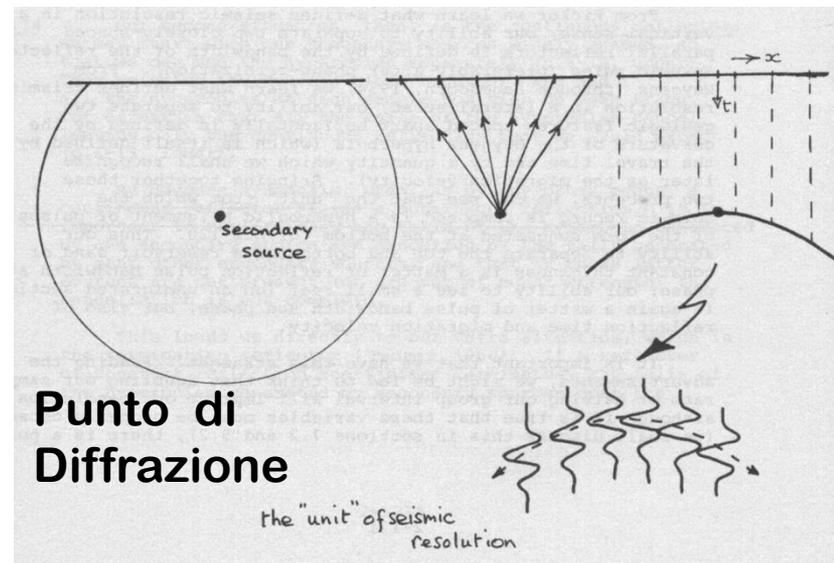
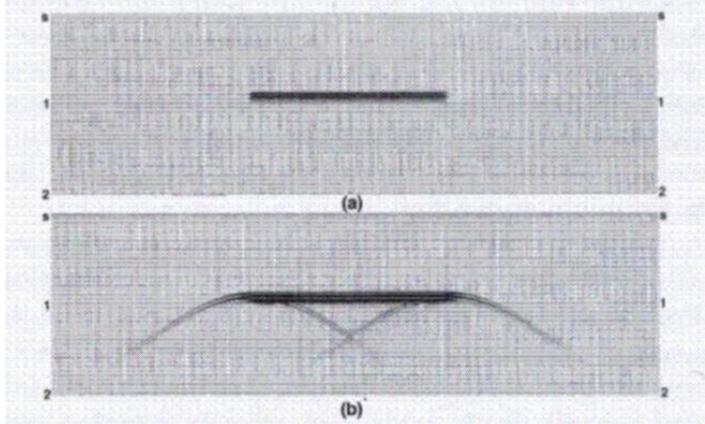


FIG. 4.1-12. Superposition of the zero-offset responses (b) of a discrete number of Huygens' secondary sources as in a).



### Principio di Huygens

stabilisce che ogni punto di un fronte d'onda può essere considerato come una nuova sorgente di onde

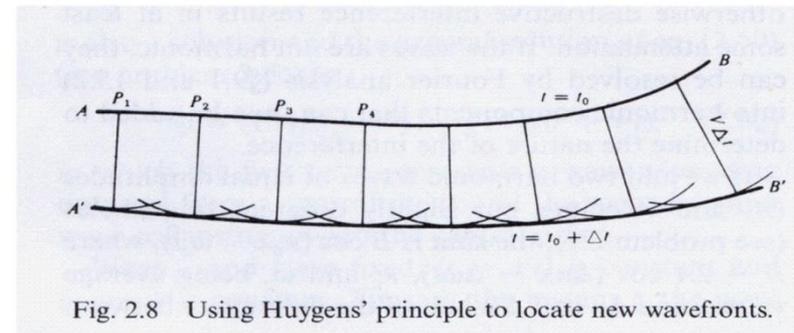


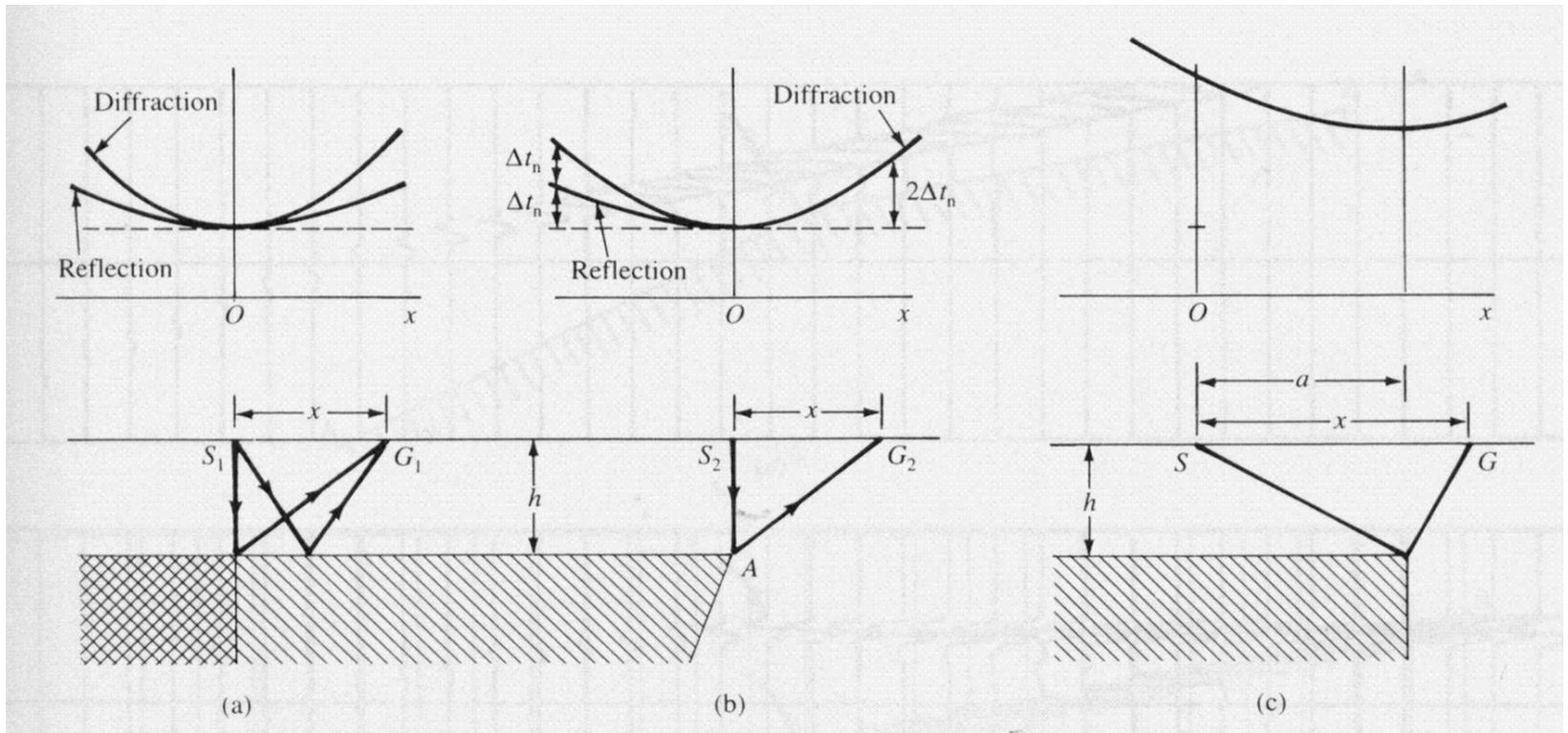
Fig. 2.8 Using Huygens' principle to locate new wavefronts.

## DIFFRAZIONI

Tra tutti i raggi che partono dal punto di diffrazione, c'è anche quello coincidente con il raggio riflesso.

