



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Laurea Magistrale in Geoscienze

A.A. 2020-2021

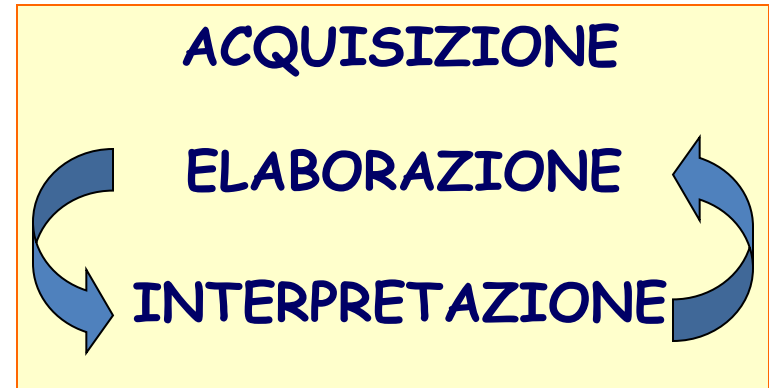
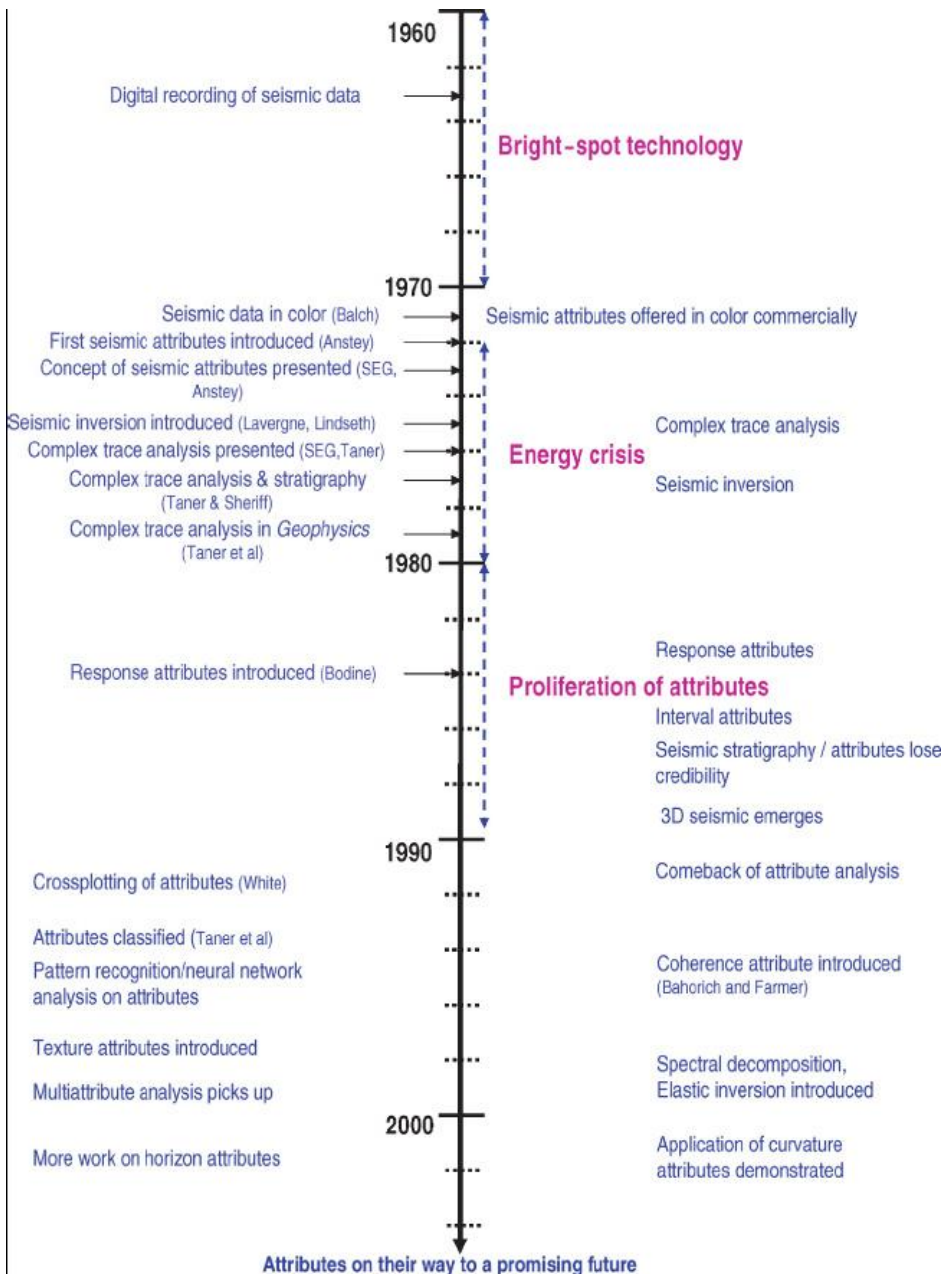
PETROFISICA INTEGRATA II MODULO

UD1

Introduzione agli attributi sismici

Emanuele Forte
e-mail: eforte@units.it

SVILUPPO della SISMICA A RIFLESSIONE



Interpretive processing

ELABORAZIONE ↔ ANALISI

INVERSIONE

Dal dato di sismica a riflessione 2D e 3D

- 1) IMAGING
- 2) PARAMETRI PETROFISICI
- 3) INDICATORI DI IDROCARBURI

PARAMETRI FONDAMENTALI della SISMICA A RIFLESSIONE

AMPIEZZA (intensità, energia) delle riflessioni

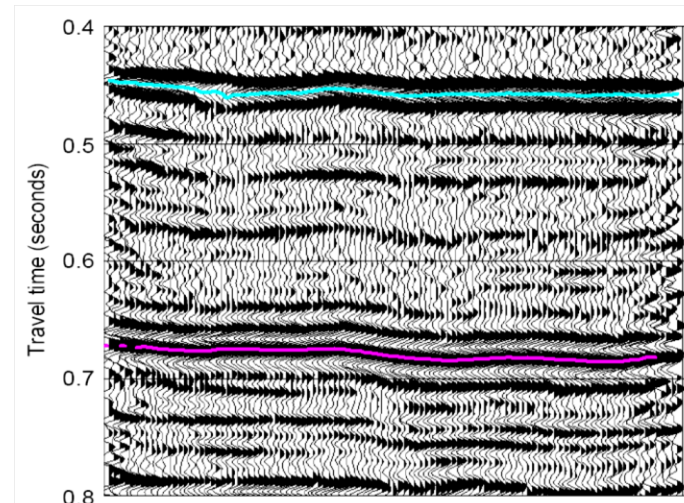
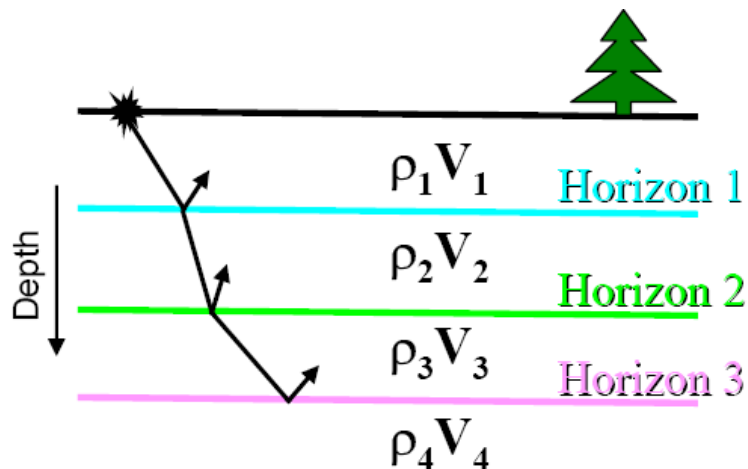
→ dipende dal contrasto di impedenza acustica (ρv)
(e dal tipo/caratteristiche della sorgente, attenuazione)

TEMPO (profondità) delle riflessioni

→ dipende dalla conformazione geologica del sottosuolo

L'INTERPRETAZIONE si basa su ORIZZONTI intesi come:

