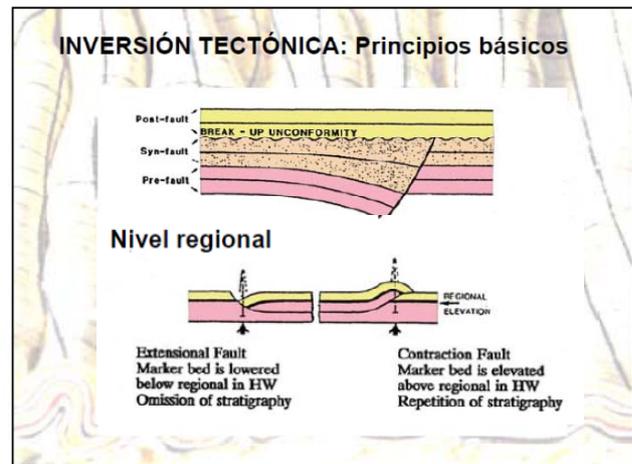
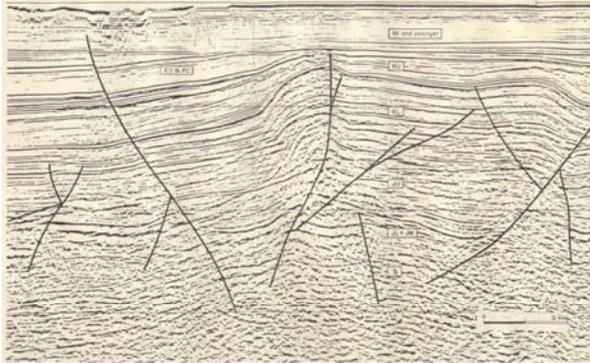


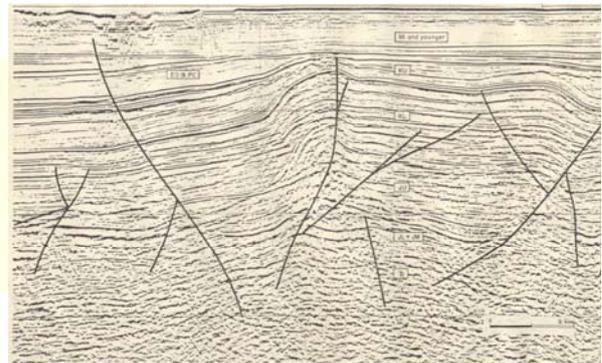
# “INVERSION TECTÓNICA”



# “INVERSION TECTÓNICA”

**Objetivos:** introducción del concepto de inversión tectónica, mediante el análisis de:

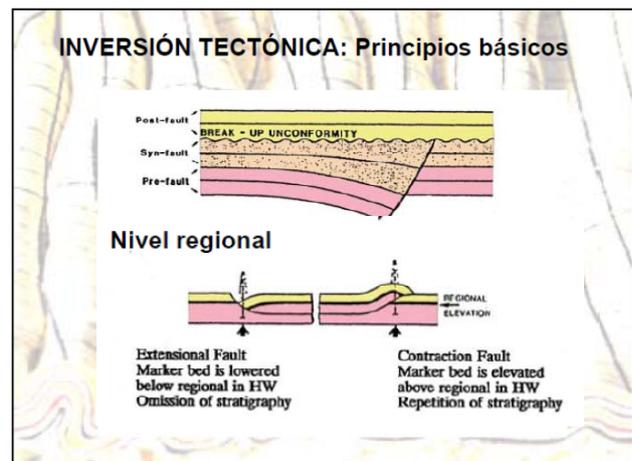
- estratigrafía,
- mapa geológico,
- perfiles sísmicos.



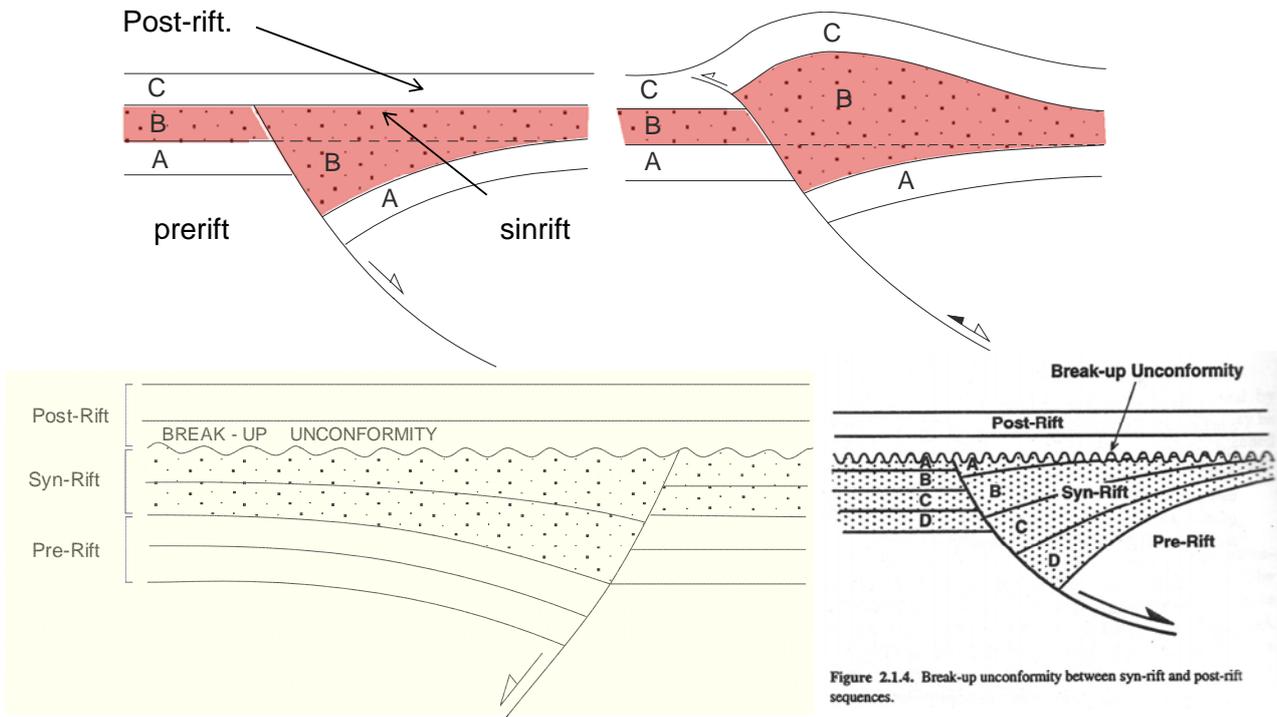
• Diferenciar movimientos extensivos y compresivos de las fallas.

• Diferenciar secuencias de PreRift, SinRift, PostRift.

• Definir la discordancia posruptura (break-up unconformity).