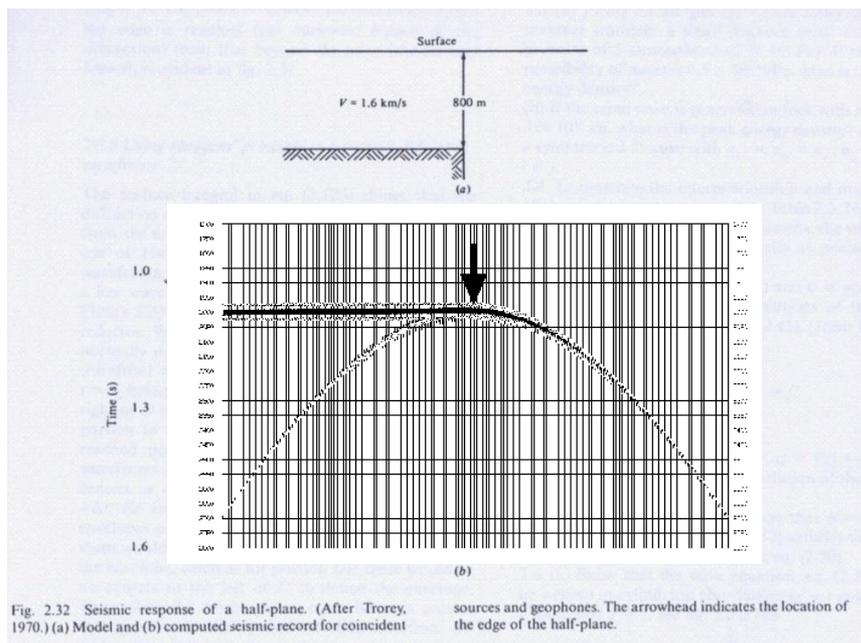
“Possiamo dire che la Riflessione rappresenti un caso particolare di Diffrazione”

# Riflessione e Diffrazione hanno diversi Moveout

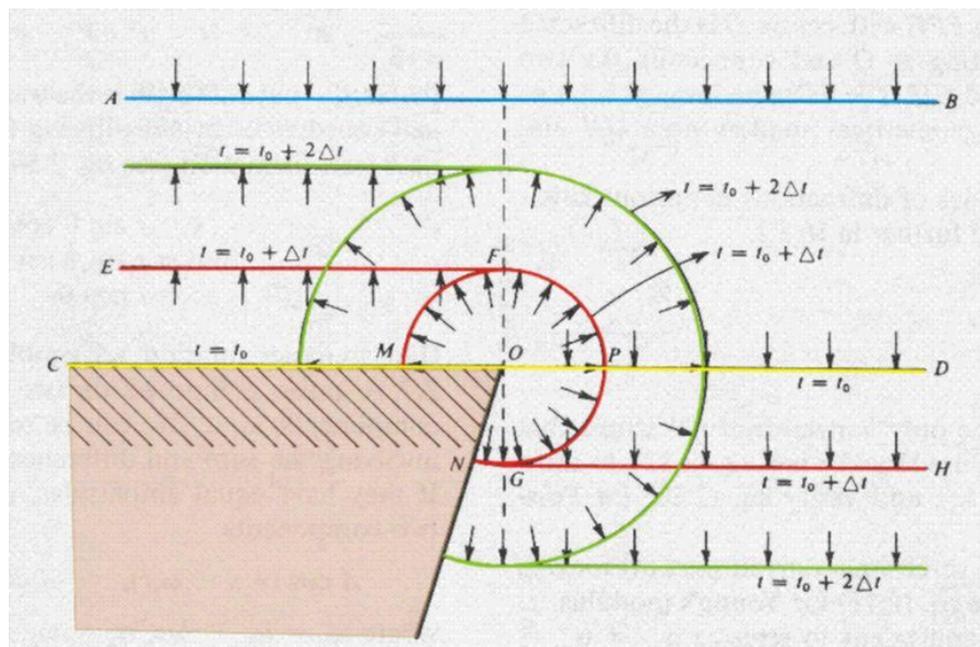


Lo *stacking* attenua le diffrazioni  
che vengono corrette con velocità di NMO minori  
(percorsi/tempi più lunghi) rispetto alla velocità necessaria  
per “orizzontalizzare” la relativa iperbole

## Diffrazioni da un semi-piano



## Diffrazioni da un piano fagliato



Al tempo  $t_0$  il fronte d'onda raggiunge la superficie CO e viene riflesso/diffratto; nel settore a destra il fronte prosegue verso il basso.

Il fronte dell'onda diffratta al tempo  $t_0 + \Delta t$  sarà l'arco di cerchio MFPGN centrato in O, punto di diffrazione.

L'onda diffratta che verrà registrata sarà MFP, che sul profilo sismico origina l'iperbole di diffrazione (figura a sinistra).

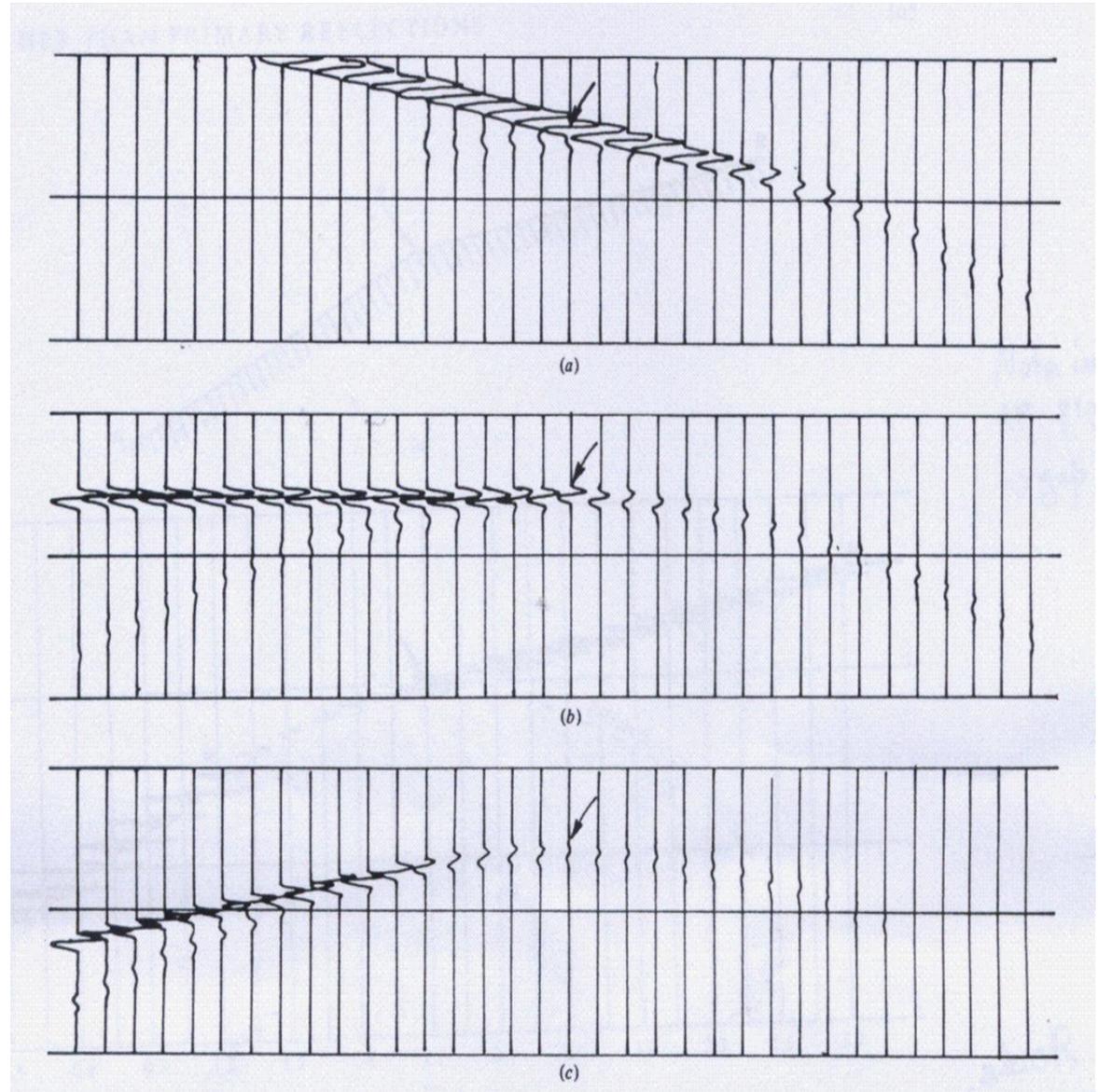
Anche all'interno dello strato rosa avremo un fronte d'onda sferico (qui non indicato) con raggio  $t$  inversamente proporzionale alla velocità dello strato.

