

Unità di facies sismica

- Raggruppando insieme riflettori (o parti di riflettori) accomunati da simili attributi sismici, otteniamo delle unità, chiamate **unità di facies sismica**, che ci permettono un'interpretazione della sezione sismica in termini di ambiente deposizionale ed assetto geologico

Facies sismica

- L'analisi della facies sismica è la descrizione e l'interpretazione geologica degli attributi sismici delle riflessioni
- E' finalizzata a riconoscere, all'interno delle sequenze sismiche, l'ambiente deposizionale e le possibili litofacies

Unità di facies sismica

- Dopo aver delineato i parametri sismici delle riflessioni che costituiscono l'unità, la sua forma esterna, ed il modo in cui unità di facies sismica adiacenti si giustappongono tra loro nello spazio, allora ogni unità può essere interpretata in termini di processi deposizionali, ambiente sedimentario, composizione litologica

- Dopo aver riconosciuto le facies sismiche, averne ricostruito/definito i limiti ed aver mappato la loro distribuzione areale, avremo acquisito informazioni sul tipo di stratificazione, i caratteri deposizionali (tipo di ambiente sedimentario e livello energetico dei processi sedimentari) e la litologia dei corpi rocciosi corrispondenti a quelle date facies sismiche (cioè di quei corpi che hanno generato riflessioni con quelle date caratteristiche esaminate)

- Questa interpretazione va sempre condotta all'interno del quadro stratigrafico definito dalle sequenze deposizionali precedentemente individuate
- Serve una grande esperienza per affinare l'interpretazione, che tuttavia non ci garantisce del tutto dai possibili errori

Energia deposizionale

- Descritte e mappate le unità di facies sismica, si cerca di interpretarle in termini di processi sedimentari, contesto ambientale ed energia dei processi sedimentari, tentando di prevederne la natura litologica
- Es: facies clastiche di un ambiente ad alta energia potrebbero contenere sabbie
- Non sempre è così perché deve anche esserci una sorgente dei apporti sabbiosi
- Calibrazione delle velocità intervallari o pozzi

Parametri acustici

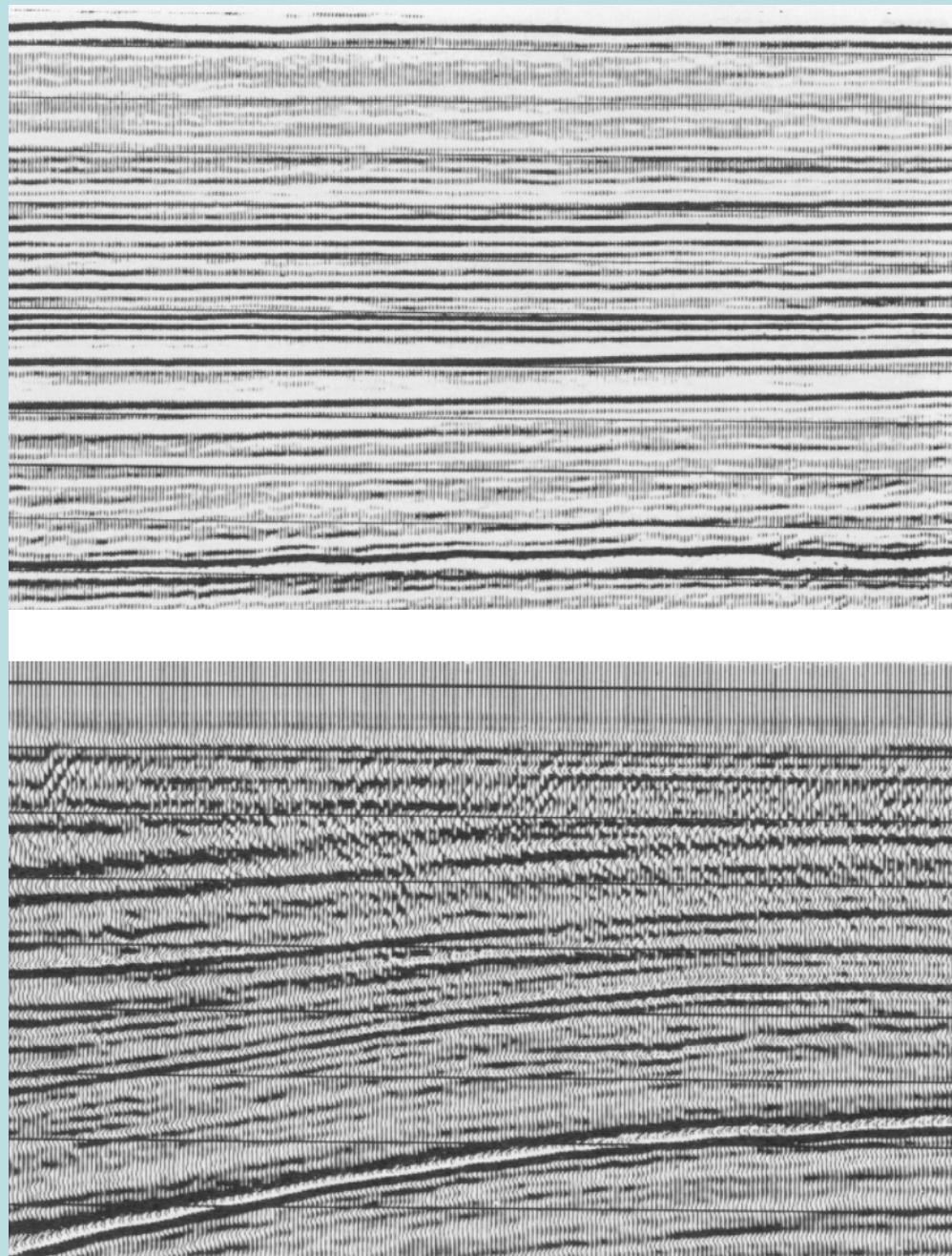
- Geometria →
 - Stratificazione, processi deposizionali ed erosivi, paleotopografia
- Continuità laterale →
 - Continuità degli strati; successioni uniformi ben stratificate
- Ampiezza →
 - Variazioni nei valori di velocità e densità
- Frequenza →
 - Sorgente; variazioni nello spessore degli strati
- Velocità →
 - Stima della litologia, della porosità, del contenuto in fluidi

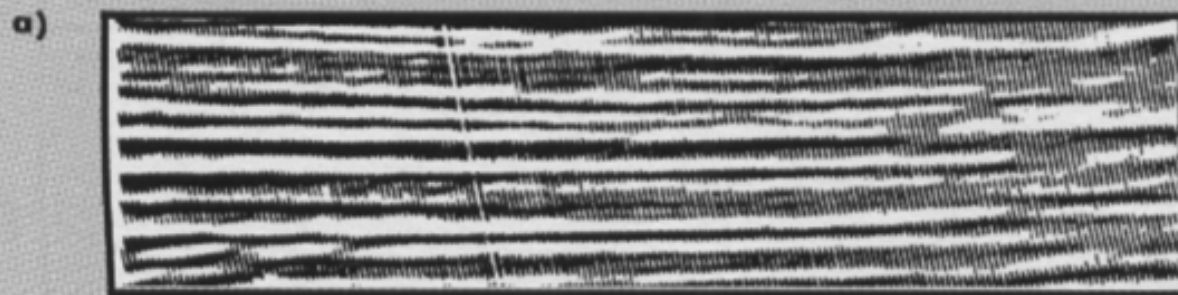
Analisi della facies sismica

- Ciascun parametro fornisce preziose informazioni sulla geologia del sottosuolo, ma sempre si tratta di informazioni indirette
- La geometria delle riflessioni rispecchia l'andamento generale della stratificazione, dalla quale possiamo ricavare informazioni sugli ambienti sedimentari, i processi deposizionali ed erosivi e la paleotopografia

Analisi della facies sismica

- Riflessioni continue suggeriscono depositi uniformemente stratificati
- Ampiezza: variazioni di velocità e densità
- Da informazioni su variazioni laterali della stratificazione e sulla presenza di idrocarburi (esempio)
- Frequenza: dipende dalla natura dell'impulso sismico ma anche da fattori geologici quali la spaziatura tra le superfici riflettenti o variazioni laterali della velocità intervallare eventualmente associate alla presenza di gas

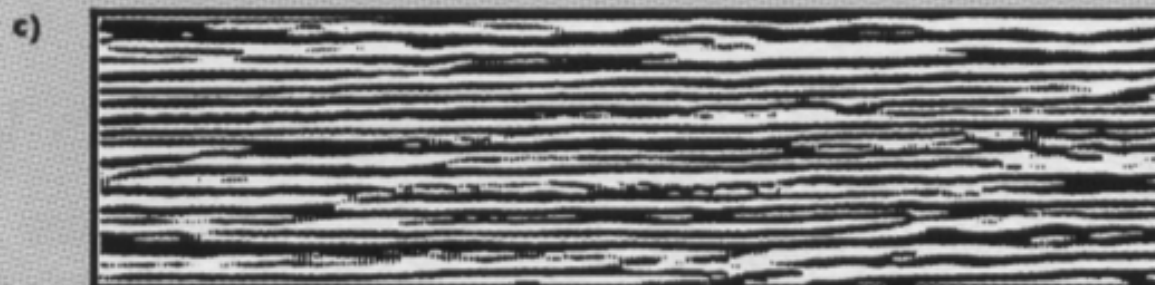




CONTINUOUS, LOW FREQUENCY, LOW-MEDIUM AMPLITUDE

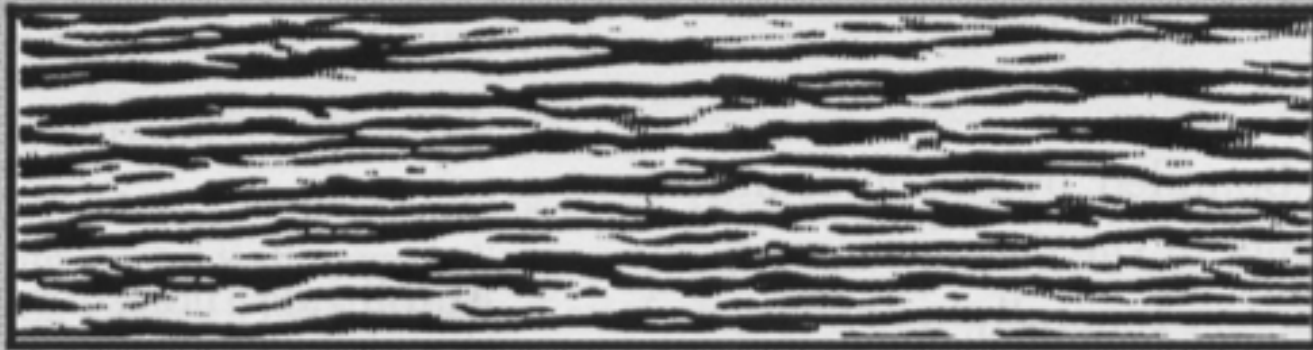


CONTINUOUS, LOW FREQUENCY, MEDIUM-HIGH AMPLITUDE



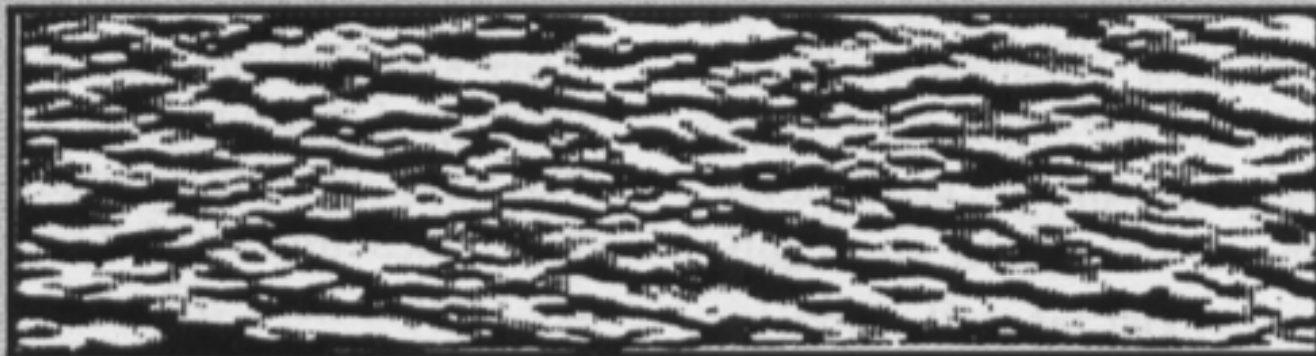
CONTINUOUS, HIGH FREQUENCY, HIGH AMPLITUDE

d)



DISCONTINUOUS, HIGH FREQUENCY, HIGH AMPLITUDE

e)



CHAOTIC

Analisi della facies sismica

- Individuando gruppi di riflessioni sismiche che presentano un determinato insieme di questi attributi, differente da quello di gruppi di riflessioni adiacenti, individuiamo delle unità di facies sismica cartografabili delle quali possiamo ragionevolmente stabilire: l'ambiente deposizionale, il tipo di apporto sedimentario, l'assetto geologico.