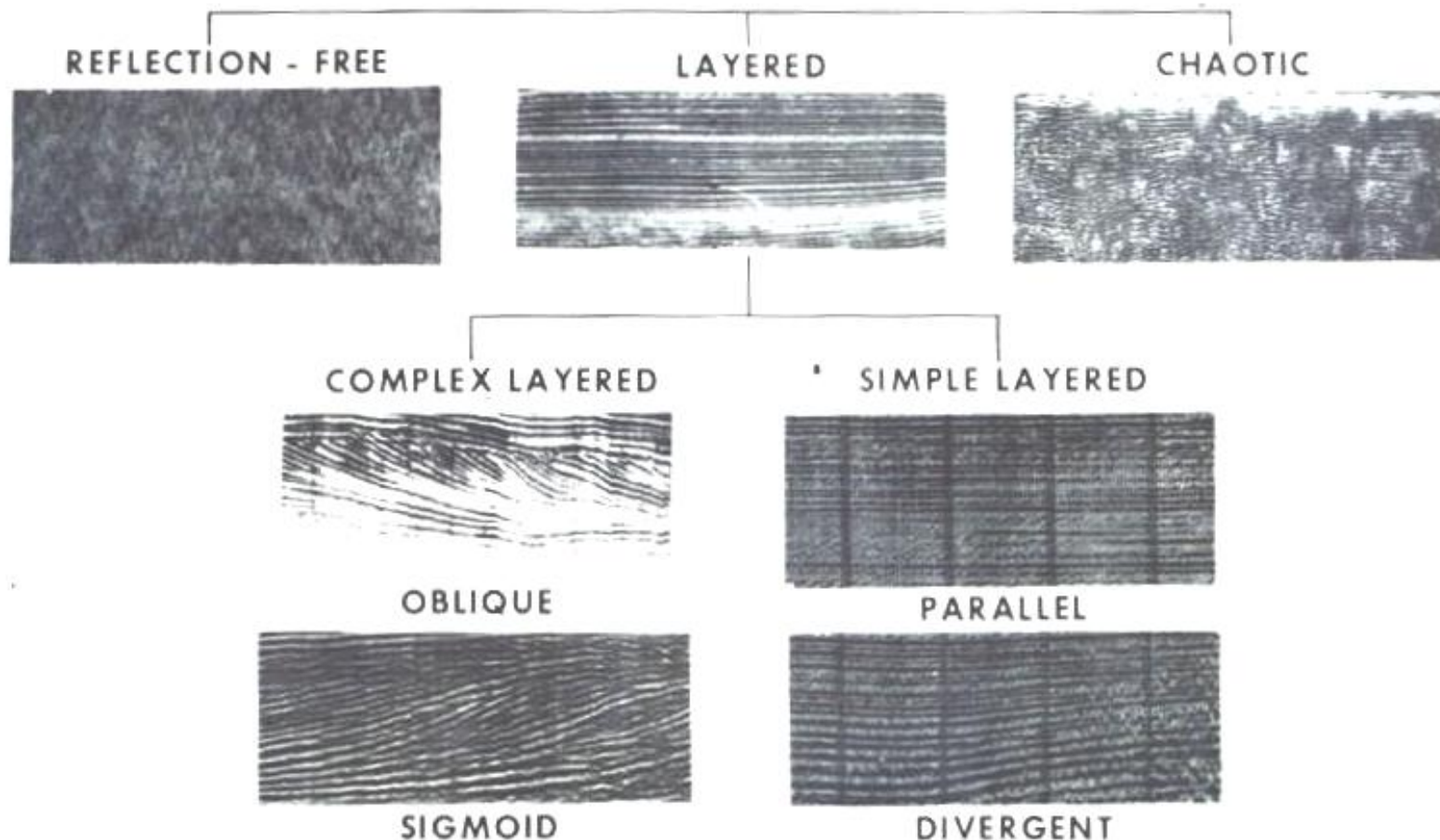
- superfici che separano livelli geologici diversi
- riflessioni da queste superfici



EVOLUZIONE della SISMICA A RIFLESSIONE

1970: Stratigrafia sismica 2D

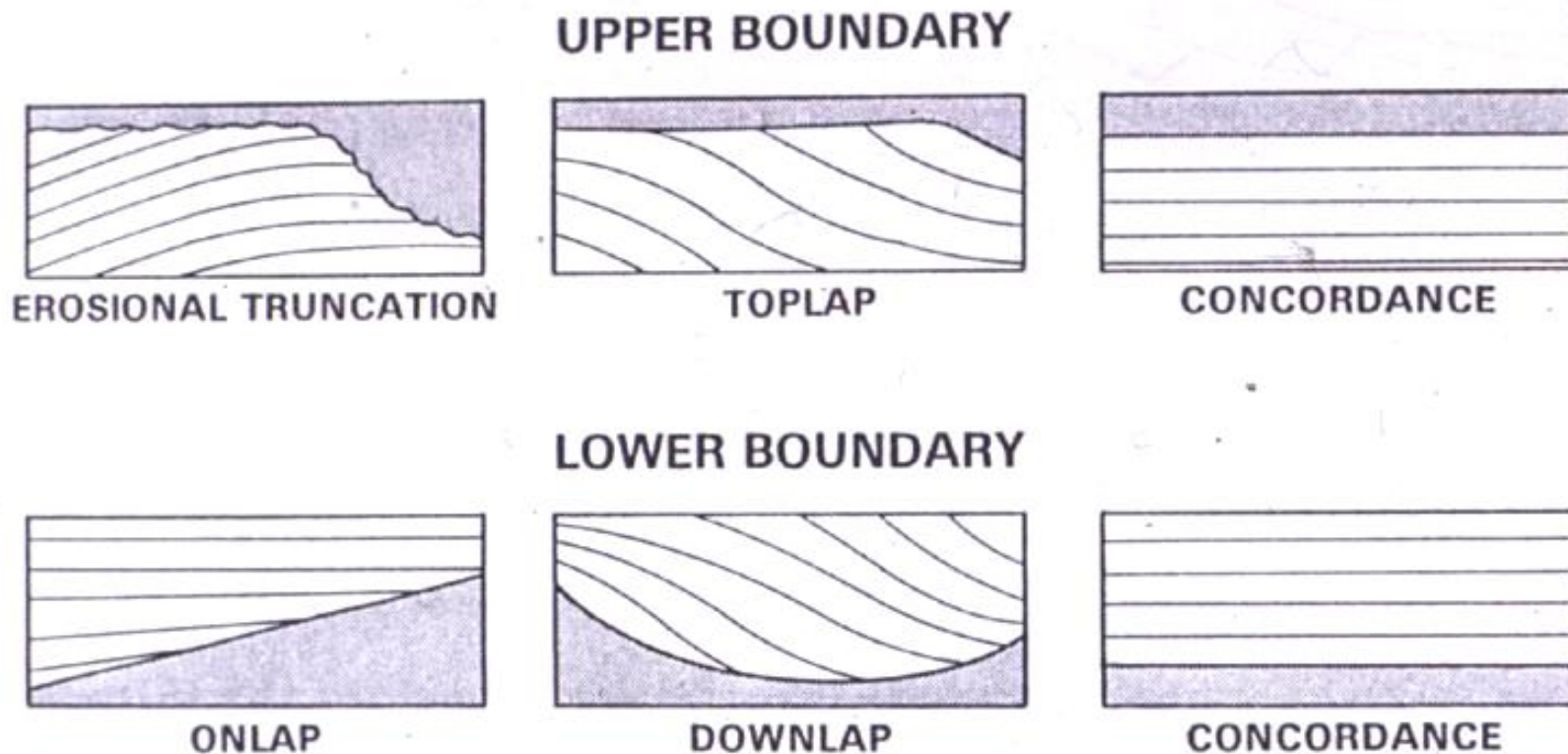
TYPICAL REFLECTION CONFIGURATIONS



(T. Taner, Rock Solid Images anni '70)