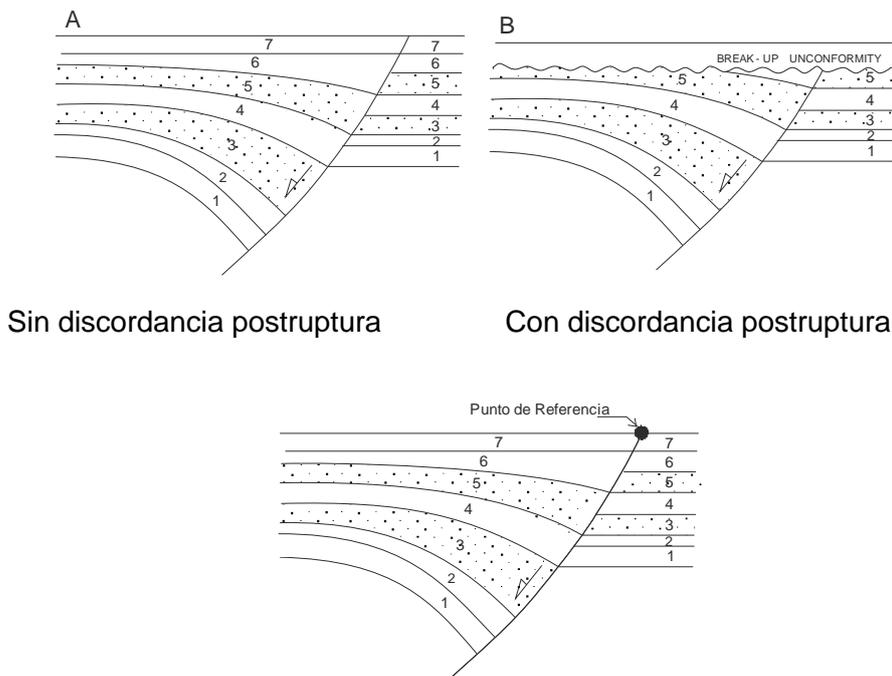


## Estructura de inversión tectónica positiva

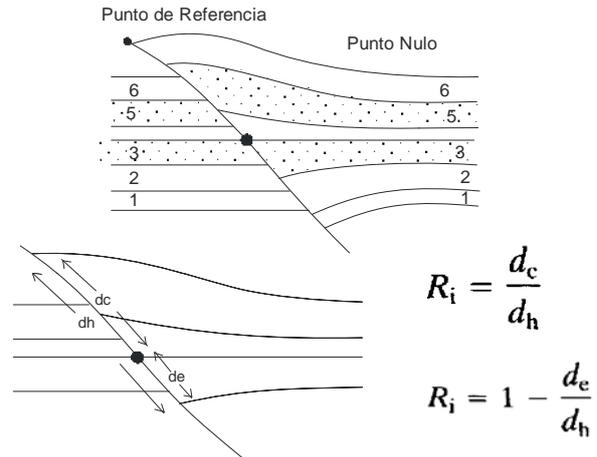
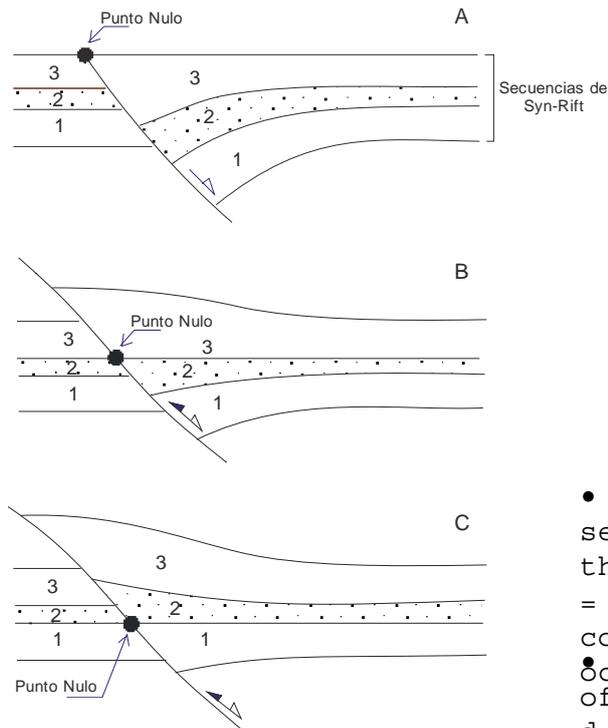


- Diagrama de acumulación de las secuencias estratigráficas antes, durante y después del movimiento de falla extensional.
- La discordancia posruptura (*break up unconformity*) indica el tope de las secuencias de sinrift y el pasaje a las secuencias de postrift.

## Intervalos estratigráficos



# Inversión tectónica positiva – Coeficiente de inversión



- From equations (2) and (3), it is seen that if the null point lies at the top of the synrift sequence,  $R_i = 0$  ( $d_c = 0$  and  $d_e = d_h$ ). That is, no contractional inversion has occurred.
- If the null point is at the base of the synrift sequence  $R_i = 1$  ( $d_c = d_h$  and  $d_e = 0$ ). Total inversion of the synrift sequence has occurred and all markers in the prerift sequence have regained their pre-deformation regional elevations.

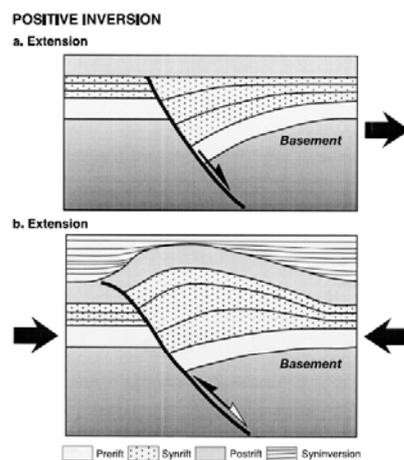
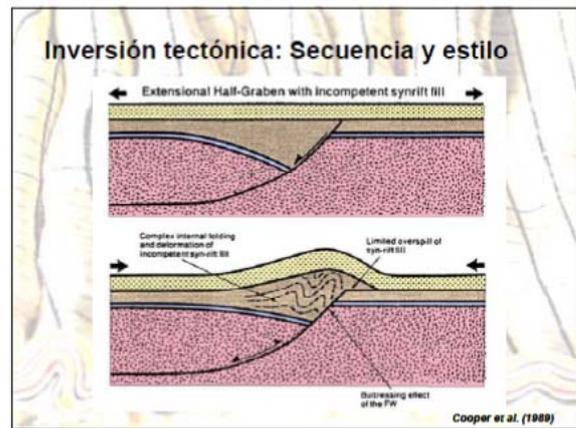
Williams et al., 1989

## • Inversión positiva – extensión seguida de compresión

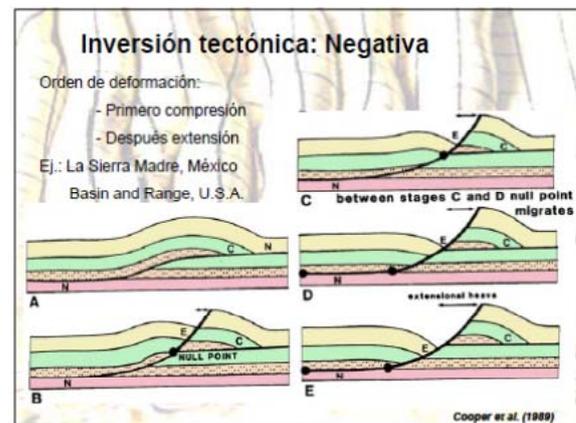
- Inversión de orógenos
- Inversión de márgenes pasivos
- Inversión de sistemas strike-slip
- Inversión de sistemas de delta

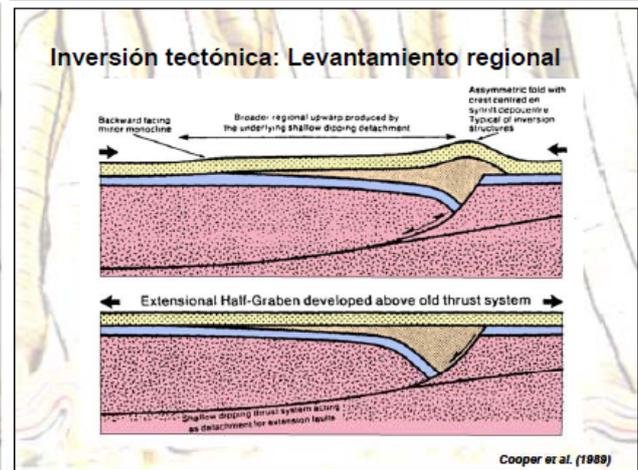
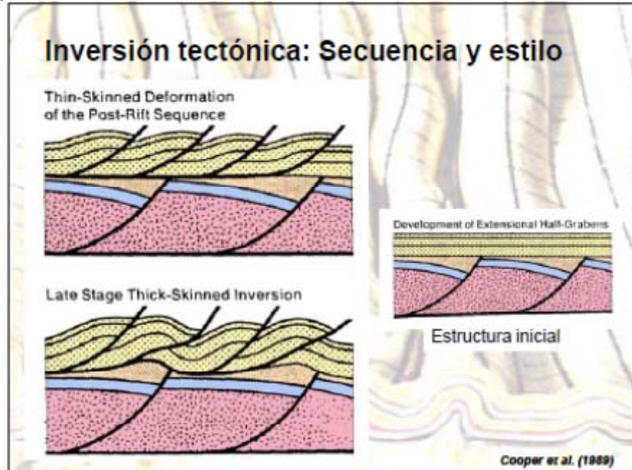
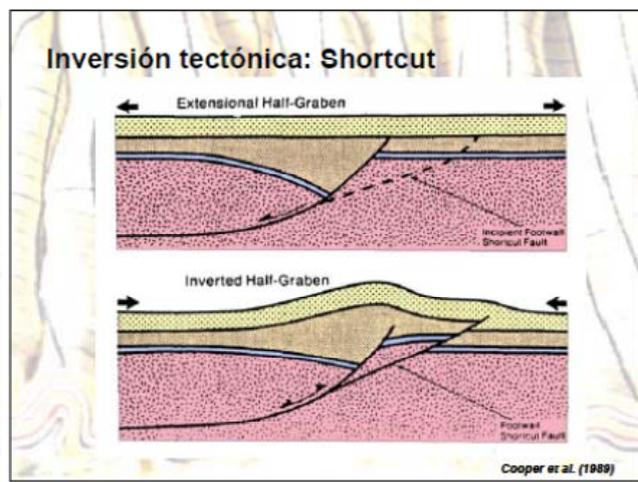
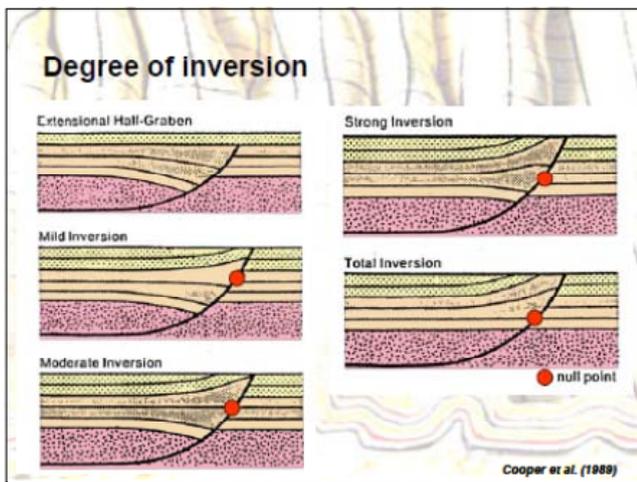
## • Inversión negativa – compresión seguida de extensión

- Orógenos colapsados
- Extensión dentro de fajas plegadas y corridas
- Inversión negativa de sistemas de strike-slip



Yamada y McClay, 2004





## Cantidad de Inversión & Punto Nulo – Cuenca de Gippsland - Sudeste de Australia

- Varios *Puntos Nulos* pueden resultar de **repetidas reactivaciones** de una falla con diferentes sentidos de desplazamiento (De Paor y Eisenstadt, 1987).
- En ese caso, los *Puntos Nulos* pueden **propagarse** uno hacia otro y llegar a **aniquilarse**.
- Un **ejemplo** del uso de *Punto Nulo* se muestra en la cuenca de **Gippsland, sudeste de Australia**.