Geometria delle riflessioni

- Tra gli attributi sismici è il più immediato ed evidente (prima tappa dell'analisi)
- Esso fornisce informazioni sui rapporti geometrici tra gli strati all'interno di una data unità stratigrafica
- Tali rapporti esprimono i processi e gli ambienti deposizionali ma anche le eventuali deformazioni tettoniche subite

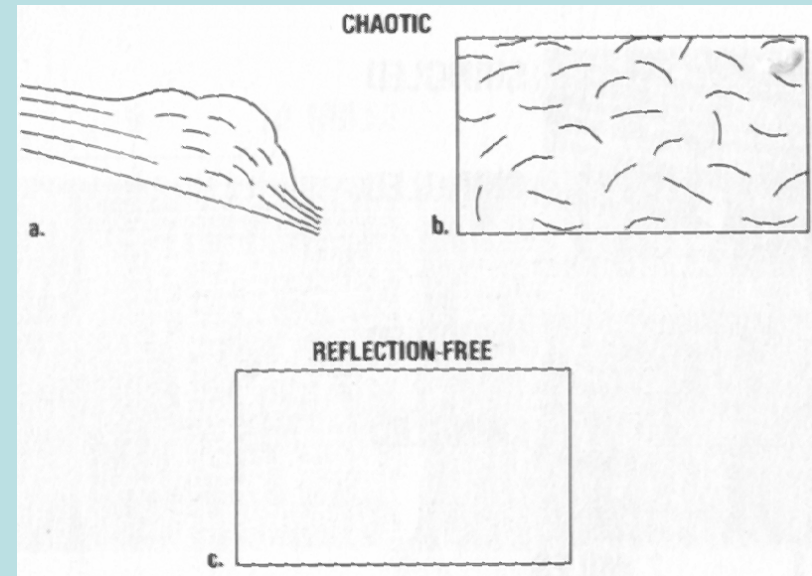
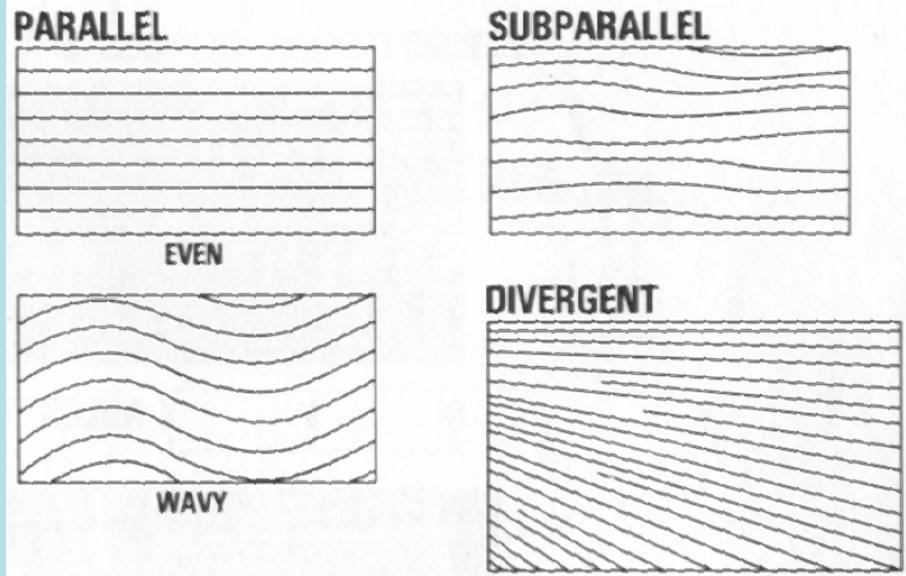
Geometria esterna e configurazione delle riflessioni

- Nella definizione della geometria di un'unità di facies sismica vanno distinti due aspetti:
- La forma esterna
- La configurazione delle riflessioni al suo interno
- Entrambe devono essere prese in considerazione, tenendole distinte nell'analisi ma integrandole per l'interpretazione dell'ambiente sedimentario
- L'analisi va condotta in tre dimensioni; in sezione la configurazione si apprezza meglio in profili paralleli all'immersione degli strati

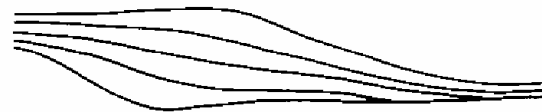
Principali tipi di forme esterne e configurazioni

- Teniamo a mente che:
- Non c'è corrispondenza biunivoca tra forma esterna e tipo di configurazione interna dei riflettori
- Le geometrie esterne qui elencate mostrano, ciascuna, un'ampia gamma di variazioni all'interno del tipo principale
- Per individuare la forma esterna dobbiamo riconoscere i limiti dell'unità di facies che possono essere identificati a partire dalle terminazioni laterali di una serie di riflessioni contro una riflessione comune, da un riflettore concordante che delimita una data configurazione ma anche da un limite scelto arbitrariamente attraverso una variazione graduale di attributi sismici
- Non sempre il grid sismico di cui disponiamo ci consente di riconoscere i limiti dell'unità di facies sismica