EVOLUZIONE della SISMICA A RIFLESSIONE

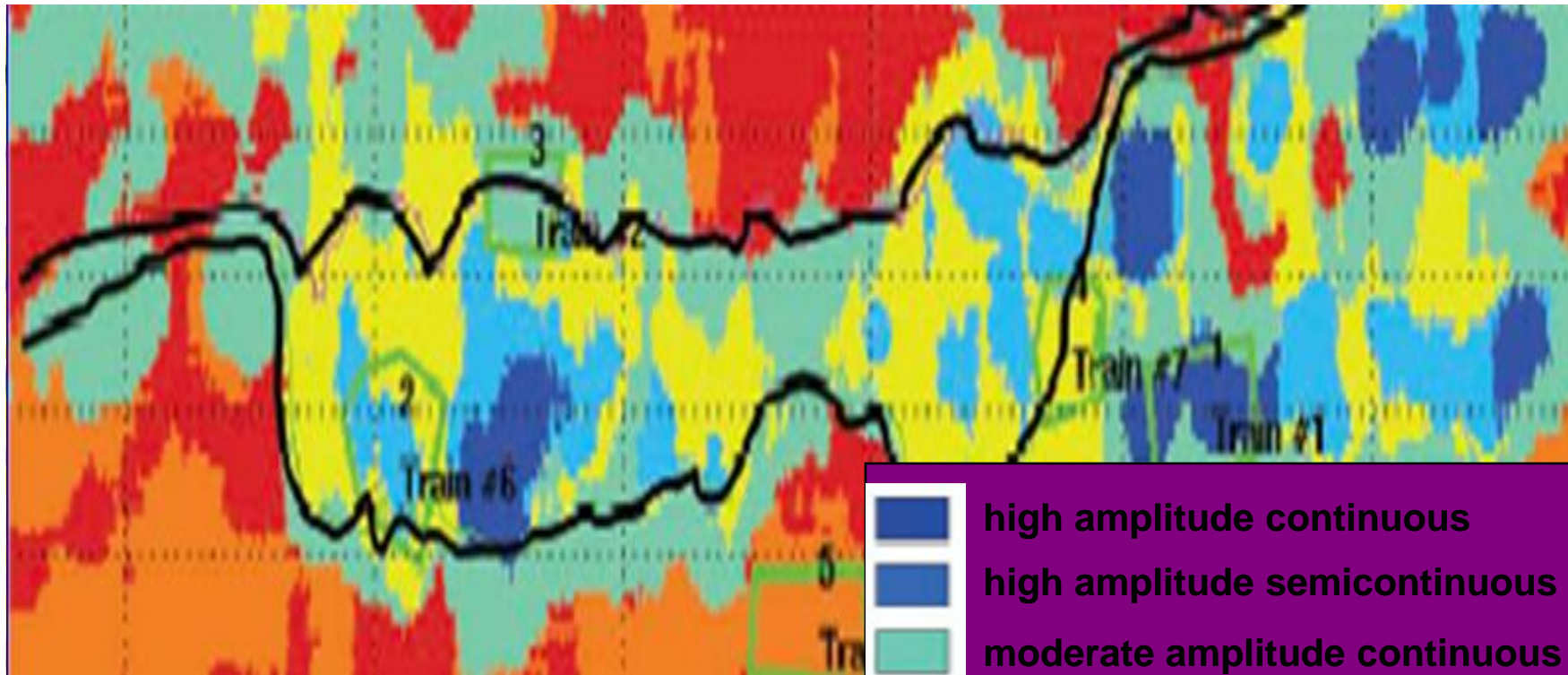
1970: Stratigrafia sismica 2D



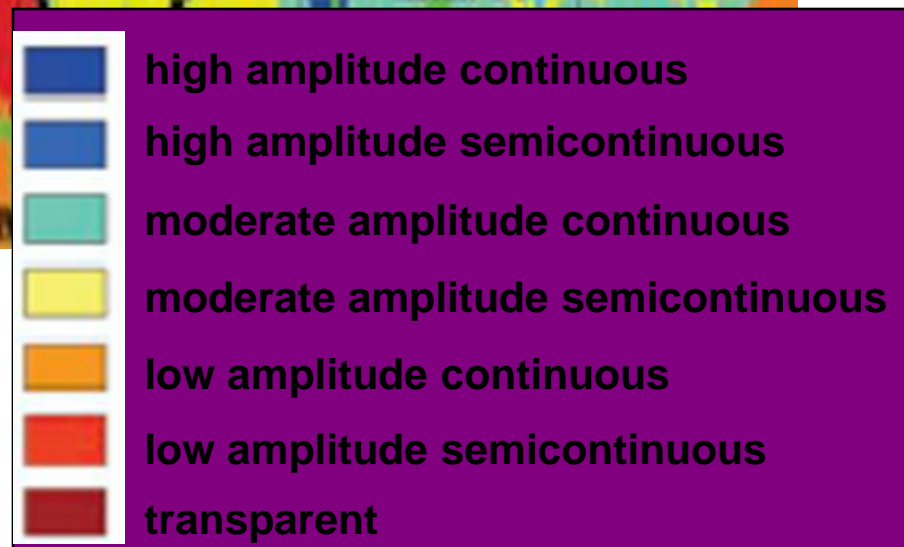
(T. Taner, Rock Solid Images anni '70)

EVOLUZIONE della SISMICA A RIFLESSIONE

2000: stratigrafia sismica 2D e 3D
 automatizzata/semi automatizzata

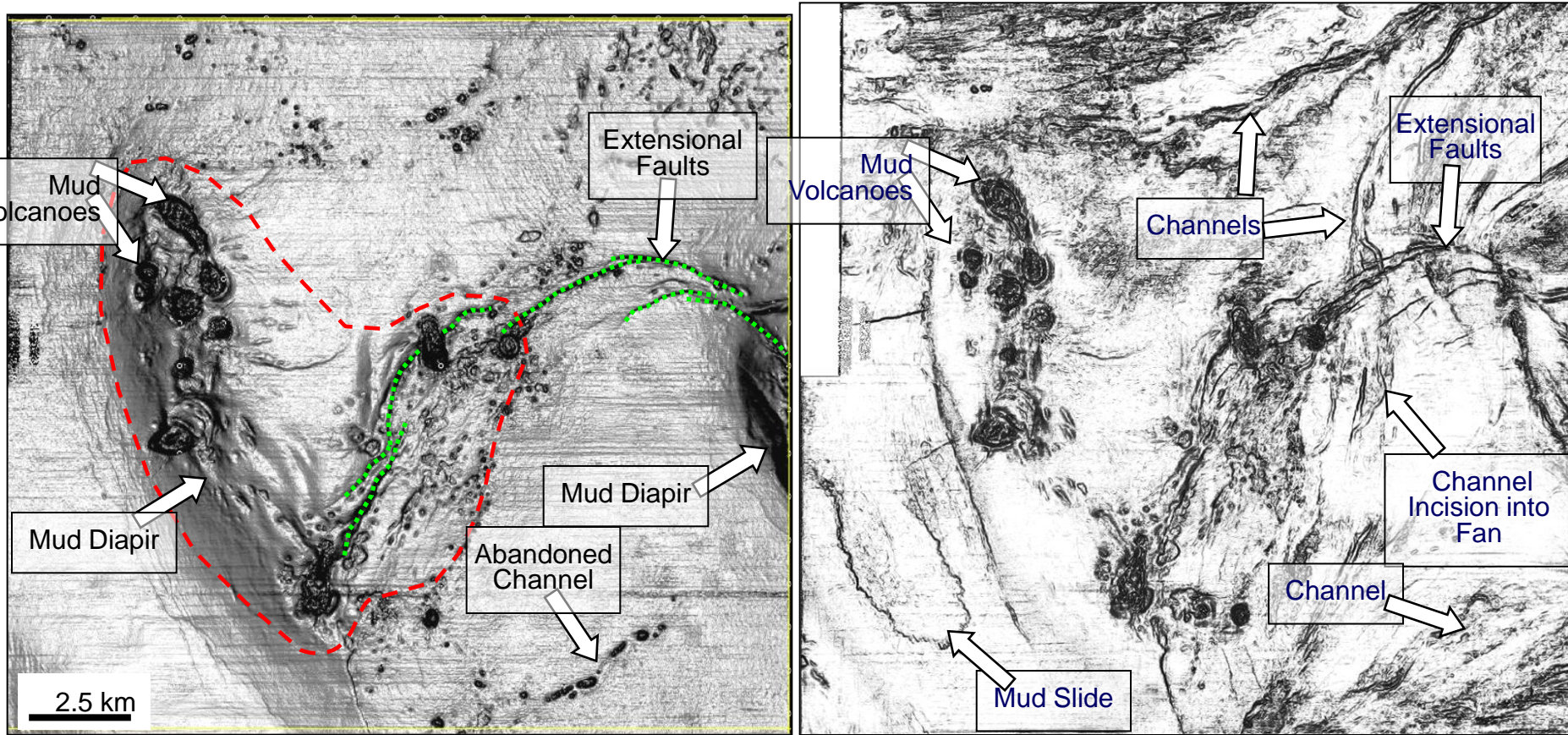


(West et al., 2002)



EVOLUZIONE della SISMICA A RIFLESSIONE

2000: geomorfologia/tettonica 3D



(Adeogba et al., 2005)

Dip magnitude along seafloor

'Edge' attribute 200 ms below seafloor

SISMICA A RIFLESSIONE per gli idrocarburi (e altre risorse)

- 1) **ESPLORAZIONE** → individuare e mappare le strutture geologiche associate a formazione, migrazione, confinamento e accumulo di idrocarburi
- 2) **UTILIZZO/SFRUTTAMENTO** → definire le caratteristiche statiche e dinamiche del reservoir:
 - Parametri stratigrafici e strutturali (profondità orizzonti, spessore del reservoir, faglie,...)
 - Parametri petrofisici (porosità, conduttività idraulica, eterogeneità,...)
 - Parametri degli idrocarburi (termodinamica, caratteristiche chimico/fisiche,...)

