

TEMA 10

TECTONICA COMPRESIVA

TERMINOLOGIA BASICA

Tectónica tipo "thin-skinned" (piel fina)

Deformación por pliegues y fallas de rocas principalmente sedimentarias, sobre un nivel de despegue de rocas no deformadas con dicho estilo ubicado en la parte superior de la corteza. El basamento cristalino no interviene en la deformación (Sierras Subandinas, Precordillera Central y Occidental).

Tectónica tipo "thick-skinned" (piel gruesa)

Deformación que involucra al basamento o un sustrato rígido. Generalmente se expresa por fallas de alto ángulo en superficie. Este tipo de tectónica implica desacoples a niveles corticales medios o profundos (Sierras Pampeanas, Cordillera Oriental).

Corrimiento (cabalgamiento): Falla inversa con inclinación de su plano generalmente menor de 45°.

Superficie de despegue o corrimiento (*detachment, decollement*). Plano generalmente subhorizontal que separa las rocas deformadas suprayacentes (integrantes de los paquetes alóctonos) de las rocas no deformadas o mucho menos deformadas infrayacentes. Coinciden generalmente con litologías cuyo comportamiento mecánico favorece estos fenómenos de desacople (evaporitas, lutitas, margas, etc.)

Antepaís (foreland): Area estable marginal a un cinturón orogénico.

Hinterland: Sector interior del orógeno. La deformación involucra niveles estructurales profundos. En orógenos activos, el "hinterland" es una región de elevada topografía.

Alóctono:

Paquete de rocas que ha sido desplazado de su sitio de deposición original (forma parte del techo del corrimiento).

Autóctono:

Rocas in situ o con pequeños desplazamientos de su lugar de formación original (constituye la base del corrimiento).

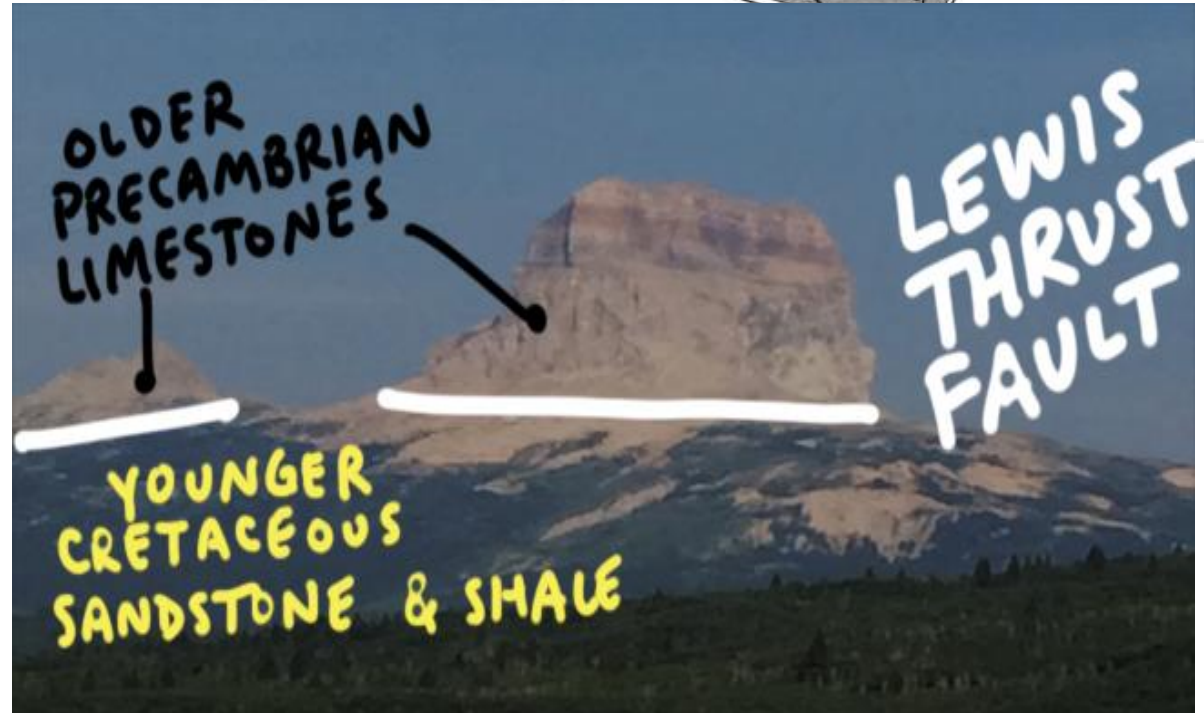
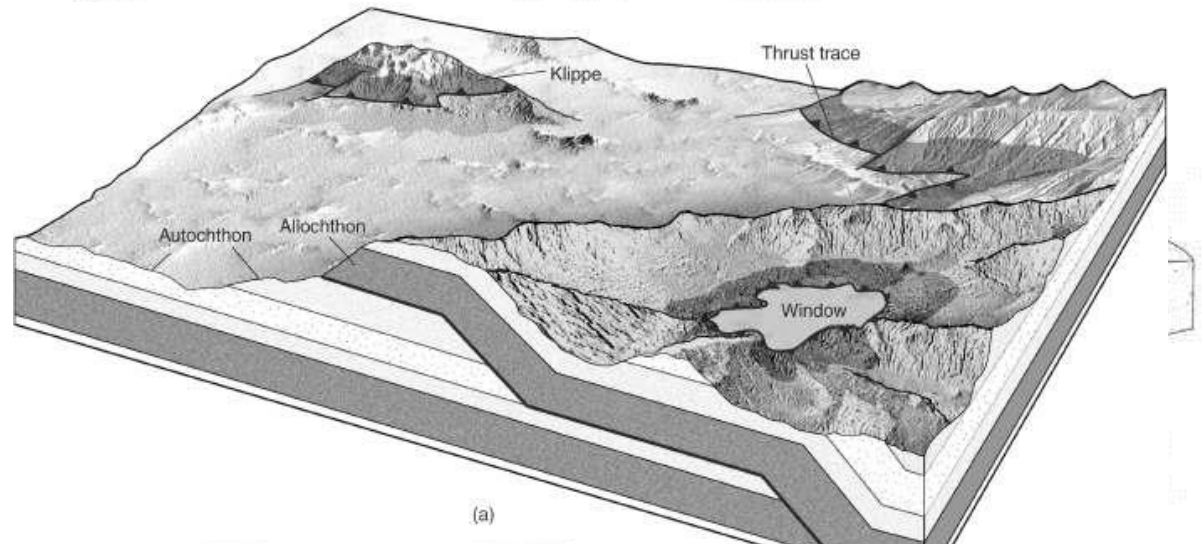
Klippe:

Sector de rocas integrantes de una zona alóctona ubicado a manera de isla por encima del autóctono por fenómenos erosivos y separado por el plano de corrimiento.

Ventana:

Sector autóctono visible dentro de un área alóctona.

Estos conceptos aplican al análisis en planta de las estructuras.



FAJAS PLEGADAS Y CORRIDAS (FPC)

PRINCIPALES CARACTERISTICAS

- .Cinturones lineales o arqueados compuestos por pliegues asociados a fallas inversas de bajo ángulo.
- . Asociados a importantes niveles de desacople en la parte superior de la corteza
- .Evolucionan de prismas sedimentarios con disposición subhorizontal o acuñada.
- .Están ubicados entre el cratón no deformado y el orógeno principal o cinturón montañoso.
- . Anteriormente se denominaban a estas asociaciones como "plegamiento de antepaís".
- . Vergencia generalmente hacia el antepaís.
- .Planos de despegue varían entre 1º-6º hacia el cinturón montañoso.
- . Resultado de acortamiento y engrosamiento cortical. Este desbalance de masa en la litósfera origina generalmente las cuencas de antepaís (foreland basins).

Ejemplos: Canadian Rockies foothills, cinturón sub-himalayo, Sierras Subandinas, Precordillera, Apalaches.

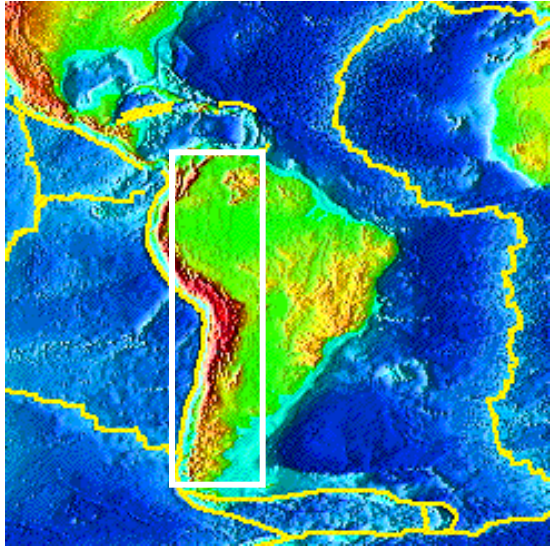
. **Fajas corridas de piel fina y piel gruesa**

.**Fajas de margen activo:** Antitéticas (tipo andino) y sintéticas (tipo himalayo-alpino)

. **Fajas de margen pasivo**

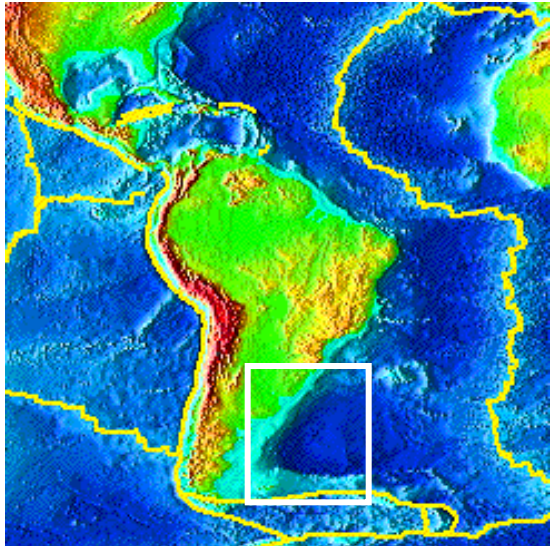
Fajas Plegadas y Corridas

Margen activo



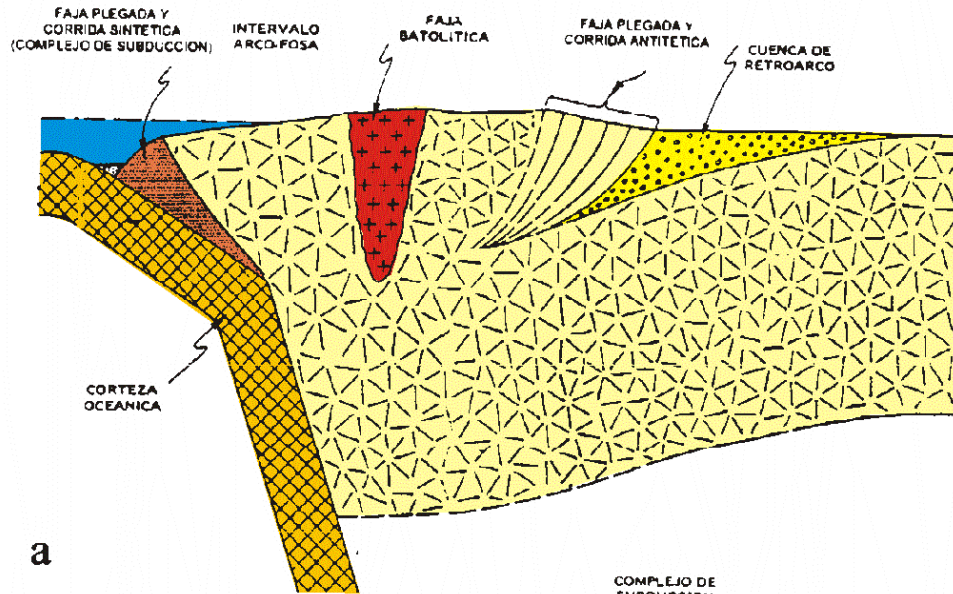
Se desarrollan las fajas plegadas y corridas más comunes y más importantes. Se vinculan a esfuerzos tangenciales.

Margen pasivo

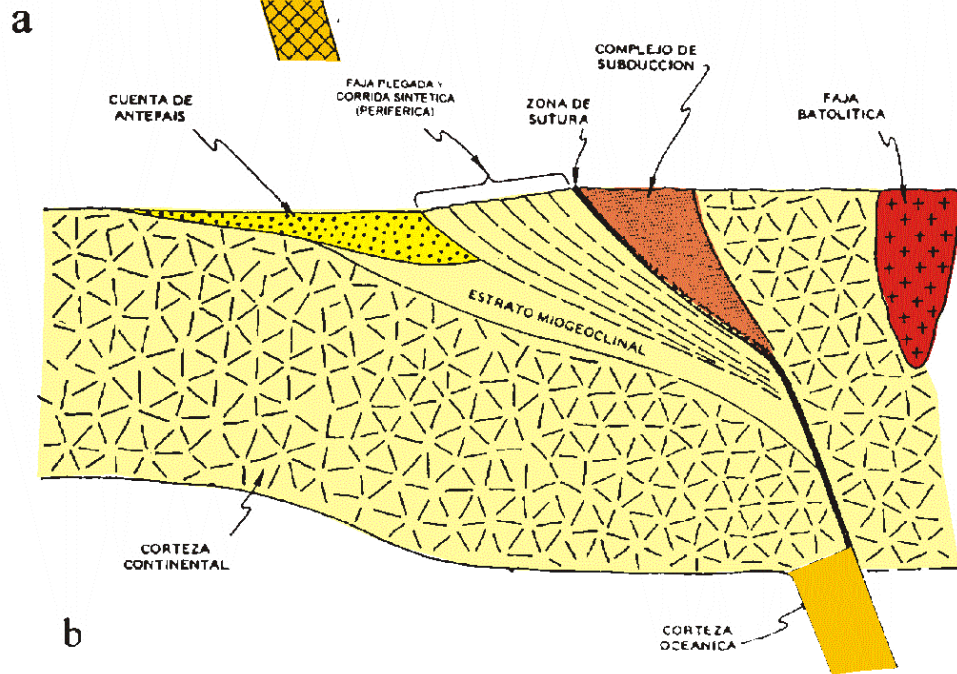
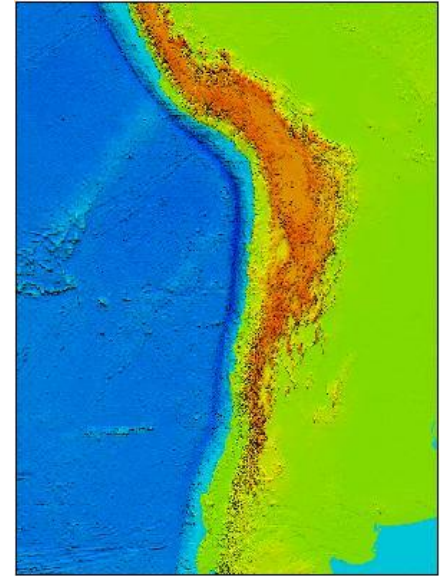


No son muy comunes. Se vinculan a acomodación por **gravedad**.

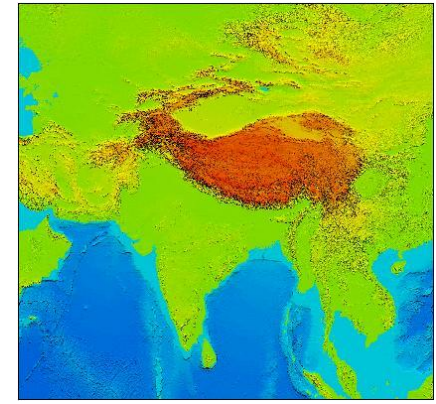
Fajas plegadas y corridas en márgenes activos



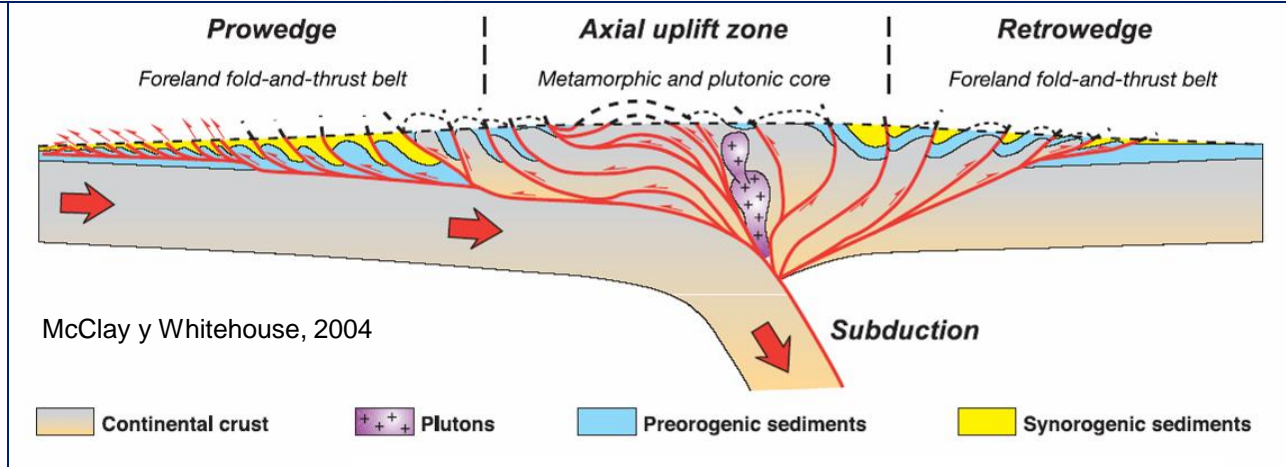
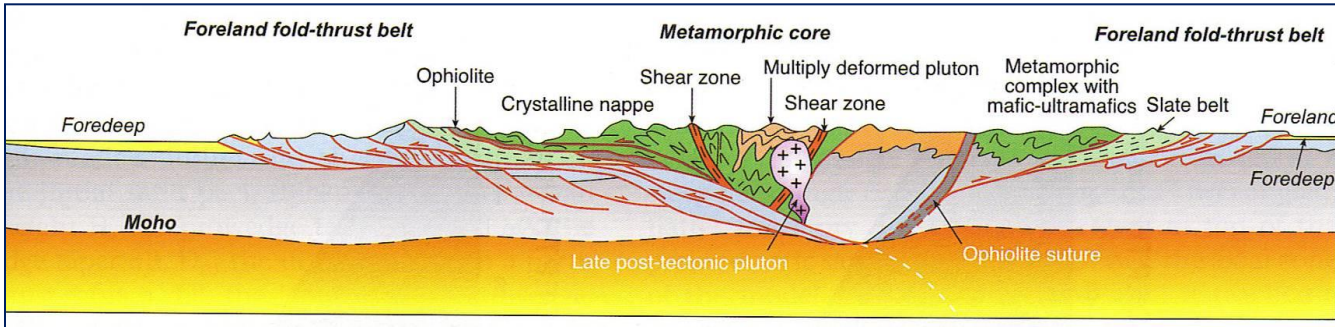
Margen tipo andino (antitético)