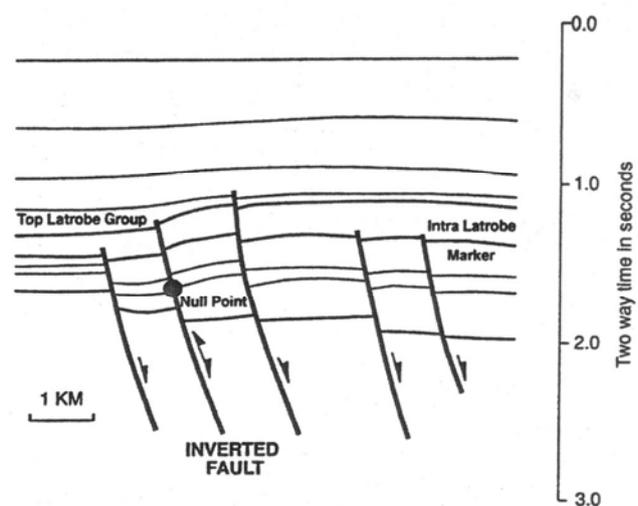
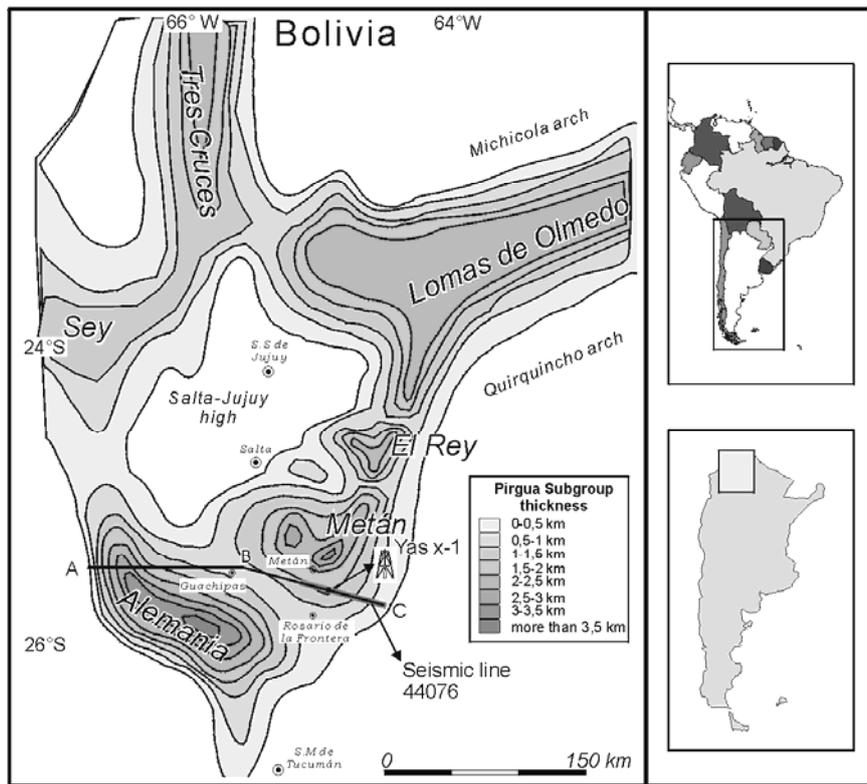


Figure 2.1.6. Inversion structure in the Gippsland basin, Victoria, Australia.

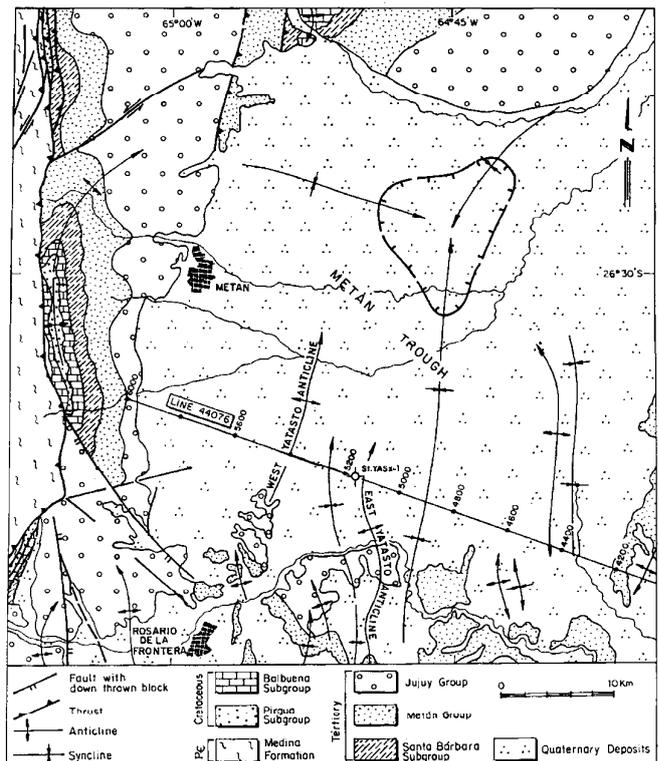
- Inversión de sólo una falla en el ordenamiento de las fal

Región Metán - Guachipas, provincia de Salta



- **Basamento – Peririft:**
- **Formaciones Puncovicana y Medina:** Pizarras y filitas grises y verdosas.
- En las líneas sísmicas se puede observar el contacto superior del basamento sobre el cual yacen en discordancia los depósitos de sinrift del Grupo Salta.
- **Grupo Salta - RIFT** (Cretácico inferior que perduró hasta el Campaniano)
- **Depósitos de sinrift - Subgrupo Pirgua**, alta energía, facies de abanicos, fluviales, eólicos y de playas distales.
- Formación La Yesera y Los Blanquitos.
- Basaltos alcalinos, volcanismo de intraplaca, traquitas alcalinas de 128 a 112 Ma.
- **Depósitos de postrift - Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara**
- Fines del Campaniano termina la etapa de rift mecánico.
- Enfriamiento del sistema produce una lenta subsidencia.
- Subgrupo Balbuena,
- Subgrupo Santa Bárbara,
- Depósitos en discordancia sobre los del Subgrupo Pirgua y basamento.
- Los espesores de los depósitos de postrift son más constantes lateralmente y no supera los 2.500 m en los depocentros m s profundos

Reseña estratigráfica de la región



## Reseña estratigráfica de la región

- **Basamento – Prerift:**

- Formaciones Puncoviscana y Medina: Pizarras y filitas grises y verdosas,.
- En las líneas sísmicas se puede observar el contacto superior del basamento sobre el cual yacen en discordancia los depósitos de sinrift del Grupo Salta.

- **Grupo Salta - RIFT** (Cretácico inferior que perduró hasta el Campaniano)