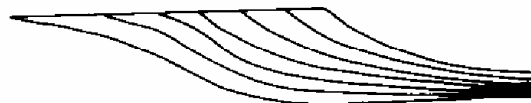
Tipi di configurazione dei riflettori



a. SIGMOID



OBLIQUE



b. TANGENTIAL



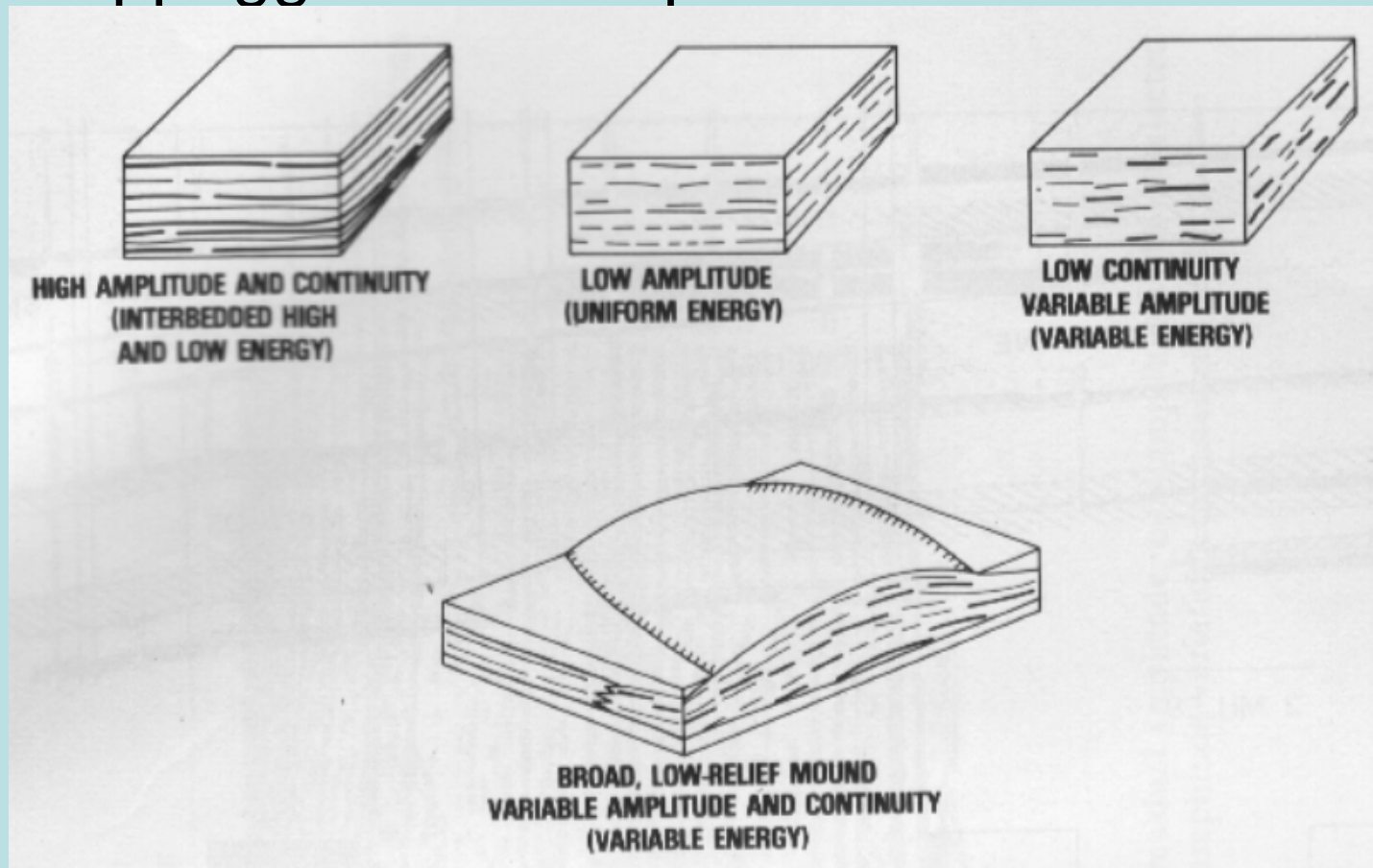
c. PARALLEL

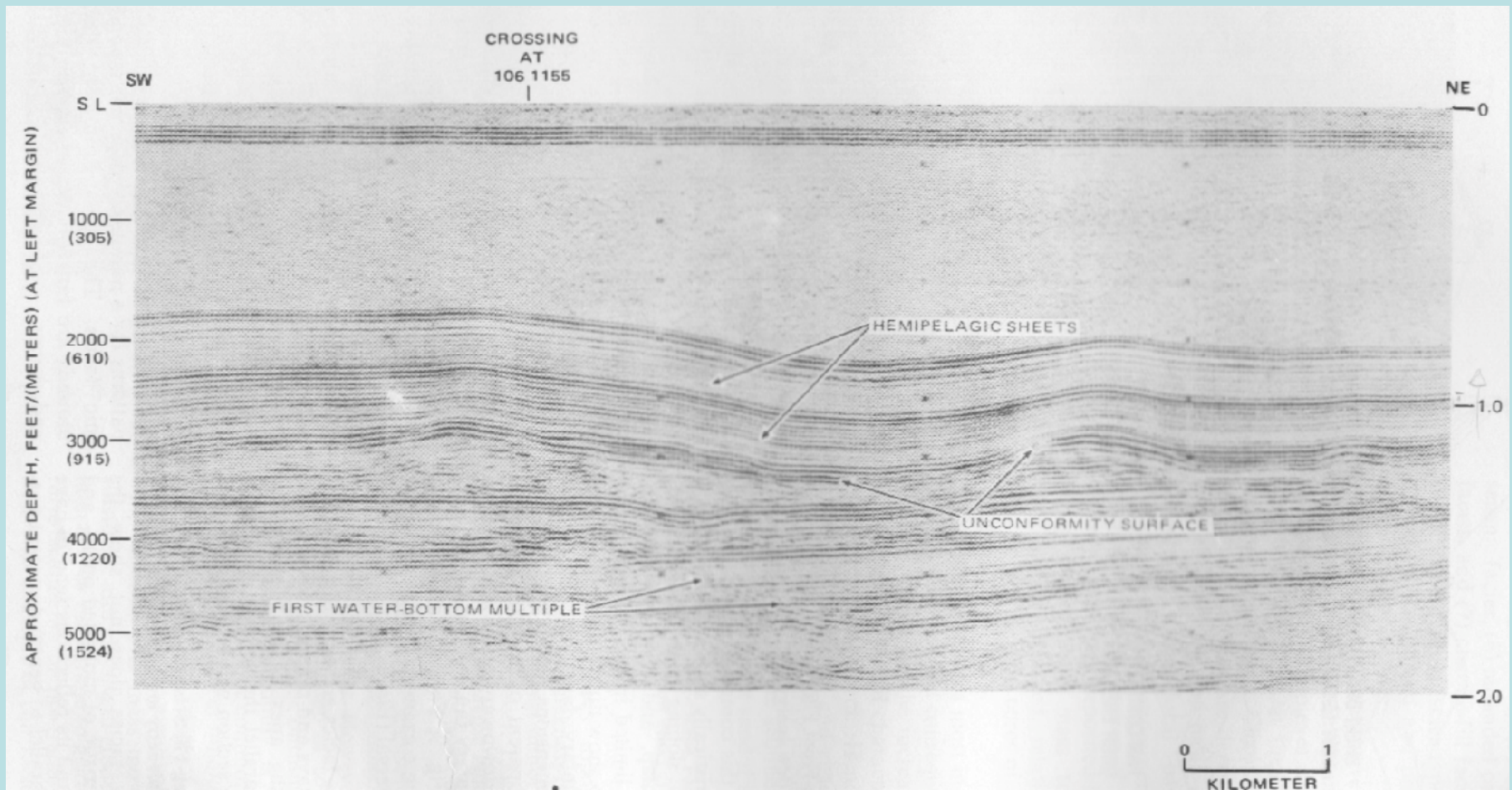
d. COMPLEX SIGMOID-OBLIQUE



Parallela e subparallela

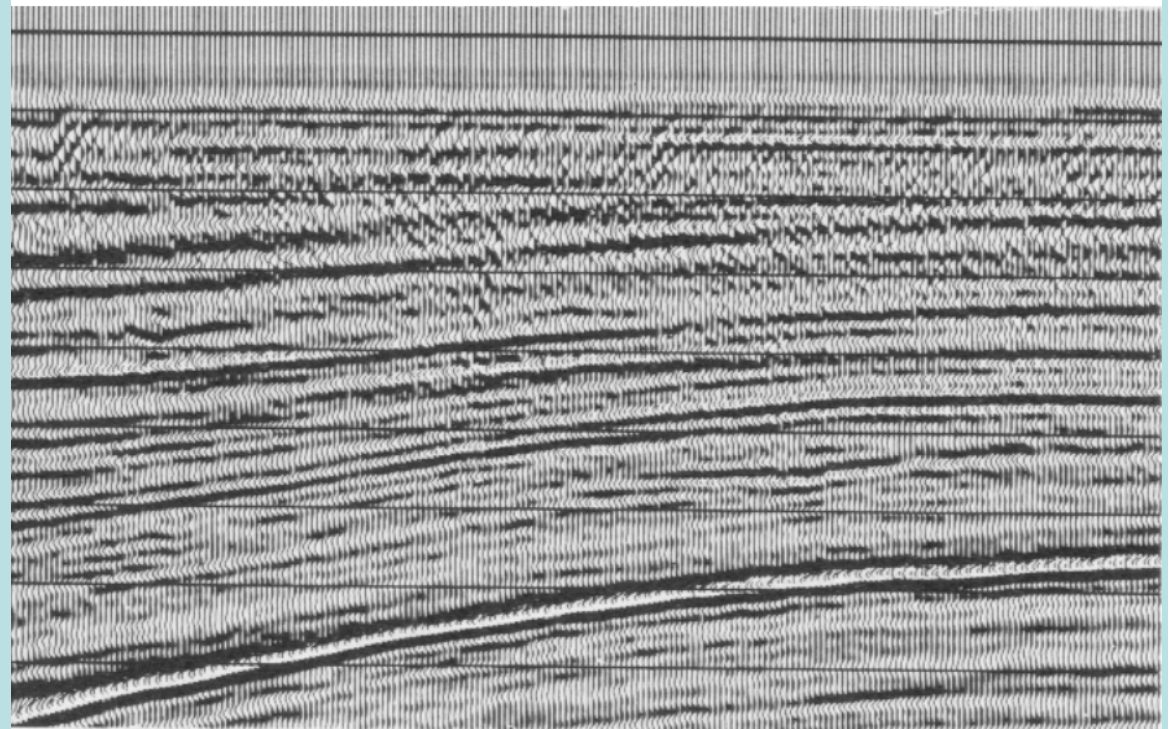
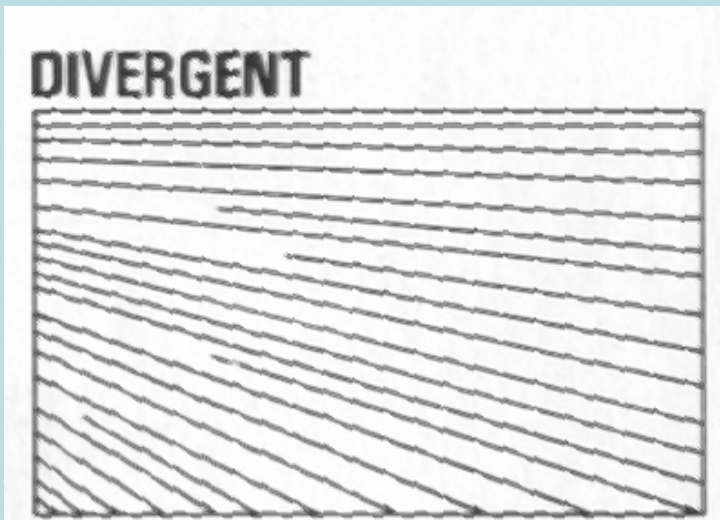
- Possono trovarsi in vari tipi di forme esterne ma prevalentemente in geometrie tabulari, di drappeggio e di riempimento





Parallela e subparallela

- Interpretazione: tassi di sedimentazione uniformi su piattaforme uniformemente subsidenti o all'interno di bacini stabili o uniformemente subsidenti



- Forma a cuneo in sezione conseguente ad uno ispessimento dei singoli riflettori o gruppi di riflettori
- Terminazioni laterali non sistematiche all'interno del cuneo nella direzione di convergenza, probabilmente dovute al progressivo assottigliamento degli strati al di sotto della risoluzione della sorgente sismica
- Indica variazioni laterali nel tasso di sedimentazione oppure un progressivo basculamento della superficie deposizionale

Configurazione progradante

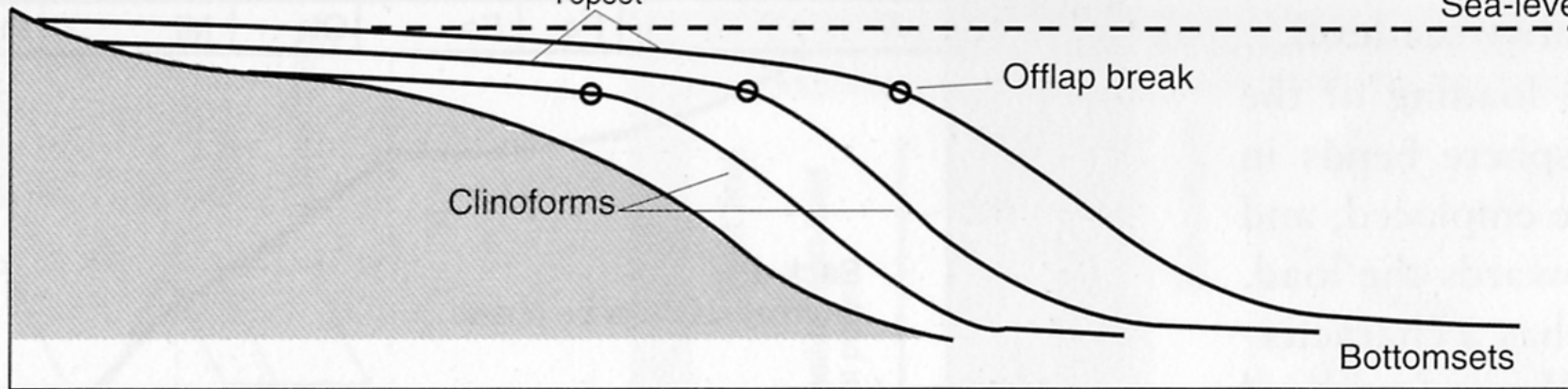
- Geometria progradante: la deposizione prevede una significativa (predominante) accrezione frontale (o laterale) della successione sedimentaria
- Le superfici deposizionali debolmente immergenti sono chiamate *clinoformi*
- Esistono diversi tipi di progradazione a seconda della profondità dell'acqua e del tasso di sedimentazione
- La forma esterna delle unità progradanti può essere molto varia e si possono formare in differenti ambienti deposizionali

'Coastal onlap'
(or bay line)

Shoreline

Topset

Sea-level



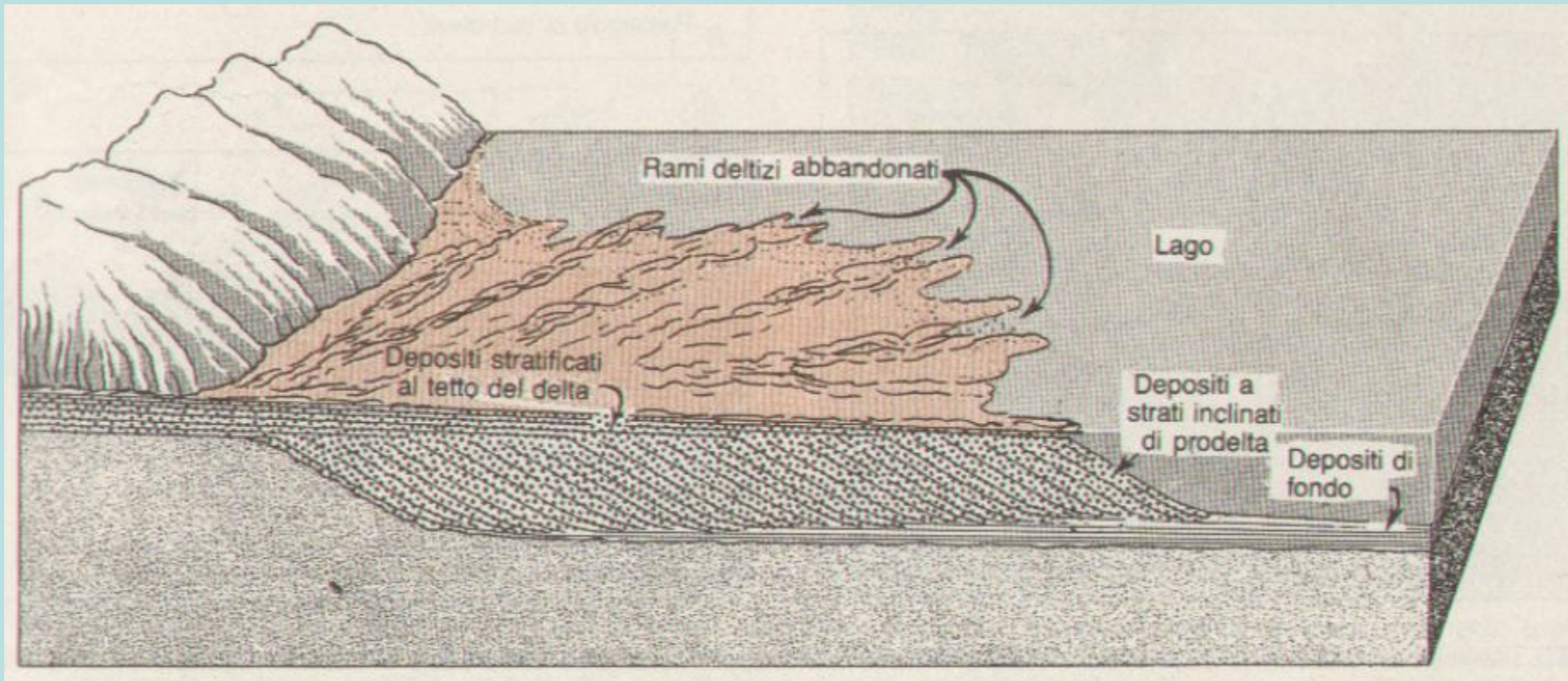
Offlap break

Clinoforms

Bottomsets

Key: ○ Successive positions of the offlap break

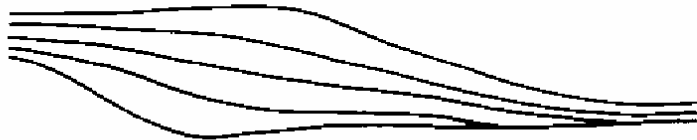
- La geometria progradante è il risultato dell'interazione tra l'apporto sedimentario e l'energia del mare (onde, tempeste, maree).
- I clinoforni assumono le pendenze necessarie a trasportare verso il largo i sedimenti in relazione al tasso sedimentario.
- L'angolo del pendio deposizionale è però influenzato anche dall'angolo di riposo specifico per il tipo di sedimento presente.
- I corpi deposizionali progradanti contengono sedimenti riconducibili a vari ambienti.