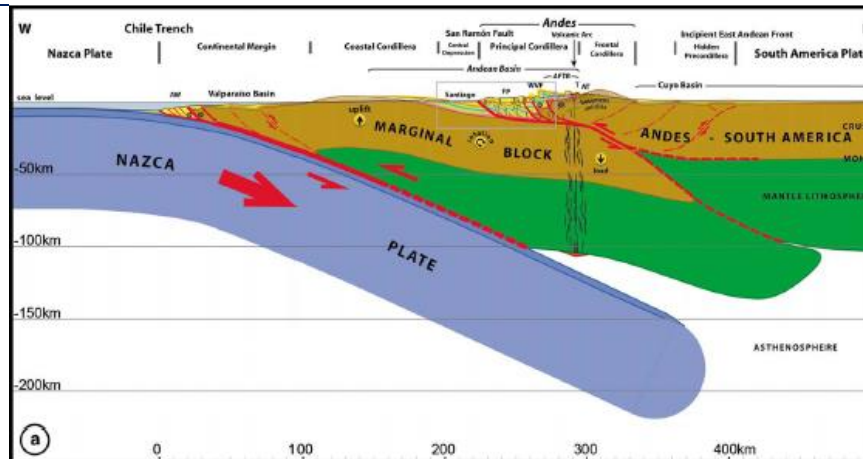
Margen tipo alpino (sintético)



Cuñas doblevergentes (*doubly vergent thrust wedges*) en márgenes colisionales tipo alpino



FPC – CRISTALLINI 2005



También en los ANDES?
(Armijo et al., 2010)

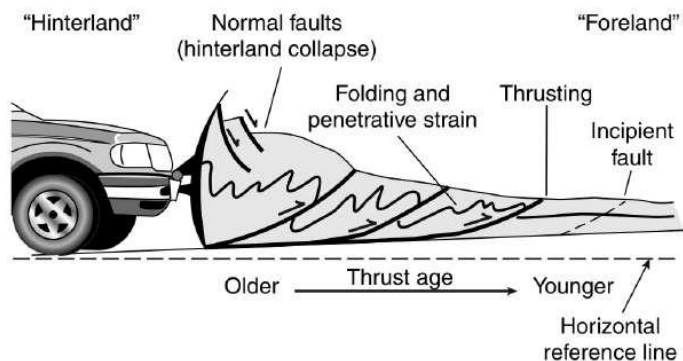
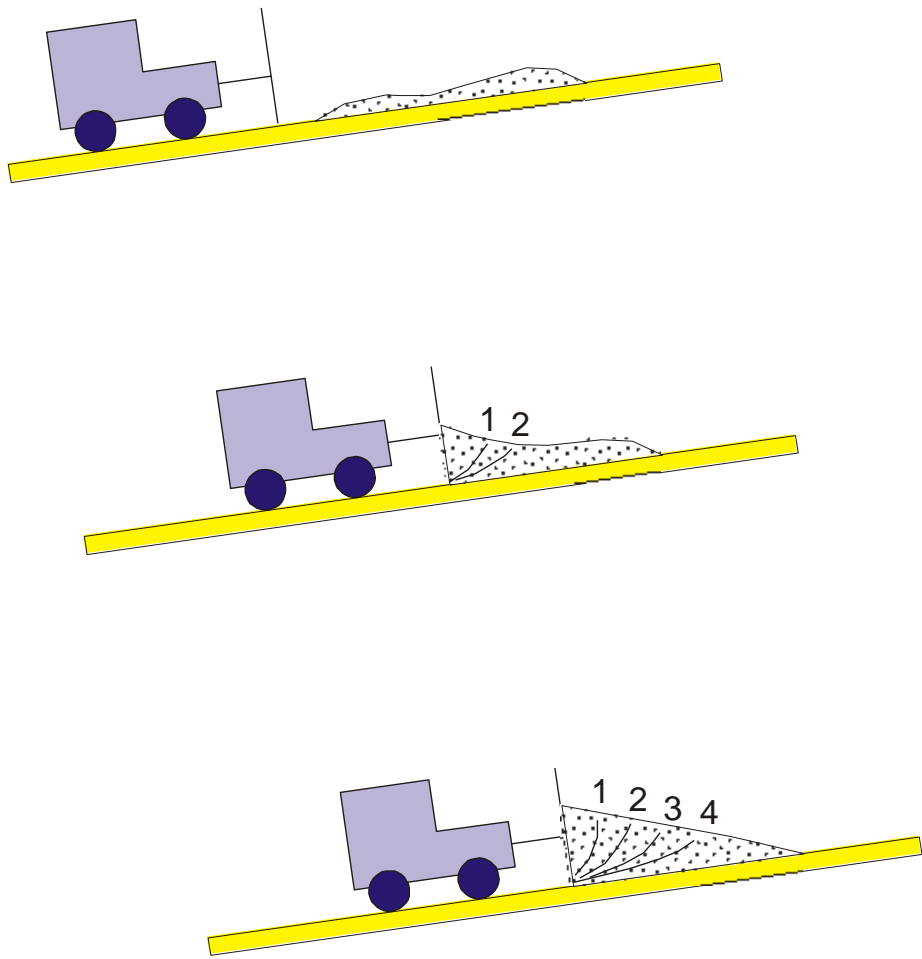
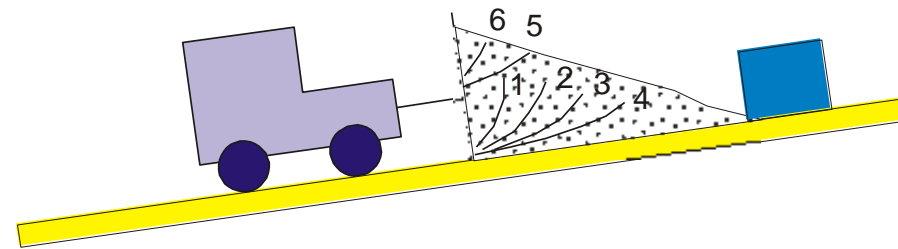
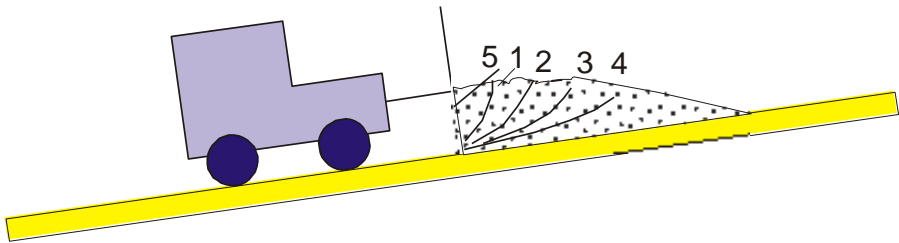
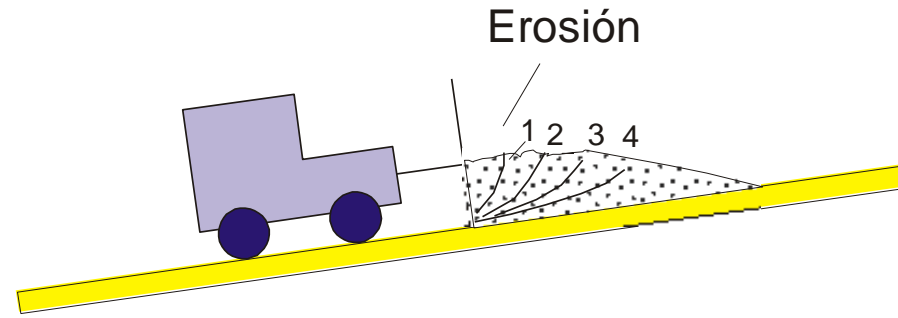
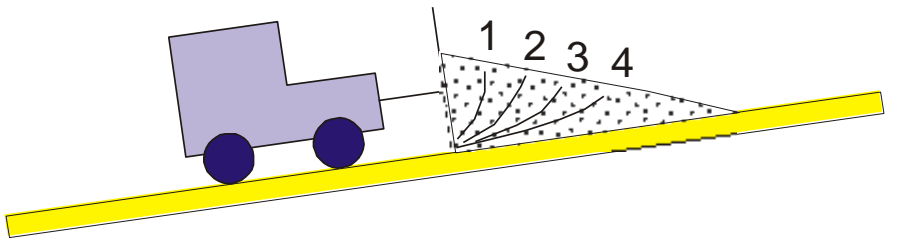
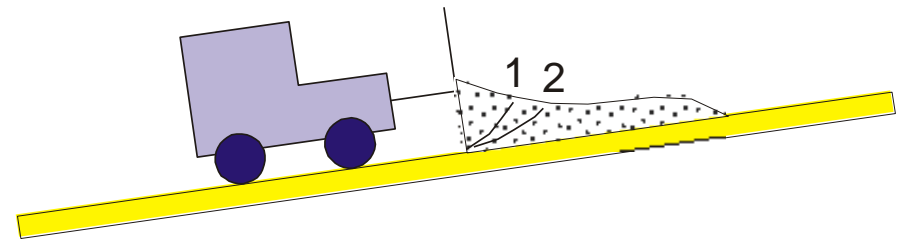
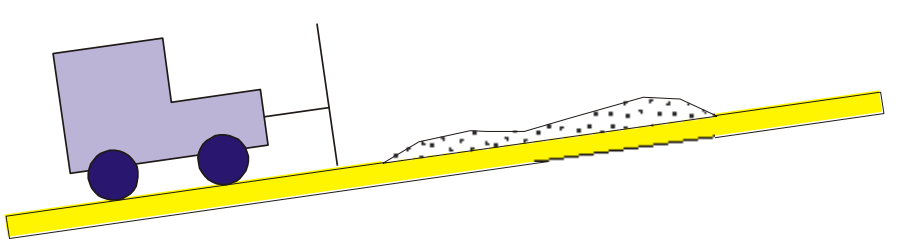


FIGURE 18.32 Snowplow analogy for fold-thrust belt development. The wedge of snow widens with continued shortening; younger thrusts generally initiate in a hinterland to foreland progression. While new thrusts are adding material at the toe of the wedge, the hinterland portions are developing penetrative strain, normal faults, and slump features.

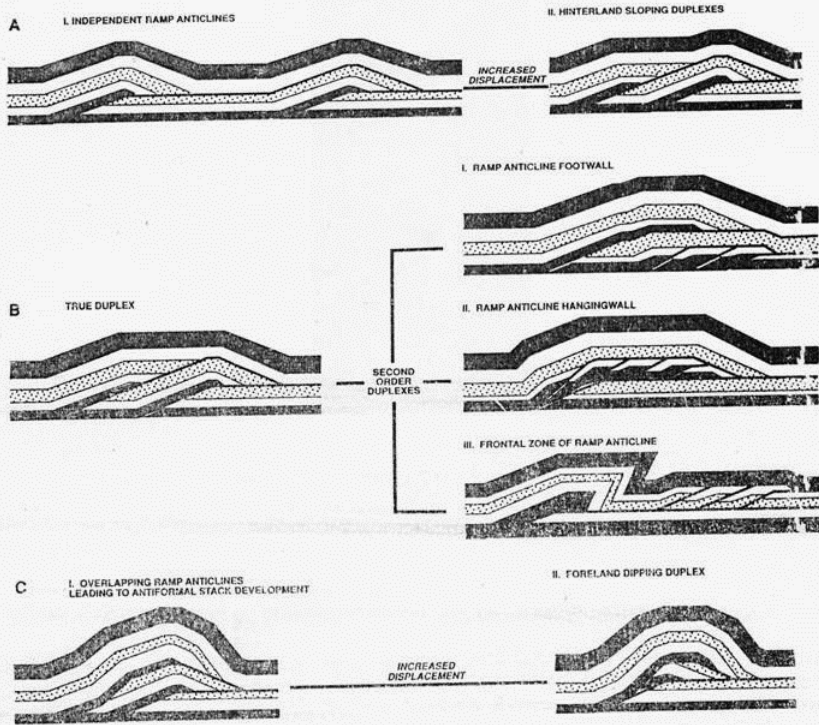


PRINCIPALES SISTEMAS DE CORRIMIENTOS ASOCIADOS A FAJAS PLEGADAS Y CORRIDAS

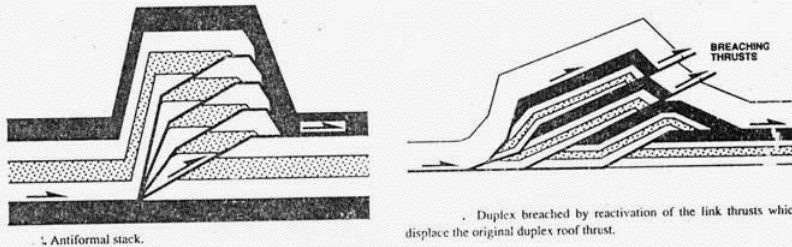
- . *Derivan de: Pliegues asociados a fallas (flexión, propagación, despegue)*
- . *Fallas duplex, abanicos imbricados*
- . Zonas triangulares
- . Zonas de transferencia
- . Estructuras de Frentes orogénicos

* Sistemas de corrimiento

GLOSSARY OF THRUST TECTONICS TERMS

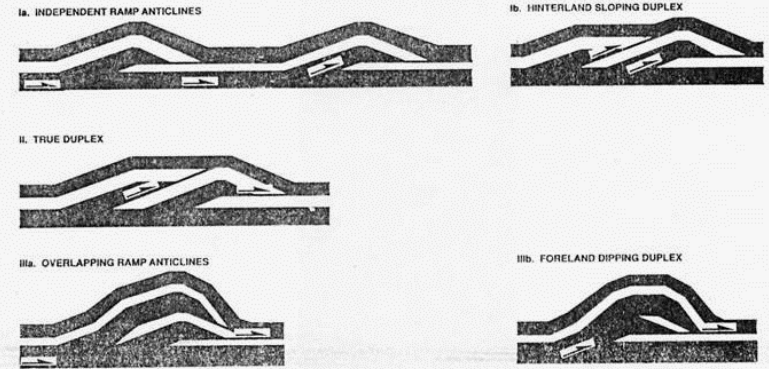


Duplex classification (modified after Mitra 1986). (a) Independent ramp anticlines and hinterland dipping duplexes. (b) True duplex with second order duplexes. (c) Overlapping ramp anticlines which produce antiformal stacks and, with increased displacement, foreland dipping duplexes.