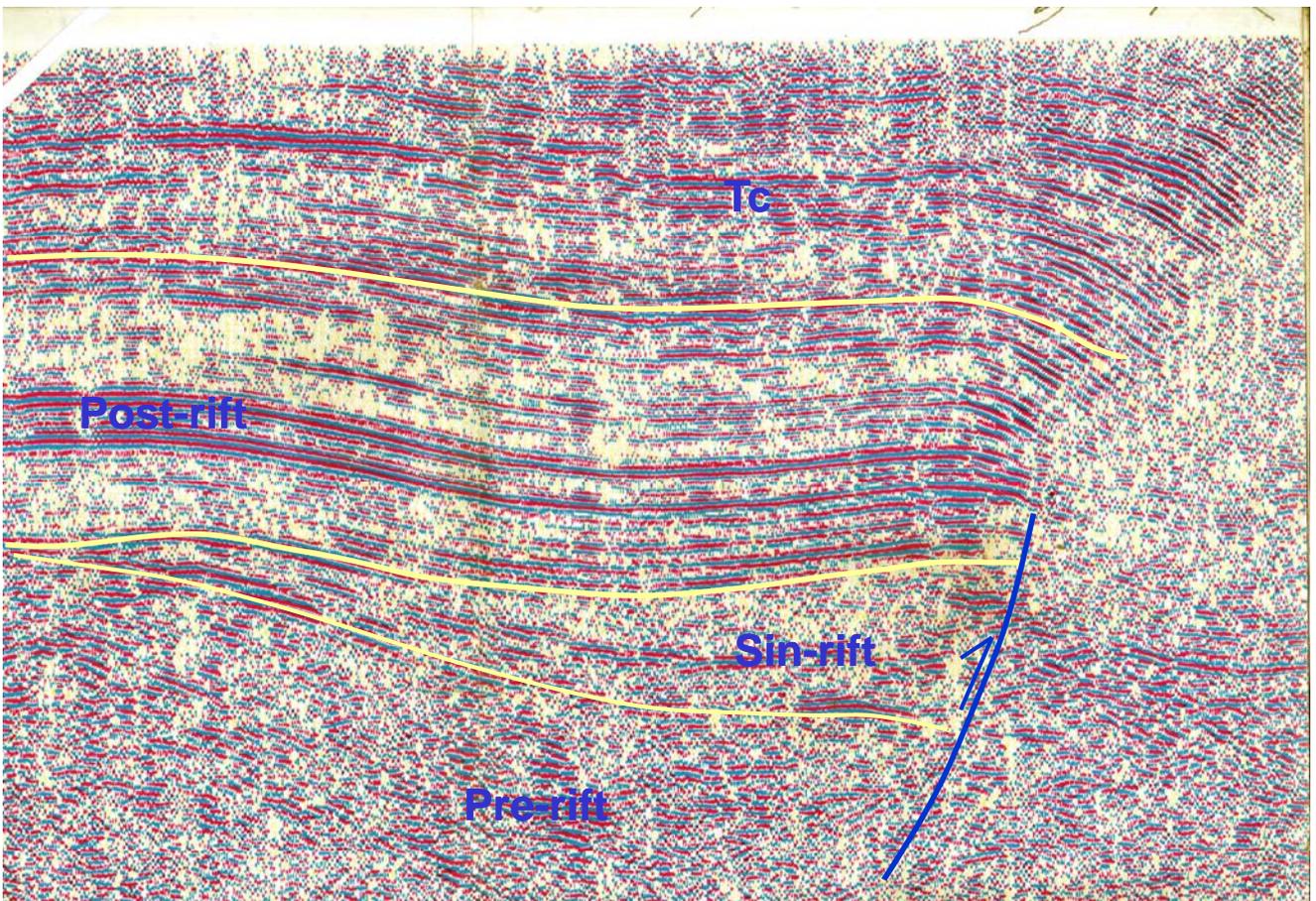
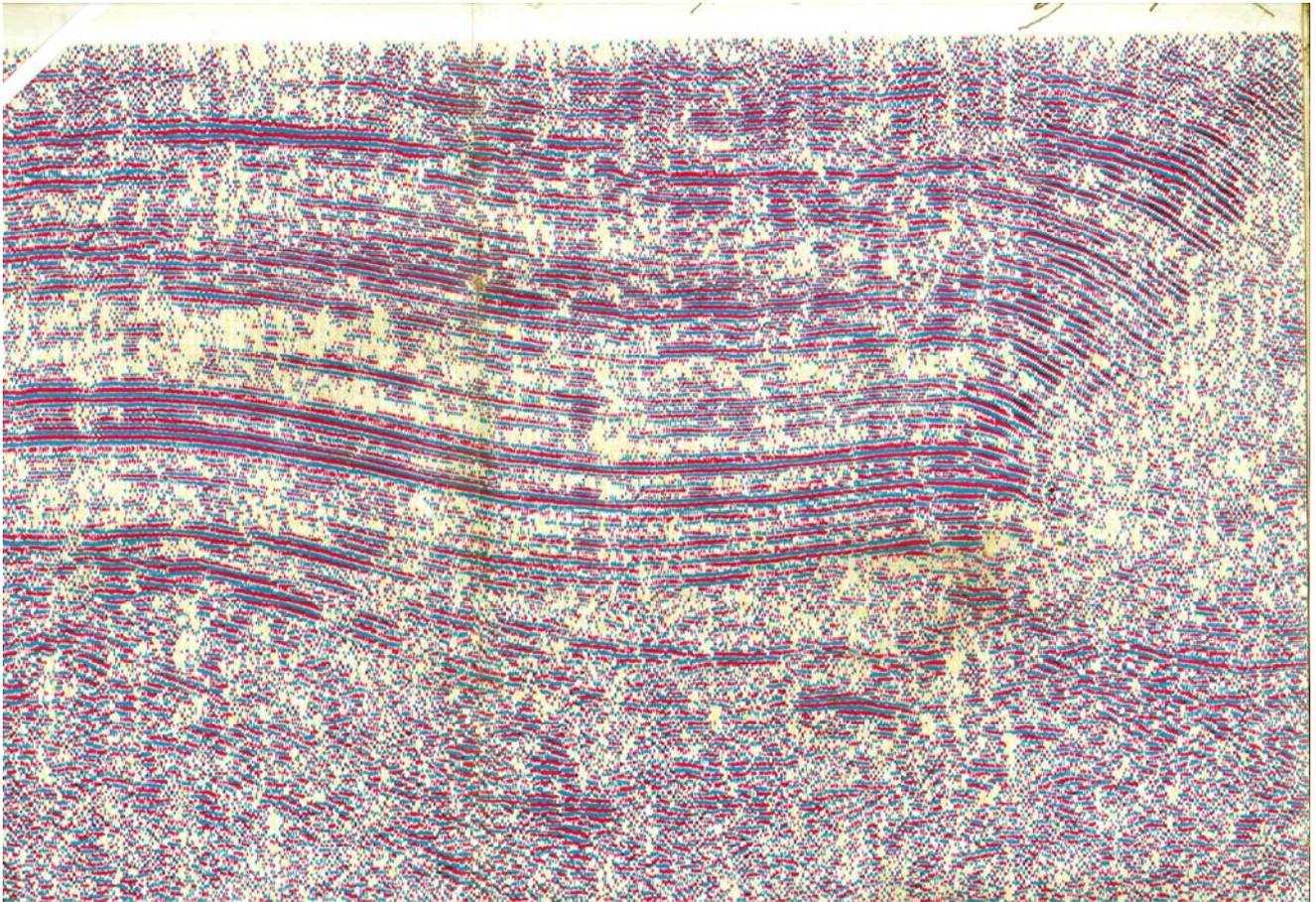
- **Depósitos de sinrift - Subgrupo Pirgua**, alta energía, facies de abanicos, fluviales, eólicos y de playas distales.
- Formación La Yesera y Los Blanquitos.
- Basaltos alcalinos, volcanismo de intraplaca, traquitas alcalinas de 128 a 112 Ma.

- **Depósitos de postrift** - Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara

- Fines del Campaniano termina la etapa de rift mecánico.
- Enfriamiento del sistema produce una lenta subsidencia.
- Subgrupo Balbuena,
- Subgrupo Santa Bárbara,
- Depósitos en discordancia sobre los del Subgrupo Pirgua y basamento.
- Los espesores de los depósitos de postrift son más constantes lateralmente y no supera los 2.500 m en los depocentros m s profundos

### Ejercicios:

1. Identificar las secuencias de prerift, sinrift y postrift del Grupo Salta.
2. Identifique posible/s falla/s extensionales.
3. Analice si algunas de las fallas extensionales, han tenido compresión (***Inversión Tectónica***).
4. Sobre la base de los puntos 1, 2 y 3, defina, la discordancia post-ruptura (***break-up unconformity***).
5. Basándose en los datos geológicos, proponga en forma breve una posible historia geológica de la región.



O

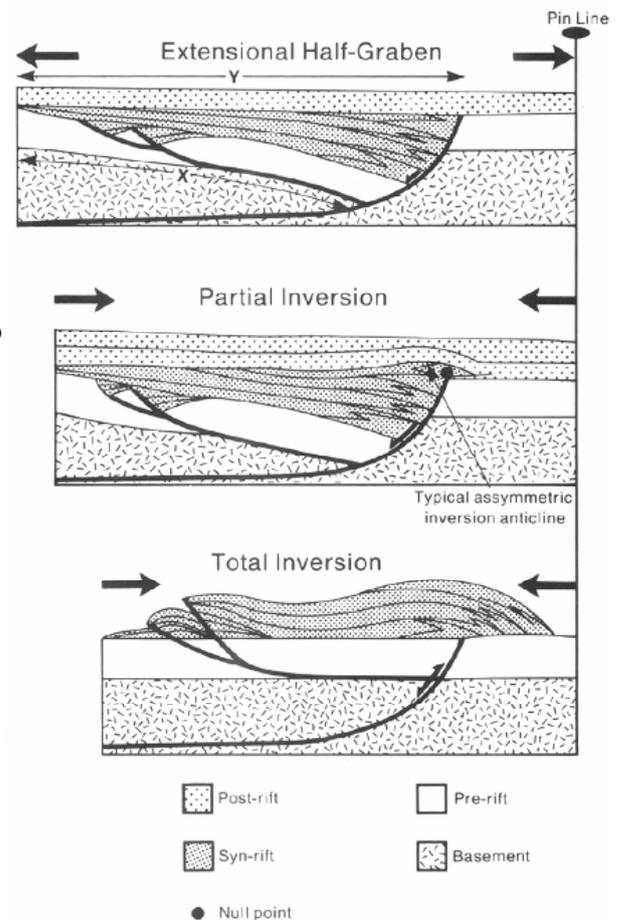
E

# Anexo

## Inversión de Cuencas

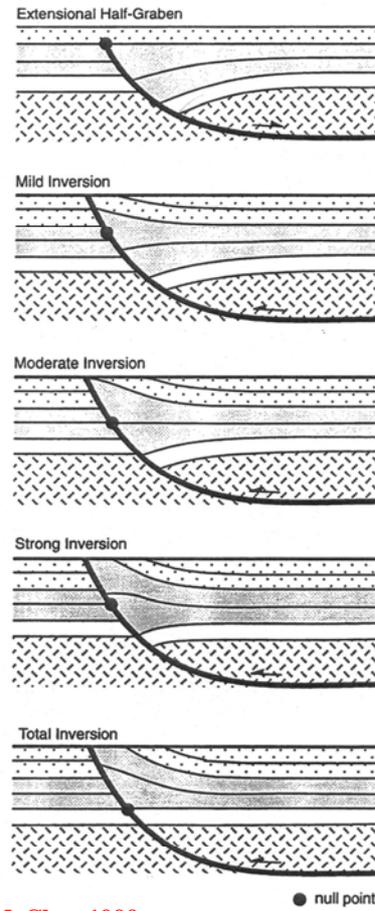
### Inversión de cuencas

- Para reconocer cuencas invertidas es esencial reconocer una **secuencia syn-rift** (contemporánea a la deformación extensiva), la cual puede estar correlacionada a través de la falla (e idealmente a **secuencias pre- y post-rift**).
- El **alzamiento del relleno de una cuenca**, y por lo tanto, la inversión, es determinada usando la **elevación regional**.
- *El concepto de elevación regional es esencial para el reconocimiento de inversión tectónica, tanto para inversión positiva como negativa* (McClay, 1999).
- Cooper y Williams (in Cooper et al, 1989) sugieren una terminología de inversión, **a) parcial, b) moderada, c) total**.