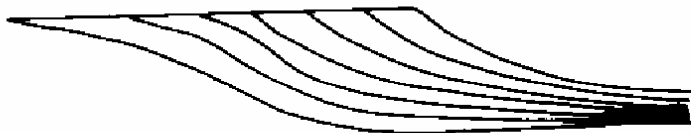
In tre dimensioni le unità progradanti hanno generalmente la forma di una conoide e possono giustapporsi lateralmente a formare elementi complessi

Esistono differenti tipi di geometrie progradanti riconducibili, principalmente, a variazioni nel tasso di sedimentazione e nella profondità dell'acqua

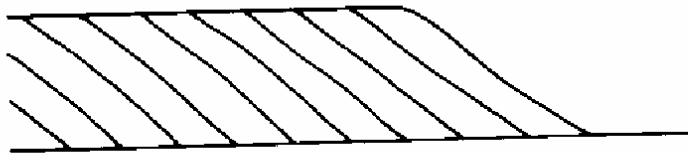
a. SIGMOID



OBLIQUE



b. TANGENTIAL



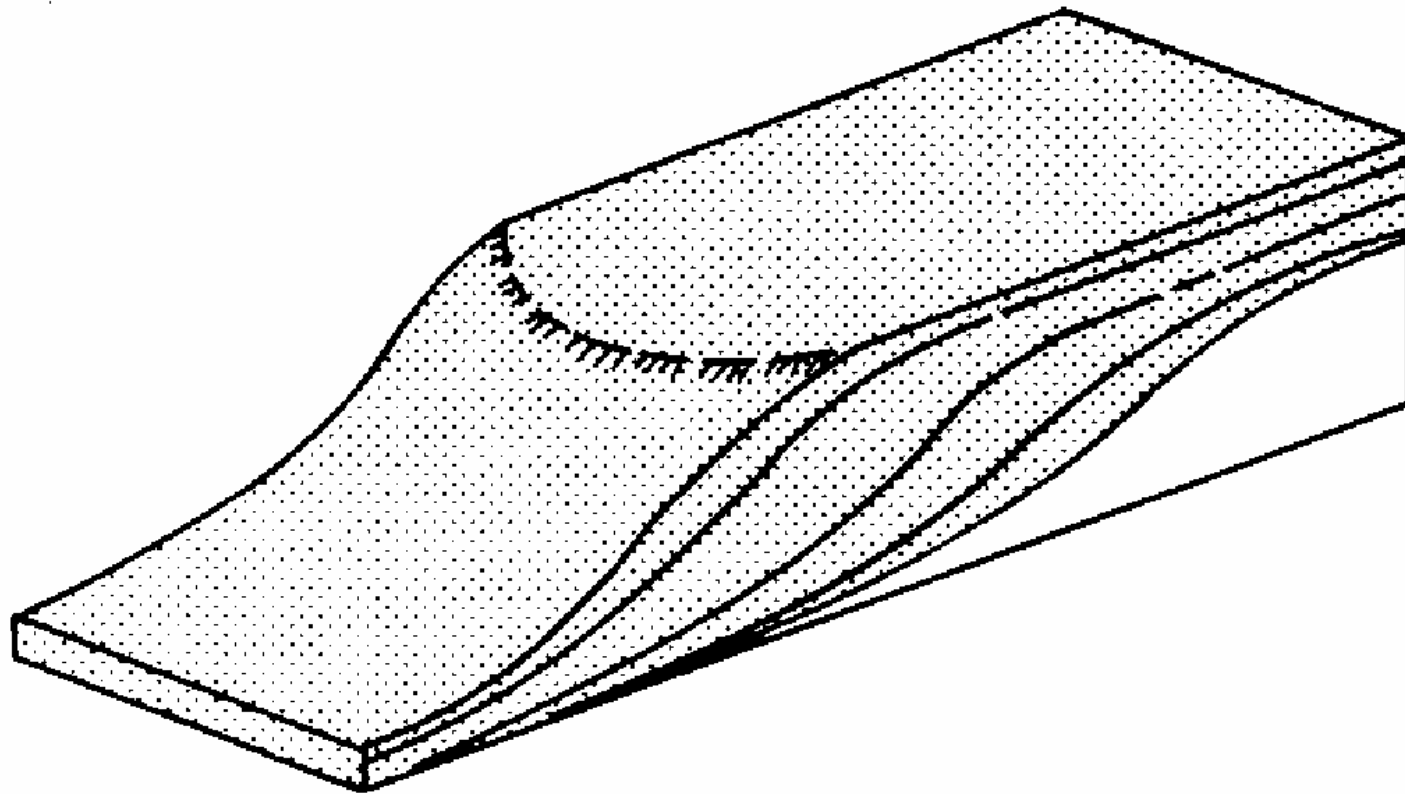
c. PARALLEL

d. COMPLEX SIGMOID-OBLIQUE



Progradazione sigmoidale (1)

- angoli di deposizione bassi (pochi gradi, spesso $< 1^\circ$); verso il basso *downlap* reale o apparente
- In sezione trasversale generalmente appaiono paralleli e concordanti con i limiti dell'unità
- Parallelismo tra i *topset*: equilibrio tra accrezione frontale ed aggradazione
- In tre dimensioni generalmente formano una lente allungata nella direzione deposizionale e può trovarsi in associazione verticale e/o laterale con unità progradanti oblique



**SIGMOID PROGRADATIONAL
(LOW ENERGY)**

Progradazione sigmoidale (2)

- Verso l'alto i topset corrispondono ai riflettori sub-orizzontali della piattaforma e verso il basso possono passare a depositi bacinali e/o a pelagiti drappeggianti il fondo
- Questa configurazione implica: apporto sedimentario relativamente basso, subsidenza relativamente elevata e/o relativamente rapido innalzamento del livello del mare per consentire la deposizione e la conservazione dei topset
- Ambiente sedimentario complessivamente di bassa energia; tuttavia:
- Alla deposizione delle porzioni superiori possono concorrere correnti fluviali o da moto ondoso eventualmente anche con apporti sabbiosi

WEST

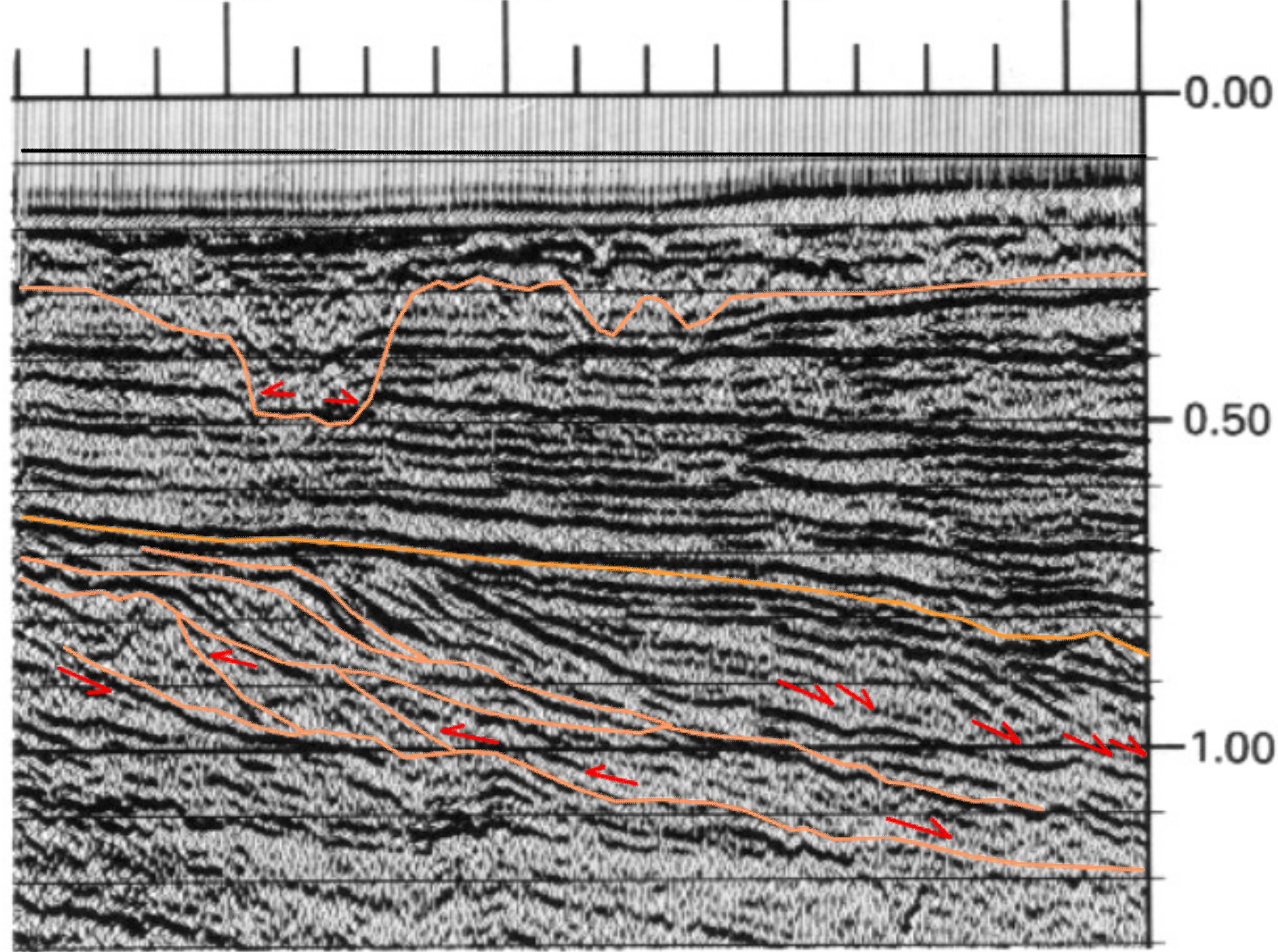
EAST

1000

1200

1400

1650

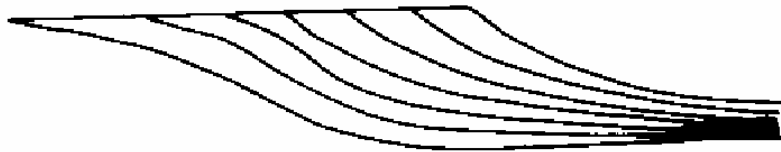


Progradazione obliqua (1)

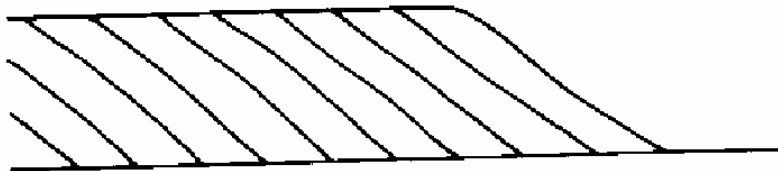
- i clinoforni hanno pendenze maggiori (fino a 10°); superficie di toplap; accrezione quasi esclusivamente frontale
- In sezione trasversale sono generalmente presenti piccoli canali
- Tipo **tangenziale**: strati concavi verso l'alto che passano lateralmente a sottili *bottomset* debolmente immergenti
- Tipo **parallelo**: clinoforni a pendenza costante che terminano ad alto angolo sulla superficie basale
- Si depositano o durante una stasi del livello del mare o durante un lento innalzamento con apporto sedimentario relativamente alto sufficiente a compensare l'innalzamento relativo del livello del mare