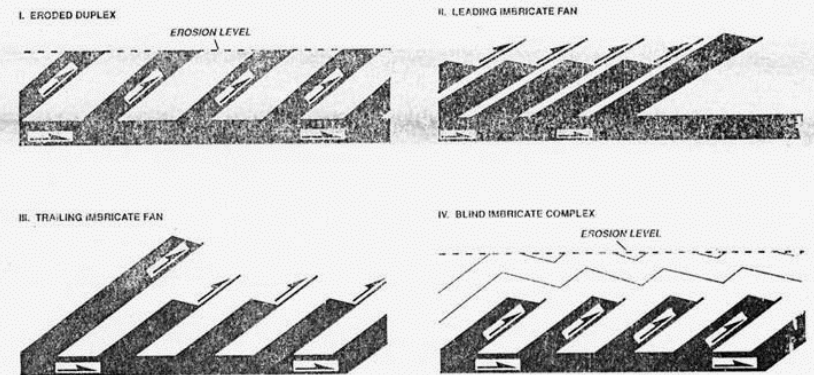


K.R. McCLAY

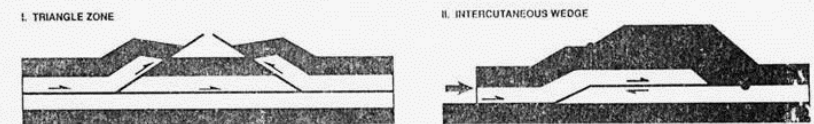
A. DUPLEXES



B. IMBRICATE SYSTEMS

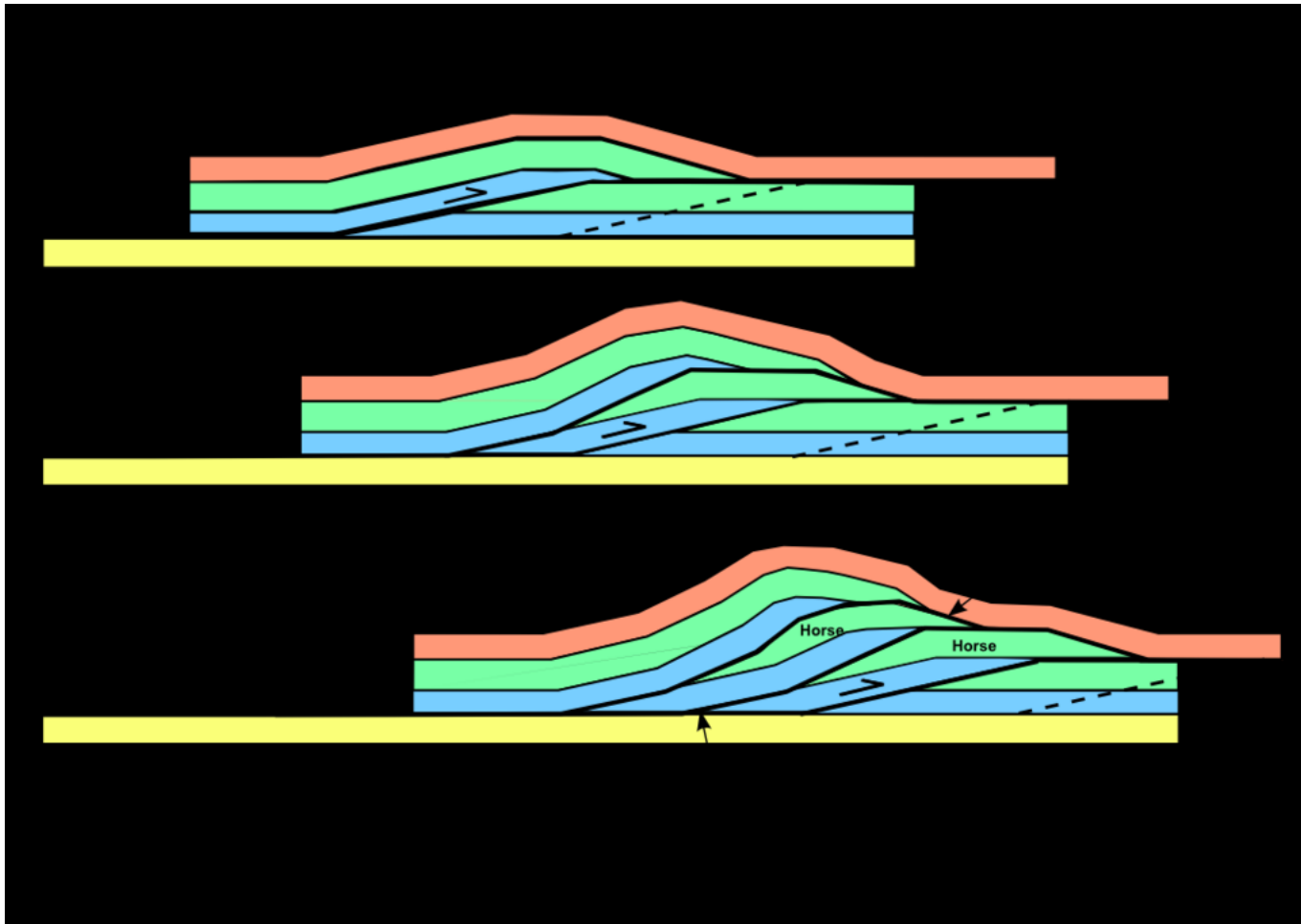


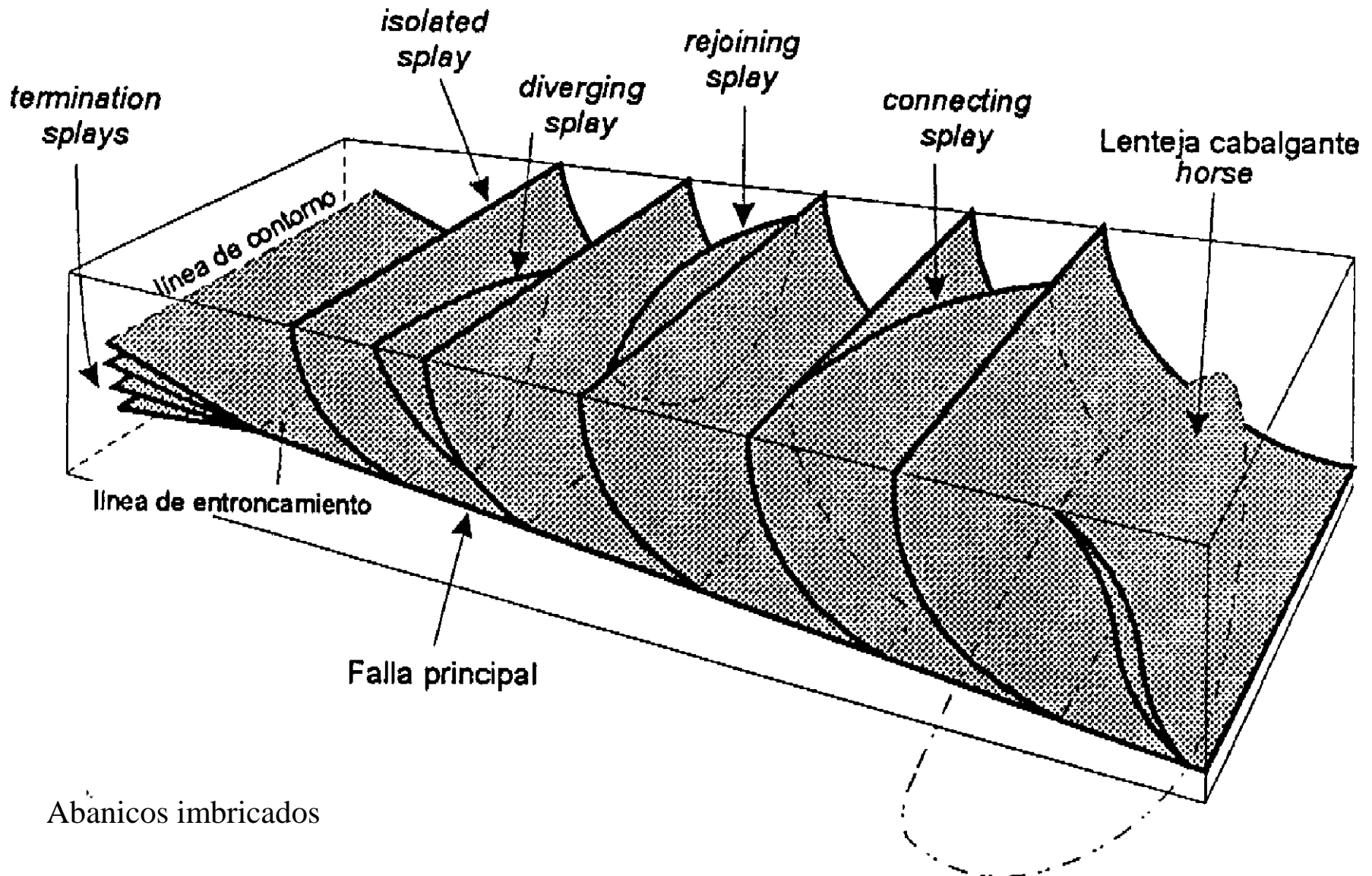
C. TRIANGLE ZONES



Thrust systems. (a) Duplexes. (b) Imbricate systems (schematic). (c) Triangle zones. (adapted after Boyer & Elliott 1982; Mitra 1986; and Woodward *et al.* 1989).

FALLAS DUPLEX En.wikipedia.org

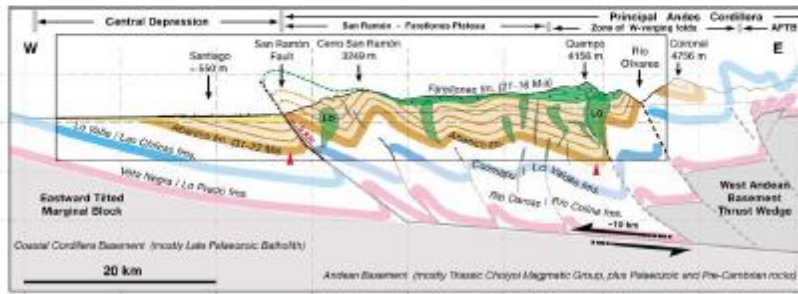




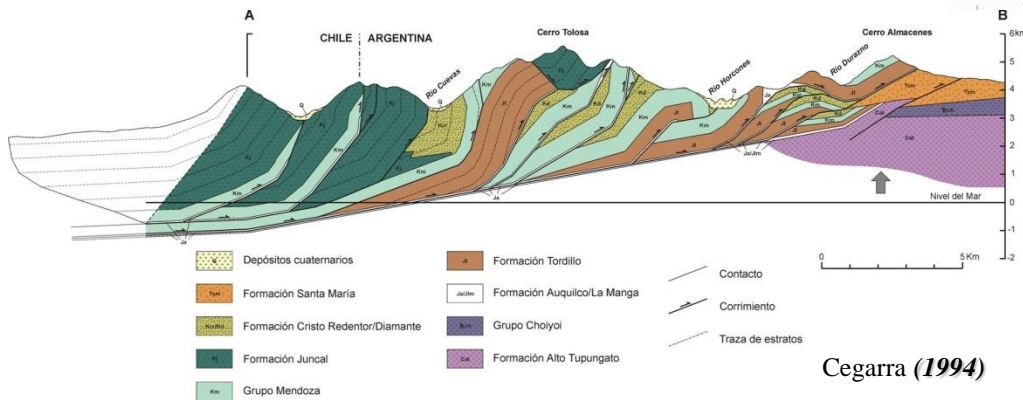
Sistemas de corrimiento

Corrimientos imbricados (abanicos imbricados)

TC2007 ARMJO ET AL.: WEST ANDEAN THRUST AND SAN RAMÓN FAULT TC2007



ACONCAGUA FOLD AND THRUST BELT



Cegarra (1994)

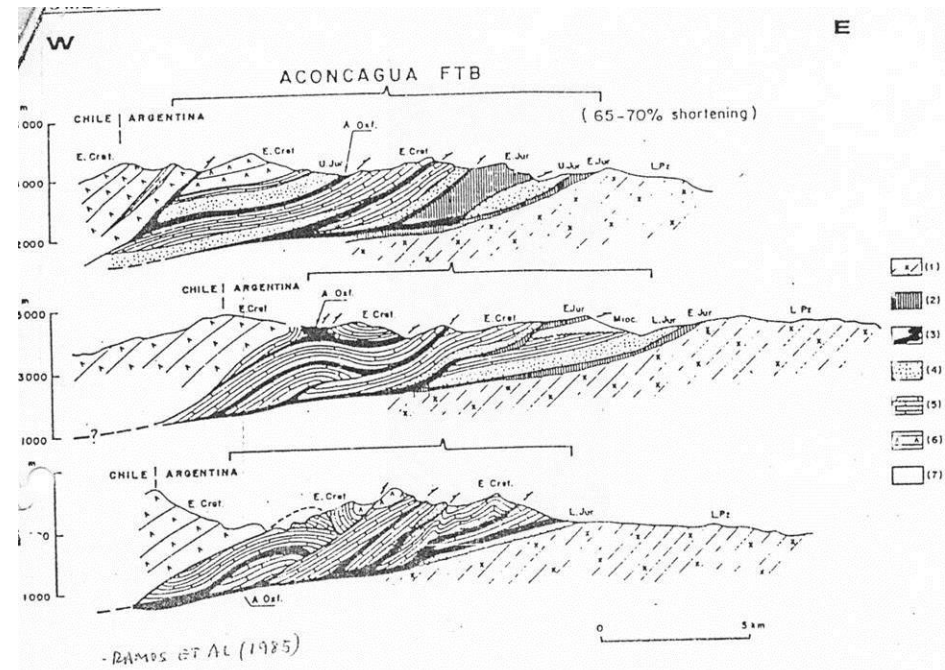


Fig. 19.a

DAVIS ET AL.: MECHANICS OF FORWARD THRUST BELTS

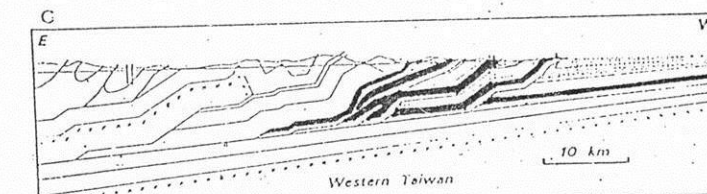
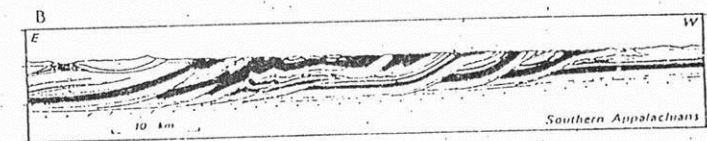
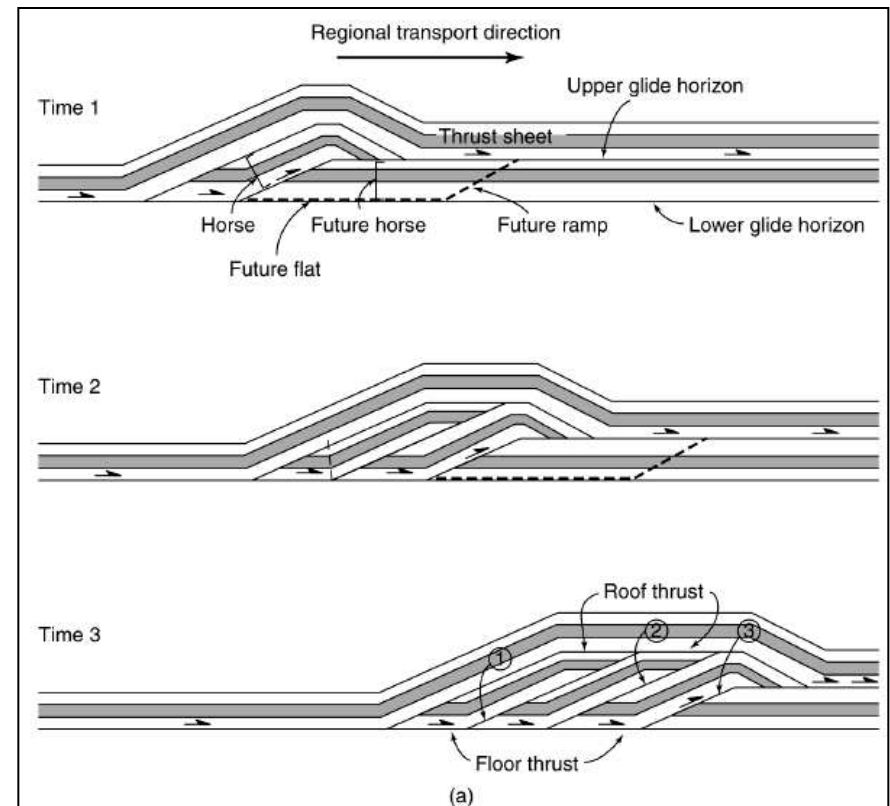


Fig 19.b

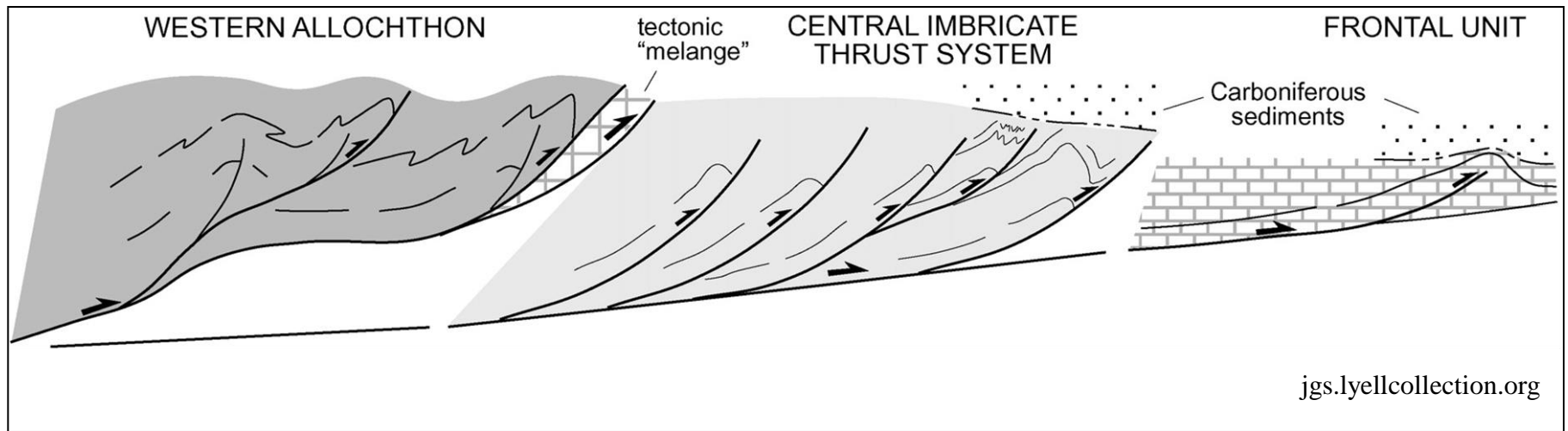
Fig. 1. Cross sections of several foreland fold-and-thrust belts: (a) Canadian Rockies [after Bully et al., 1964], (b) southern Appalachians [after Roeder et al., 1974], and (c) western Taiwan [after Suppe, 1980a].



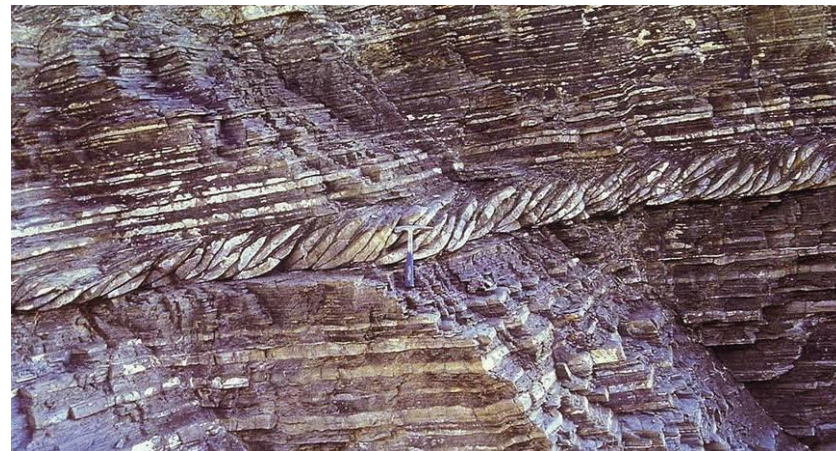
. *Sistemas de corrimientos*
(fallas duplex, imbricaciones, etc.)