1) **IMAGING**

- 2a) **LOG** → dati molto precisi e accurati, possibilità di ricavare moltissimi parametri, **MA**:
 - necessità di avere già disponibili pozzi
 - dati solamente **PUNTUALI**

2b) **ATTRIBUTI SISMICI**

qualitativo ↔ quantitativo

ATTRIBUTI SISMICI

COSA SONO? → DEFINIZIONI:

"Seismic attributes are specific measures of geometric, kinematic, dynamic, or statistical features derived from seismic data" (Chen and Sydney, 1997)

"A seismic attribute is a descriptive and quantifiable characteristic of seismic data that can be displayed at the same scale as the original data. Attributes represent subset of the total information contained in the original seismic data. Seismic attribute analysis is therefore a decomposition of seismic data into constituent attributes" (Barnes, 1999)

"Seismic Attributes are all the information obtained from seismic data, either by direct measurements or by logical or experience based reasoning" (Tuner, 2001)

"In the most general sense, the definition of seismic attributes encompasses all quantities derived from seismic data; thus, we consider interval velocity, inversion for acoustic impedance, pore pressure prediction, reflector terminations, as well as complex-trace attributes and amplitude variation with offset (AVO) to be attributes" (Chopra e Marfurt, 2006)

"A seismic attribute is any measure of seismic data that helps us better visualize or quantify features of interpretation interest" (Marfurt, 2007)

QUINDI... i primi "attributi" della sismica a riflessione sono:

L'AMPIEZZA della riflessione

IL TEMPO di arrivo

ATTRIBUTI SISMICI

CLASSIFICAZIONI:

Sono stati proposti a partire dagli anni '70 numerosissimi tentativi di classificazione degli attributi che venivano via via superati dalle nuove possibilità offerte dagli sviluppi tecnologici e teorici.

ATTR. ISTANTANEI

Definiti per ogni istante=campione
Chen e Sydney, 1997

ATTR. DI TRACCIA

Definiti su ogni traccia

ATTR. DI SEZIONE/VOLUME

Definiti su porzioni arbitrarie
anche "event based"

ATTR. Definiti sul tempo, Ampiezza, Frequenza, Attenuazione (ognuno pre o post-stack) Brown in 1996.

CLASSIFICAZIONE GENETICA Barnes, 1997 1D, 2D, 3D dipendenza dalla categoria dell'algoritmo di calcolo (es. Basato sulla fase, sulla coerenza, sulla pendenza, ...)

ATTRIBUTI GEOMETRICI

Per migliorare l'interpretabilità
Delle strutture geometriche

ATTRIBUTI FISICI (Taner, 1994)

per evidenziare i parametri fisici
legati a litologia e fluidi

REFLECTIVE ATTRIBUTES

attributi legati alle interfacce (istantanei, AVO,...)

TRANSMISSIVE ATTRIBUTES (Taner, 2001)

Attributi TRA interfacce (assorbimento, dispersione,...)

Attualmente possibilità enormi di sviluppo: PASSAGGIO QUALITATIVO → QUANTITATIVO

Metodi GUIDATI, SEMIAUTOMATICI AUTOMATICI (supervised/unsupervised) per il calcolo (reti neurali, geostatistica, clustering)

COMBINAZIONE DI ATTRIBUTI → META-ATTRIBUTI/ATTRIBUTI COMPOSTI (per ottimizzare l'informazione e diminuire il numero totale di attributi significativi de Groot et al., 2001; de Rooij and Tingdahl, 2002).

2 GROSSI PROBLEMI ANCORA APERTI:

- 1) Stabilire correlazioni biunivoche tra attributi e proprietà/parametri del sottosuolo;
- 2) Trovare attributi site-independent

CLASSIFICAZIONI:

ATTRIBUTI "GENERALI", "SPECIFICI" (Liner et al., 2004), "COMPOSTI" (Chopra e Marfurt, 2005)

- 1) "GENERALI" Hanno valore indipendentemente dal sito. Si tratta di solito di attributi "storici", i primi ad essere stati definiti e quindi maggiormente testati (e piu' semplici):
 - parametri del riflettore (ampiezza, tempo, dip, azimuth)
 - Spectral decomposition (FT, STFT, WT)
 - attributi istantanei
 - edge detection/coerenza
 - AVO
- 2) "SPECIFICI" Legati a fattori locali. Possono essere ottimali per un reservoir e mettere in luce caratteristiche altrimenti non evidenziabili, ma risultano fortemente SITE-DEPENDENT → NON ESPORTABILI
Ce ne sono centinaia in letteratura
- 3) "COMPOSTI" possono essere ulteriormente suddivisi in 3 categorie principali:
 - a) funzioni matematiche di attributi 1) e/o 2) (es. Somma, prodotto, coseno, derivata, cross-correlazione, ...)
 - b) Sovrapposizione visiva di attributi per evidenziare gli effetti "combinati" di piu' attributi (Composite display)
 - c) (Meta-attributi) → Combinazione di attributi tramite geostatistica, reti neurali, clustering.

Su base storica:

Time Attributes (1930s) - related to the vertical position of the waveform in the seismic section (e.g., horizon time picks, isochrons)

Complex Trace Attributes - instantaneous (1970s) - The seismic data is treated as an analytic trace, which contains both real and imaginary parts. Various amplitude, phase, and frequency attributes can be calculated.

Window/Horizon Attributes (1980s) - attributes which summarize information from a vertical window of data, based on TWT or a specific horizon.

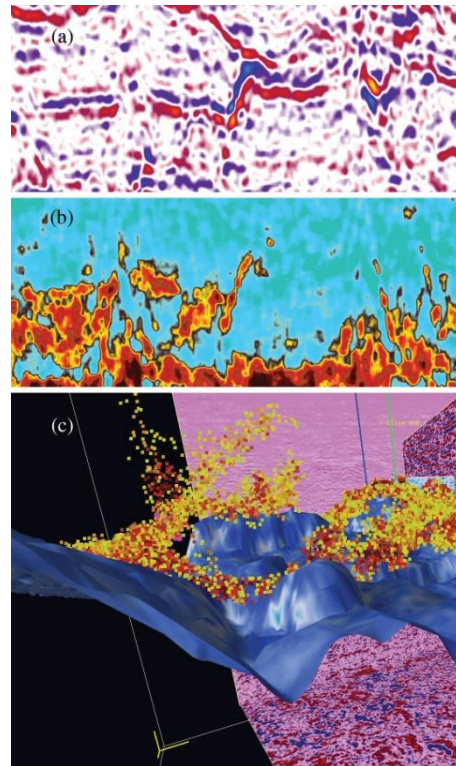
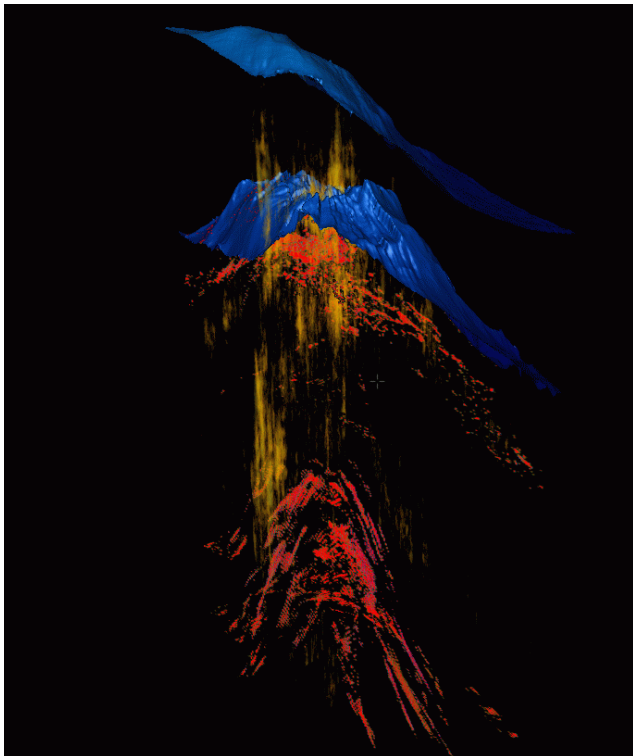
CLASSIFICAZIONI:

... Su base storica:

Spectral Attributes (1980s) - frequency domain attributes obtained through Fourier analysis or other techniques (e.g., spectral decomposition).