-L'apice dell'iperbole rappresenta il punto di diffrazione (estremità del riflettore)

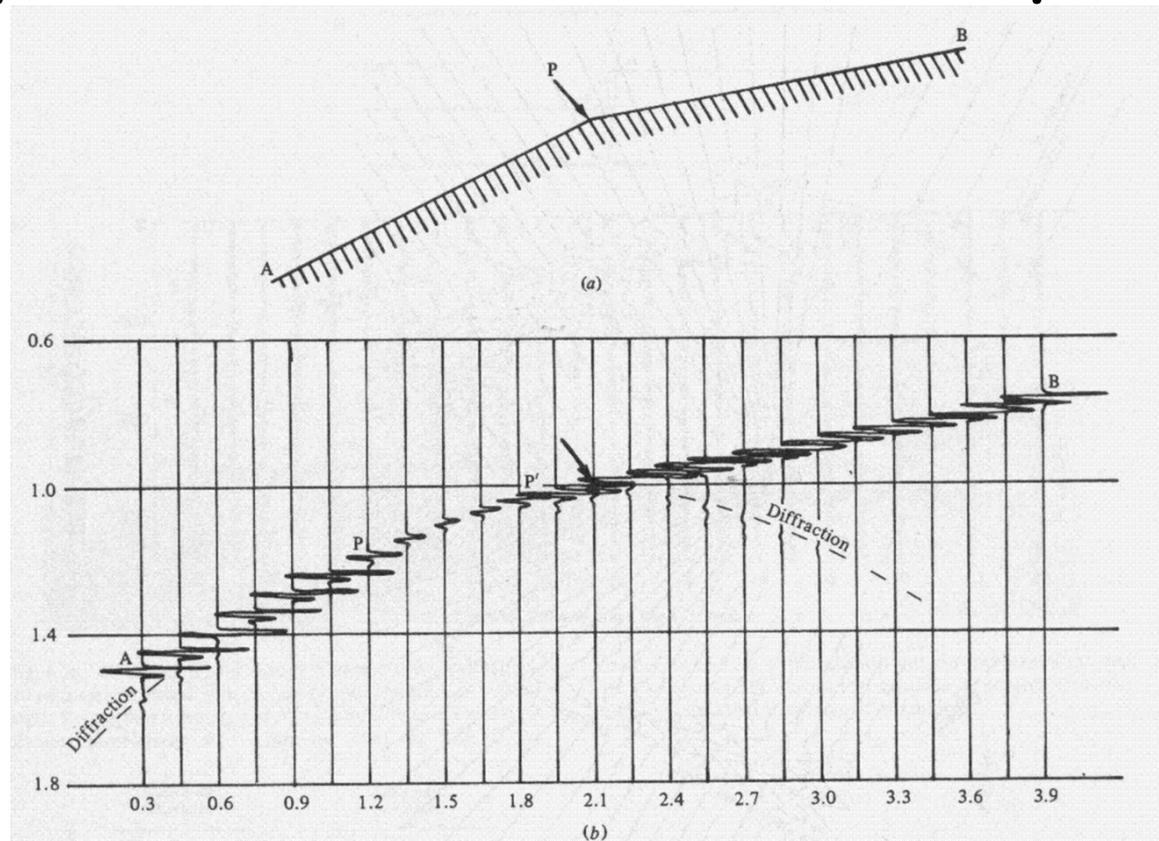
-L'iperbole di diffrazione è tangente al riflettore

-La curvatura dell'iperbole di diffrazione dipende da profondità e velocità degli strati

- La massima ampiezza della diffrazione si ha nel punto di tangenza, poi diminuisce allontanandosi dal punto.



# Esempio con variazione brusca di pendenza

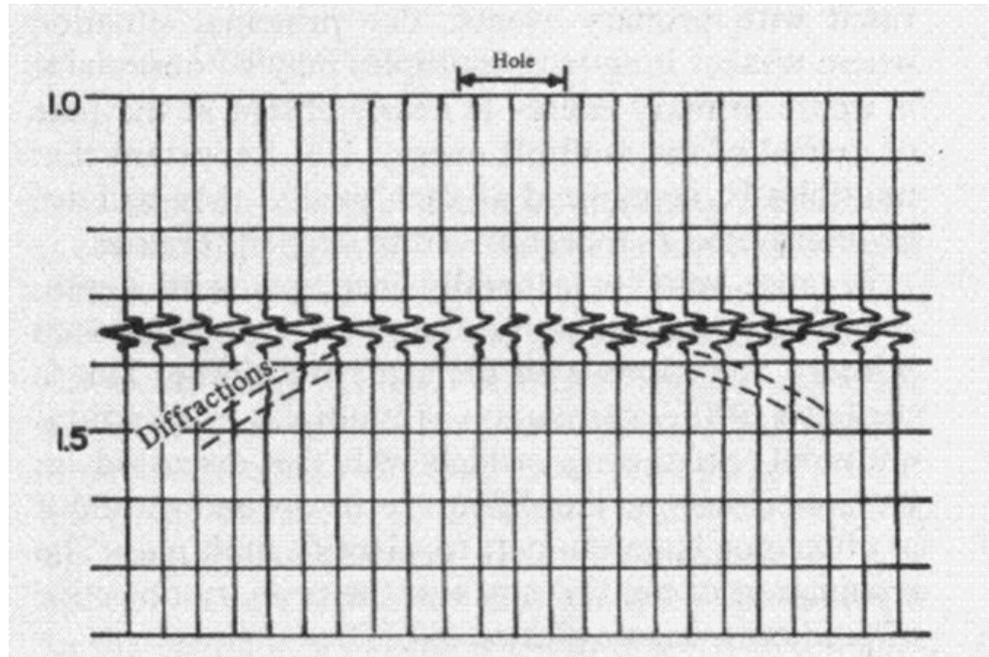


I due riflettori, non migrati, saranno posizionati più a sinistra e meno pendenti rispetto alla posizione corretta (migrata).

Si avranno due posizioni diverse del punto P che potrà essere considerato estremità destra del segmento AP o estremità sinistra del segmento PB.

Nello spazio intermedio il riflettore apparirà continuo per effetto delle diffrazioni.

## Esempio con *hole* (assenza locale del Riflettore)



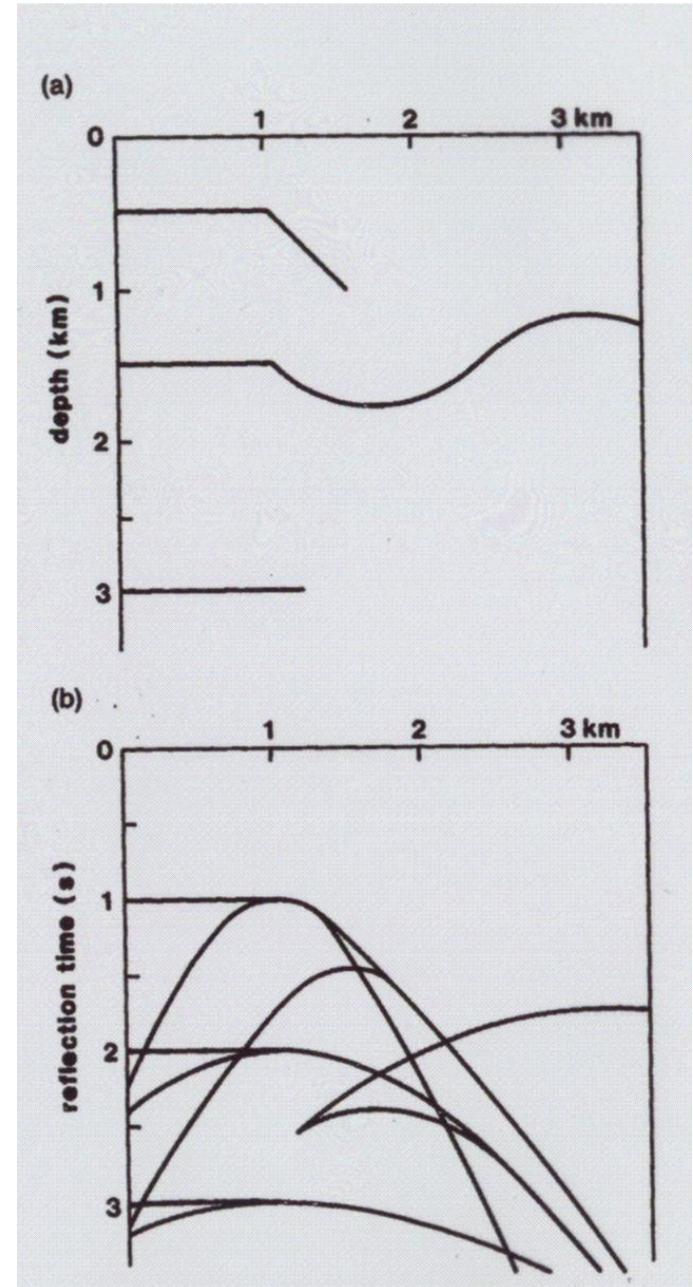
L'assenza del riflettore per un certo tratto viene mascherata nella sezione *stack* dalla presenza delle diffrazioni che lo fanno apparire continuo.