Sistemas de abanicos imbricados



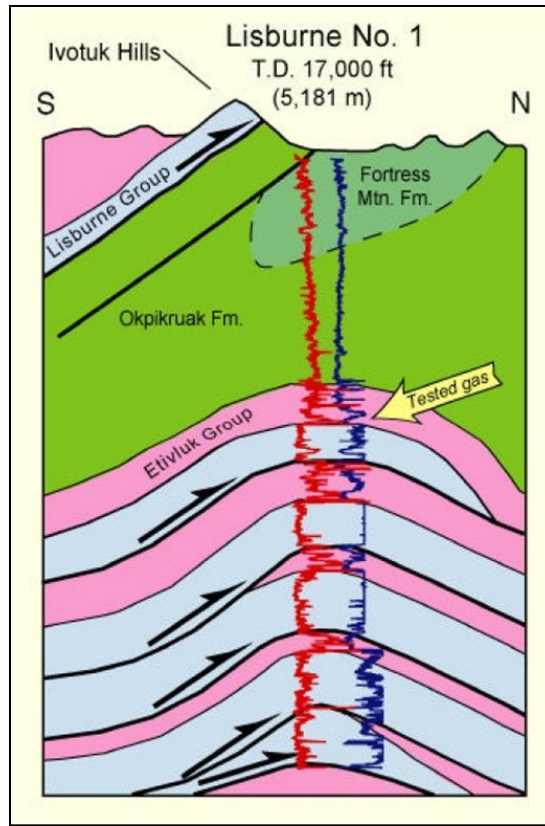
FALLAS DUPLEX



Sistemas de corrimiento

Zonas triangulares

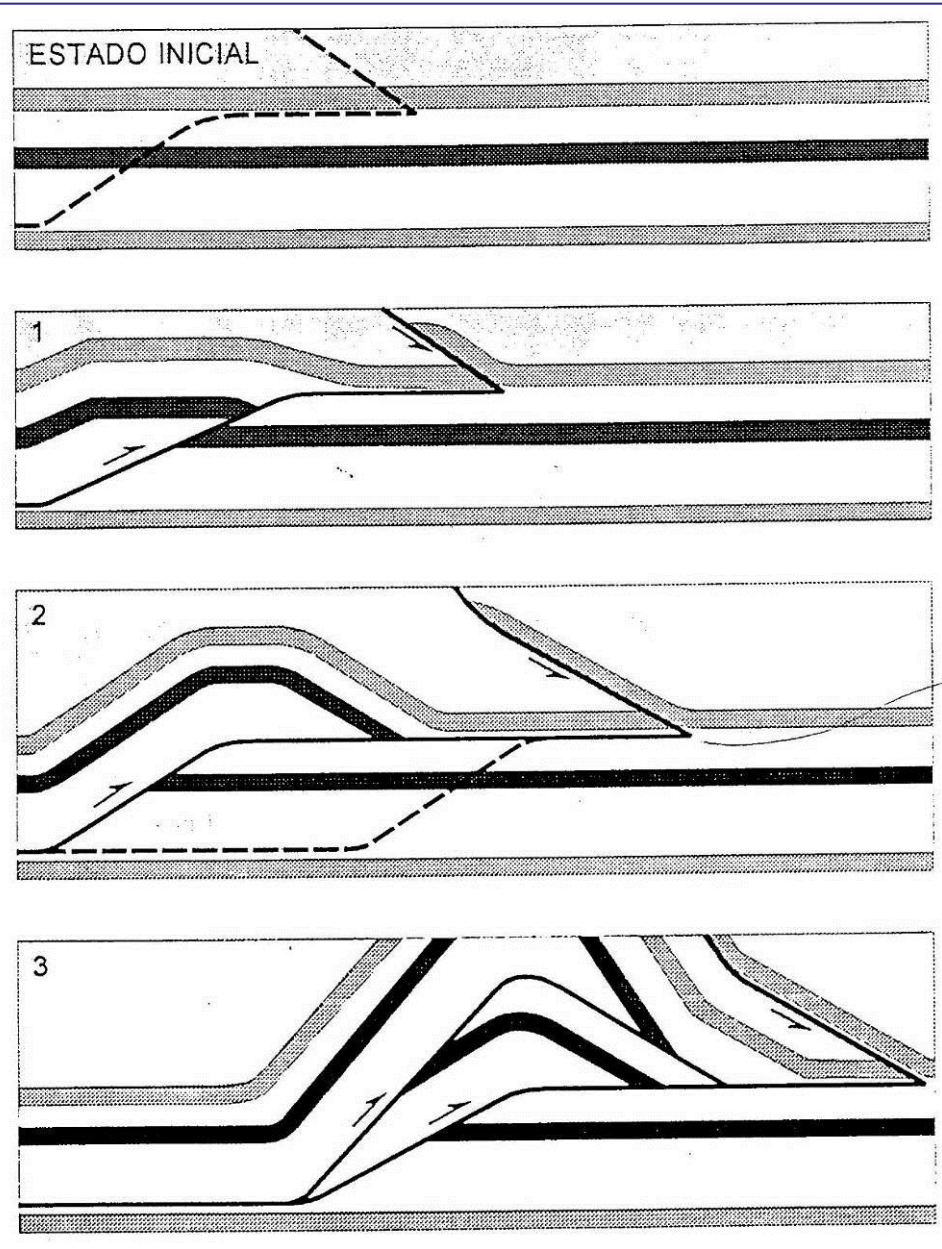
(triangular zones, antiformal stacks)

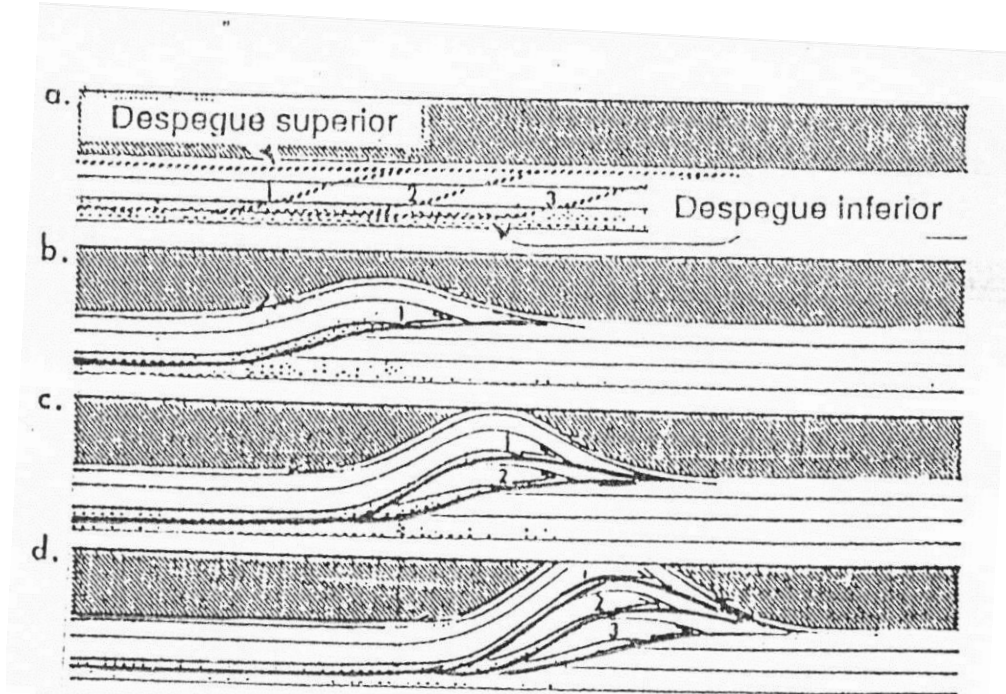
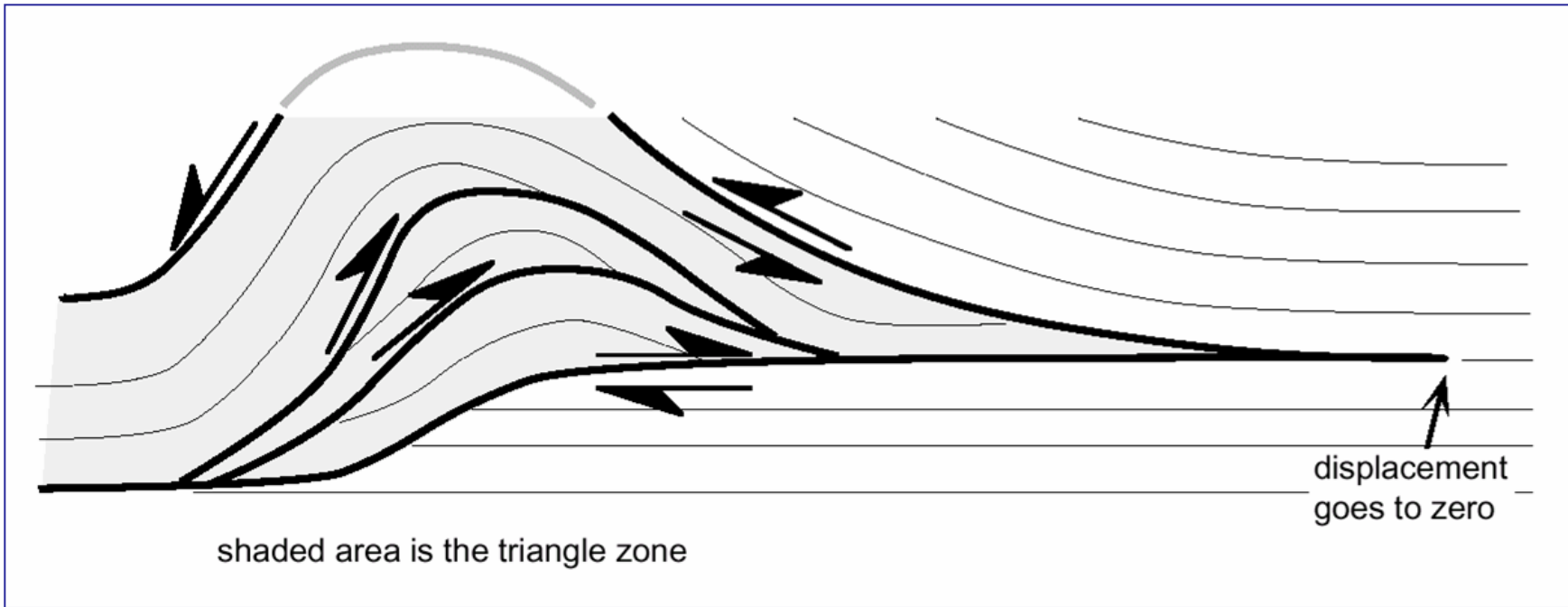


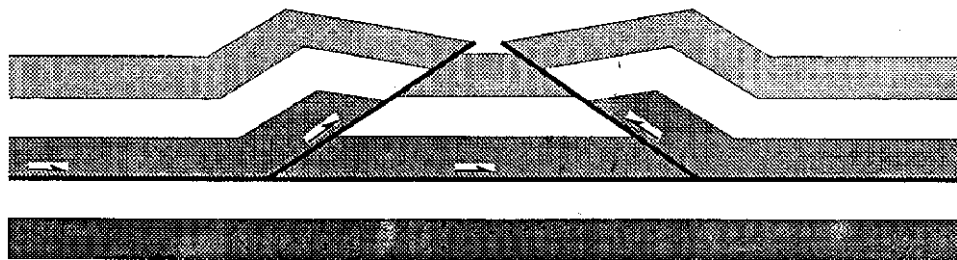
en.wikipedia.org

Desarrollo de una zona triangular

Charlesworth & Gagnon, 1985 en Muñoz, 1997

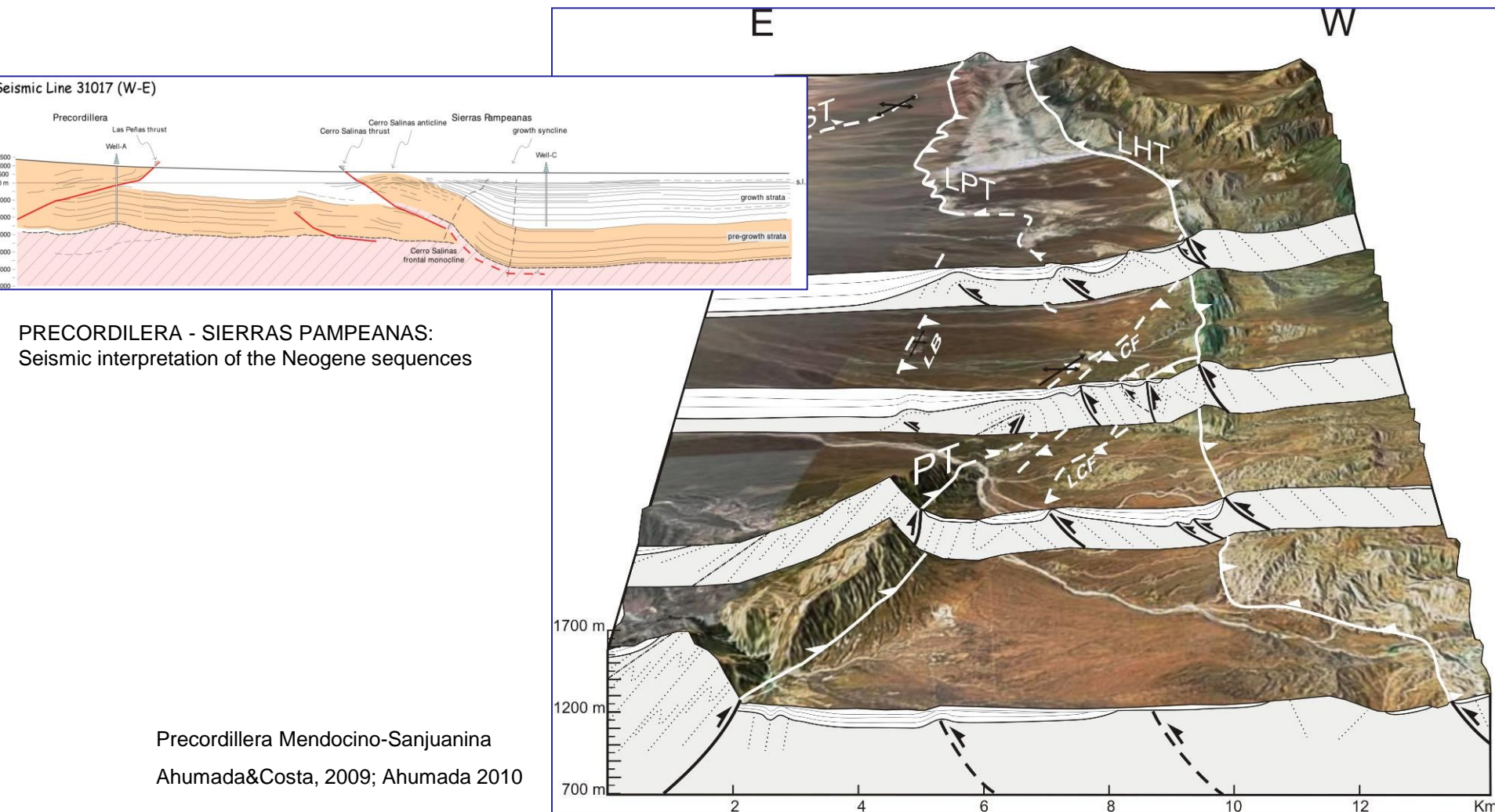




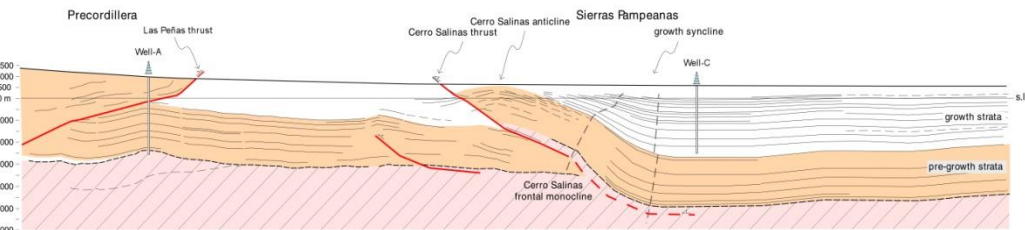


ZONA TRIANGULAR

McClay, 1992

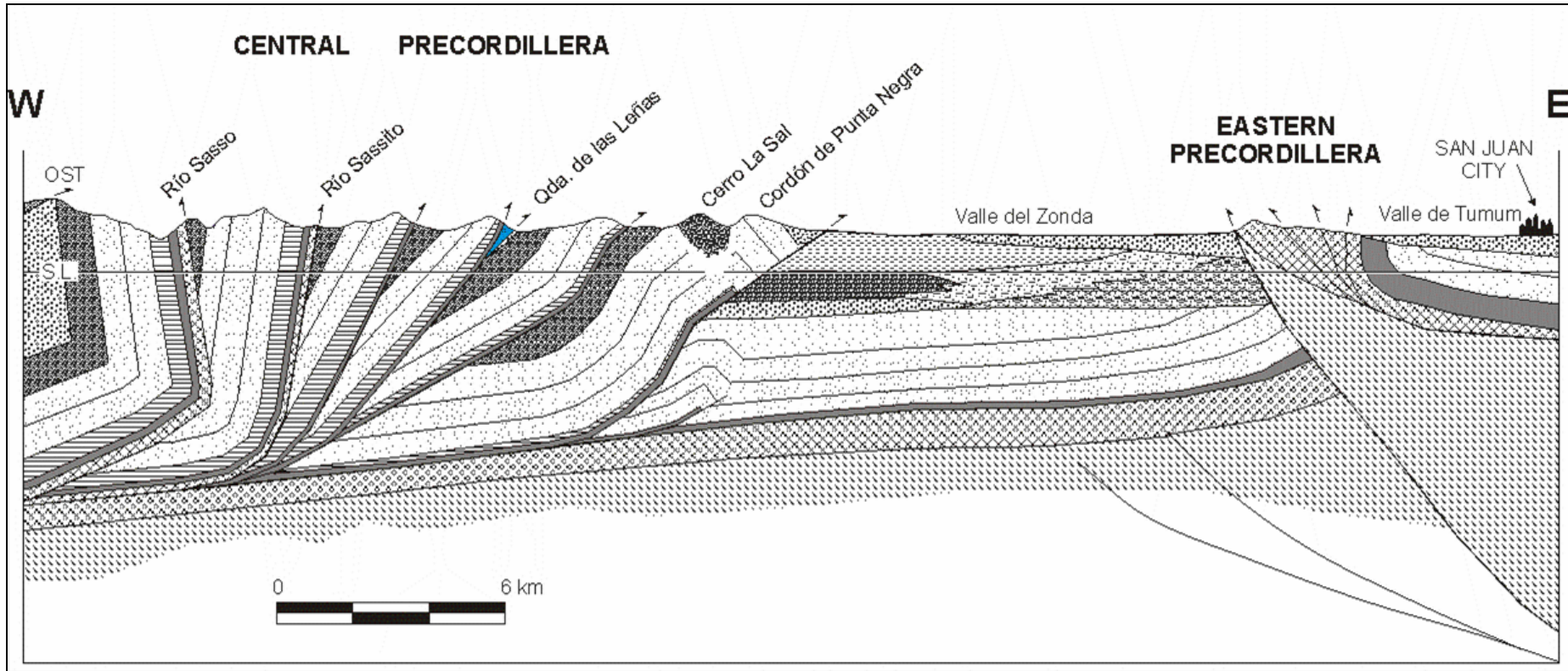


Seismic Line 31017 (W-E)