Multi-trace Attributes (1990s) - attributes calculated using more than one input seismic trace, which provide quantitative information about lateral variations in the seismic data (e.g., coherence, dip/azimuth, volumetric curvature, texture)

Composite Attributes - Meta-attributes (2000s) and **revival/implementation of old techniques** (e.g., spectral decomposition, texture attributes → computer aided 3D stratigraphy, AVO and pre-stack attributes.



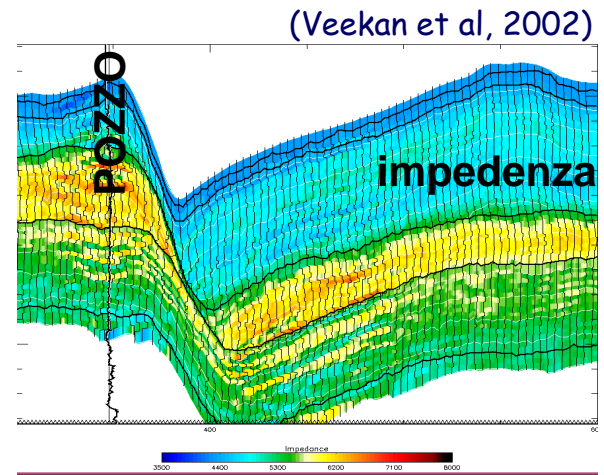
Chopra and Marfurt, 2006.

(a) A cross-section from the final processed seismic data volume. The dipping event in the center of the panel is interpreted as a sand injection feature. (b) The same cross-section from the sand probability volume derived from multi-attribute classification. The classification has predicted that the feature is sand being injected from the main sand body seen below. (c) The sand probability volume and amplitude data displayed using 3D visualization. The figure shows seismic amplitude data in the background; the base reservoir surface is shown in blue and a possible sand injection feature mapped from the inversion results. Note the complexity of the injected sand bodies. (Images courtesy: Steve McHugo, WesternGeco)

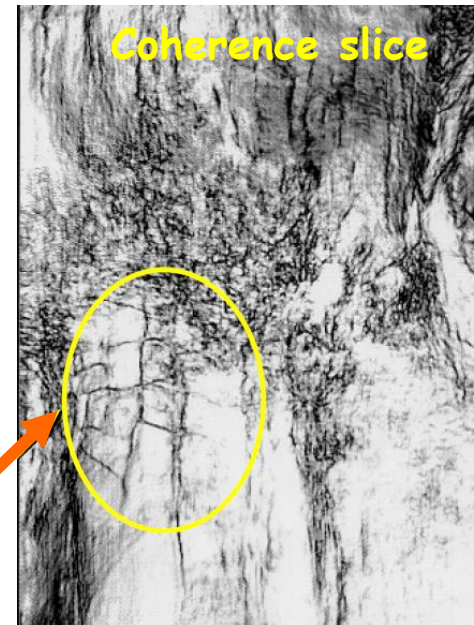
ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

1. Estrapolare correttamente dati di pozzo all'intero grigliato sismico
2. Identificare/ricostruire strutture tettoniche, deposizionali e la storia diagenetica → INTERPRETAZIONE



Zona tettonicamente complessa di difficile interpretazione sul dato originale

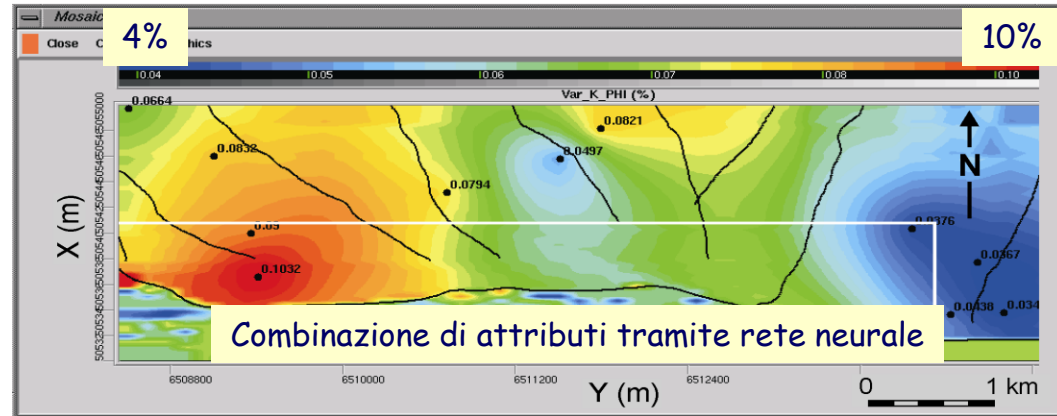


(Gersztenkorn et al, 1999)

ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

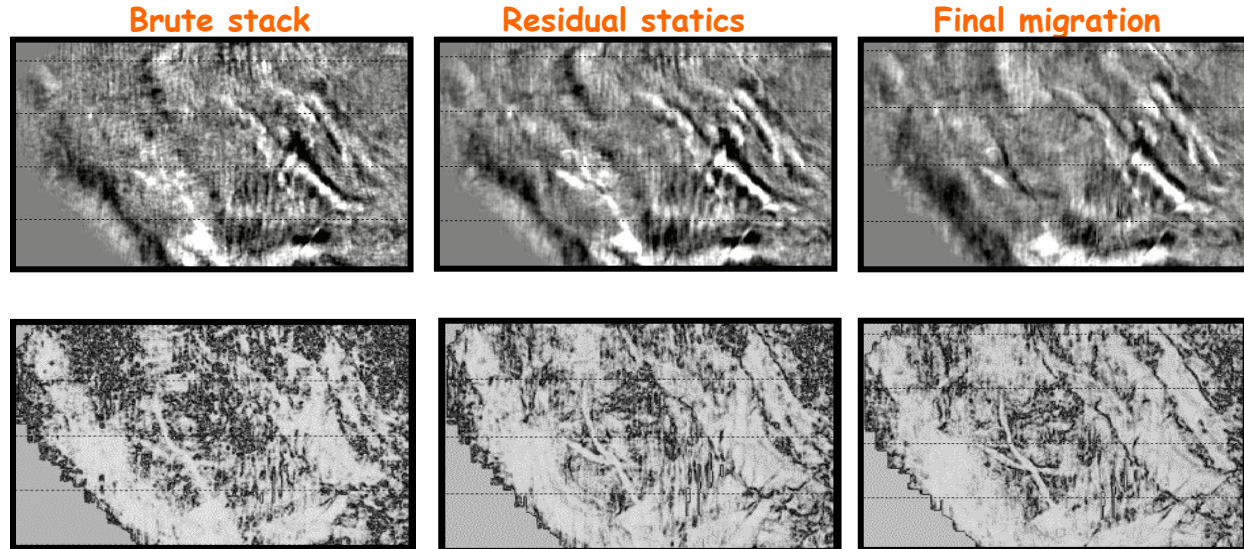
3. Ricavare informazioni sulla litologia, la porosità, la permeabilità e le caratteristiche dei fluidi presenti.