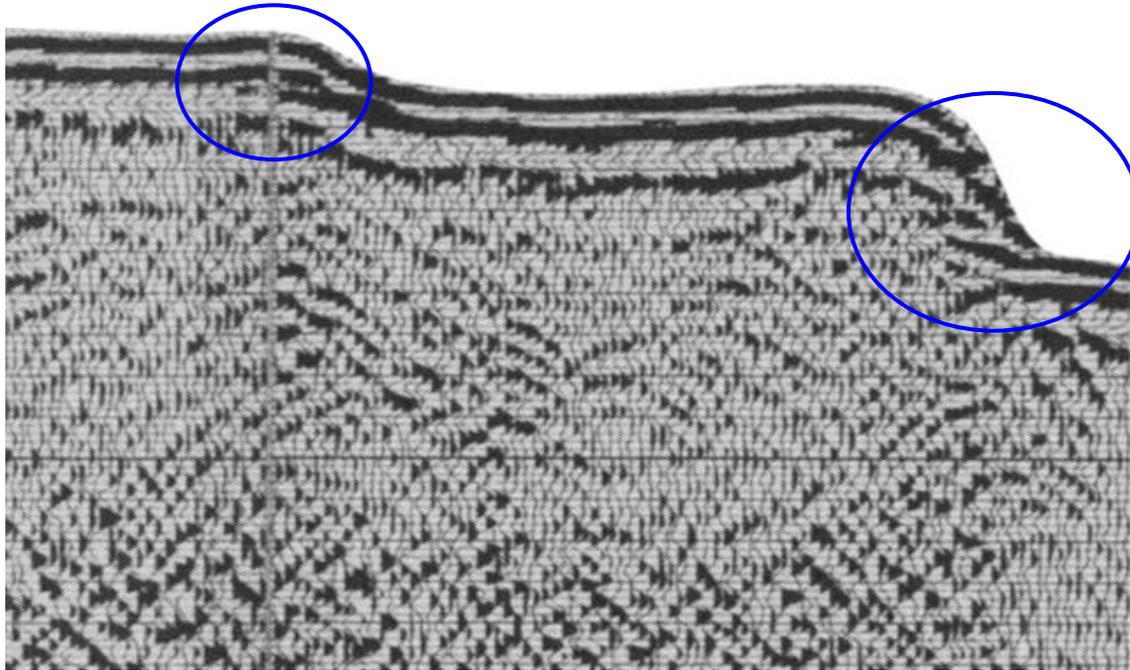
Significato geologico: erosione o non deposizione ...

Quali condizioni geologiche favoriscono la presenza di diffrazioni?

In generale i diversi eventi deposizionali/erosionali e tettonici che avvengono durante l'evoluzione geologica di un'area, determinano delle irregolarità lungo gli orizzonti stratigrafici (riflettori) dovute a fratture, erosione, accumuli sedimentari, etc.

Queste irregolarità rappresentano dei punti di disomogeneità che originano diffrazioni.





La presenza di diffrazioni può talvolta creare difficoltà di interpretazione: il punto di rottura del riflettore non è facilmente individuabile e ciò può generare dubbi sul fatto che la frattura sia da attribuirsi a faglia normale o inversa...

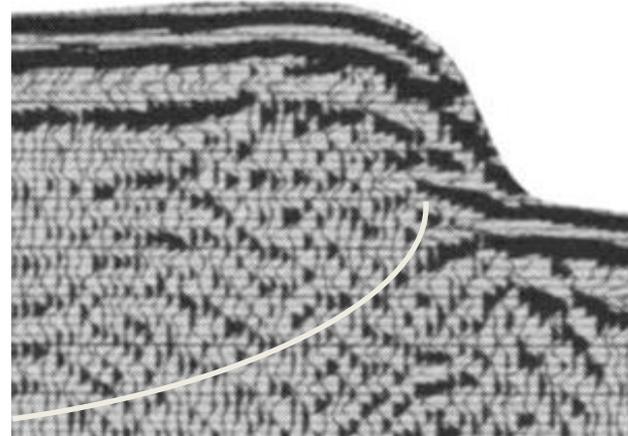
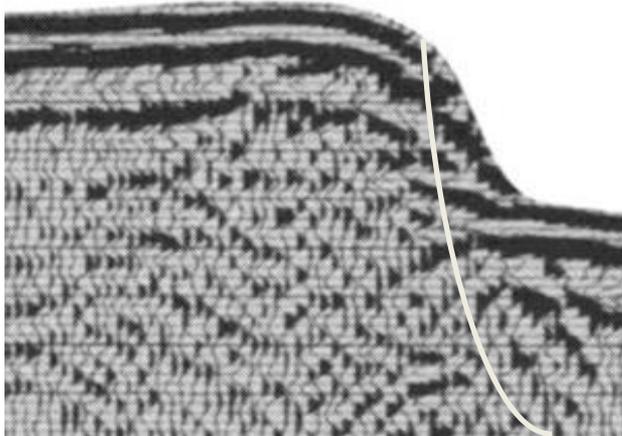


Figura : porzione della linea ENI-AGIP FG-450-83.

In alto a sn: interpretazione in chiave **distensiva** in cui sono evidenziate possibili diffrazioni (tratteggio bianco).  
 In basso a sn: interpretazione in chiave **compressiva** (faglie in rosso).