PRECORDILERA - SIERRAS PAMPEANAS:
Seismic interpretation of the Neogene sequences

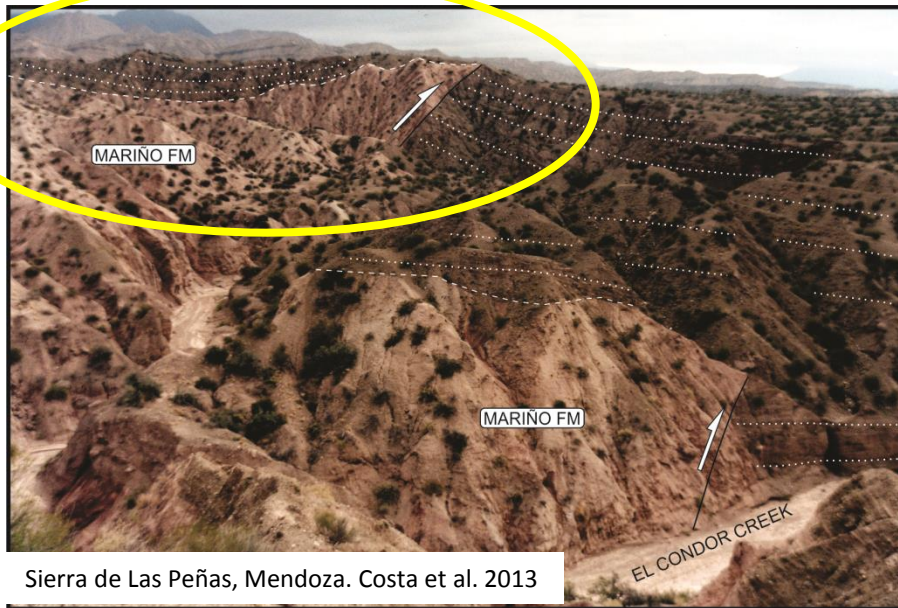
Precordillera Mendocino-Sanjuanina
Ahumada&Costa, 2009; Ahumada 2010



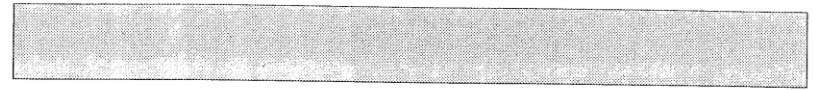
Abanicos imbricados y zona triangular de piel gruesa

Cuencas "Piggy-Back"

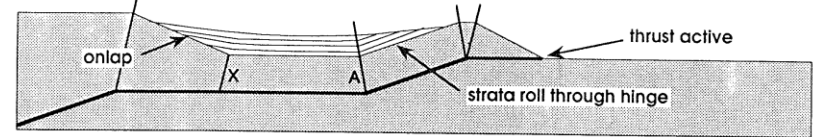
Ejemplo de la cuenca de Calingasta-Iglesia
Depresión intermontana entre la Cordillera Frontal y la Precordillera



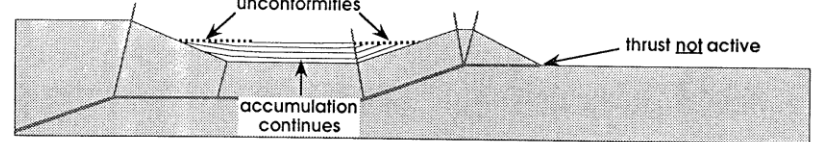
A. Initial Topography



B. Thrust event & formation of basin



C. Quiescence



D. Renewed Thrusting

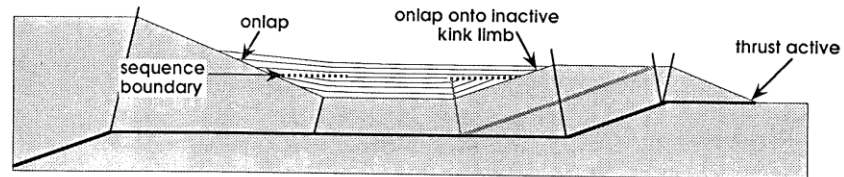
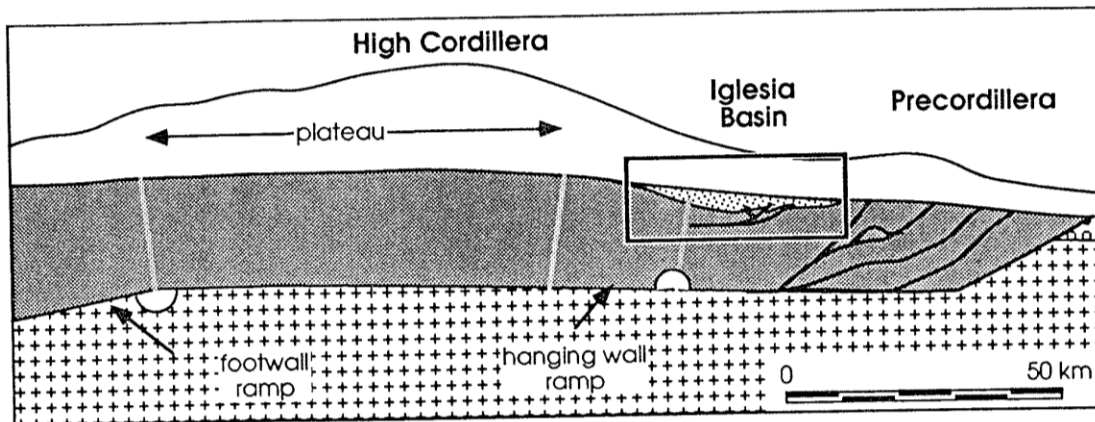


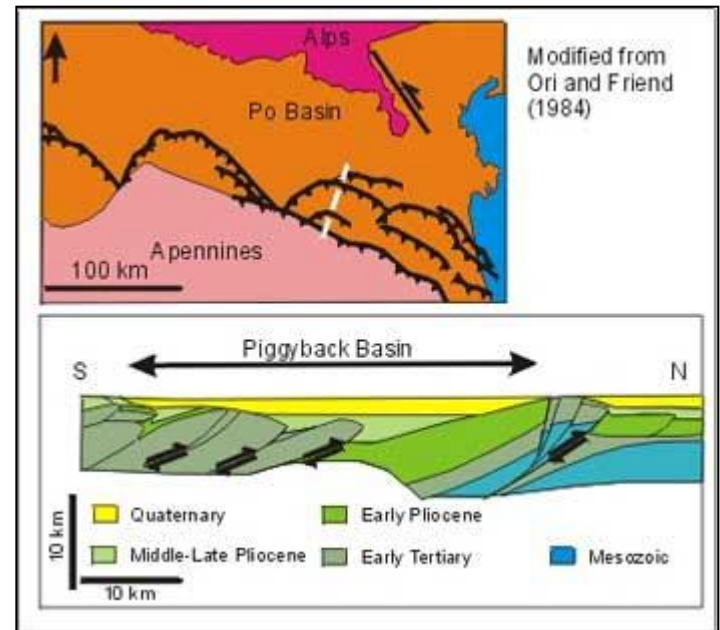
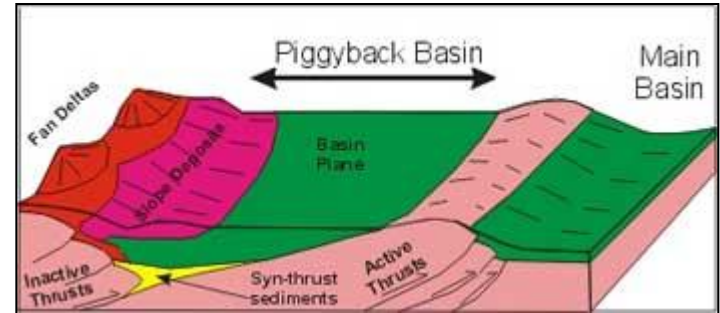
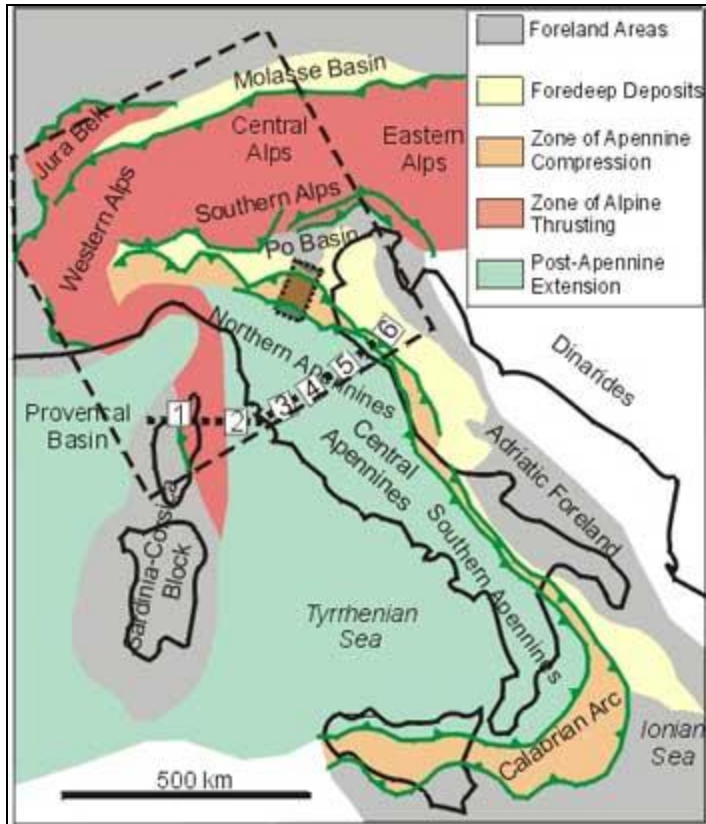
Figure 17—Schematic cross section showing development of case 1 geometries in which depositional sequences form as thrusting produces nearly symmetrical growth of the Frontal Cordillera and Precordillera. During quiescence, the depositional margin moves basinward, producing unconformities. Kink axis X moves with the Iglesia basin during deformation and does not affect deposited strata. Strata on the eastern margin, however, must rotate through axis A, which is anchored to the footwall.



La cuenca del río Po, Italia.

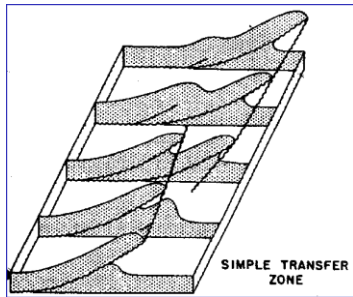
Ejemplo de cuenca piggy-back

http://www.geology.um.maine.edu/user/Wes_Groome/piggybackbasin/html/PoBasin.html



ZONAS DE TRANSFERENCIA

- **Zonas de transferencia sintéticas:** permiten la transferencia de desplazamiento entre fallas o pliegues adyacentes.
- **Zonas de transferencia conjugadas (zonas de acomodación):** son zonas de transferencia que además permiten el cambio de polaridad de inclinación en una falla o de vergencia en un pliegue

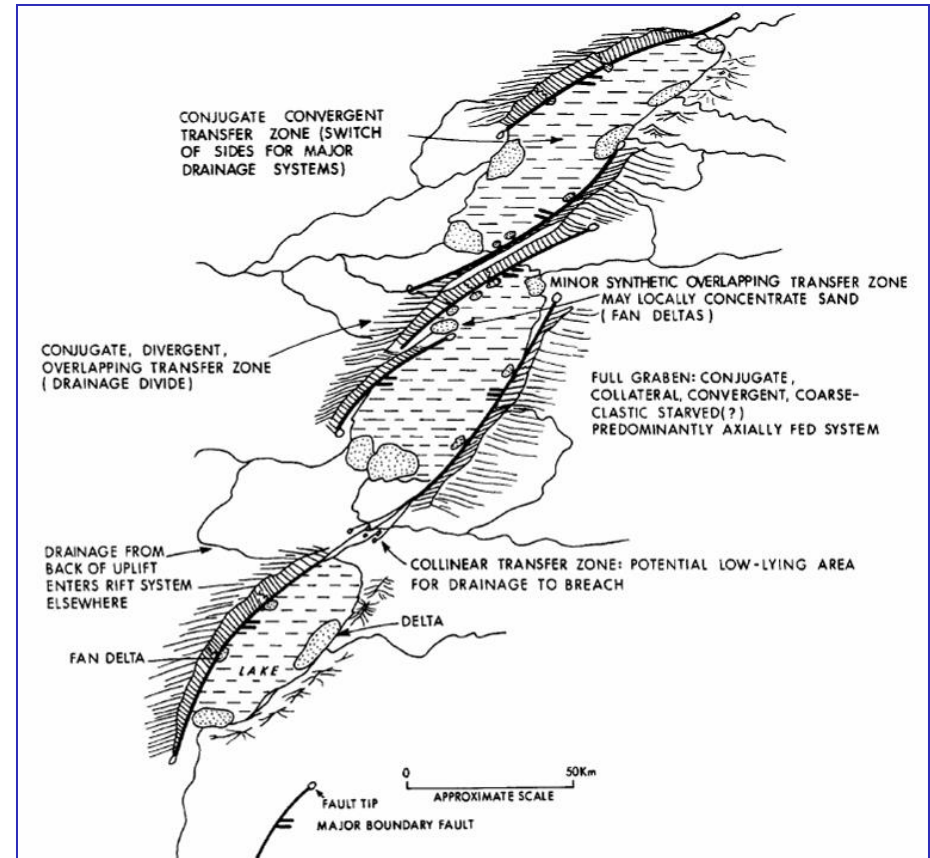
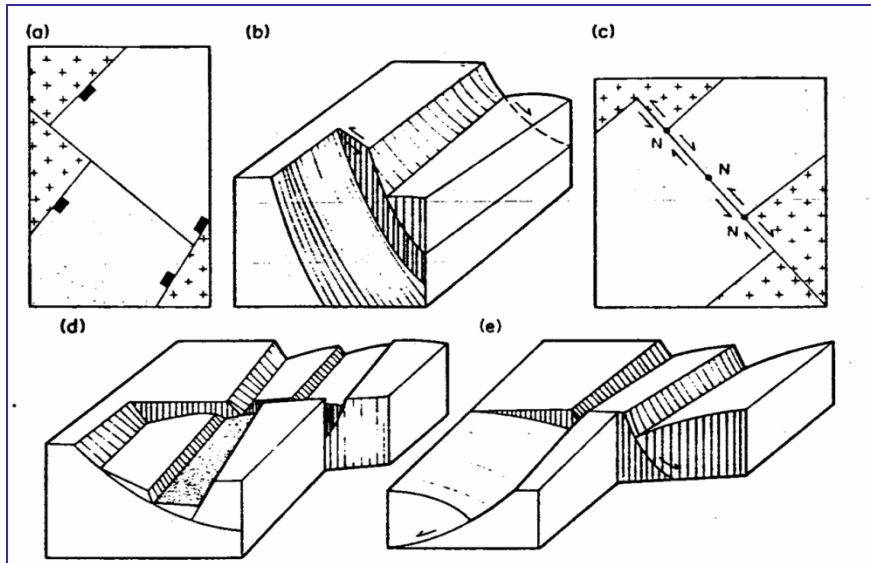
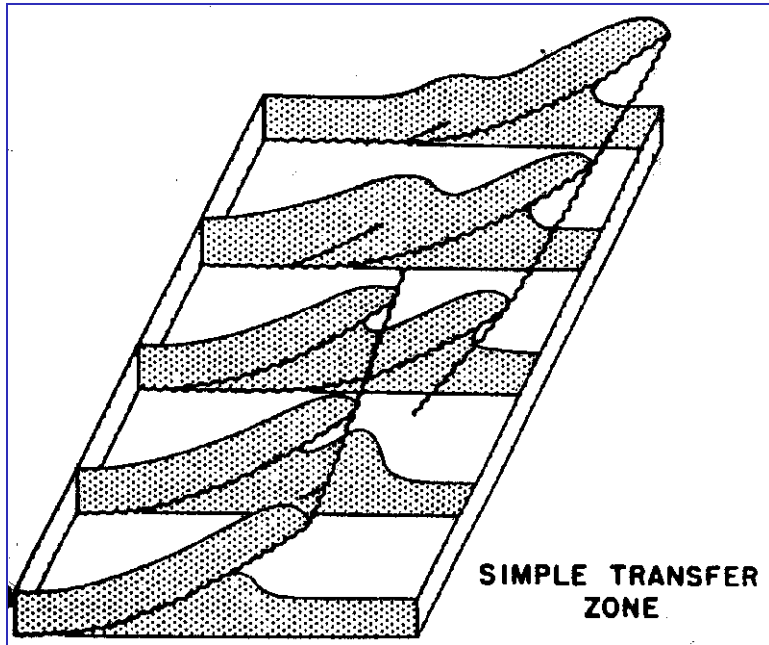


Las transferencias pueden resolverse por:

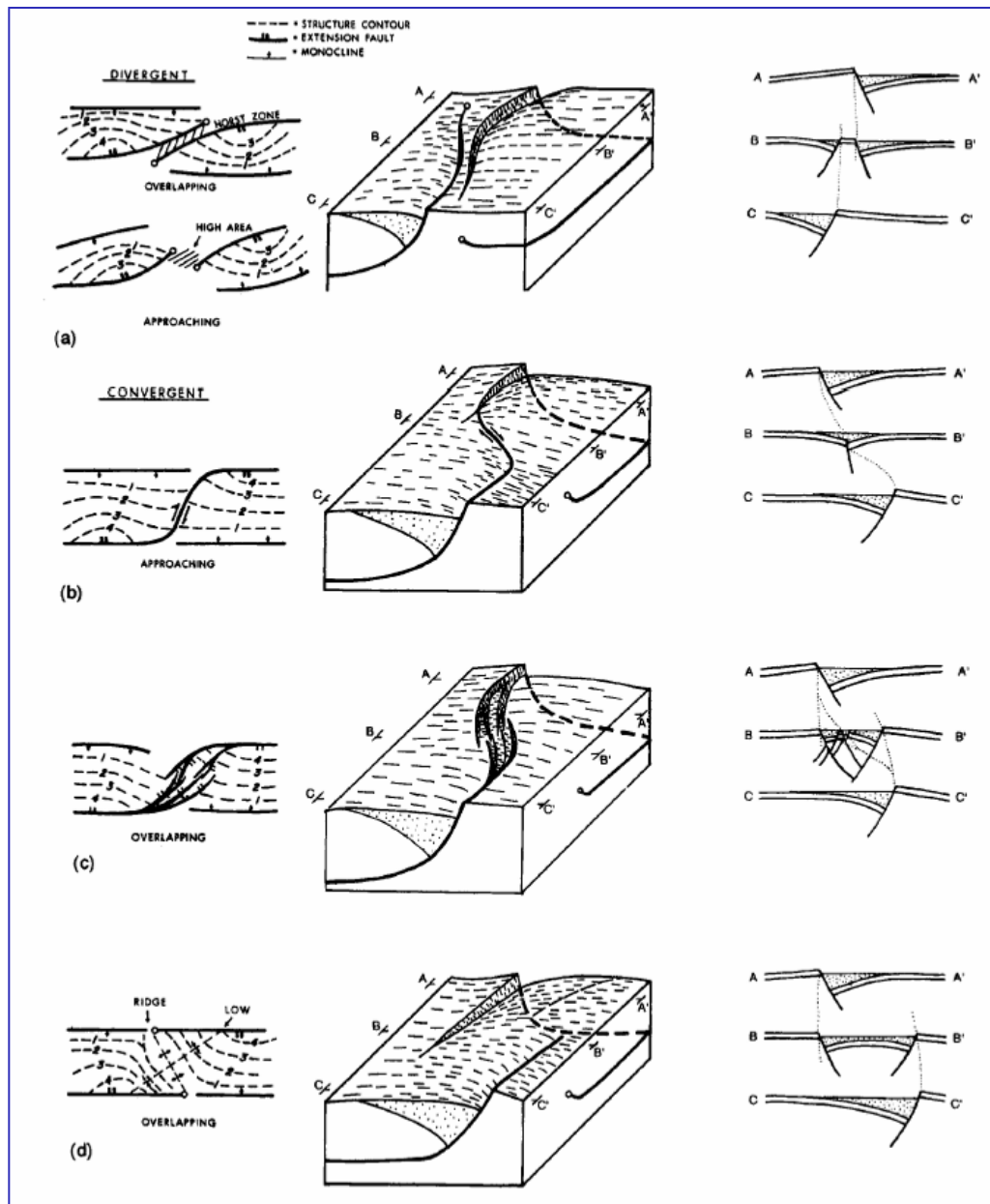
Hard-linkages: uniones fuertes a través de fallas oblicuas o laterales

Soft-linkages: uniones débiles a través de zonas difusas con microfracturación o deformación muy distribuida.

Zonas de transferencia de unión fuerte (*hard-linkage*)

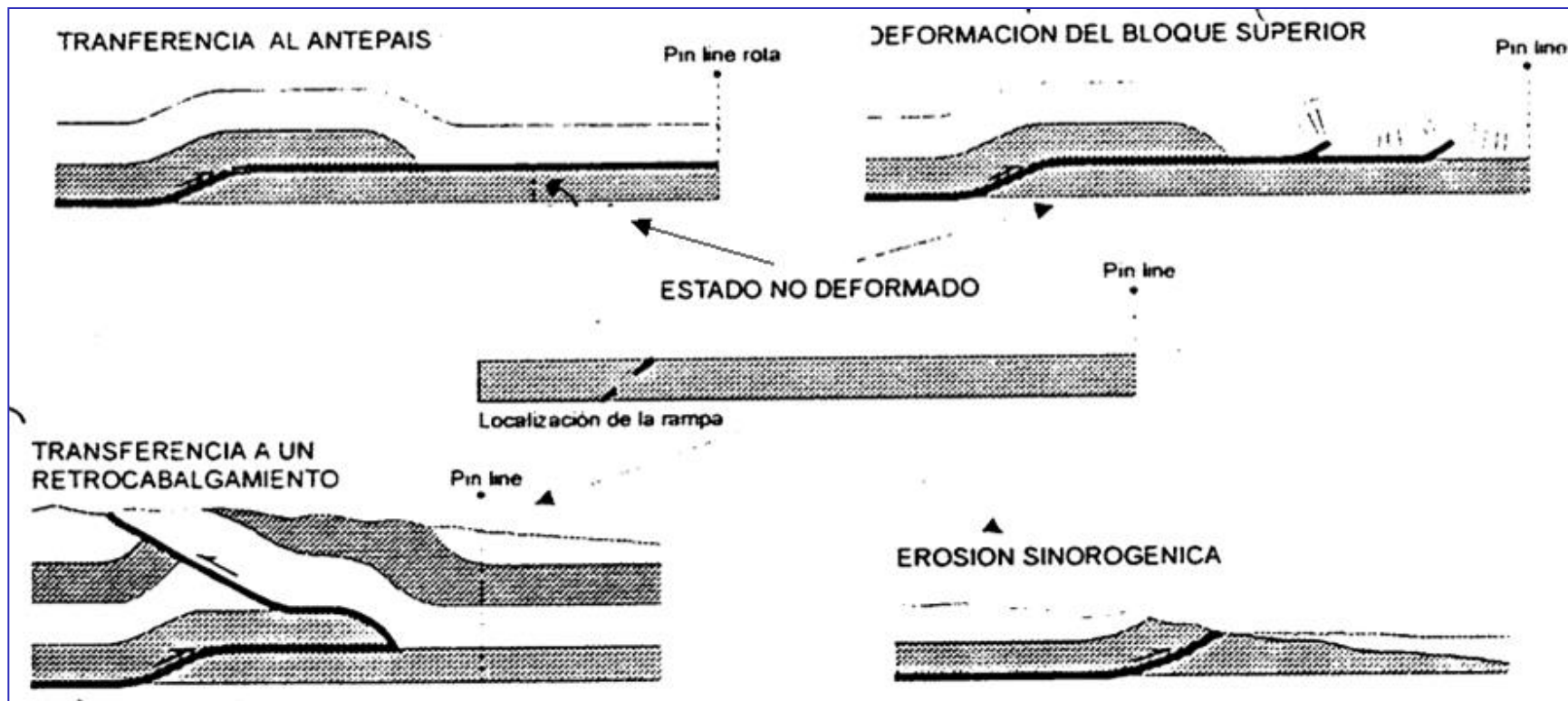


Morley et al., 1990



Frente orogénico

- Emergente
- Ciego
- Cubierto



Cooper, 1996 en Muñoz, 1997

Frentes orogénicos

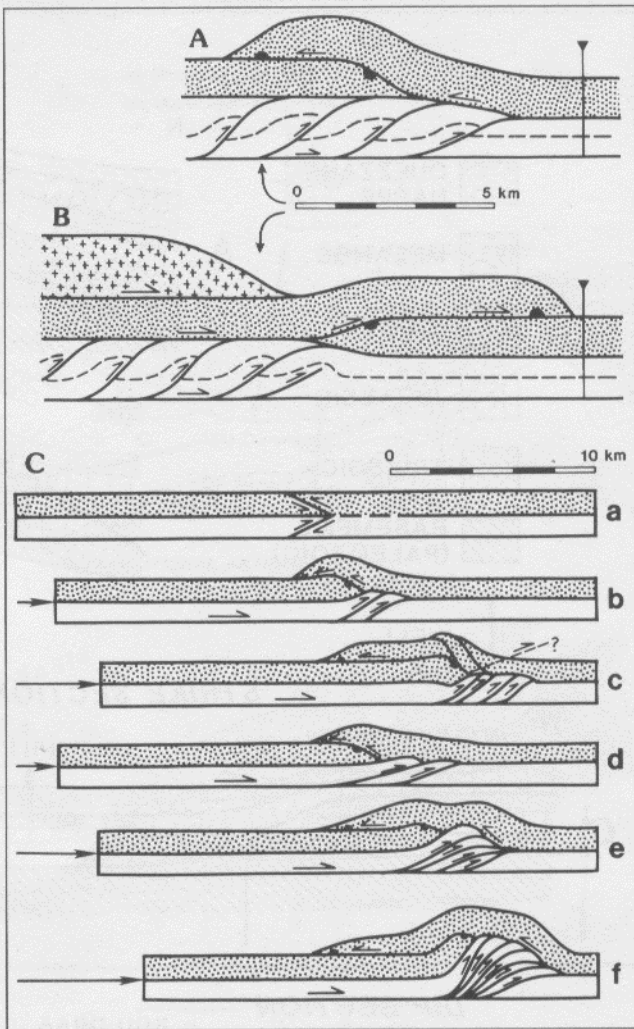


Figure 7—Passive roof duplex. (A) Typical geometry of passive roof duplex with a hinterland-directed roof thrust and foreland-directed floor thrust. (B) Presence of overburden (another thrust sheet) is likely to inhibit the development of a backthrust. (C) Development of passive duplex wedge. (a) Initial stage showing wedge shape before deformation. (b, c) Wedge grows as zone of imbrication. Leading edge of imbricate becomes separated farther from footwall cutoff of the roof thrust as deformation progresses, weakening the wedge shape. (d, e, f) Wedge grows as an antiformal stack, strengthening the wedge shape, but ultimately it creates an unwieldy structure that locks.

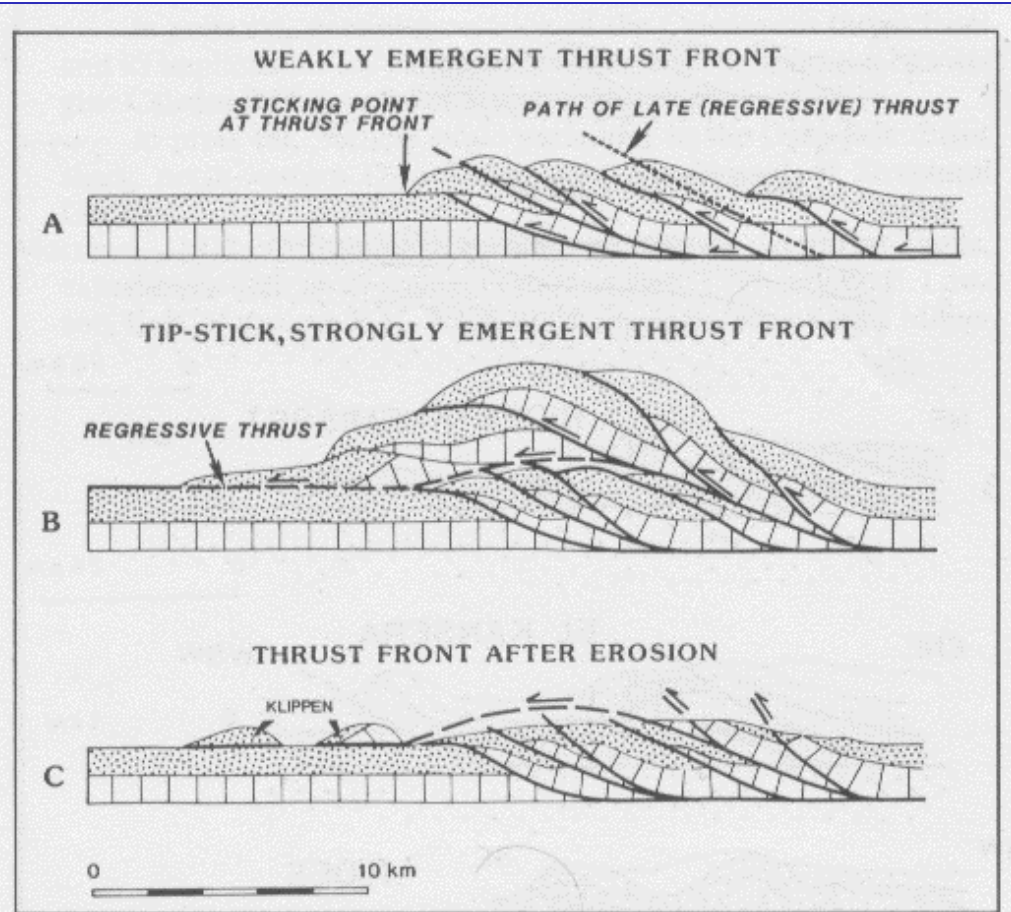
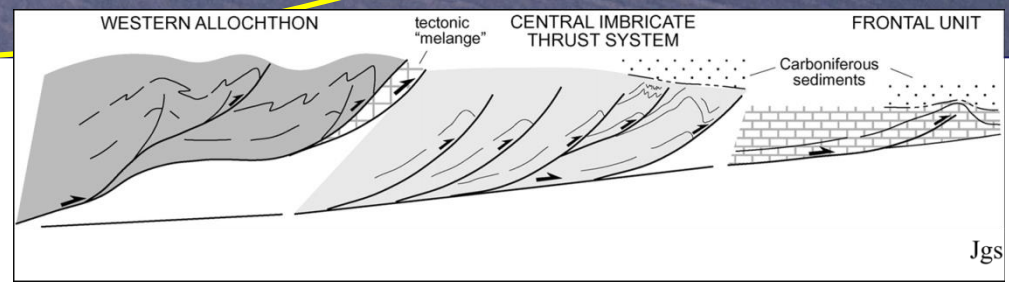
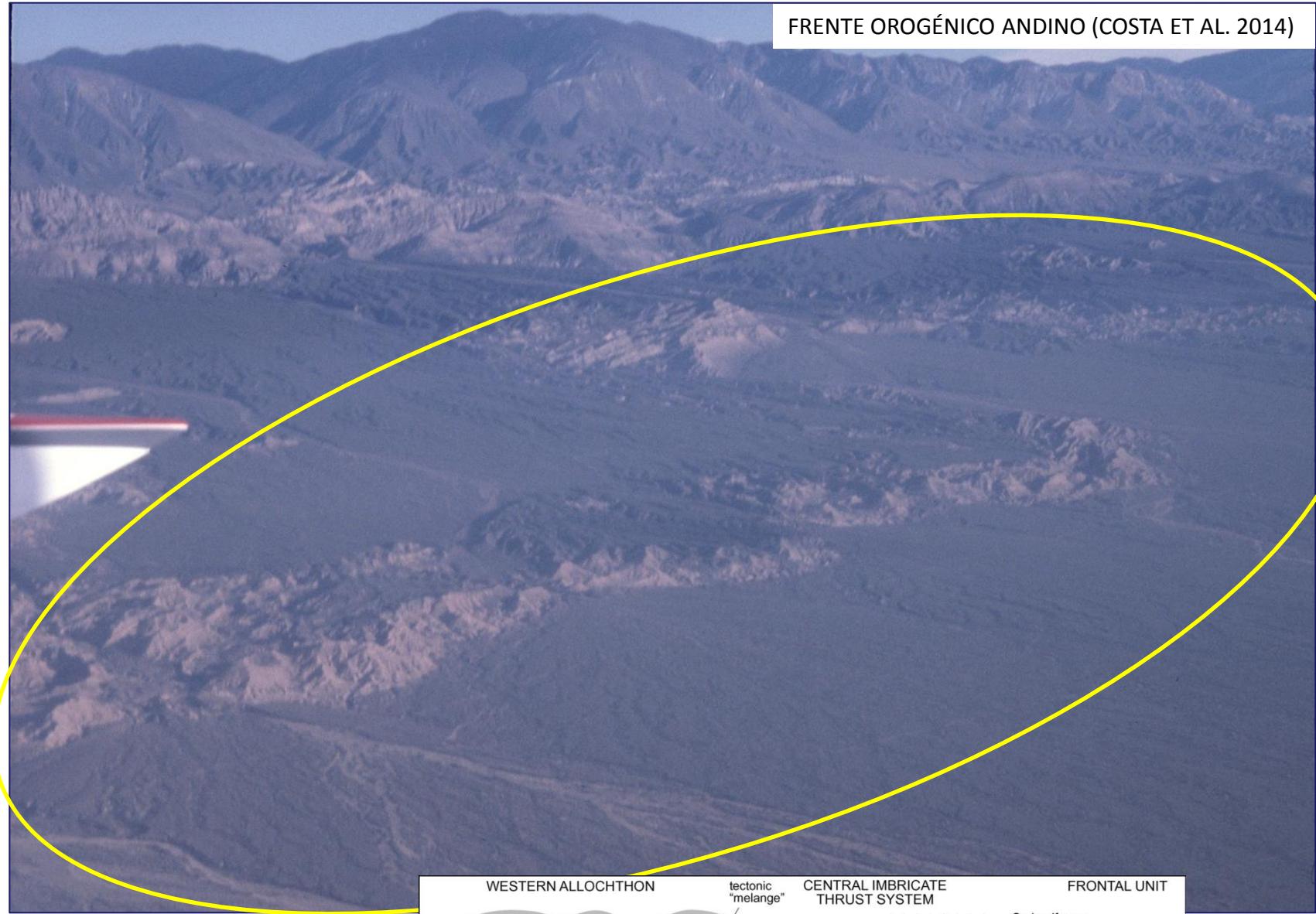
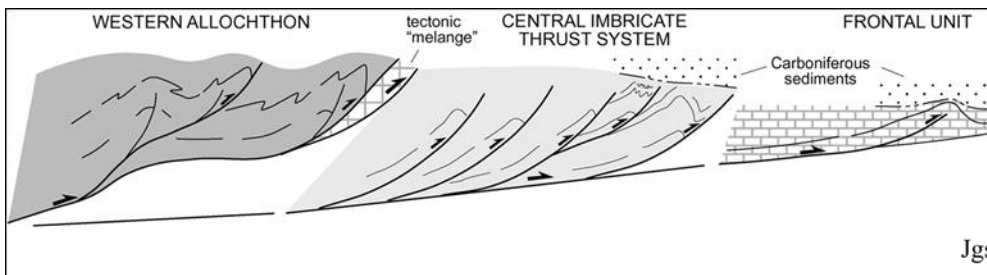
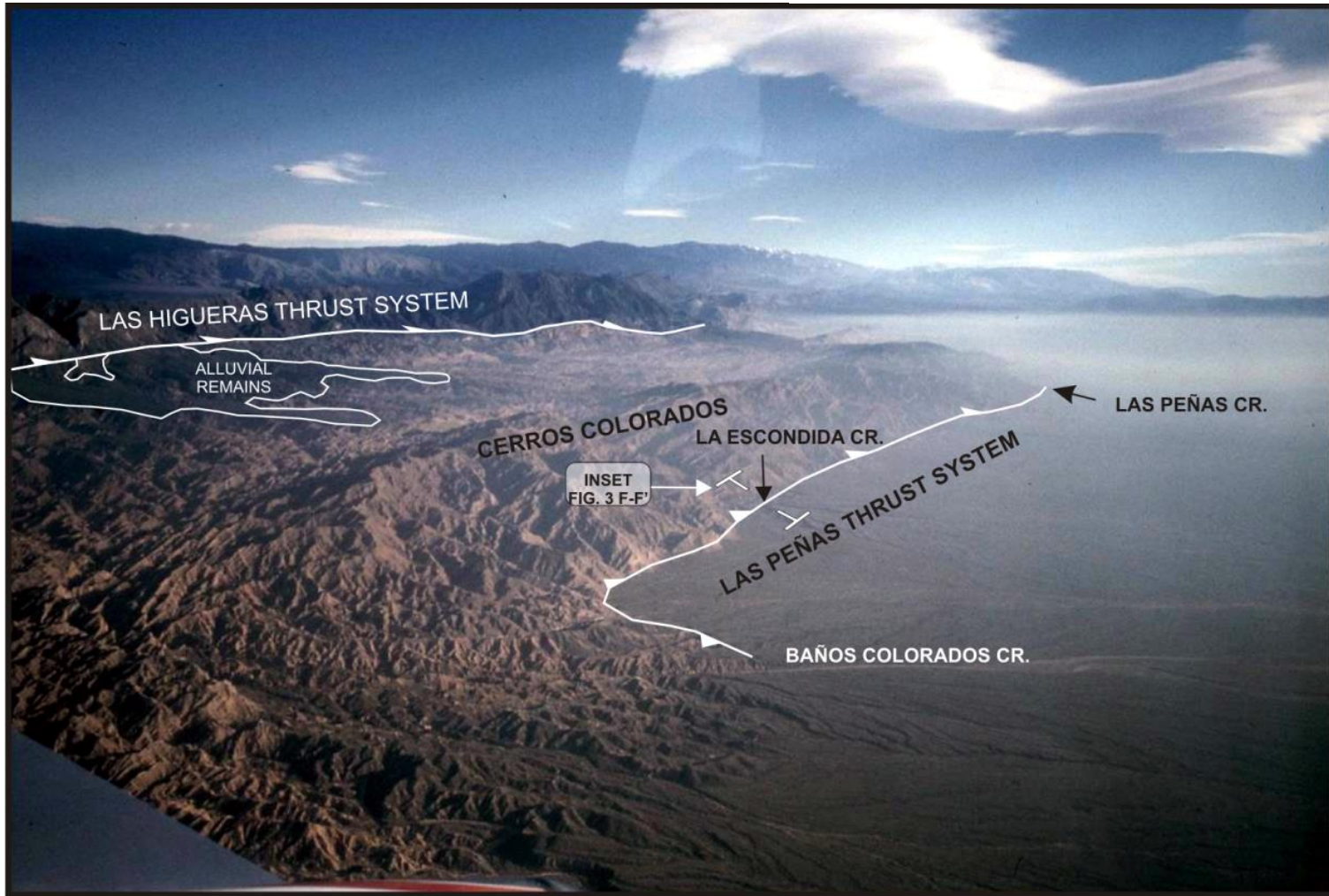