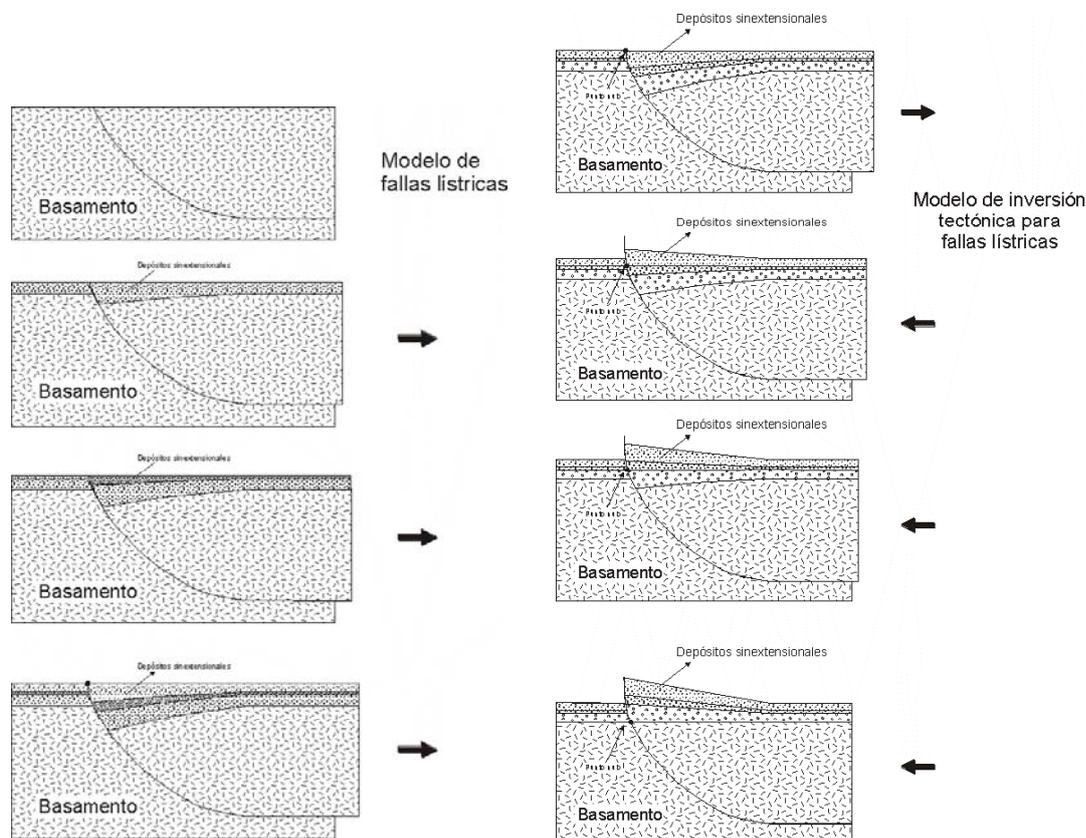
# Cantidad de Inversión & Punto Nulo

- Cooper y Williams (in Cooper et al, 1989) sugieren una terminología similar de **leve, moderada, fuerte y total inversión**.
- Las **fallas** que controlan el **crecimiento de la sedimentación** durante extensión podrían tener desplazamientos que aumentan hacia abajo.
- La **reactivación inversa** de tales fallas podrían producir un punto a lo largo del perfil de la falla en el cual **no hay salto** de estratos, llamado "**Punto Nulo**" (DePaor y Eisenstadt, 1987; Gibbs, 1987; Williams et al, 1989).
- El **Punto Nulo** **separa compresión arriba neta de extensión neta abajo** y **migrará hacia abajo** en la superficie de falla durante **progresiva inversión**.
- Si la reactivación llega más allá de la etapa de **inversión total**, entonces el **Punto Nulo** **dejará de existir**.



McClay, 1999

Figure 2.1.3. Degrees of inversion showing migration of the null point.



# Estructuras de inversión

Las geometrías de fallas extensionales reactivadas (inversión total o parcial) y las estructuras de cuenca invertida se basan en modelos conceptuales de la literatura actual.

Las características geométricas de inversión son:

- 1) Pliegue de crecimiento – anticlinal sobre la falla reactivada – alto estructural;
- 2) Cambio del depocentro desde crecimiento dentro de la falla a crecimiento lejos de la falla;
- 3) Arqueamiento y alzamiento de escala regional o ancho de la cuenca;
- 4) Inversión del manto de los bloques fallados;
- 5) ‘Back-thrusts’ (Thrust vergentes hacia el hangingwall)
- 6) Estructuras de ‘buttressing’ y ‘pop-up’ desarrolladas contra la falla extensional;
- 7) Thrusting ‘fuera del hemi-graben’ (debido a problemas de espacio);
- 8) Estructuras de ‘puntas de flecha’ o ‘arpon’ desarrolladas por hemi-graben parcialmente invertidos;
- 9) ‘Footwall short-cut faults’;
- 10) Hangingwall bypass faults.

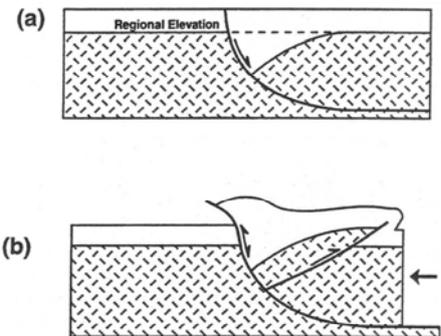


Figure 2.1.13. Inversion of a half-graben with development of a linked backthrust fault.

Back-thrust

McClay, 1999

## Estructuras de inversión

‘Footwall short-cut faults

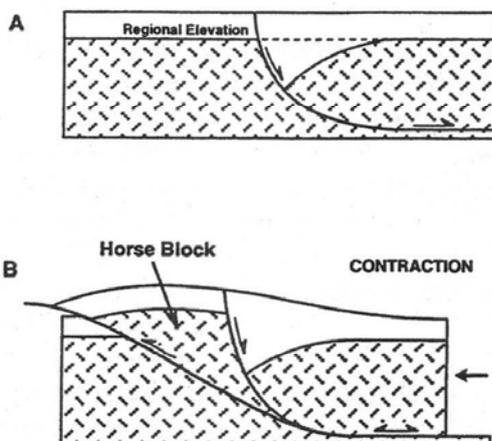


Fig. 2.1.16. Development of a footwall short cut fault to give a smoother fault trajectory for inversion.

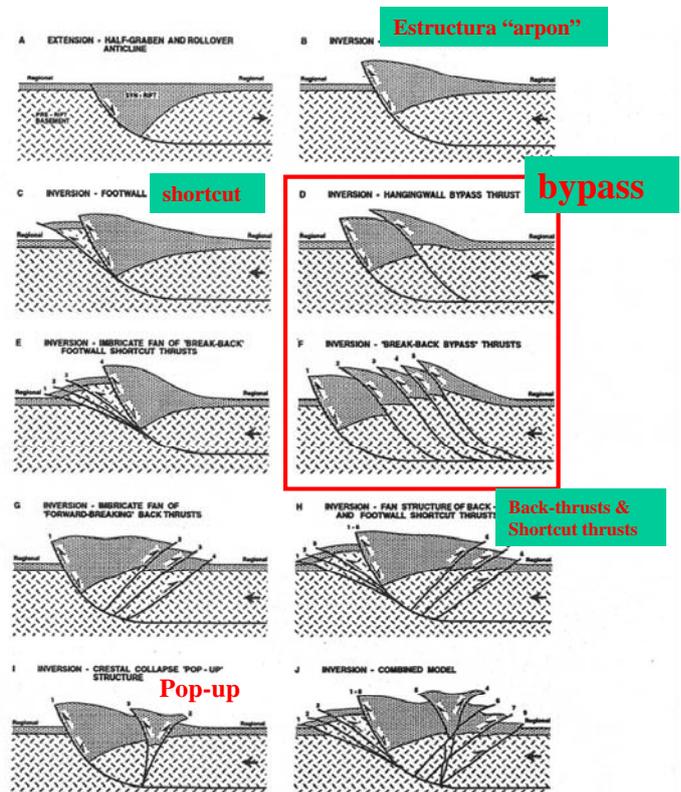
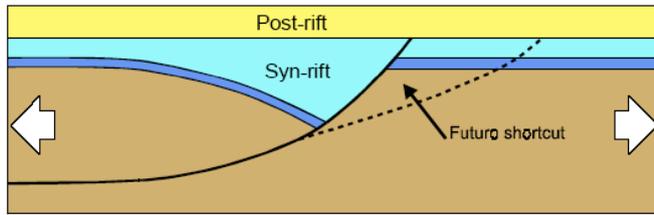


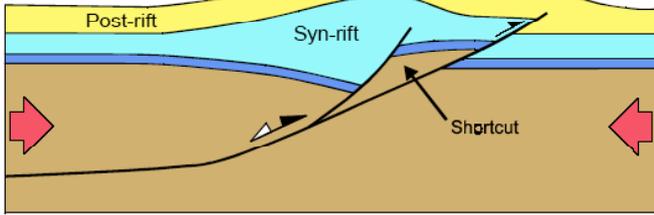
Figure 2.1.17. Inversion structures. a) Extensional half-graben. b) Arrowhead or harpoon structure. c) Footwall shortcut. d) Hangingwall by-pass thrust. e) Break-back footwall shortcut thrusts. f) Break-back bypass. g) Forward-breaking back thrusts. h) Back thrusts & footwall shortcut thrusts. i) Crestal collapse 'pop-up'. j) Combined model.