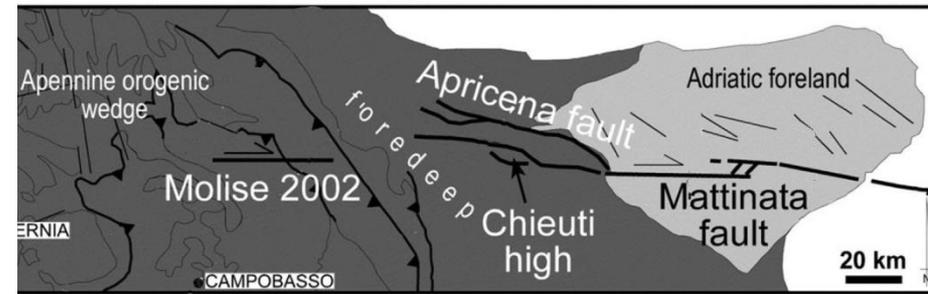
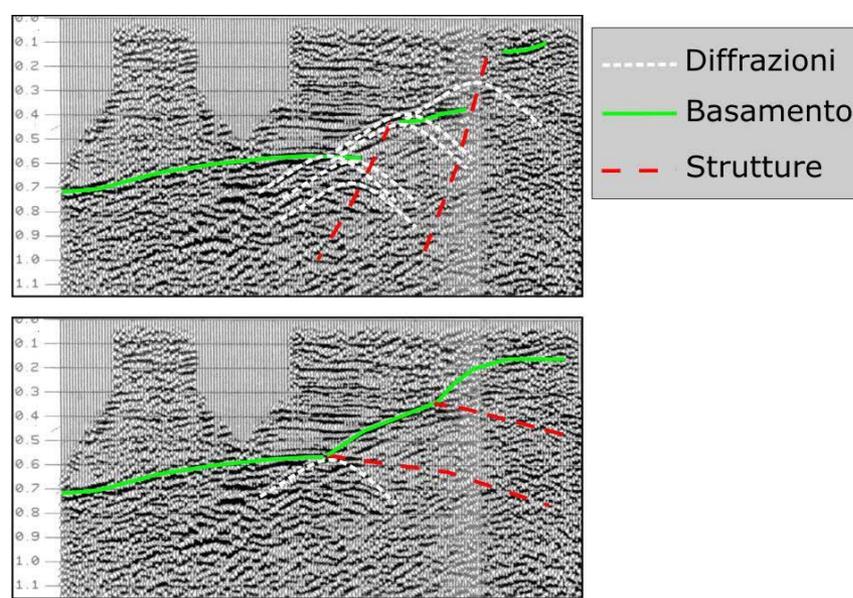
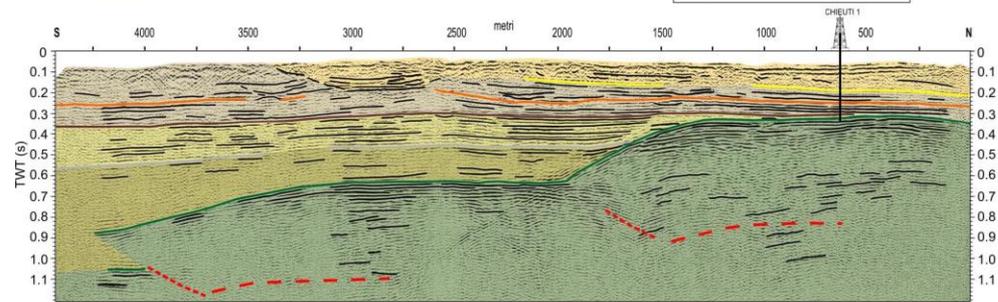
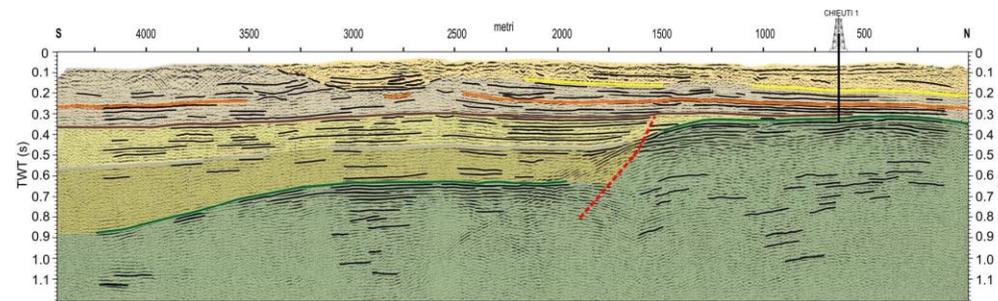


Figura : Sezione *stack* del profilo Fortore. In alto interpretazione della faglia d'Apricena come struttura **transtensiva**.

In basso interpretazione in chiave **transpressiva** della struttura.



Fortore stack

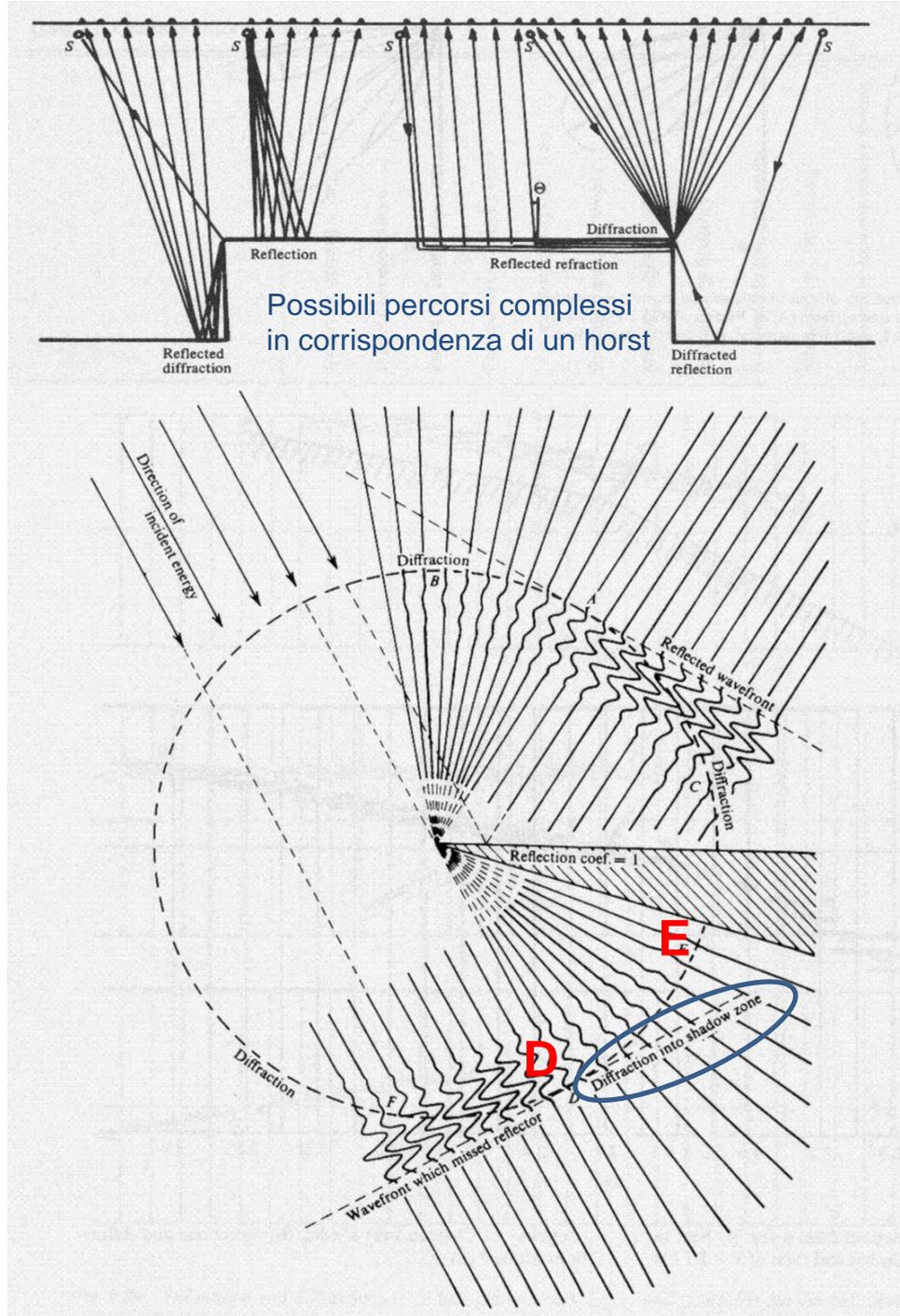
(da Varriale, PhD Thesis 2010-11)

Le diffrazioni costituiscono spesso un rumore importante nei profili non migrati, che talvolta non permette il completo riconoscimento dei riflettori primari.

Maggiore è il numero di discontinuità/irregolarità presenti nella sequenza sedimentaria indagata, maggiore sarà il numero delle diffrazioni.

Si possono avere diffrazioni riflesse e riflessioni diffratte, con percorsi complessi, ma talvolta evidenziabili. In alcuni casi questi segnali sono in grado di fornire informazioni utili.