Malvić & Prskalo, 2007

4. Valutare l'efficacia dell'elaborazione e stabilire quali siano i parametri migliori/quali siano i migliori algoritmi/quali siano i migliori elaboratori.
 → ELABORAZIONE

Coherence Time Slice Seismic Time Slice



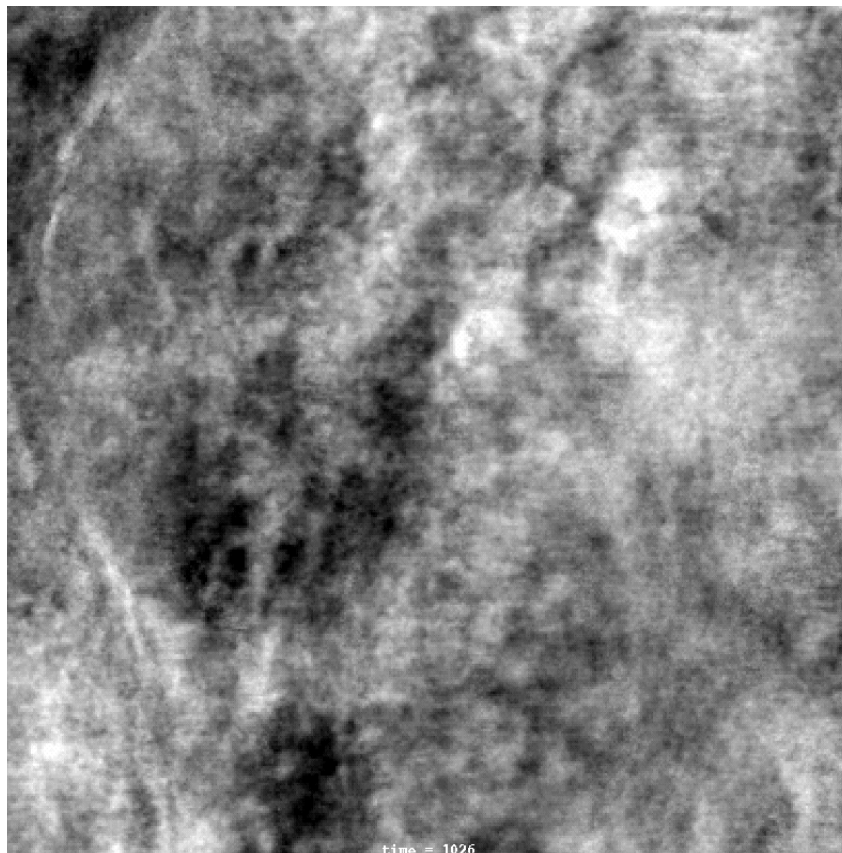
Marfurt, 2006

ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

5. Fornire indicazioni convincenti anche a non addetti ai lavori (finanziatori, manager, politici)

Time slice



Saudi Aramco amplitude gradient edge detection (with edge-preserving smoothing)

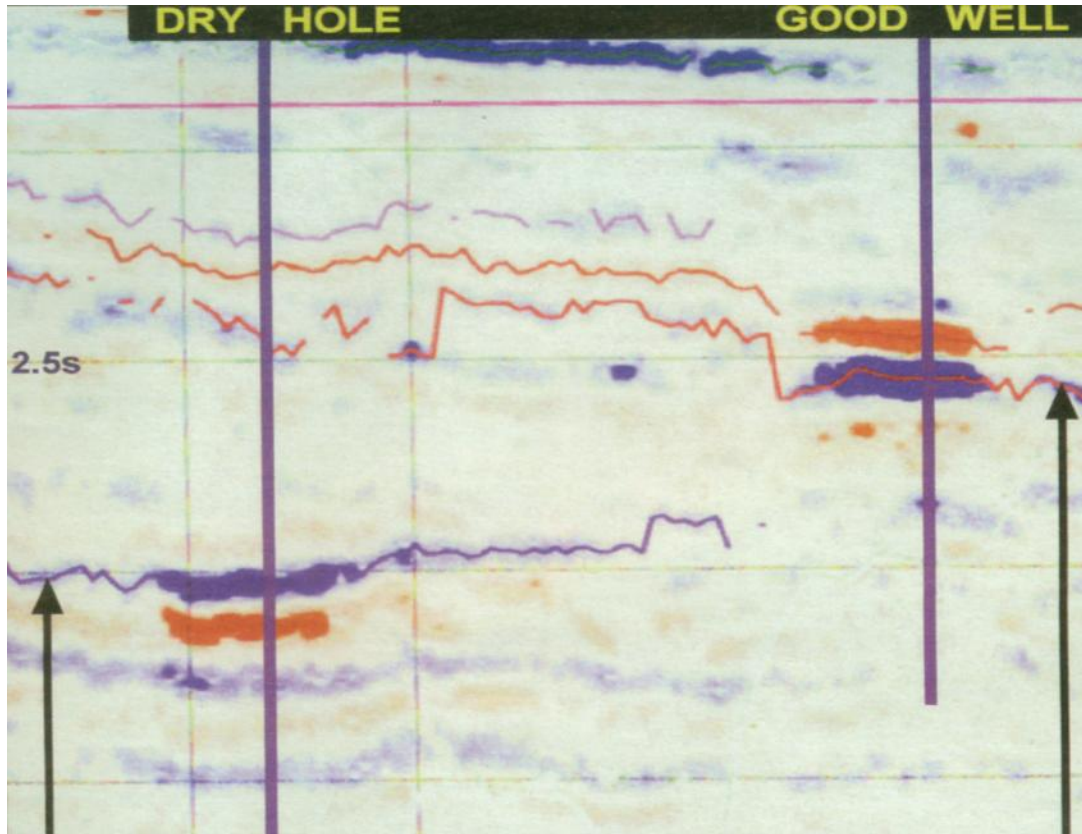


Liu, 2002

ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

6. Evitare/minimizzare errori di interpretazione e di previsione delle risorse disponibili



Seismic section with dry hole (peak-over-trough) and good well (trough-over-peak) penetrate high amplitudes. Only the latter with red-over-blue is representative of low-impedance prospective sand.

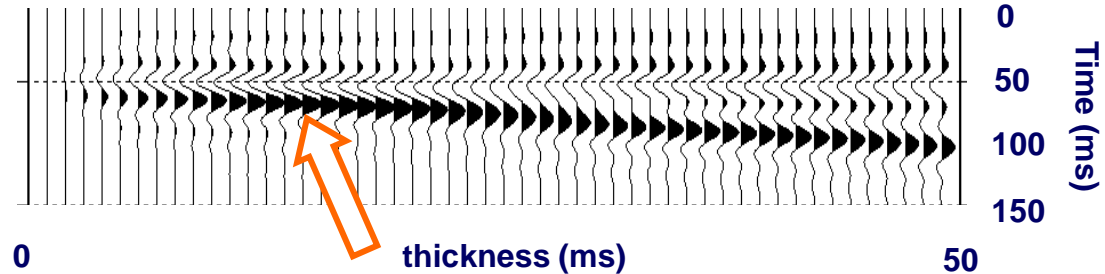
Da: Pitfalls in 3-D Seismic Interpretation, di A. R. Brown, 1999

ATTRIBUTI SISMICI

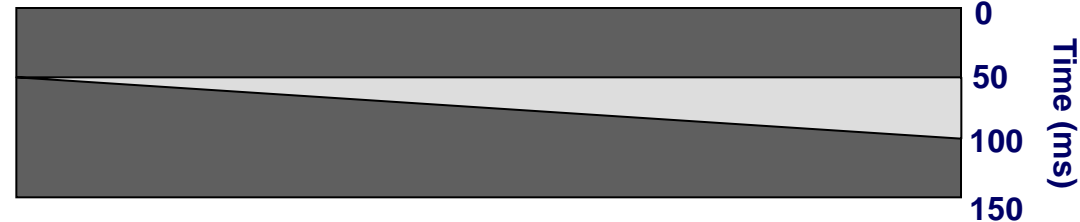
IMPORTANZA/UTILIZZO

Risoluzione Verticale e "Thin bed"

