



**12. Tectónica
de ambiente
extensional**

Imágen Landsat, Eritrea-Dibouti

Dr. Henri
Masquelin

24/06/2016

Introducción

- **¿Ambiente extensional?**
 - Afinamiento cortical
 - Anomalía geotérmica positiva (ascenso mantélico)
 - Comportamiento reológico diferencial
 - Asociaciones estructurales dependen de la profundidad
- **¿En dónde se encuentra?**
 - En corteza continental de espesor normal:
 - Cratones, plataformas, etc.
 - En corteza continental sobre - espesada:
 - Orógenos en proceso de **colapso extensional**
 - Situaciones intraplaca anormales

24/06/2016

Sistemas extensionales

- **Según profundidad de litosfera:**
 - Deslizamientos gravitacionales por fallas lístricas
 - Estiramiento dúctil.
- **Márgenes pasivos:**
 - Fase *Rift*
 - Fase SAG
- **Tafrogénesis (o rifteamiento) evoluciona hacia:**
 - Centros de expansión oceánica (*ej.* Dorsal Meso-Atlántica)
 - *Rifts* intracontinentales y aulacógenos (*ej. Basins and Ranges* afectando a la Cordillera Norteamericana)

24/06/2016

Dos posibles causas de la extensión cortical

- **Divergencia de placas**, localizada en los *rifts* continentales y en los márgenes pasivos.
- **Colapso orogénico gravitatorio o extensional** (que puede ser simultáneo con la continuación de la convergencia orogénica): *“Basins and Ranges”*.

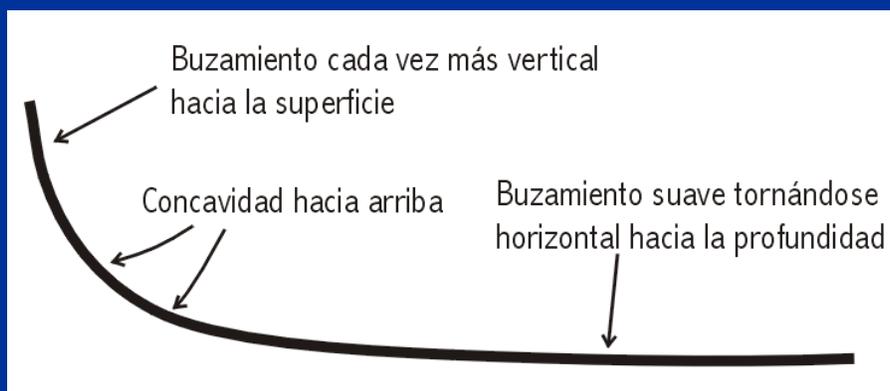
24/06/2016

Dificultades para su estudio directo

- **Sistemas extensionales** se vinculan a zonas de topografía baja y depresiones:
 - Pocos afloramientos en sistemas activos
 - Mayor cantidad de afloramientos en sistemas con inversión tectónica y exhumación
 - Afloramientos de sistemas extensionales inactivos sujetos a múltiples factores (evolución geológica compleja)
 - Requerimiento **OBLIGATORIO** del uso de **geofísica**.

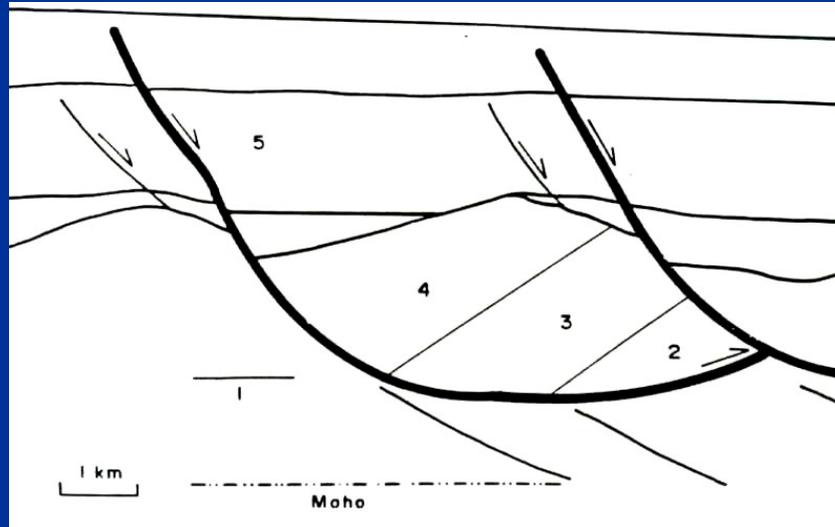
24/06/2016

Falla normal lítrica



24/06/2016

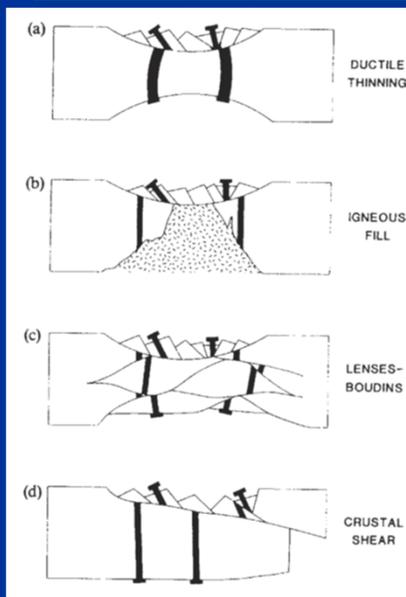
Dúplex extensional



24/06/2016

Bascamiento de bloques

Cuatro modelos de extensión



- La corteza inferior se extendió por deformación dúctil homogénea.
- Se ha separado, rellenándose el espacio inferior por rocas ígneas.
- Ejemplo de boudinage interno a gran escala.
- Caso de un gran despegue cortical.