A destra: diffrazioni da cuneo sedimentario riflettente: la diffrazione fa sì che parte dell'energia sismica possa raggiungere zone che non potrebbero essere indagate dalle onde riflesse sulla base dell'ottica geometrica (fronte d'onda diffratta DE)



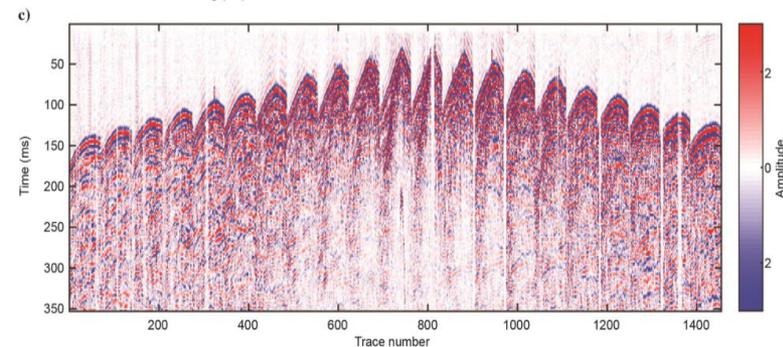
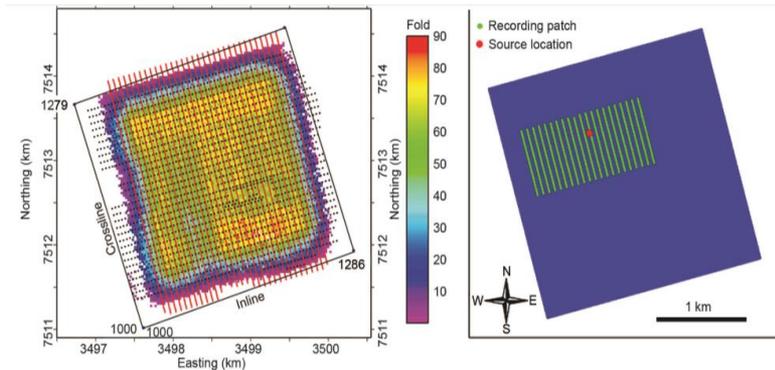
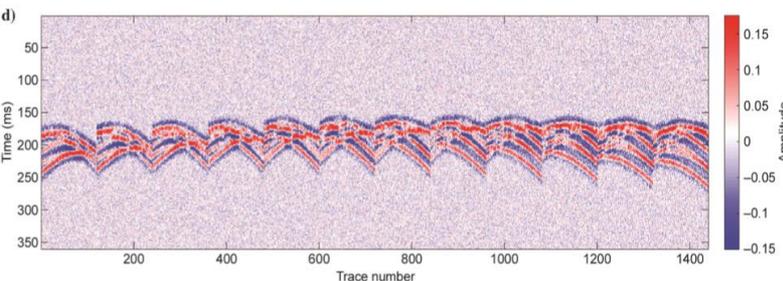
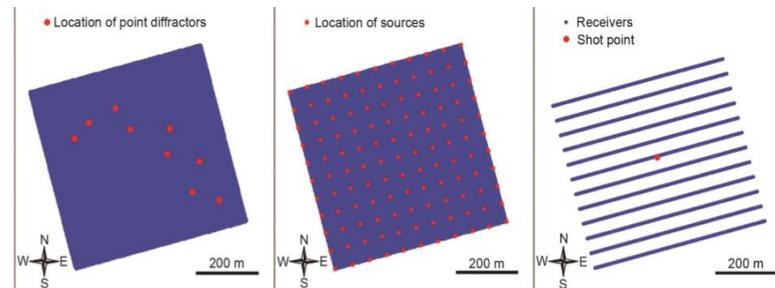
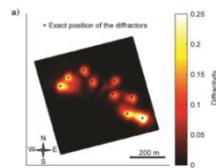
**Figure 2.** (a) Point diffractors (red dots) located at 400 m/0.16 s within the constant velocity cube of 5000 m/s, (b) location of sources used in the survey (red dots), (c) central shot (red dot) and some of the recording receiver lines, and (d) the corresponding seismic data.

## Diffractivity — Another attribute for the interpretation of seismic data in hard rock environment, a case study

Mohammad Javad Khoshnavaz<sup>1</sup>, Andrej Bóna<sup>1</sup>, Muhammad Shahadat Hossain<sup>1</sup>, Milovan Urosevic<sup>1</sup>, and Kit Chambers<sup>2</sup>

### Abstract

The primary objective of seismic exploration in a hard rock environment is the detection of heterogeneities such as fracture zones, small-scale geobodies, intrusions, and steeply dipping structures that are often associated with mineral deposits. Prospecting in such environments using seismic-reflection methods is more challenging than in sedimentary settings due to lack of continuous reflector beds and predominance of steeply dipping hard rock formations. The heterogeneities and “fractal” aspect of hard rock geologic environment produce considerable scattering of the seismic energy in the form of diffracted waves. These scatterers can be traced back to irregular and often “sharp-shaped” mineral bodies, magmatic intrusions, faults, and complex and heterogeneous shear zones. Due to the natural lack of reflectors and abundant number of diffractors, there are only a few case studies of diffraction imaging in hard rock environments. There are almost no theoretical models or field examples of diffraction imaging in prestack domain. We have filled this gap by applying a 3D prestack diffraction imaging method to image point diffractors. We calculated the diffractivity by computing the semblance of seismic data along diffraction traveltime curves in the prestack domain. The performance of the method is evaluated on a synthetic case and a field seismic data set collected over the Kevitsa mineral deposit in northern Finland. The high-resolution results obtained by the application of prestack diffraction imaging suggest that diffractivity is a robust attribute that can be used in addition to other seismic attributes for the interpretation of seismic data in hard rock environment.



**Figure 5.** (a) Three-dimensional seismic survey and the corresponding fold map for the seismic data collected over Kevitsa Ni-Cu-PGE orebody, northern Finland (after Malehmir et al., 2012), (b) location of a shot and the corresponding recording patch within the acquisition area, and (c) the corresponding pre-processed seismic data (Zirarov et al., 2015) cut to 350 ms.

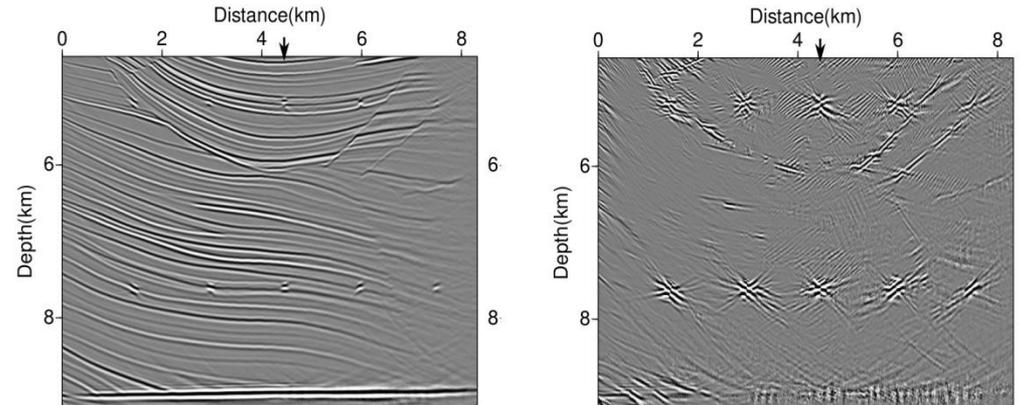
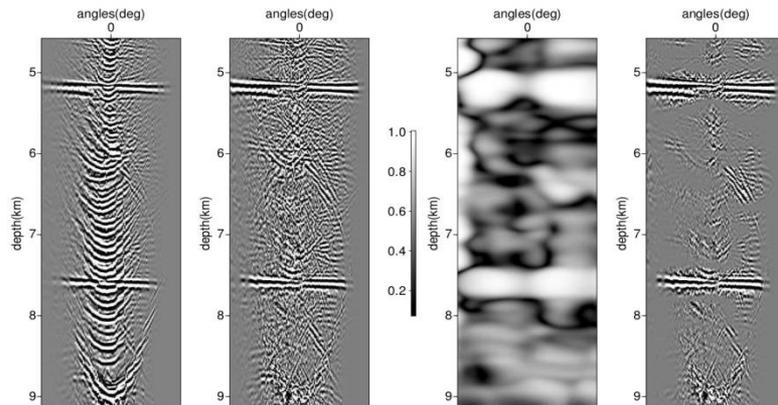
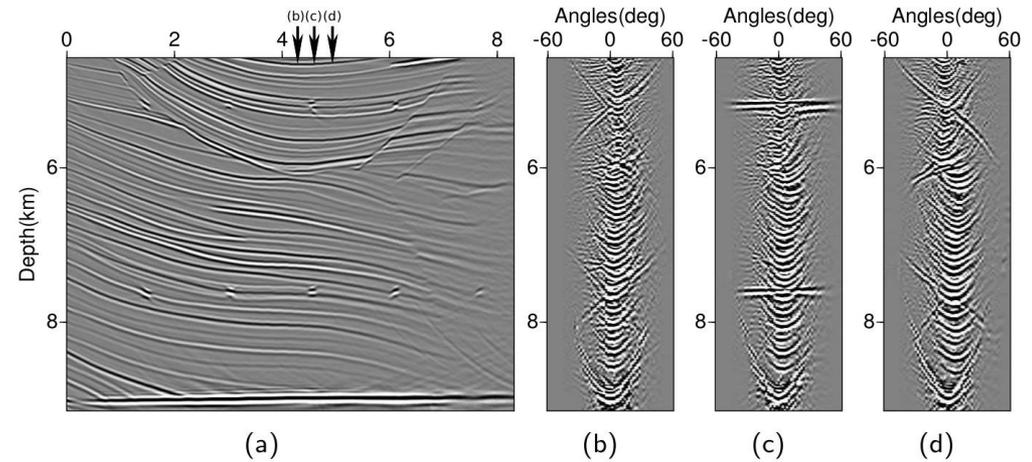
# SEPARATION AND IMAGING OF SEISMIC DIFFRACTIONS Urbano, Lipari (2013)