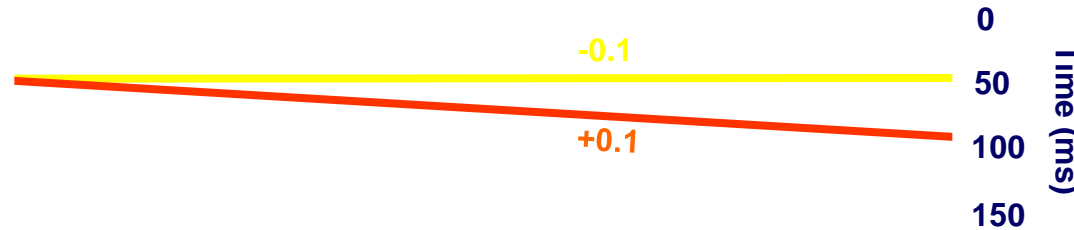
Sezione
sismica



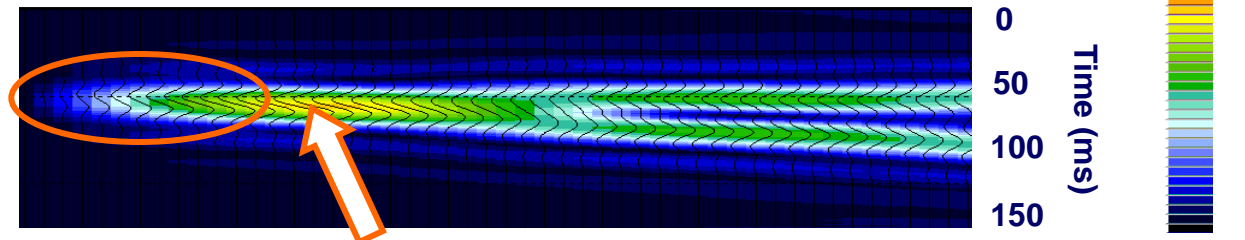
Impedenza
Acustica (ρv)



Riflettività
(coefficienti di riflessione)



Inviluppo
o Ampiezza istantanea

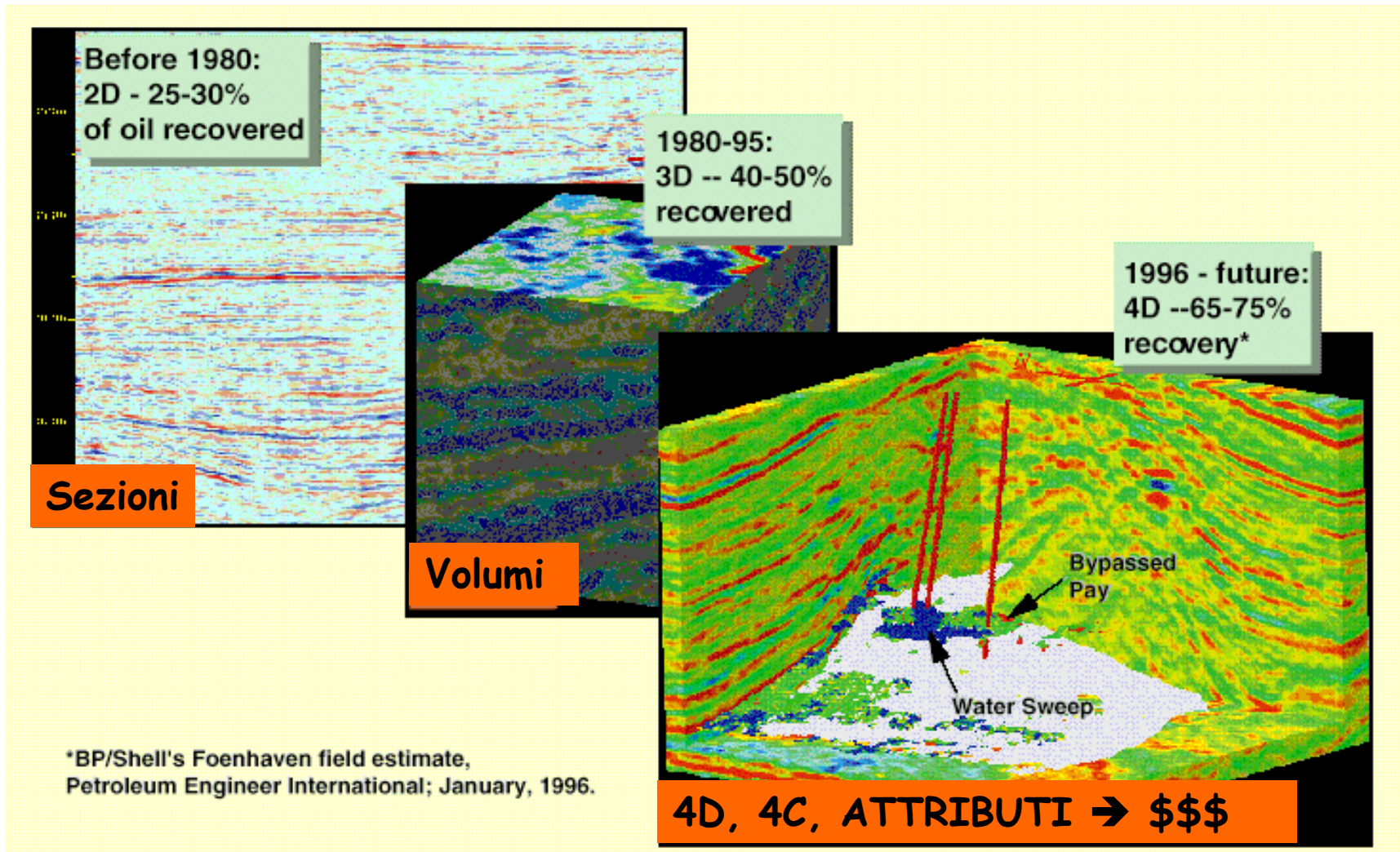


Da Partyka, 2001

ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

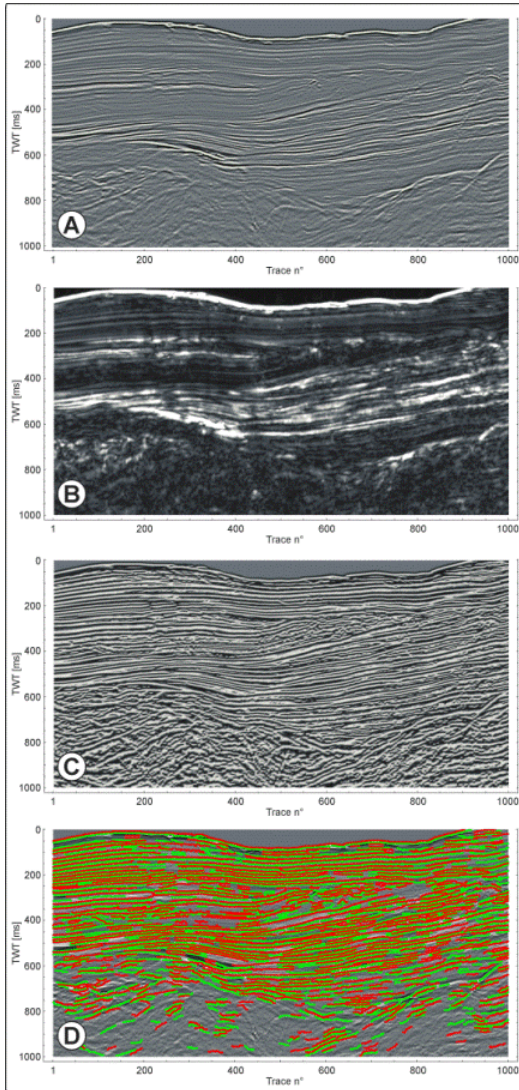
7. Ottimizzazione tecnologie per sfruttare al meglio il reservoir