Progradazione obliqua

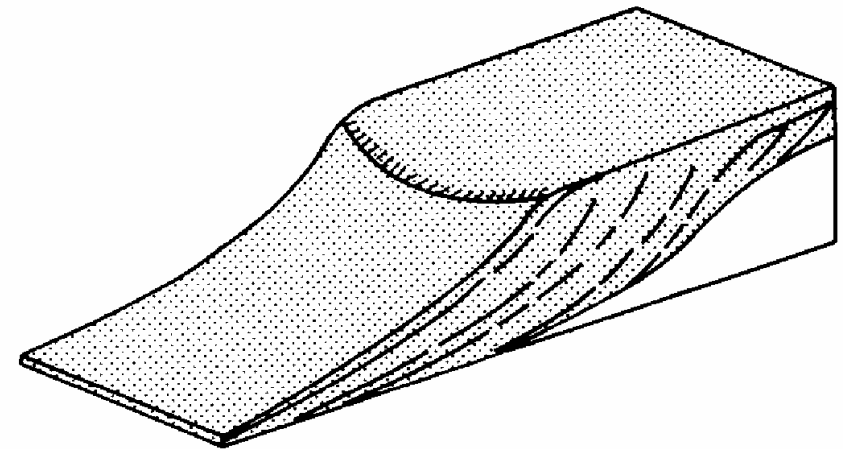
OBLIQUE



b. TANGENTIAL



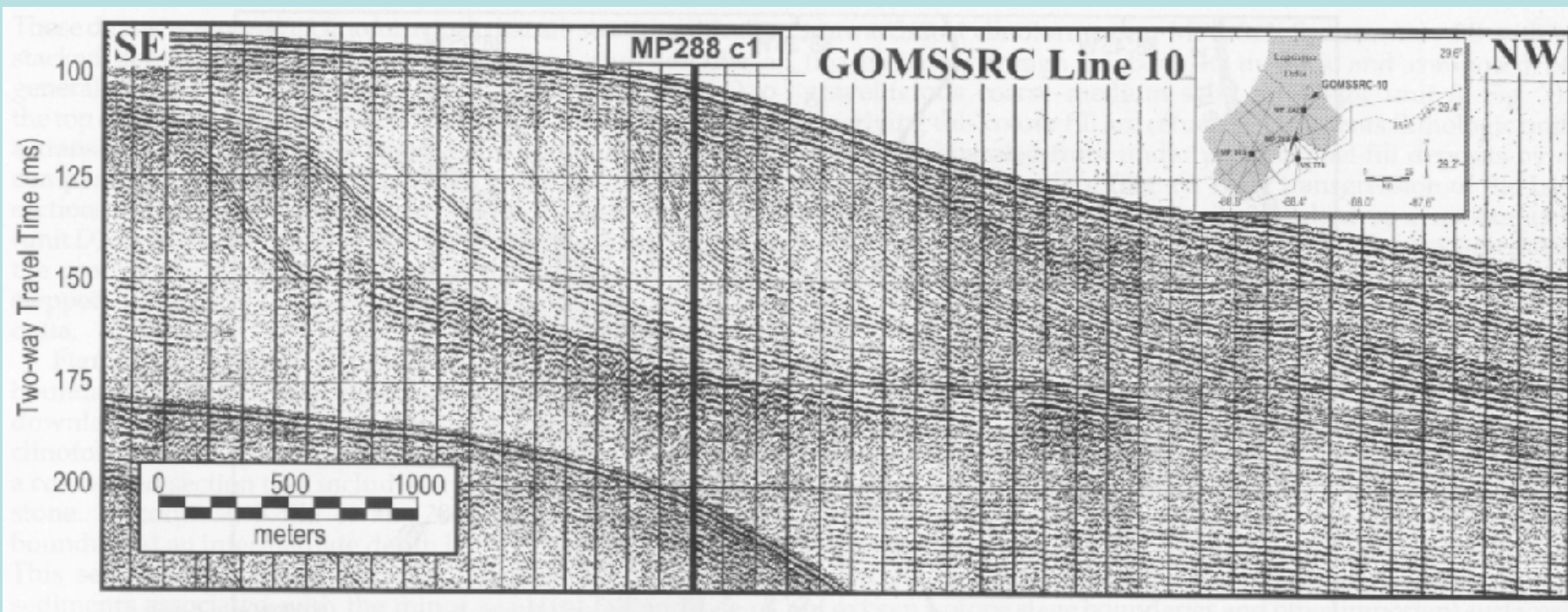
c. PARALLEL



**OBLIQUE PROGRADATIONAL
(HIGH ENERGY)**

Progradazione obliqua (2)

- Generalmente ambienti di alta energia nelle porzioni superiori
- Le parti superiori sono generalmente ricche in sabbia
- Possibili ambienti: delta o spiagge
- Alla base dei clinoforni potremmo rinvenire anche delle torbiditi e quindi trovare sabbie intercalate ad argille

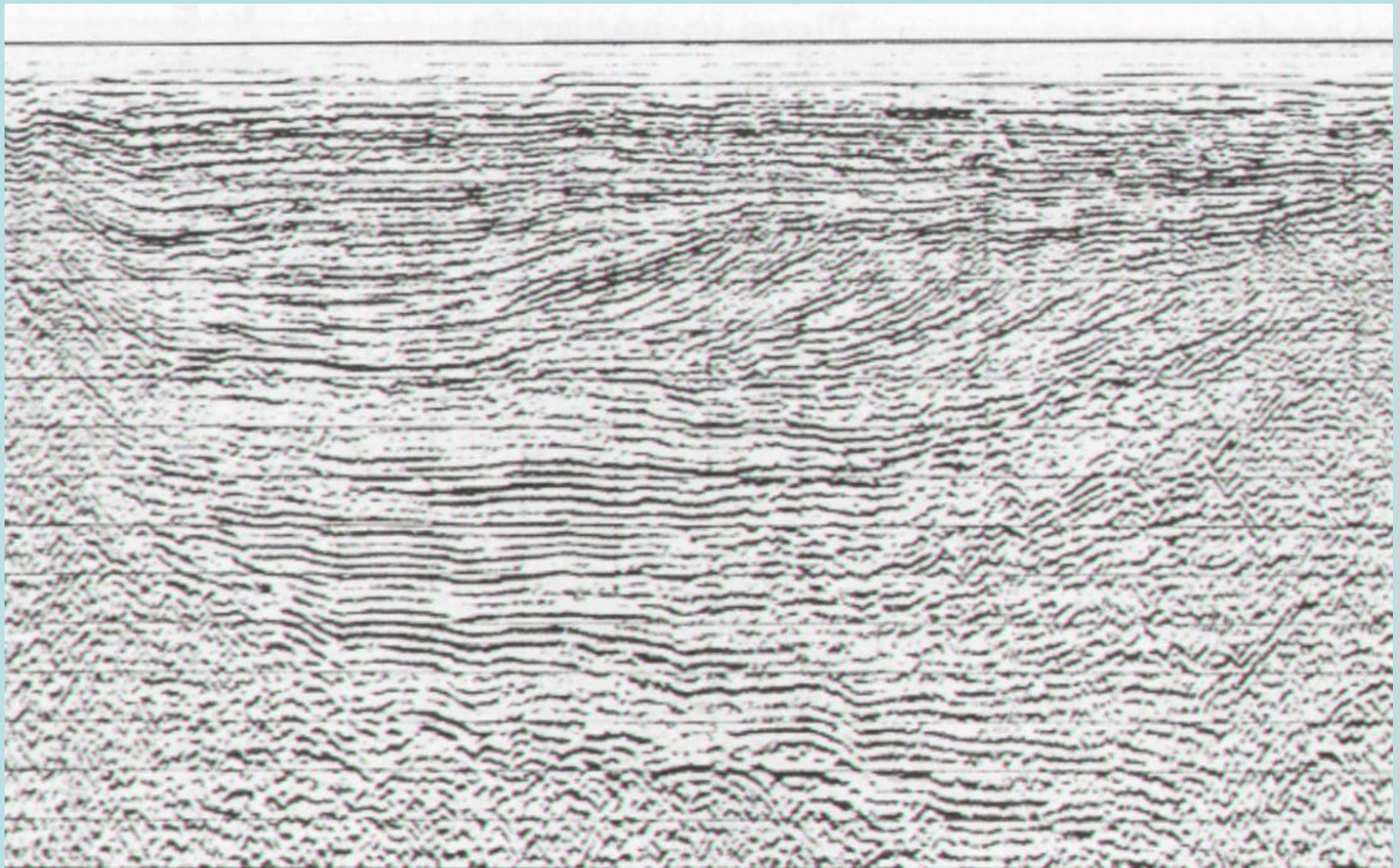


Tipo complesso obliquo – sigmoide

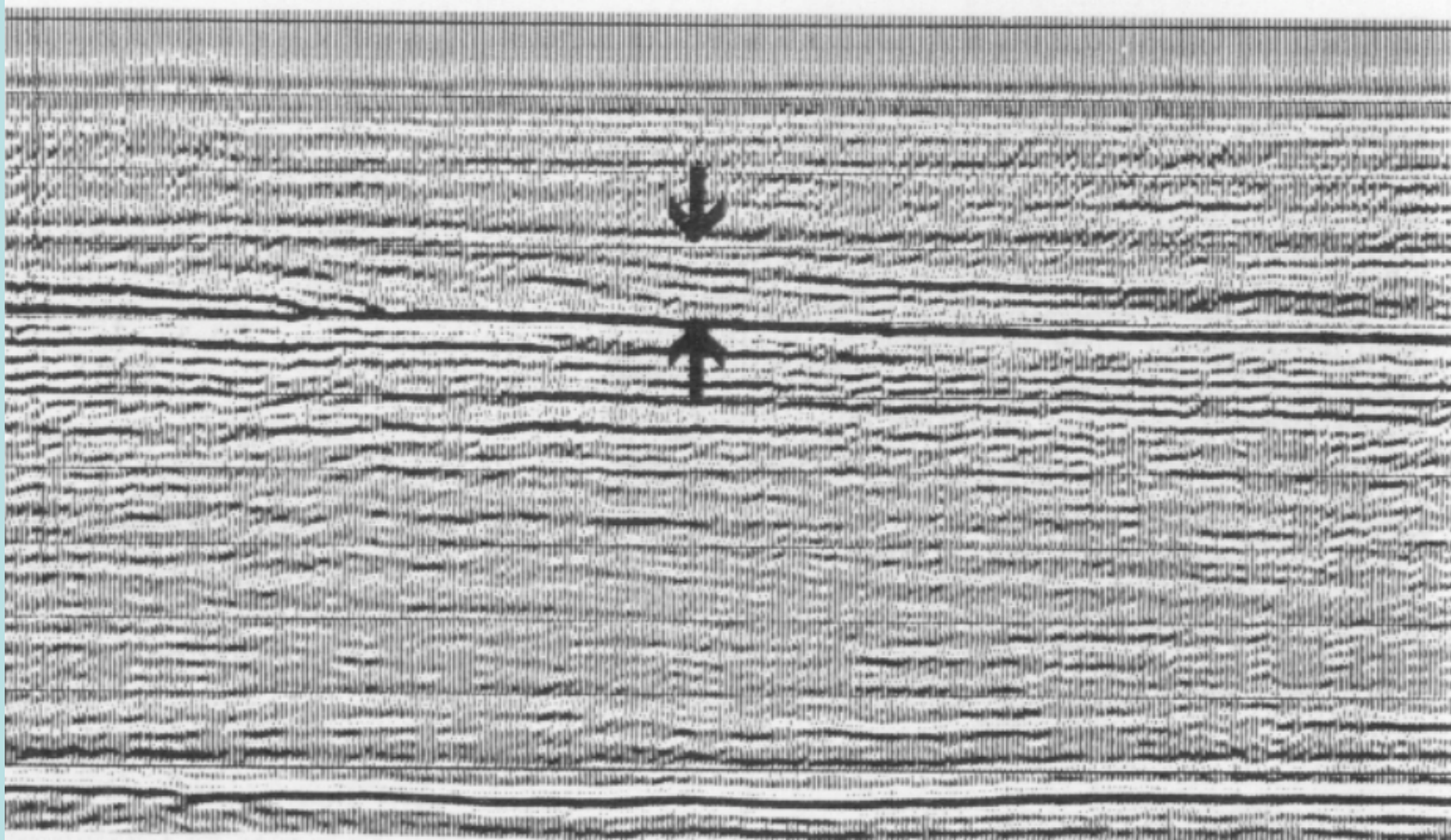
- alternanza di aggradazione e by-pass sedimentario nella zona dei top-set; ambiente sedimentario ad alta energia (per altri aspetti questa configurazione è simile alla progradazione sigmoide)
- In questa configurazione possiamo riconoscere terminazione toplap anche all'interno della sequenza oltre che al suo limite superiore