McClay, 1999

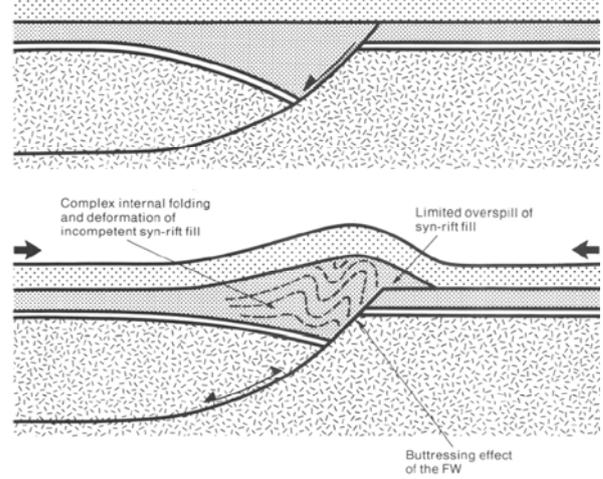
Half-graben



Half-graben invertido

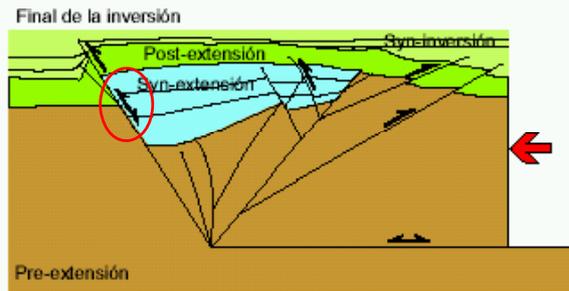
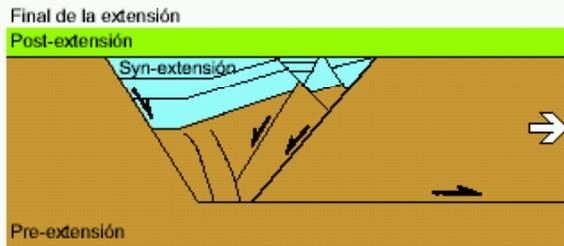


Extensional Half-Graben with incompetent synrift fill

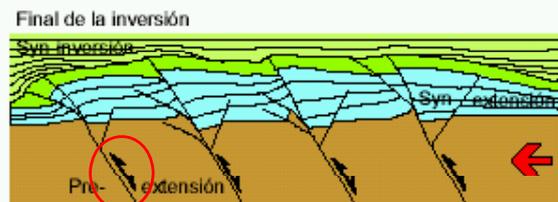
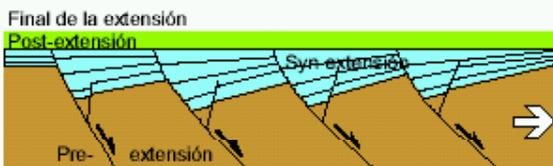


Cooper et al., 1989

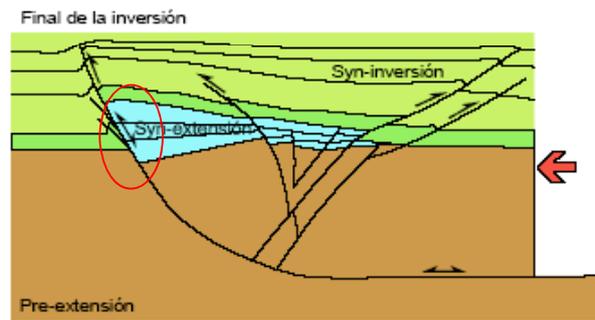
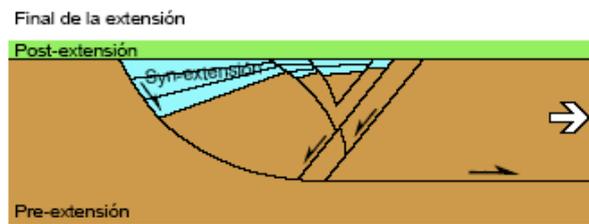
### INVERSION DE UNA FALLA PLANAR SIMPLE



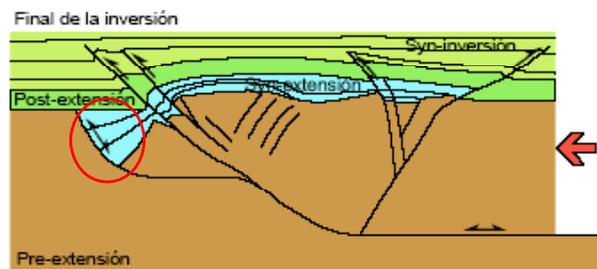
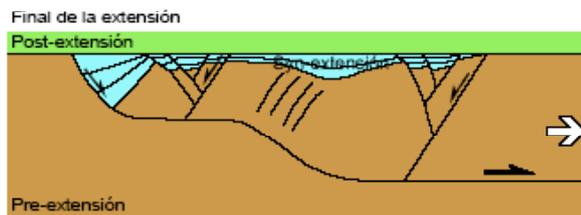
### INVERSION DE BLOQUES DE FALLAS EN DOMINO



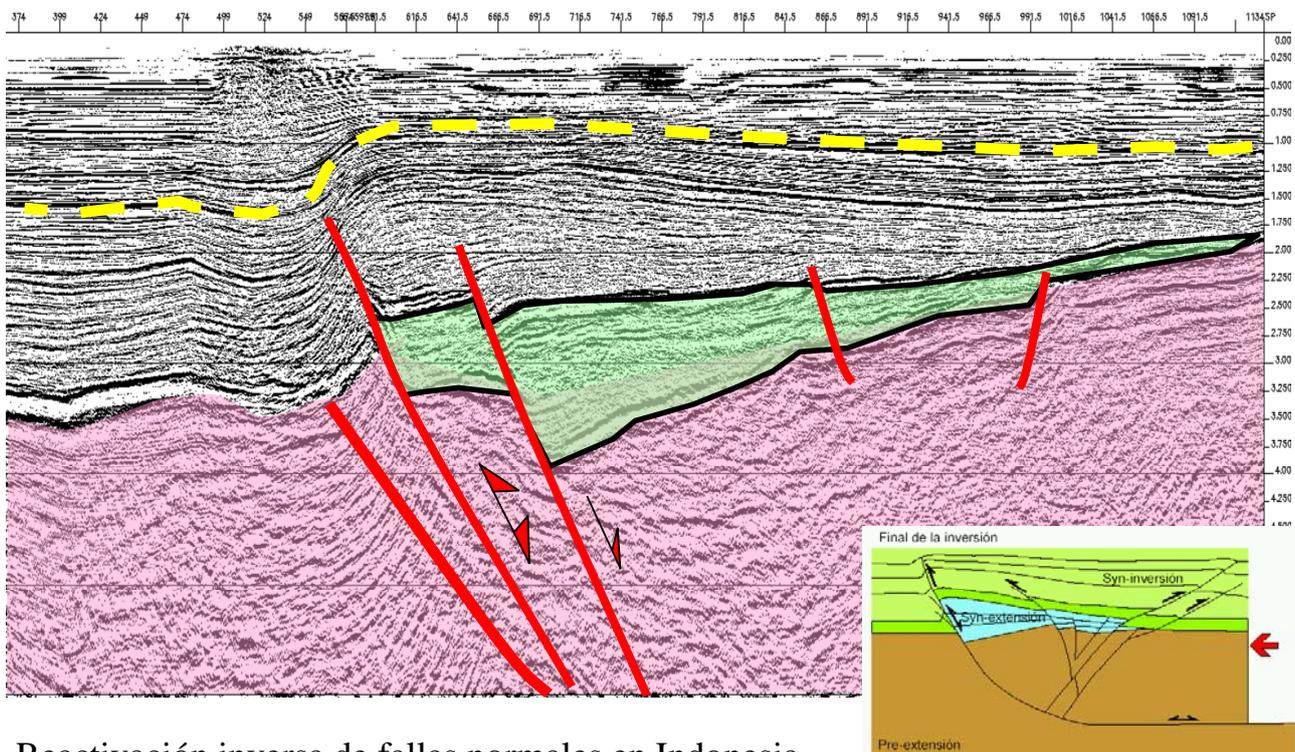
**A INVERSION DE UNA FALLA LISTICA SIMPLE**