ATTRIBUTI SISMICI

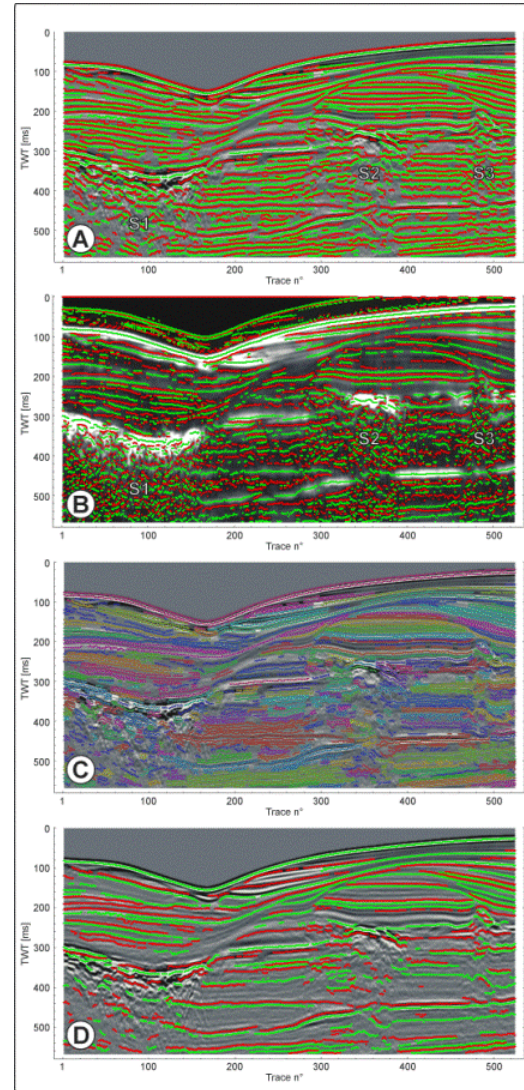
IMPORTANZA/UTILIZZO

8. Ottimizzare/velocizzare procedure di picking



ATTRIBUTES

PICKING

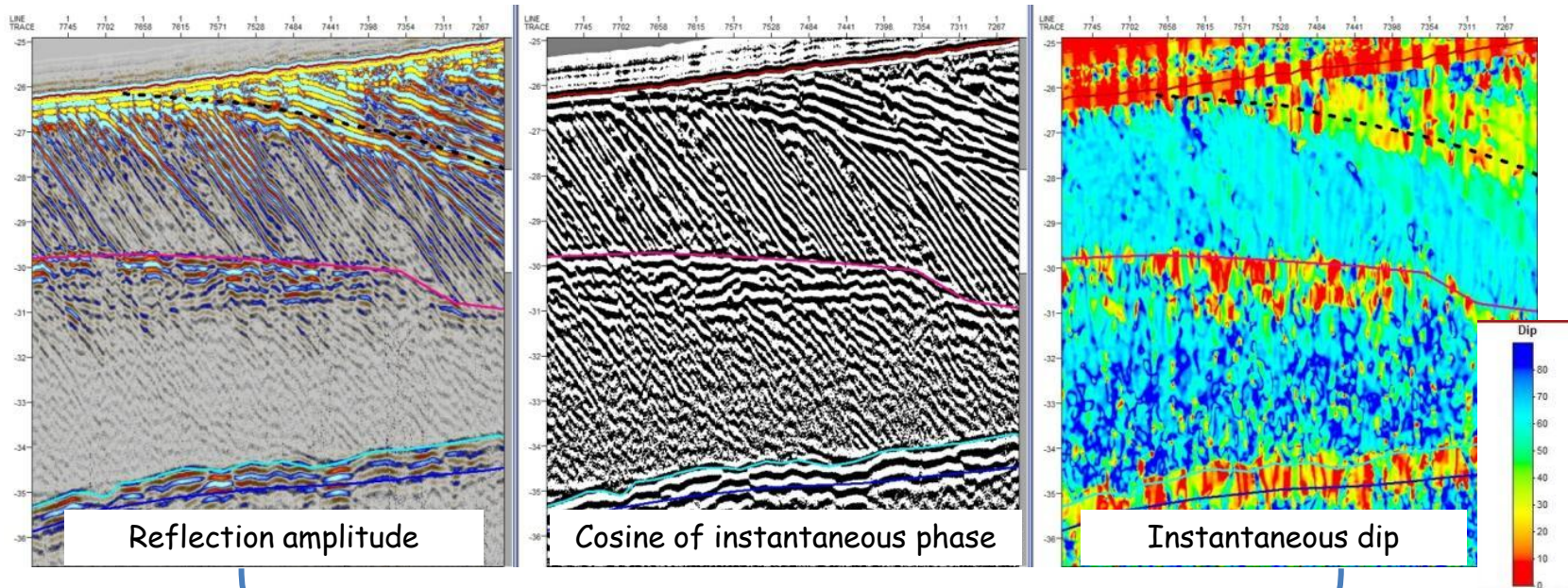


PICKING GROUPING and ANALYSIS

ATTRIBUTI SISMICI

IMPORTANZA/UTILIZZO

9. Possibilità di calcolo su dati NON sismici → GPR

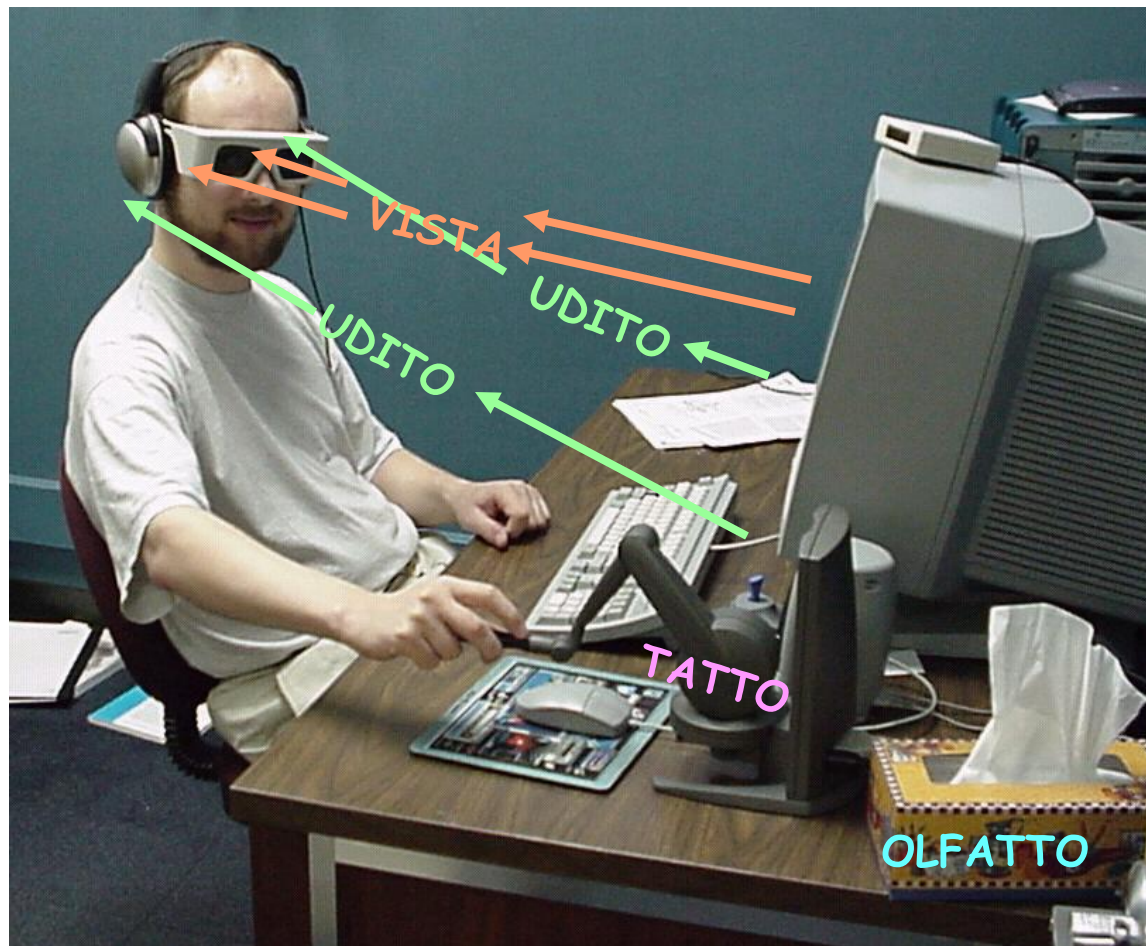


Zone	Processed GPR Data	Amp 1st Derivative	Instantaneous Frequency	Similarity	Homogeneity
Zone A					
Zone B					
Zone C					
Zone D					

Radar Facies: Zone A - Continuous Dipping
 Zone B - Continuous Horizontal
 Zone C - Discontinuous Horizontal
 Zone D - Reflection-free

ATTRIBUTI SISMICI

Uso integrato di TUTTI i sensi



Harding et al., 2000

Integrazione delle informazioni

DOMANDE?