Figure 13—Idealized development of tip-stick thrust front. (A) Model of in-sequence thrusting, showing probable sticking point. (B) Sticking of sole thrust and development of new (out-of-sequence) thrust behind sticking point. (C) Erosion of hanging-wall sequence of regressive thrust, leaving isolated klippen on the foredeep basin.





CORRIMIENTOS EN AMBIENTE "THICK-SKINNED"

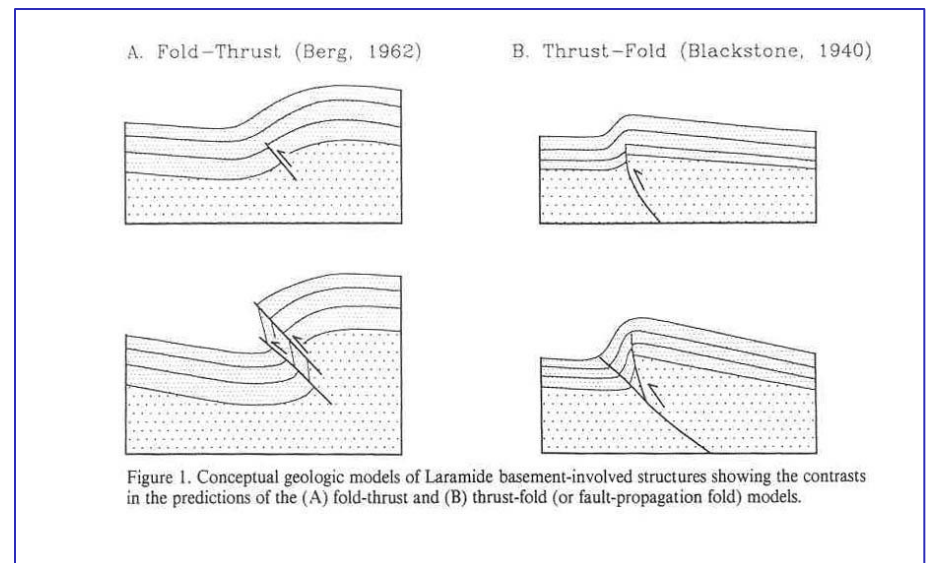
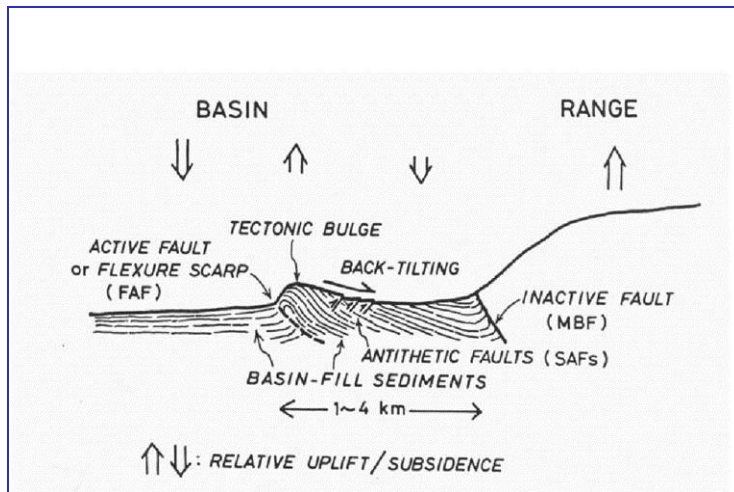
Los principales ejemplos están constituidos por las Sierras Pampeanas y las Rocky Mountains de USA. Son deformaciones ubicadas en el antepaís, asociadas a una subducción subhorizontal.

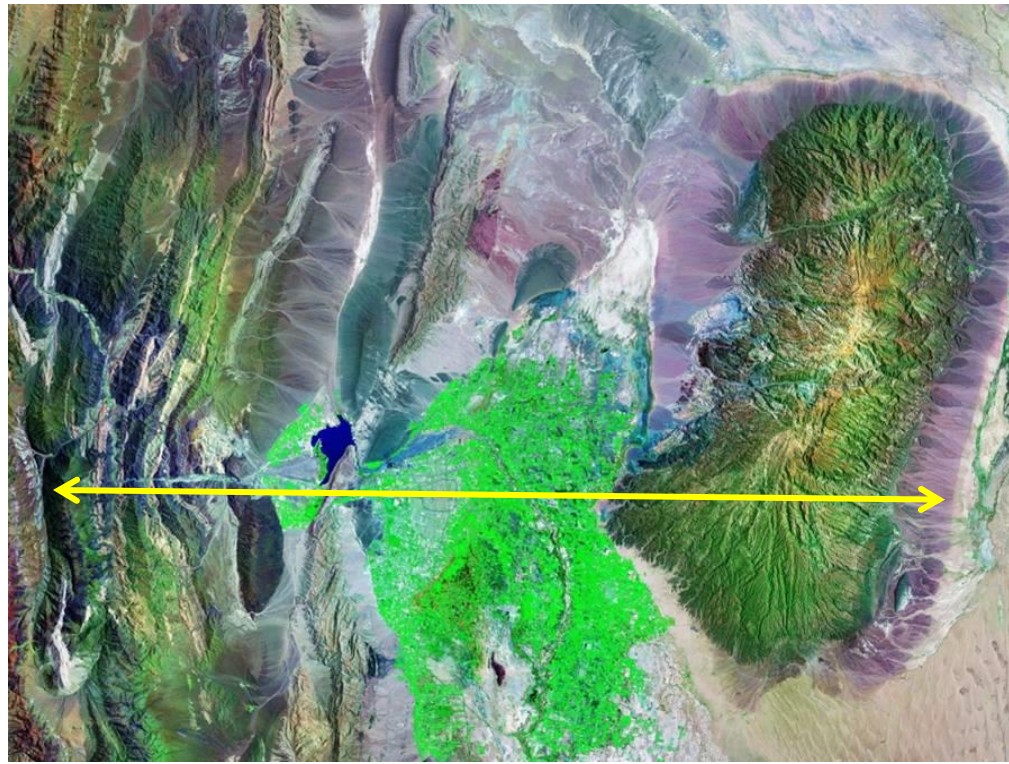
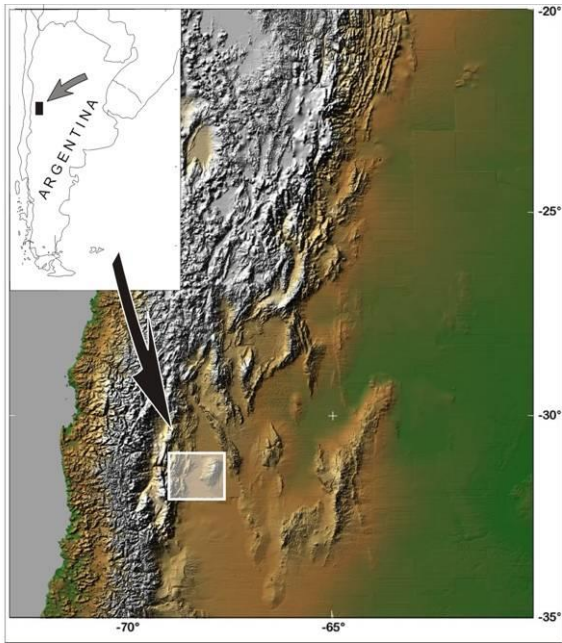
Características

- * Las deformaciones involucran al basamento cristalino
- * La cobertura sedimentaria del basamento es escasa o está ausente
- * Las zonas de fallas son por lo general coincidentes con zonas de fracturas más antiguas.
- * Las fallas que levantan los bloques están ubicadas a un solo lado de los mismos, generando una geometría asimétrica de los levantamientos.
- * Constituyen sierras separadas por cuencas intermontanas.

Principales estructuras

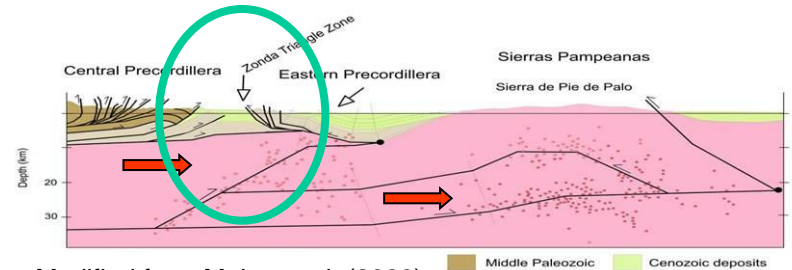
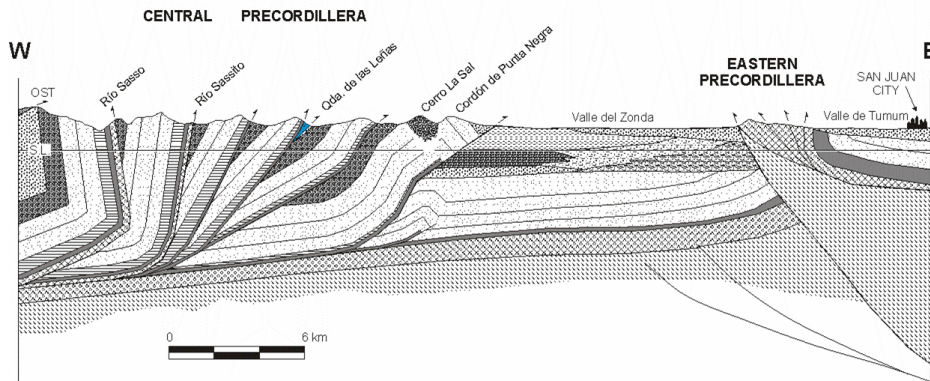
- * Corrimientos de basamento sobre estratos más jóvenes
- * Pliegues por propagación de fallas y de arrastre (drape folds)
- * Estructuras tipo "oreja de conejo" y "out-of-the-syncline" (Figura 9.8).





Zona triangular de piel gruesa:

SIERRAS PAMPEANAS-PRECORDILLERA



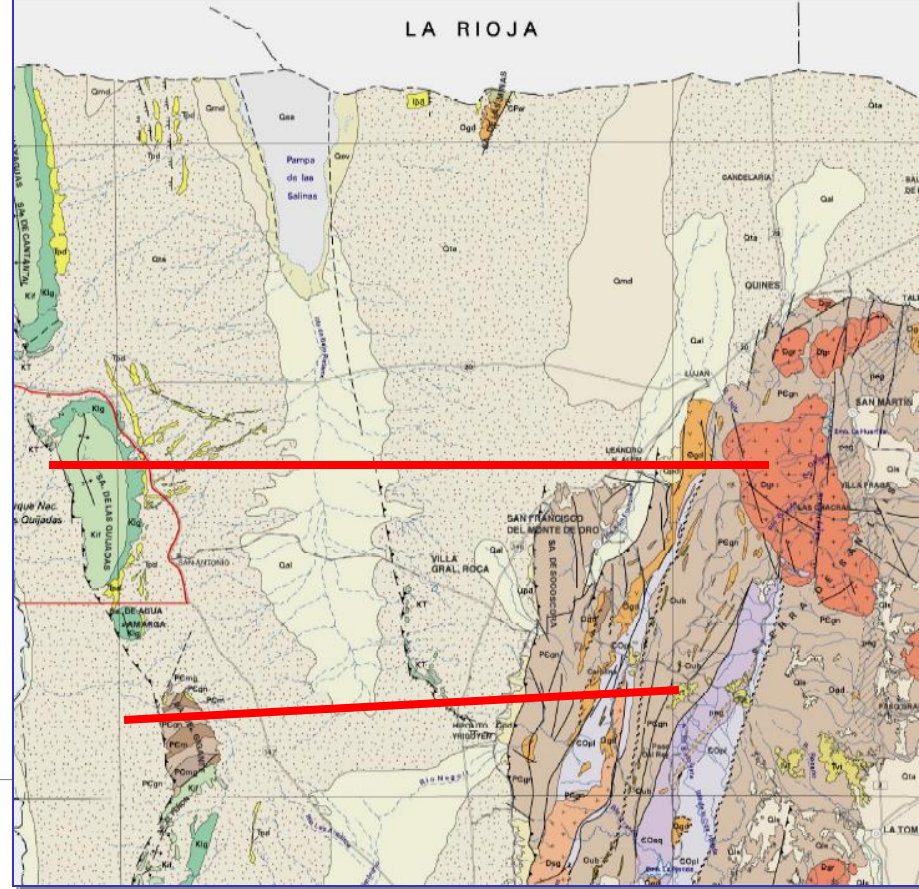
Modified from Meigs et al. (2006)

TECTÓNICA DE PIEL GRUESA: SIERRAS PAMPEANAS

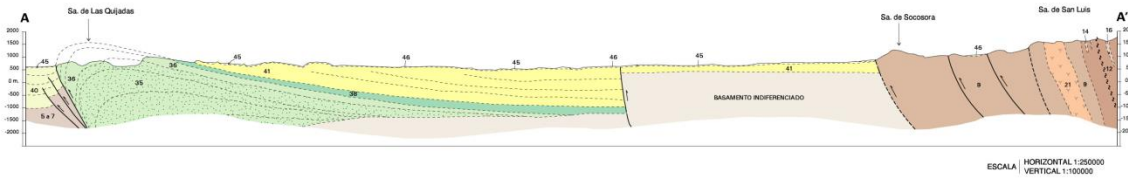
(SIERRA DE SAN LUIS)

Costa et al. (1999)

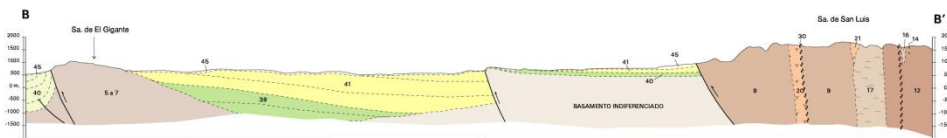
No hay zonas de despegue en el nivel cortical superior
Basamento cristalino involucrado, con fallas inversas de
Ángulo moderado en superficie