d. COMPLEX SIGMOID-OBLIQUE

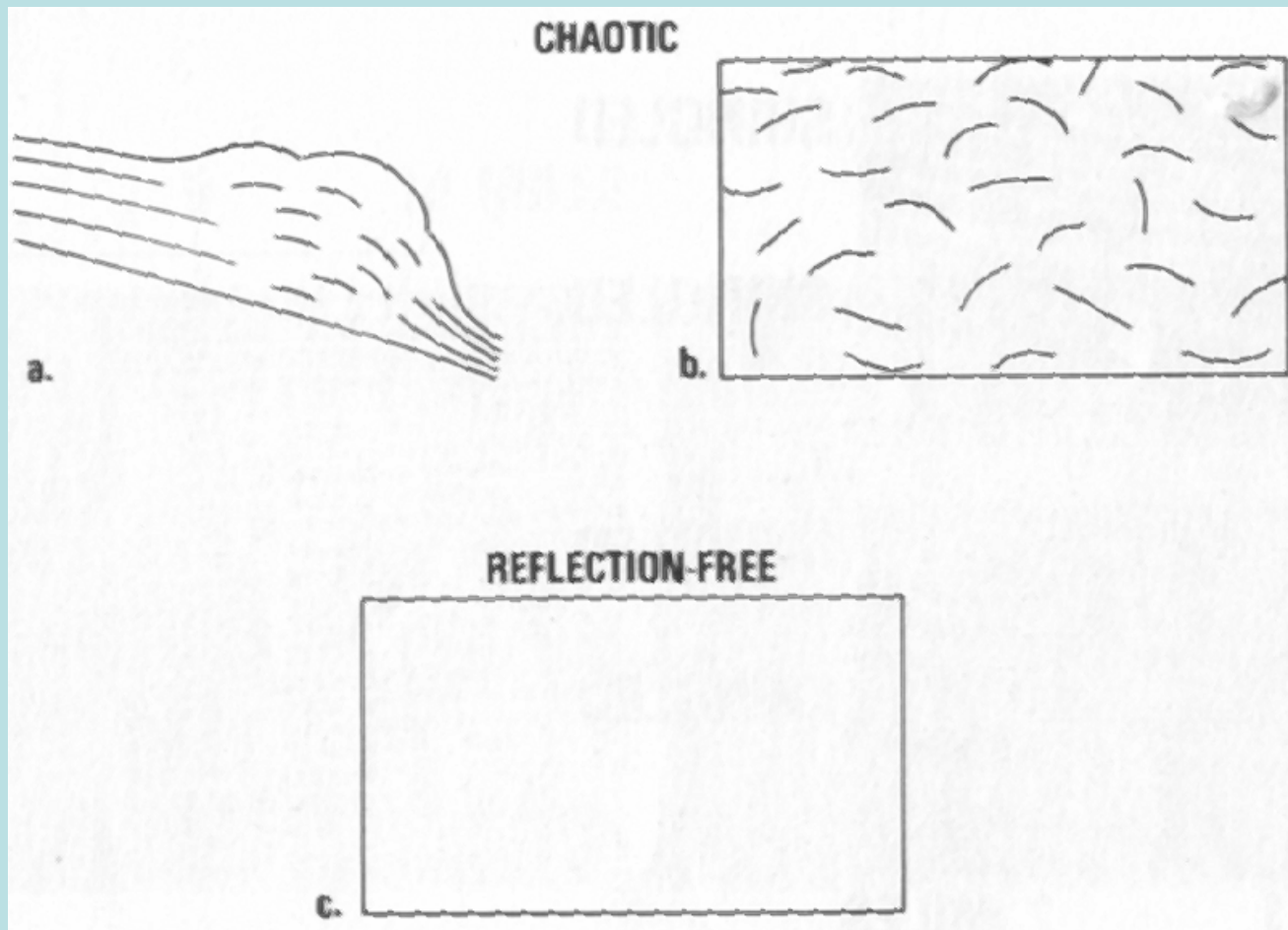




Progradazione tipo *shingled*



Configurazione caotica



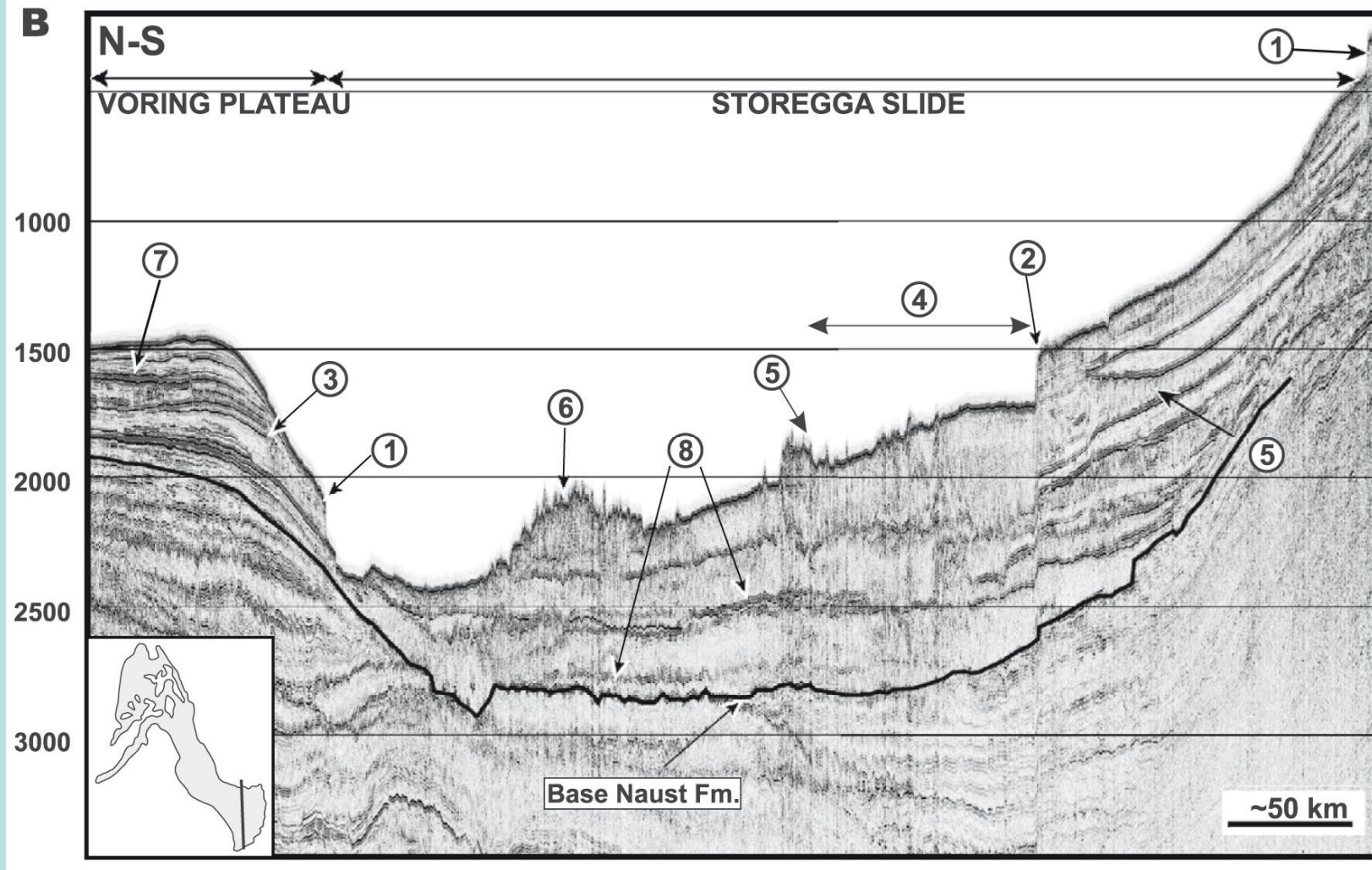
Configurazione caotica

- Riflessioni lateralmente discontinue disposte in modo disordinato
- Strati deposti in un contesto di relativamente alta ma variabile energia
- Oppure strati originariamente continui successivamente disarticolati da processi di risedimentazione gravitativa o tettonici