**C INVERSION DE UNA FALLA LISTRICA CON DOS RAMPAS Y RELLANOS**

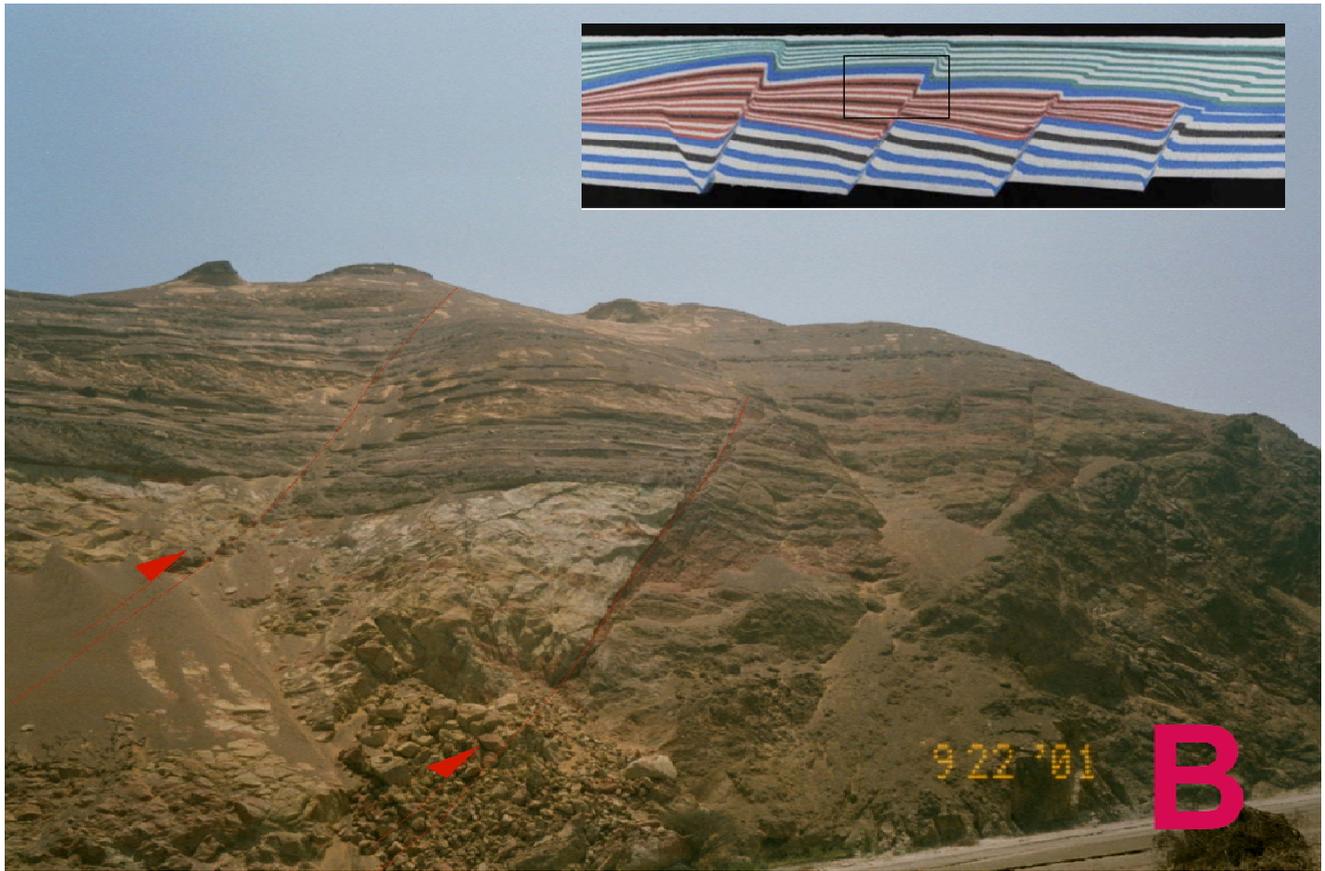


# EJEMPLO

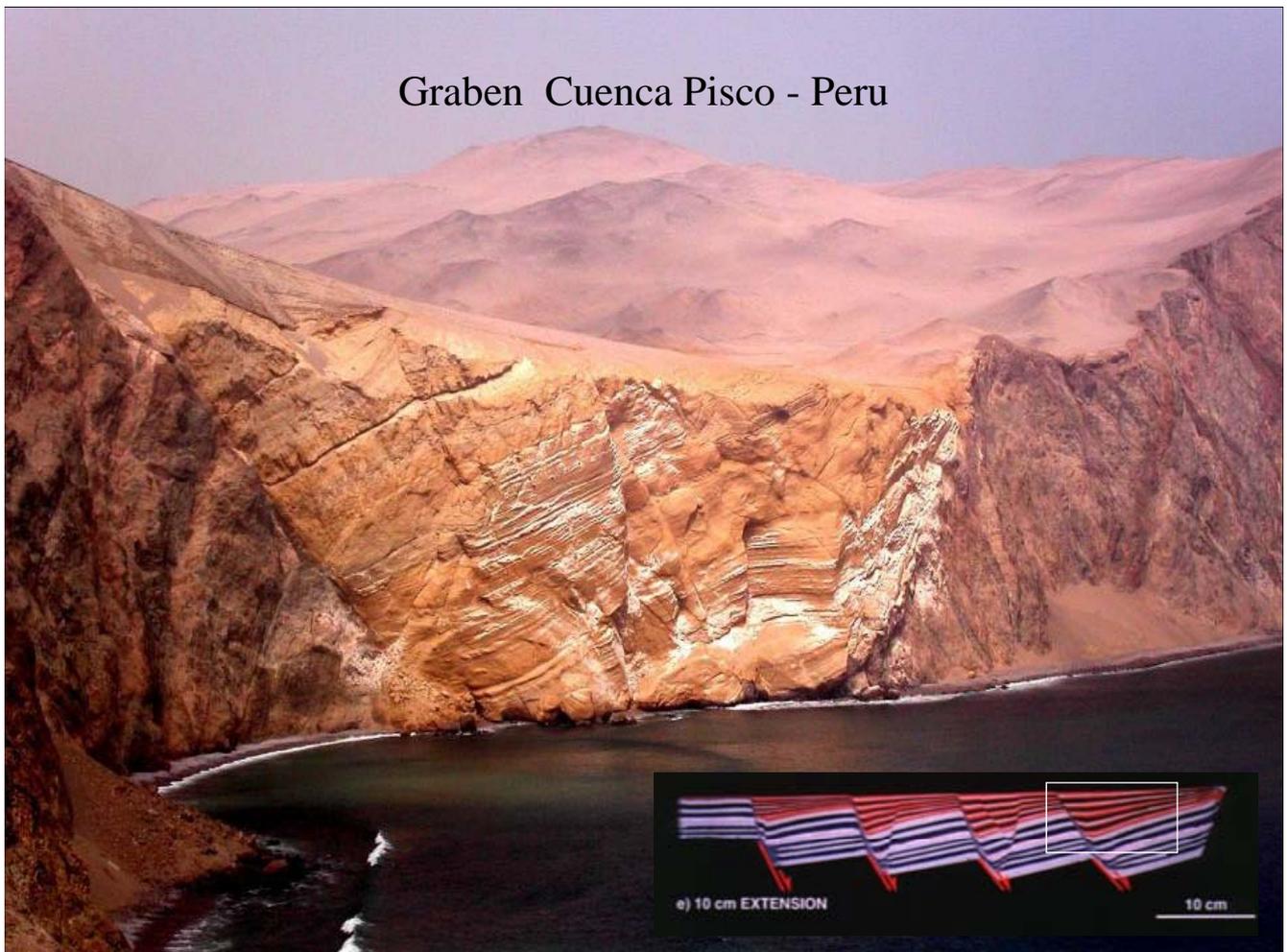


Reactivación inversa de fallas normales en Indonesia

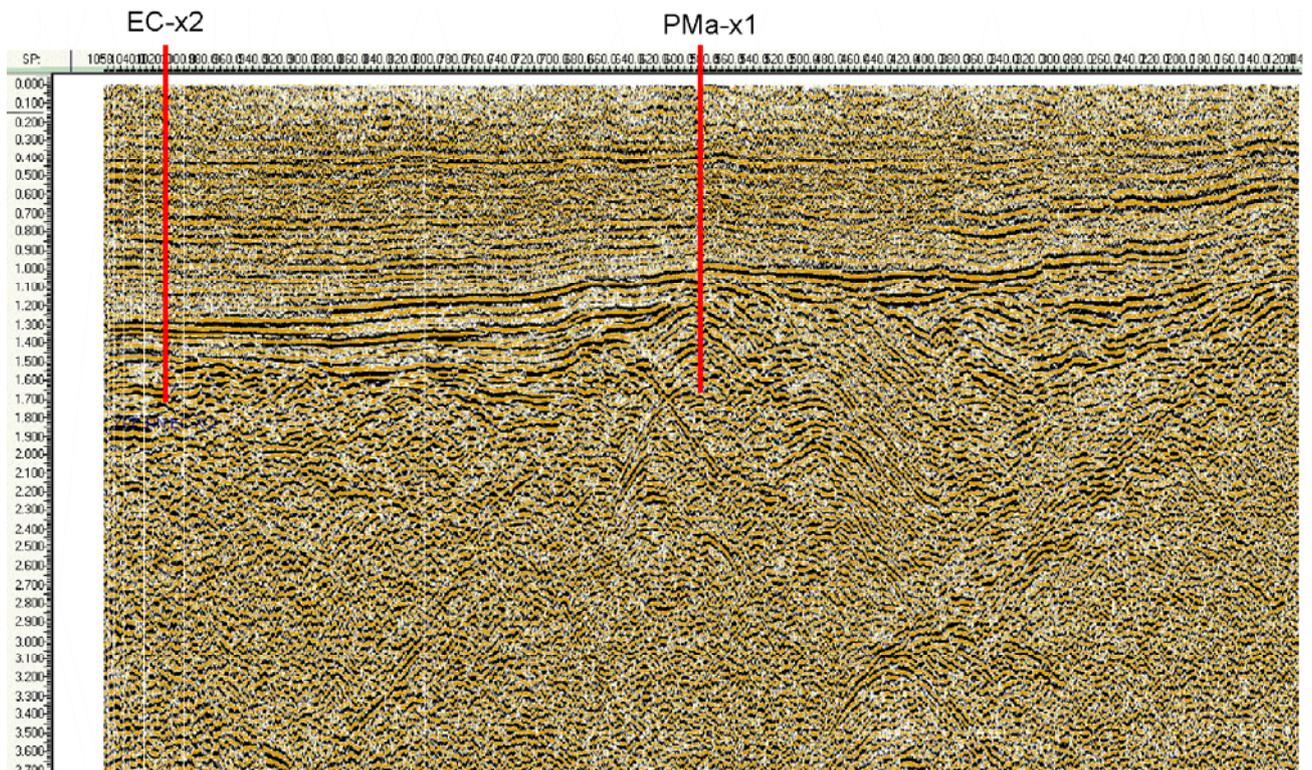