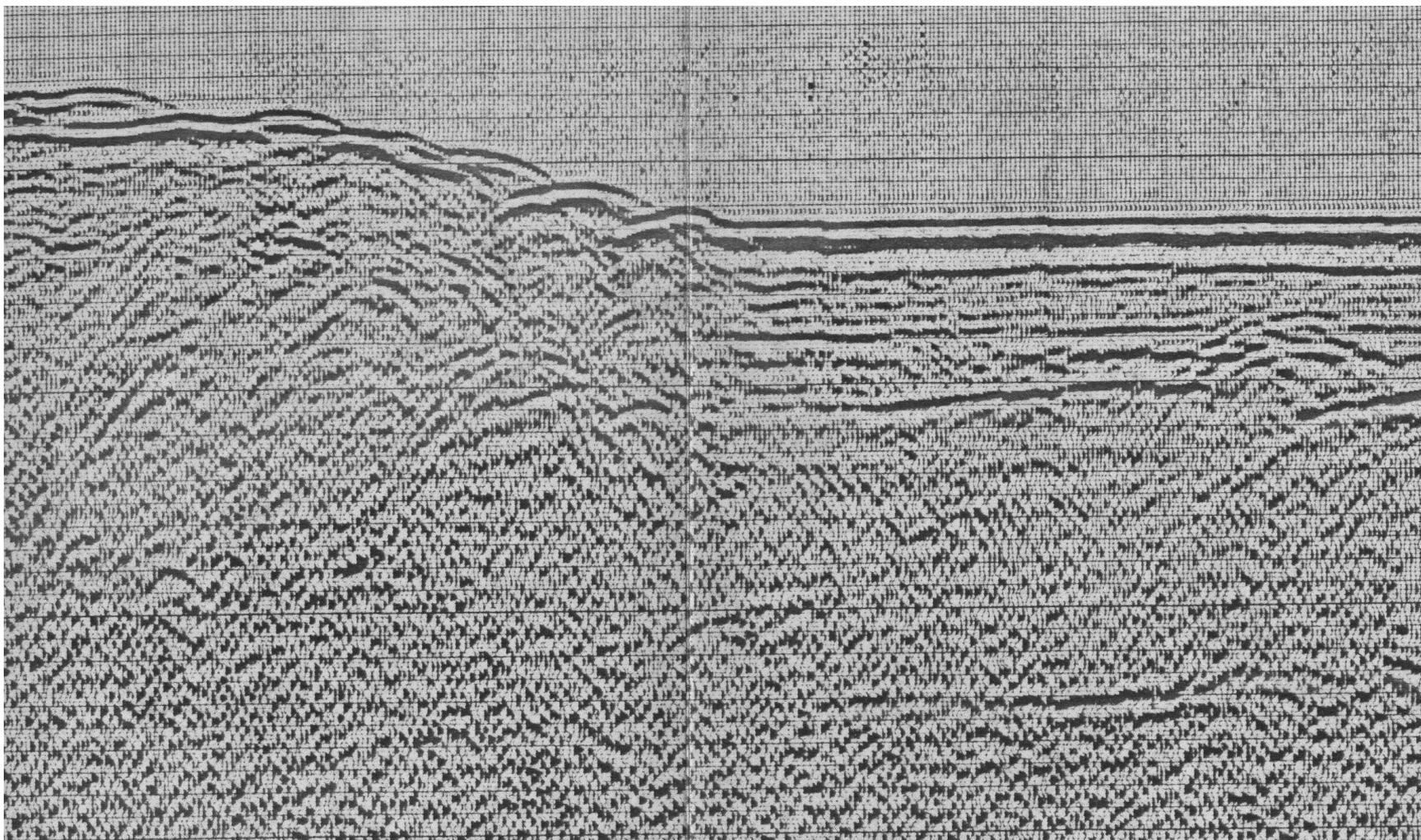
...sometimes the goal of seismic processing consists in identifying small subsurface features (e.g. faults, fractures and rough edges of salt bodies) or small changes in reflectivity.

In all these cases diffracted waves contain the most valuable information.

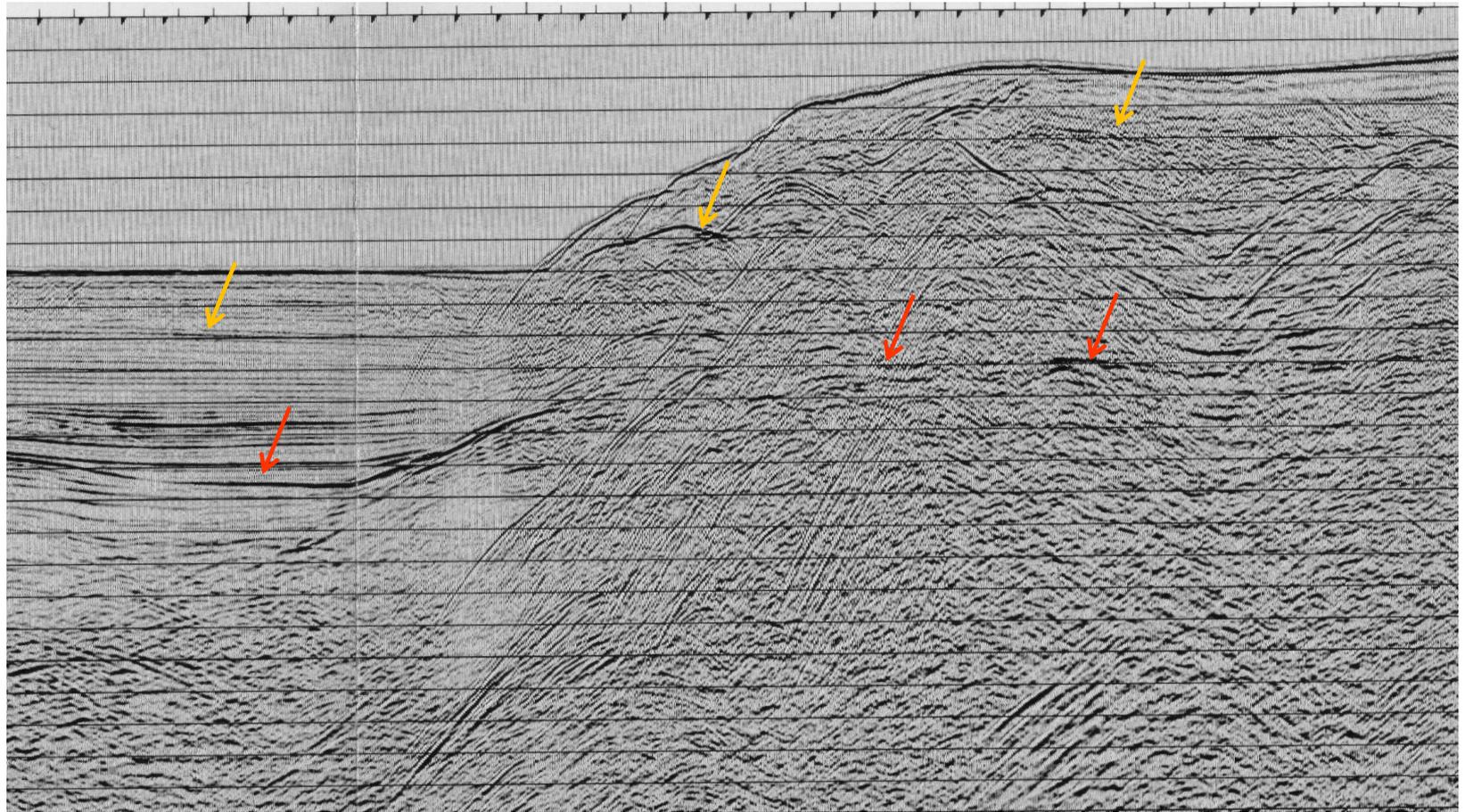
Dip-filtering in the post-stack migrated domain and separation in the post-migration dip-angle gathers, where reflections always have a concave shape and diffraction have a different shape (horizontal if migration was performed with the correct velocity....)