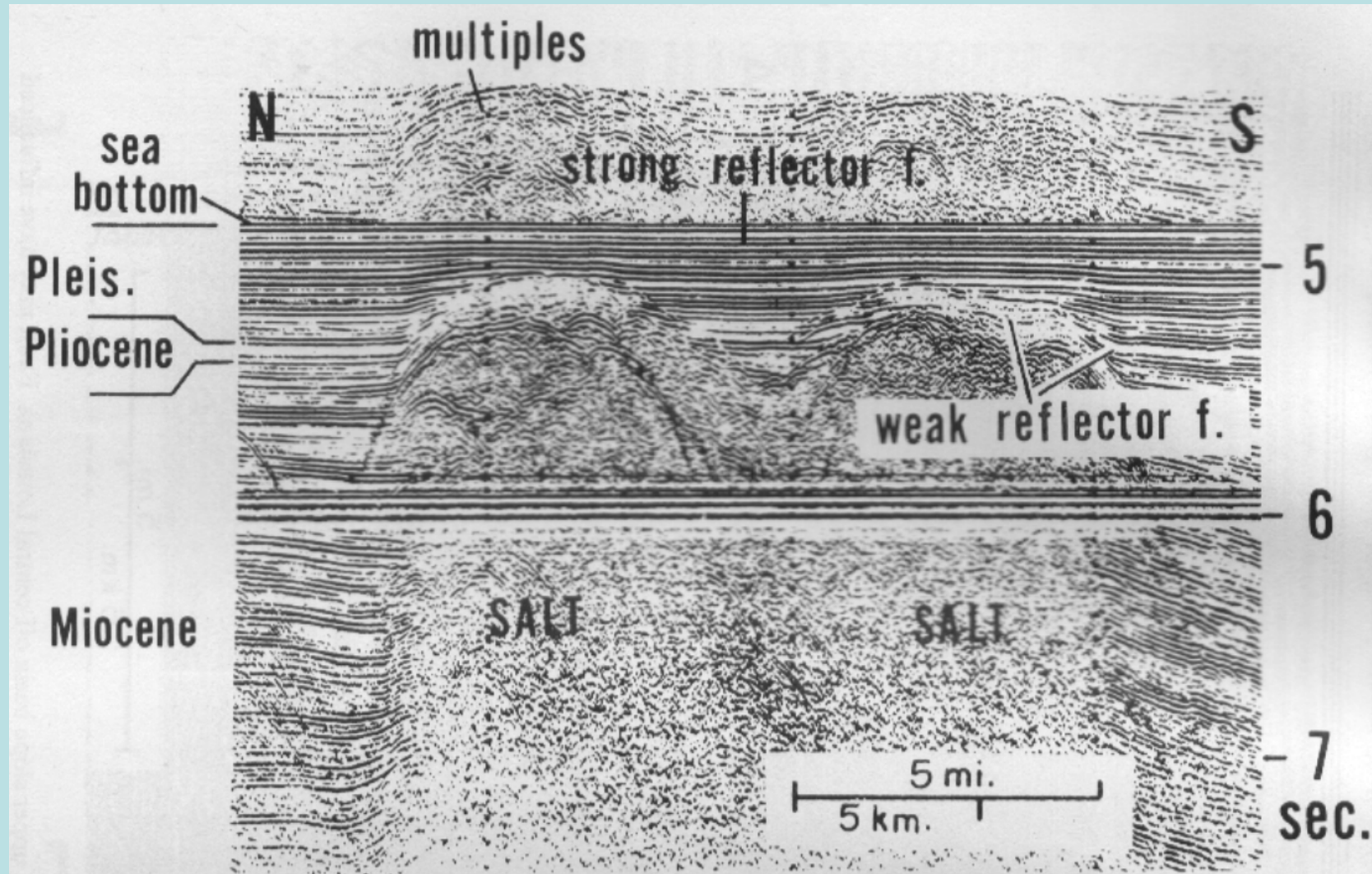
Facies sismica trasparente

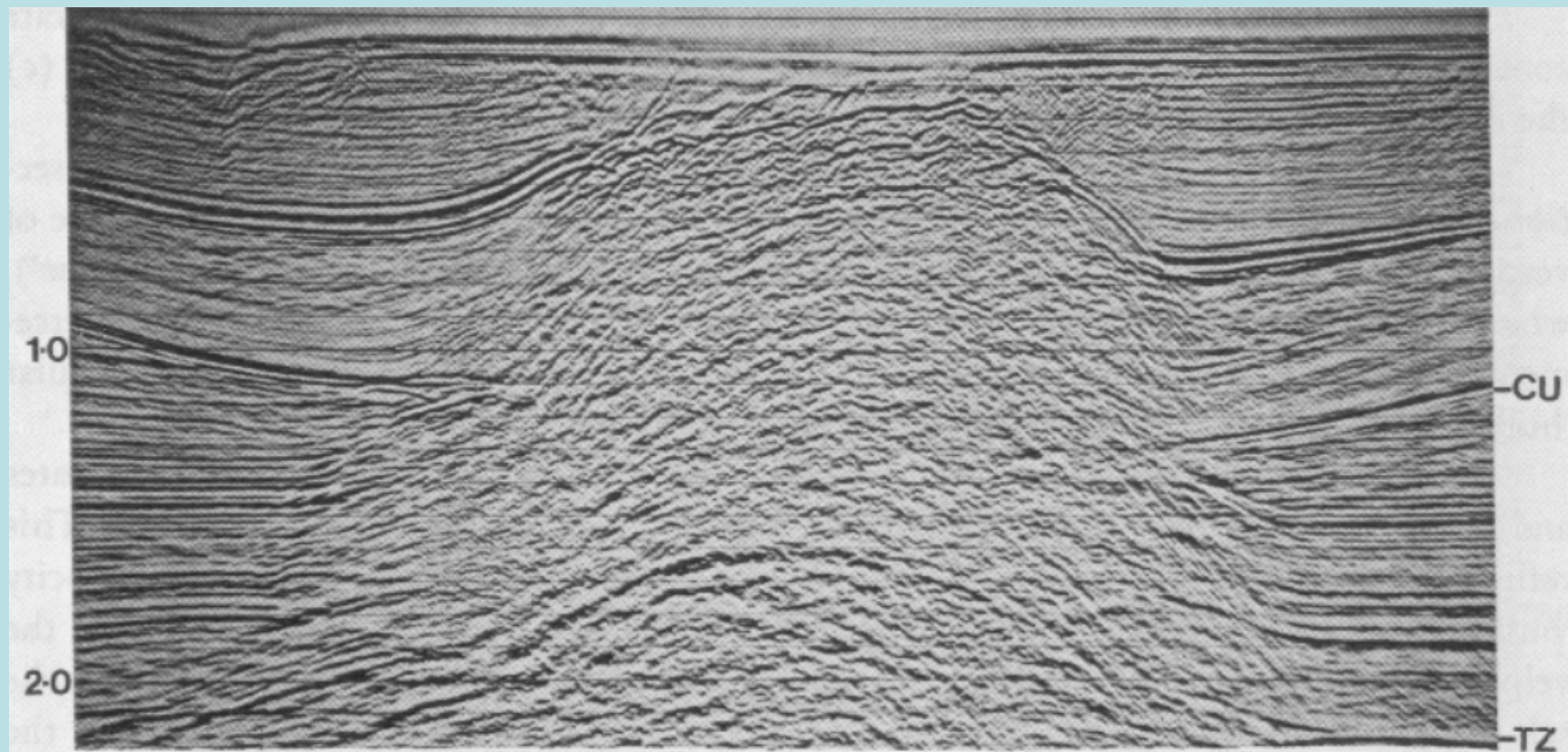
- Aree prive di riflessioni nelle sezioni sismiche possono corrispondere a corpi rocciosi omogenei, non stratificati oppure a unità stratificate ma con strati molto inclinati o molto contorti
- Ad es.: grandi masse ignee, diapiri salini, spessi corpi sabbiosi o argillosi sismicamente omogenei

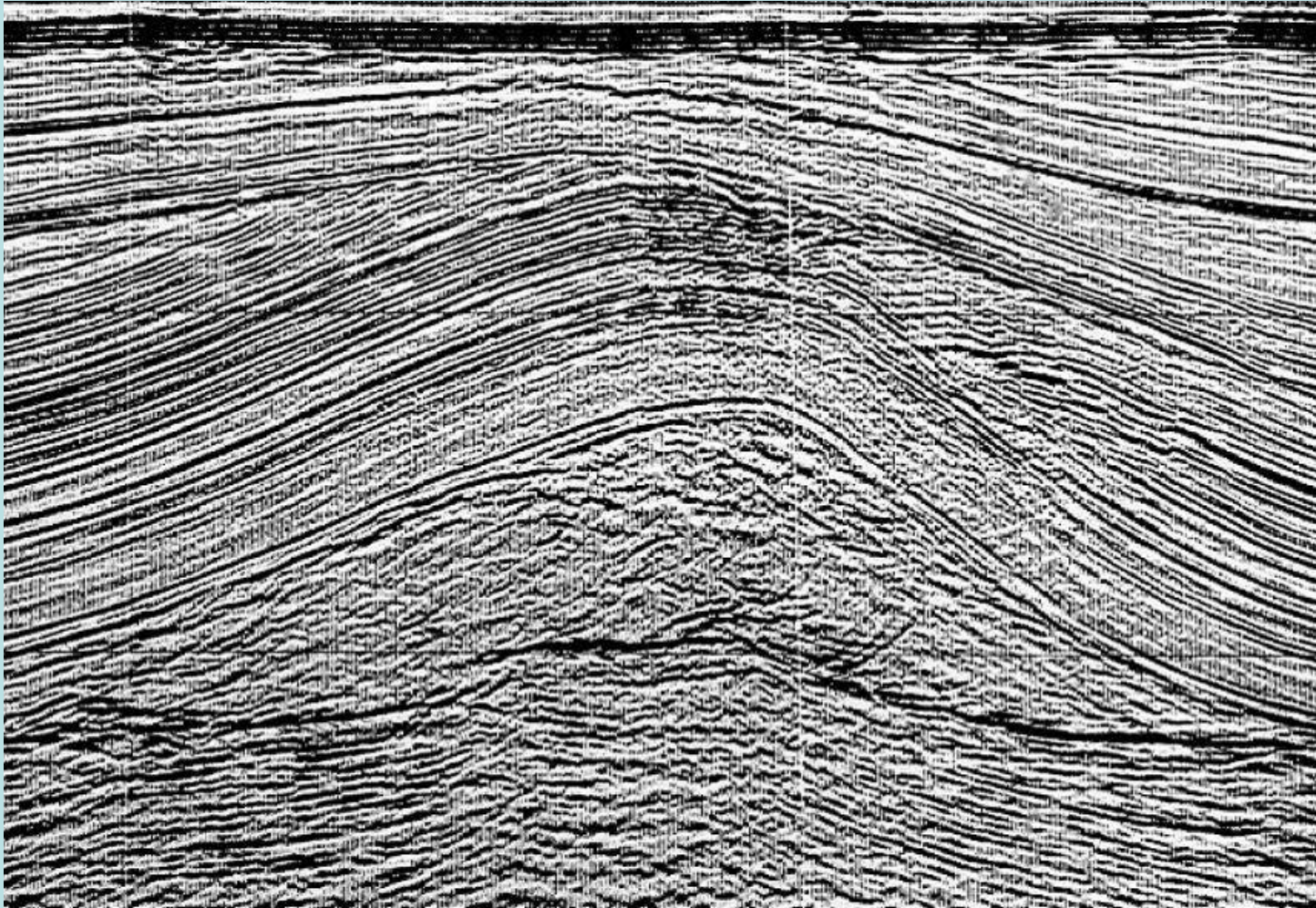
Facies sismica trasparente

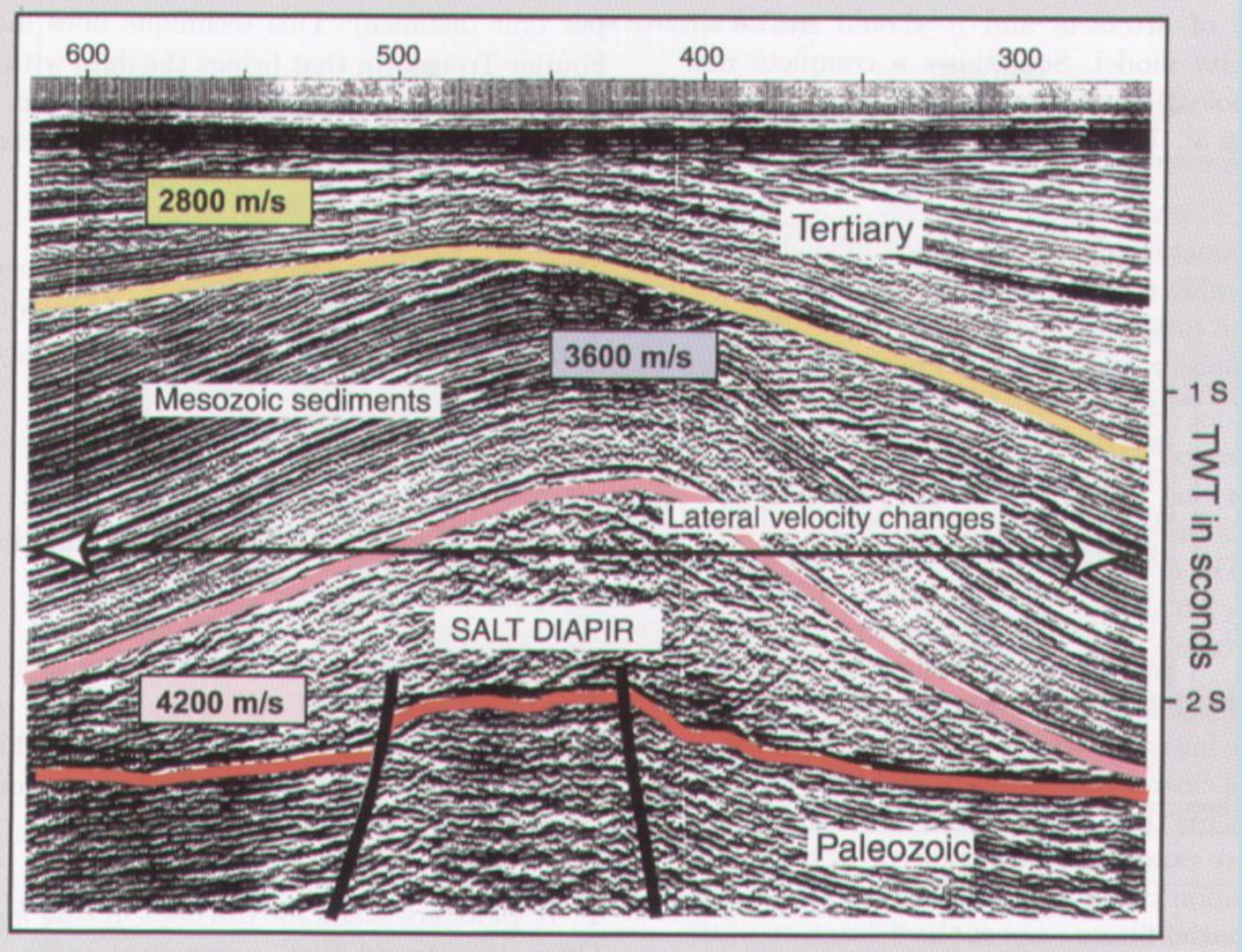


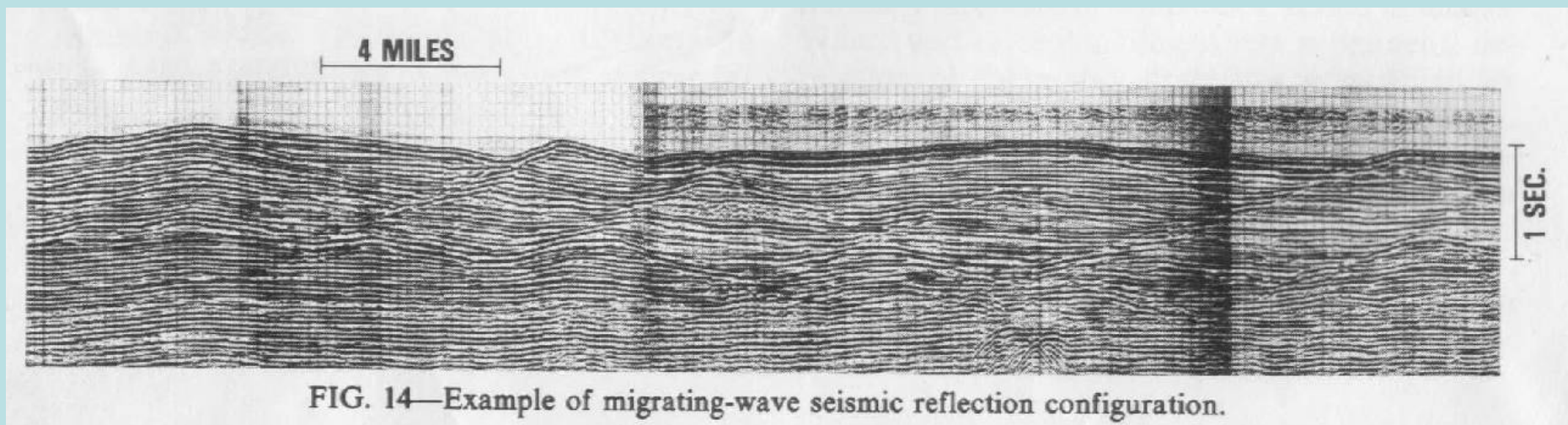
Facies sismica trasparente - diapiri salini