PERFILES TRANSVERSALES



ESCALA HORIZONTAL 1:250000
VERTICAL 1:100000



ESCALA HORIZONTAL 1:250000
VERTICAL 1:100000

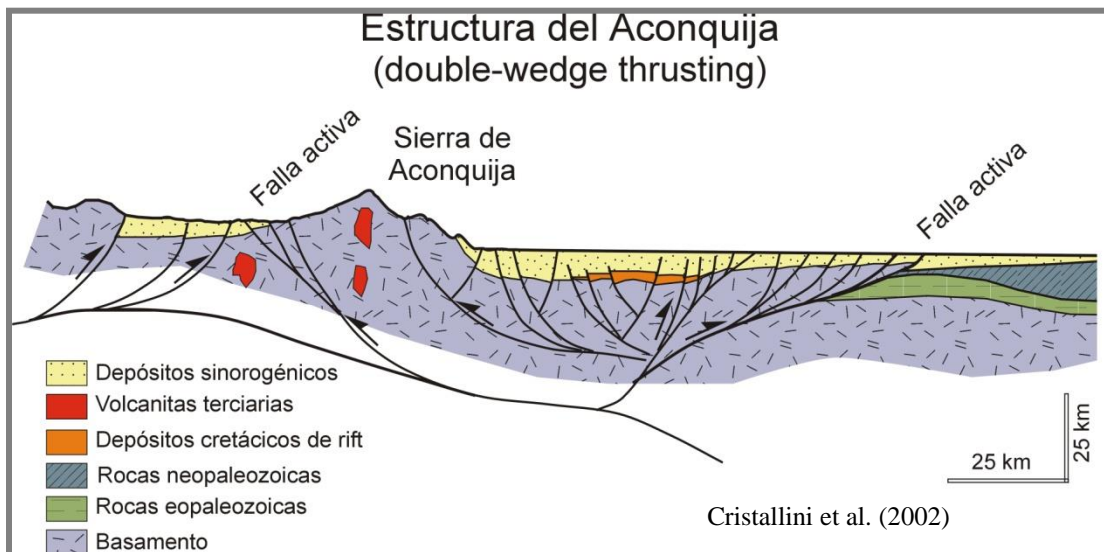
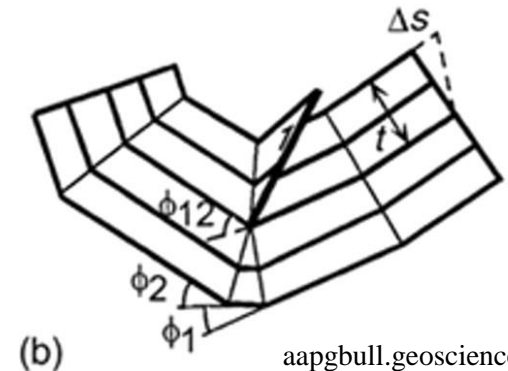
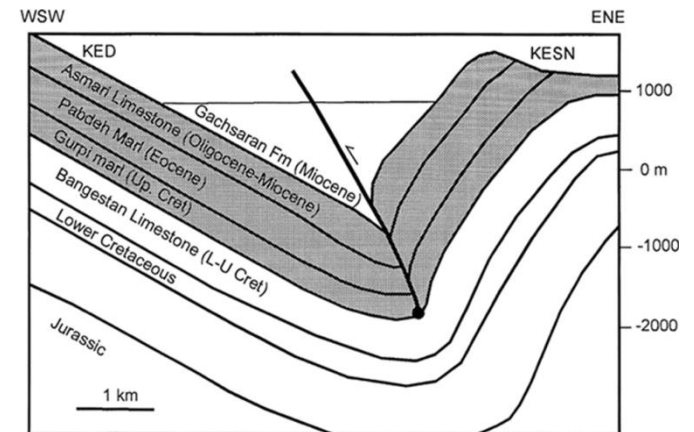
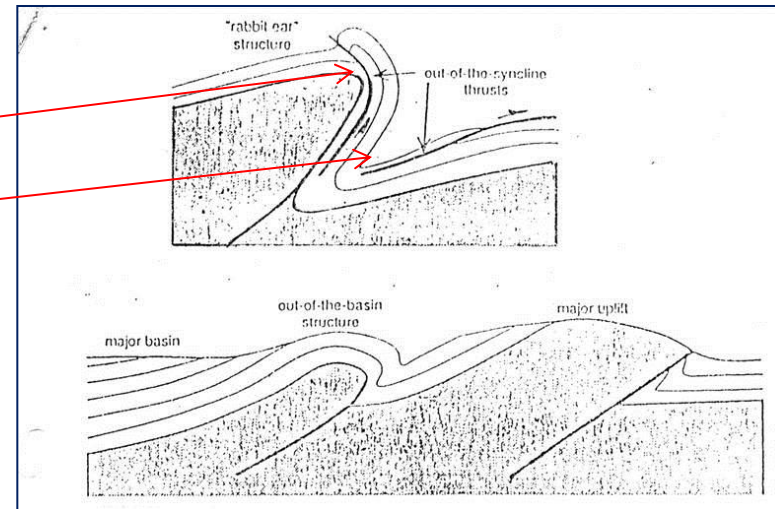
TECTÓNICA DE PIEL GRUESA: SIERRAS PAMPEANAS

. Pliegues tipo "oreja de conejo":

. Fallas tipo "out-of-the-syncline"

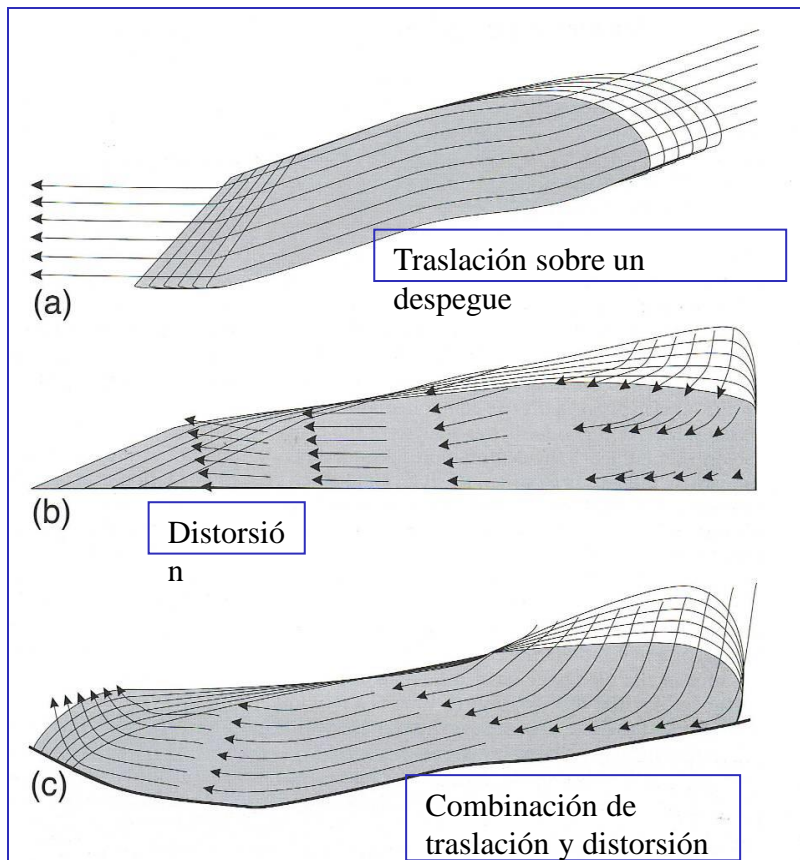
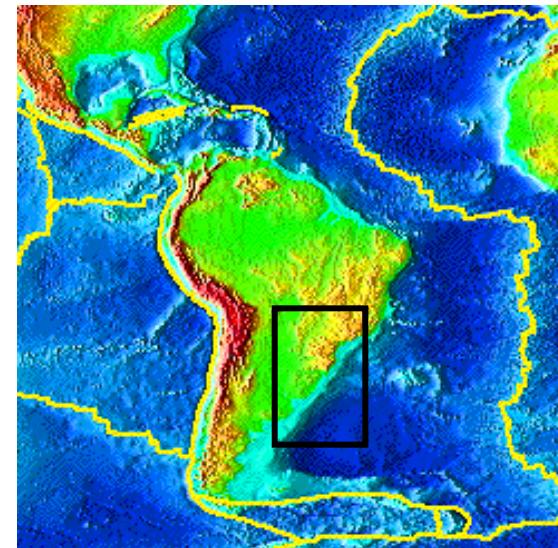
Deformaciones de naturaleza principalmente flexo-deslizante, que acomodan deformación por acortamiento en los estratos que suprayacen a la zona de deformación.

Estas geometrías también pueden describirse mediante cizalla triangular (trishear)



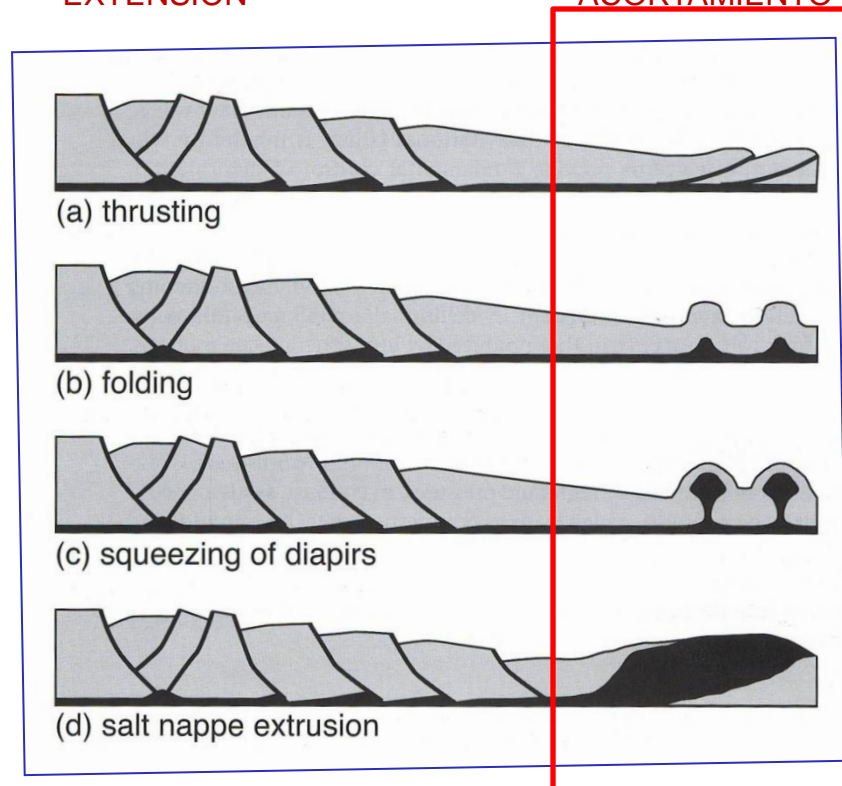
Cristallini et al. (2002)

Fajas plegadas y corridas gravitacionales (márgenes pasivos)



EXTENSIÓN

ACORTAMIENTO



Fajas plegadas y corridas gravitacionales (márgenes pasivos)

Golfo de México

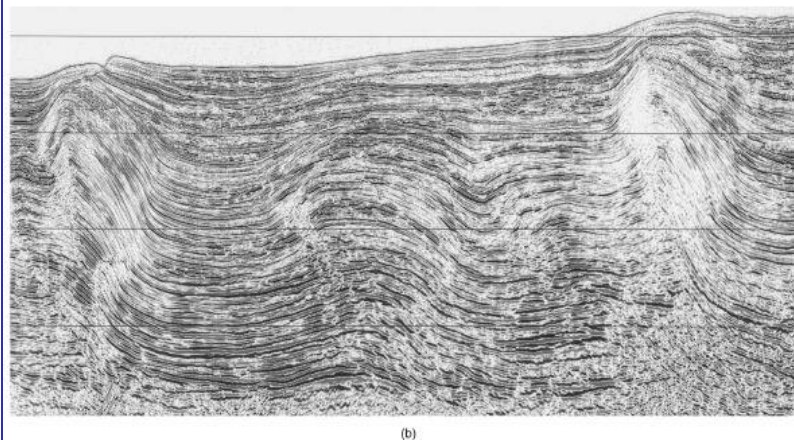
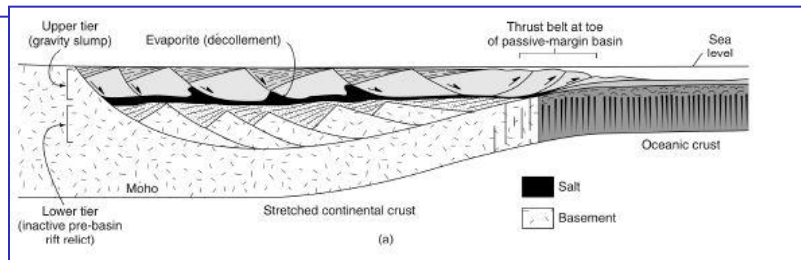
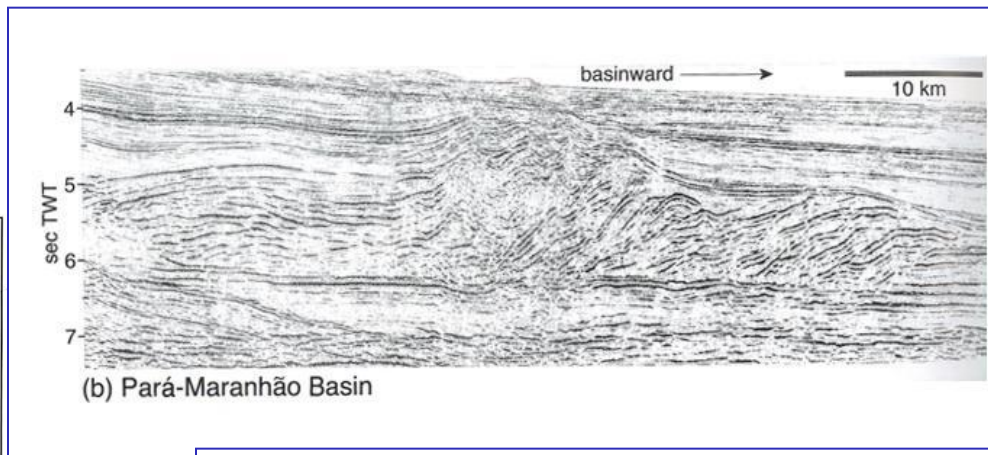
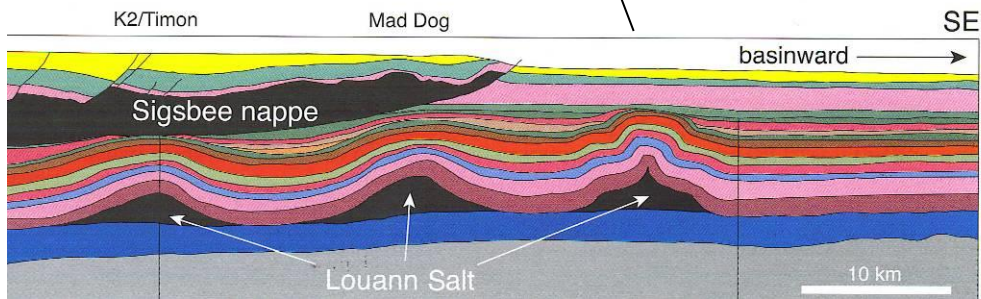
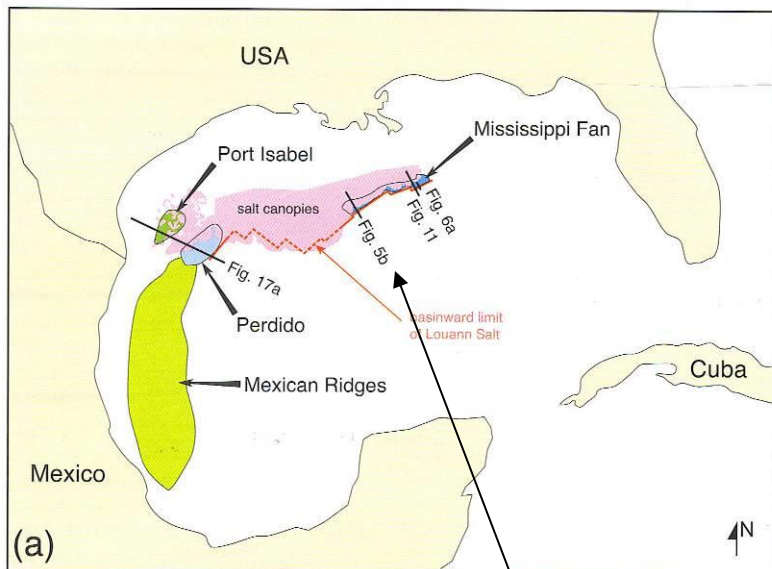
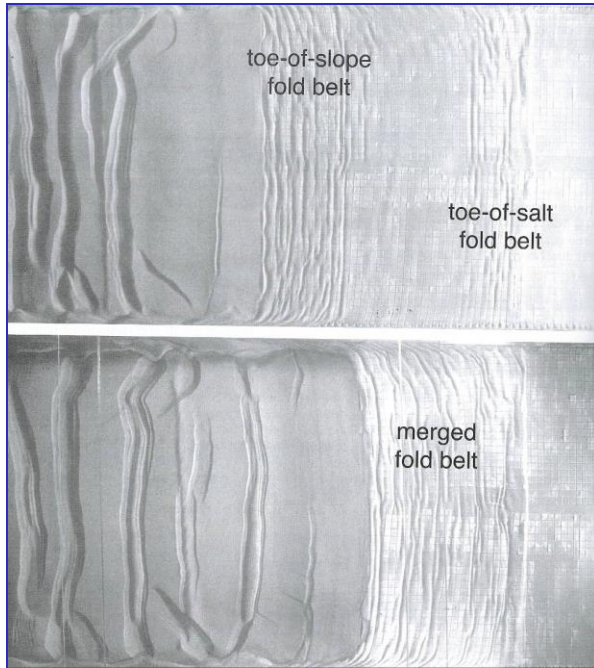


FIGURE 18.5 (a) Cross-section sketch of a fold-thrust belt forming at the seaward toe of a passive-margin basin. (b) Vertically exaggerated two-dimensional seismic-reflection profile illustrating an imbricate fan of thrust faults that has developed offshore of Nigeria.

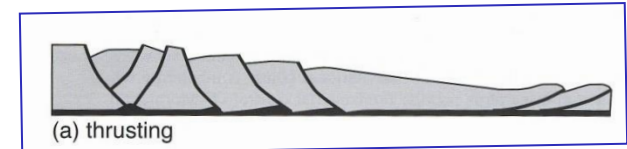
Fajas plegadas y corridas gravitacionales (márgenes pasivos)



Evolución de un modelo
análogo

(Vista en planta)

FPC – CRISTALLINI 2005



Rowan et al., 2004

Bibliografía complementaria sugerida

Marshak, S. y Mitra, G., 1988. Basic methods in structural geology. Prentice Hall, 446p.

McClay, K. Ed., 1992. Thrust tectonics. Chapman&Hall, 445p.

Suppe, J., 1985. An outline of structural geology. Prentice Hall.

Twiss, R. Y Moores, E., 2006. Structural Geology, Freeman&Co.

Actualizado: 29.10.2014