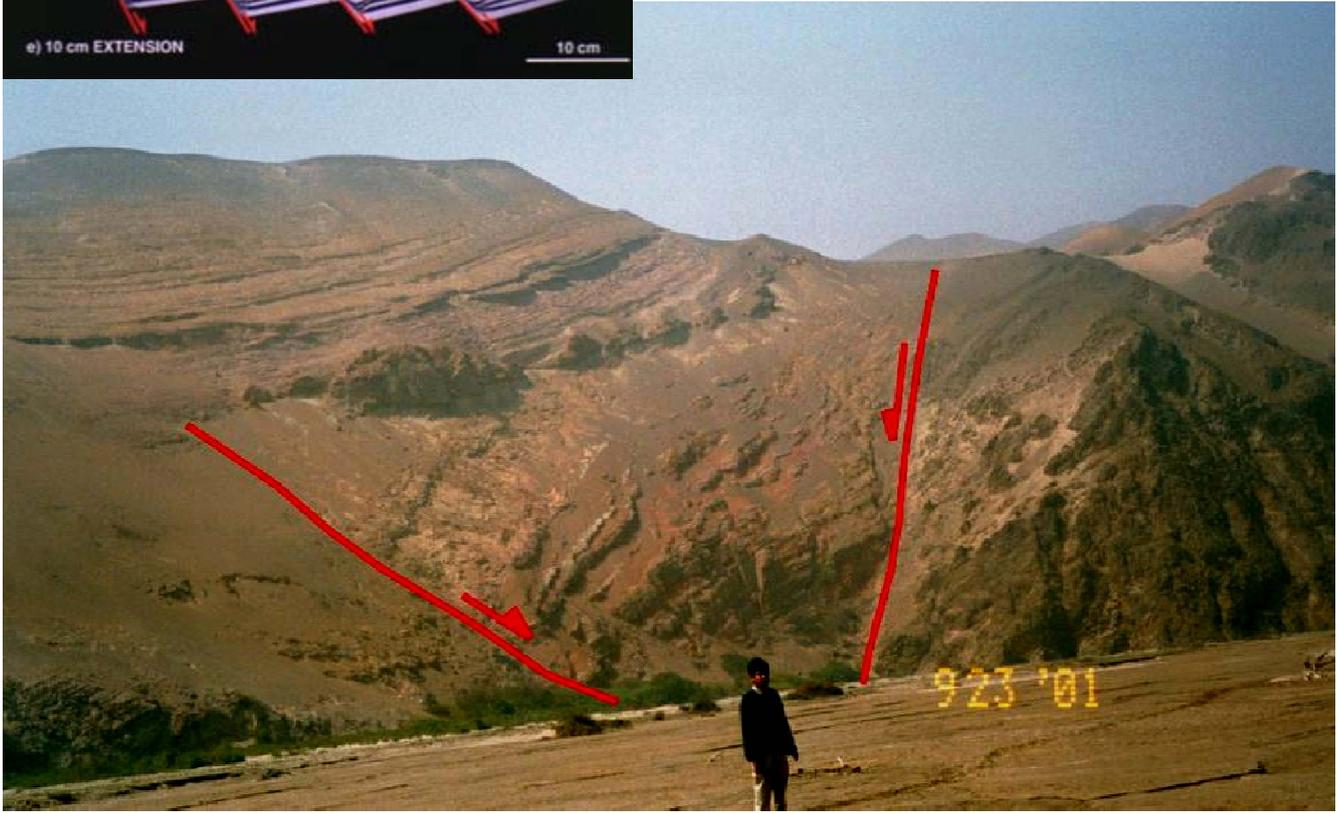
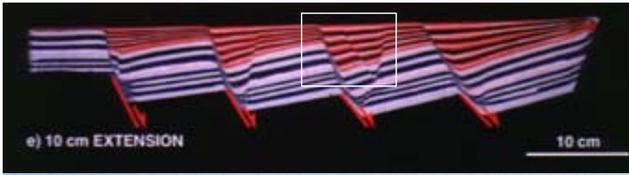
# Inversion en la Cuenca Pisco (Terciario)

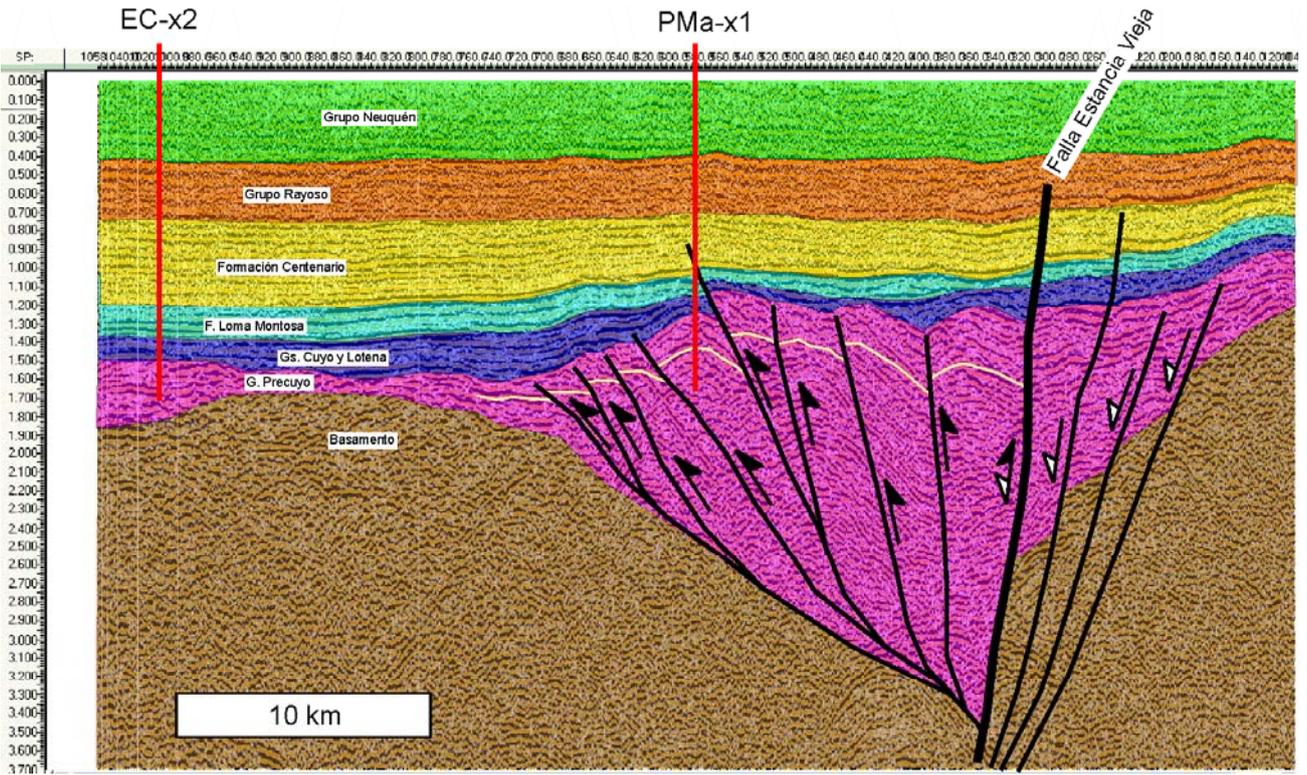


## Graben Cuenca Pisco - Peru



# Graben Cuenca Pisco (Peru)





\*\*\*