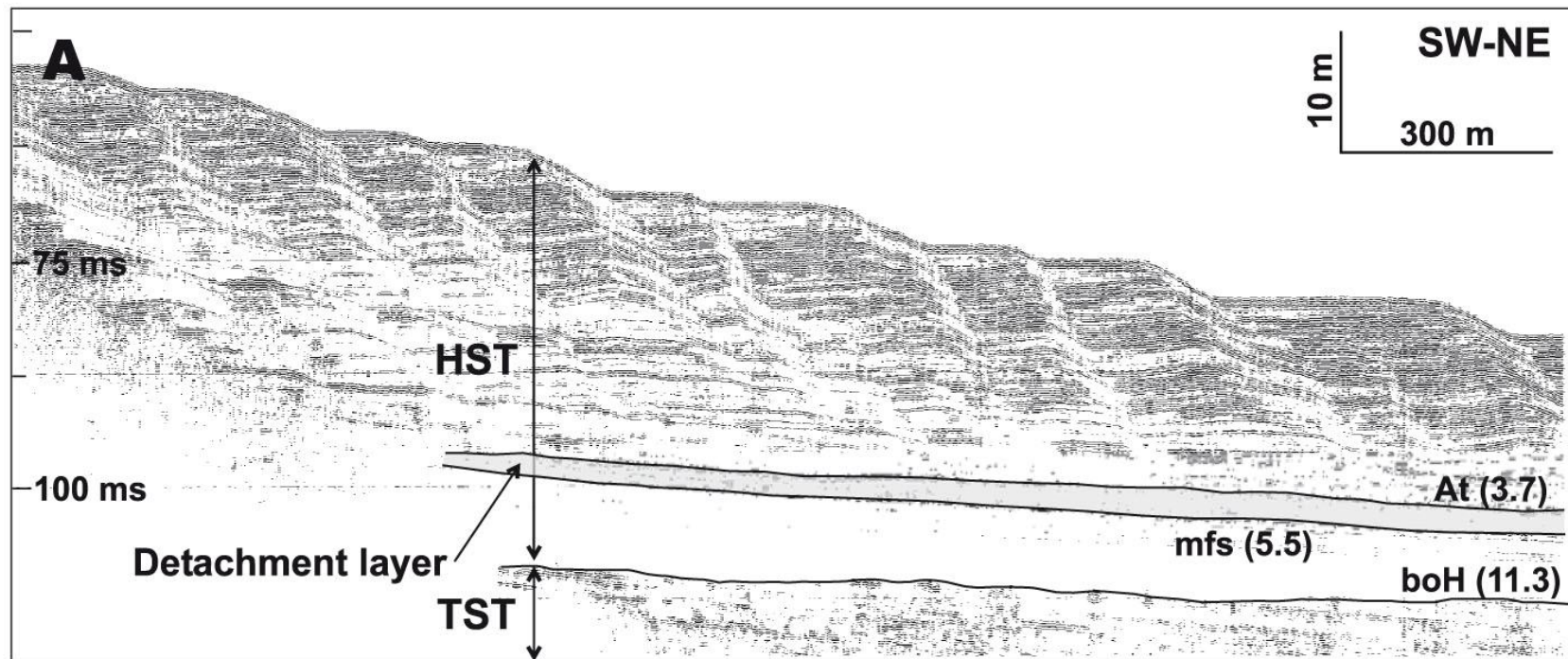




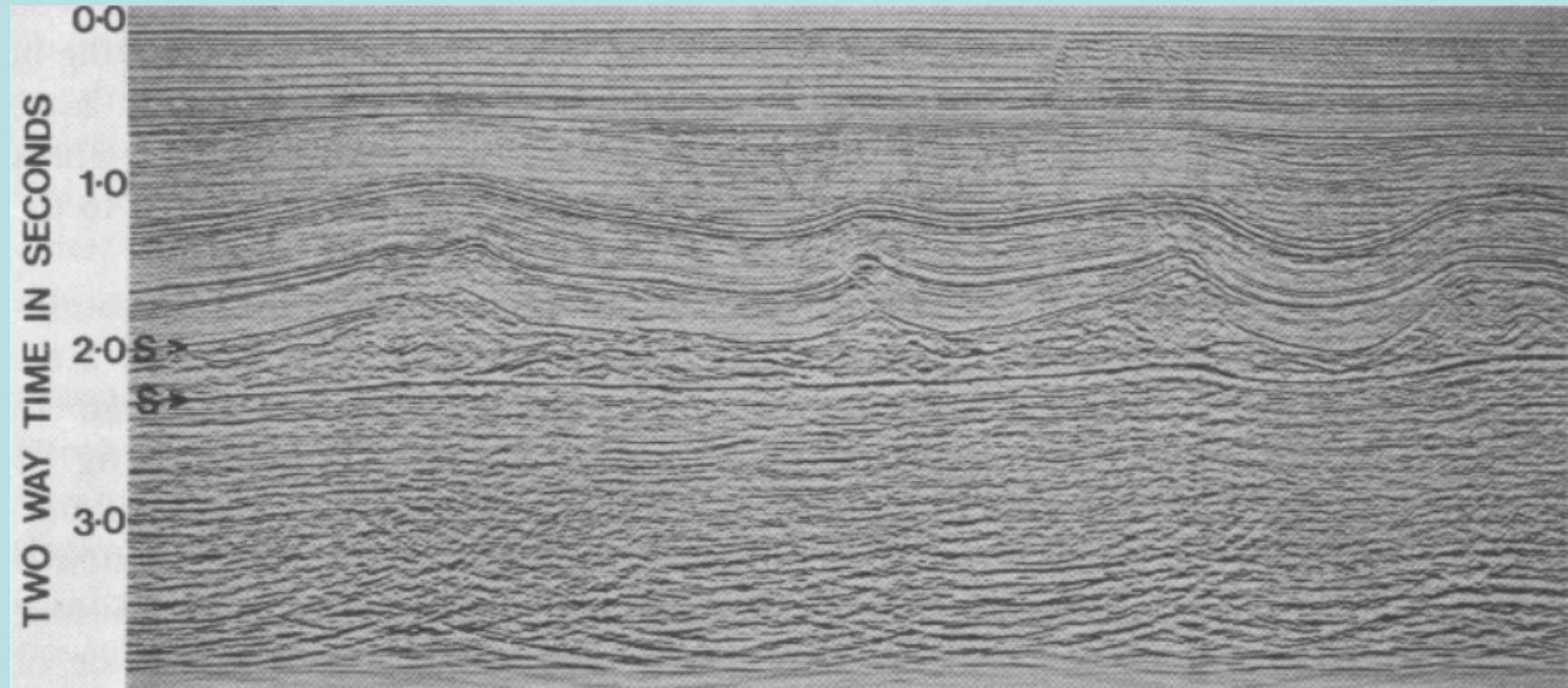








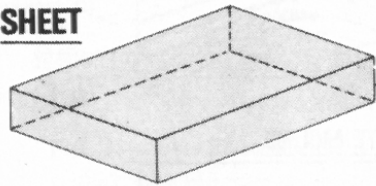
Ondulazioni da “sale”



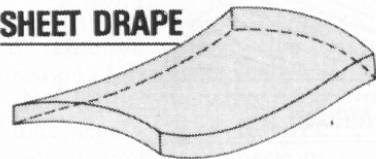
Geometria esterna delle unità di facies sismica

- Forma esterna tridimensionale

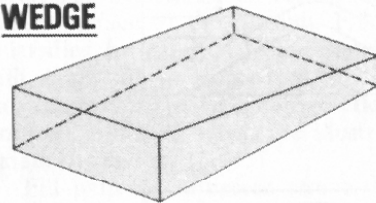
SHEET



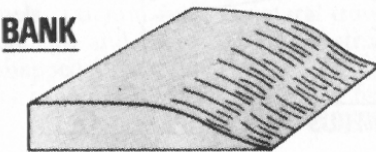
SHEET DRAPE



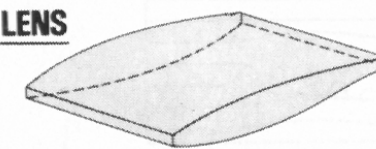
WEDGE



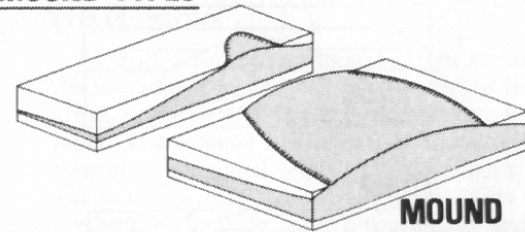
BANK



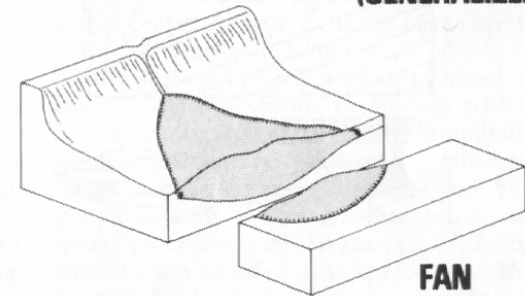
LENS



MOUND TYPES

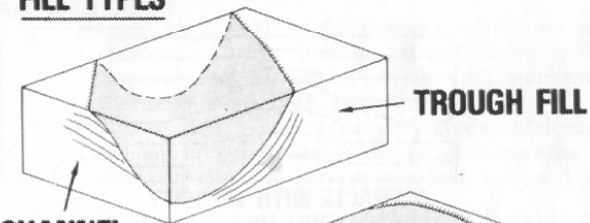


**MOUND
(GENERALIZED)**



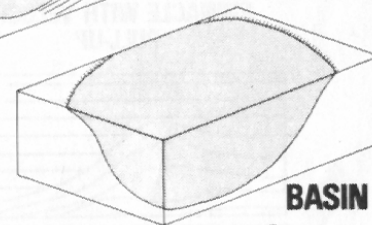
FAN

FILL TYPES

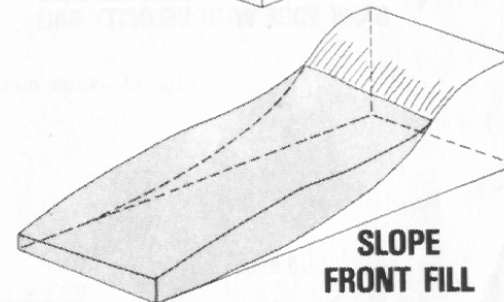


TROUGH FILL

**CHANNEL
FILL**



BASIN FILL



**SLOPE
FRONT FILL**