The paper combines these methodologies. Once the events that show clearly identifiable and slowly variable dip are removed, the remaining coherent events are interpreted as diffractions...





Esempio di profilo sismico attraverso il fronte della catena Calabra nello Ionio centrale; profilo non migrato, come evidente dalle diffrazioni presenti

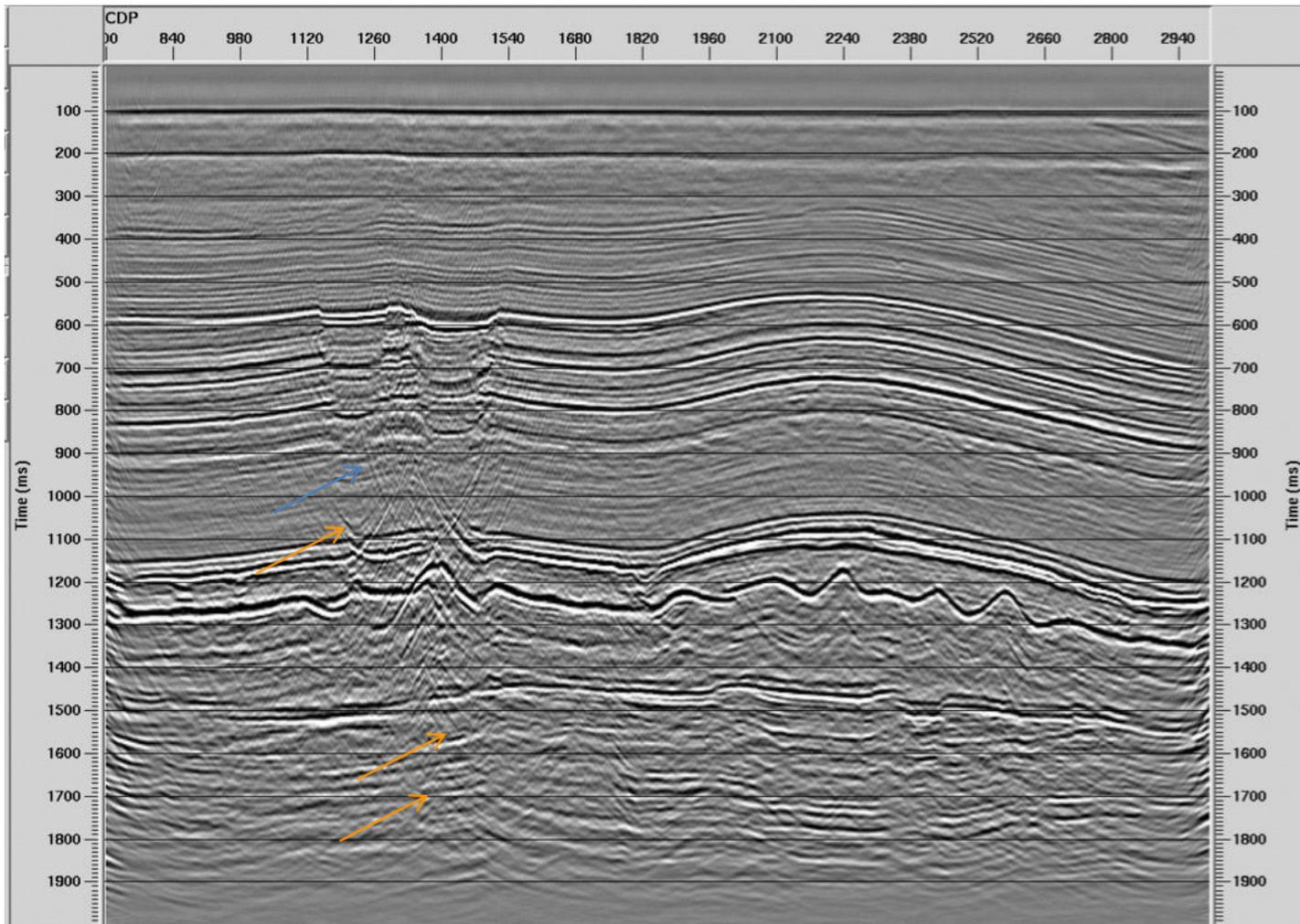


Esempio di profilo sismico non migrato attraverso un fronte compressivo: la sequenza sedimentaria dello Ionio è stata deformata nei *thrust* dell'Arco Ellenico. Le diffrazioni presenti a destra rendono difficile l'interpretazione dei riflettori caratterizzati da deformazioni e faglie inverse. A sinistra, nel settore meno deformato, gli stessi riflettori sono meglio evidenti.

## Scarpata Iblea

Esempio di profilo sismico attraverso un margine continentale interessato da un sistema di faglie normali che interrompono bruscamente la continuità dei riflettori e separano il dominio di mare basso (Canale di Sicilia) rispetto al dominio oceanico (Mar Ionio). Si possono notare numerose diffrazioni, tra cui quelle prodotte dalle deboli deformazioni delle **evaporiti** Messiniane.

La migrazione (sotto) ha l'effetto di portare l'energia diffratta al suo punto origine: in aree soggette a fratturazione, la frammentazione e rotazione dei blocchi spesso rende comunque ardua l'interpretazione anche in un profilo migrato. Nell'esempio in figura anche la multipla del fondo mare rappresenta un ulteriore problema.

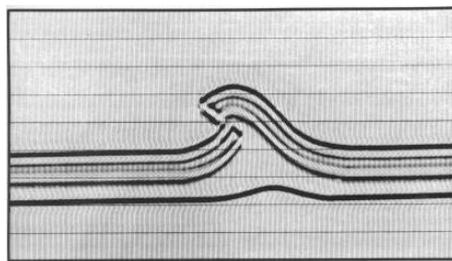


La migrazione ha lo scopo di

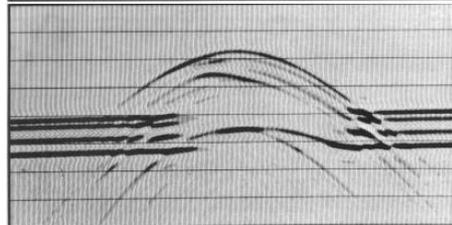
- spostare gli eventi pendenti alla loro corretta posizione
- «collassare» le diffrazioni al loro punto origine

Spesso si ha una «sovrà-migrazione» in profondità, che origina iperboli rovesciate

**Modello**



**Sezione sintetica  
stack**



**Sezione sintetica  
migrata**