Modelos basados en mecánica litosférica

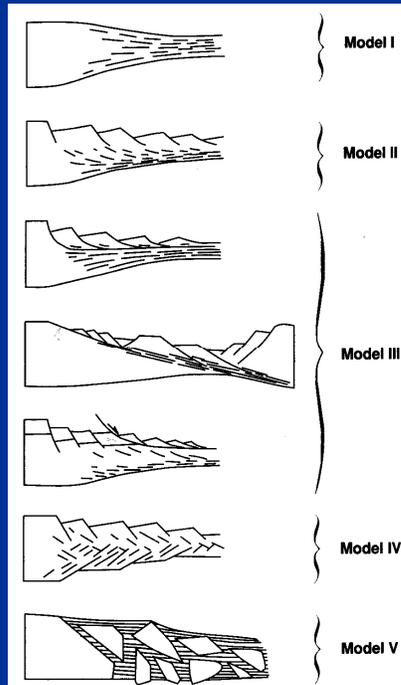
Modelo 1: Dúctil - Dúctil

Modelo 2: Dúctil - Frágil

Modelo 3: Combinaciones basadas en diferente reología de corteza vs. manto litosférico. (reflectores horizontales)

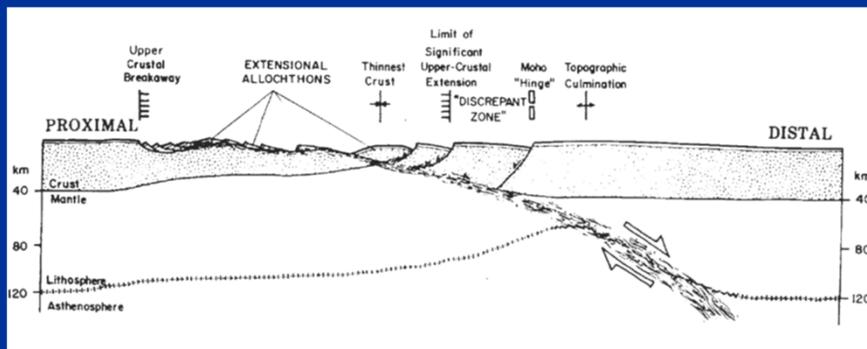
Modelo 4: Frágil - Frágil

Modelo 5: Frágil - Magmático



24/06/2016

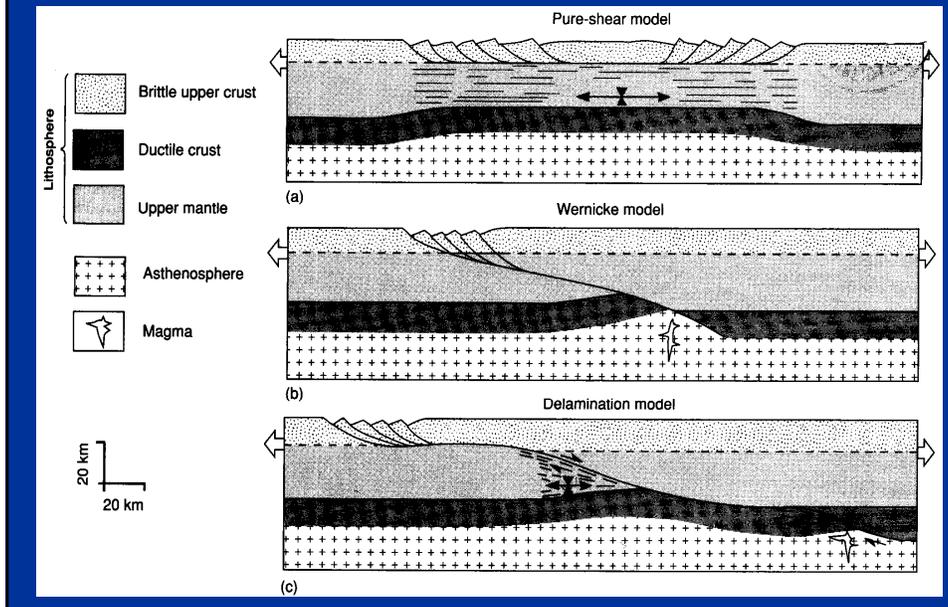
Estructuras en una extensión controlada por *detachment*



- Gran despegue afectando a toda la litósfera continental, pasa de frágil en superficie a dúctil en profundidad.

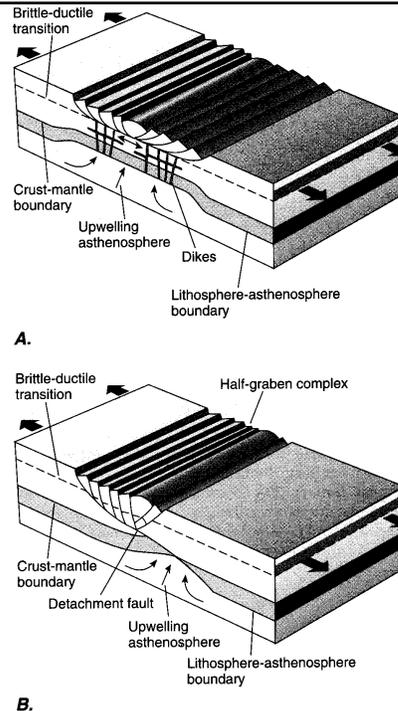
24/06/2016

Modelos de extensión cortical



Detalles de la estructura

- A. Modelo de extensión asistida por **inyección magmática y extensión dúctil**.
- B. Modelo de **delaminación** controlado por **falla lístrica translitosférica**.

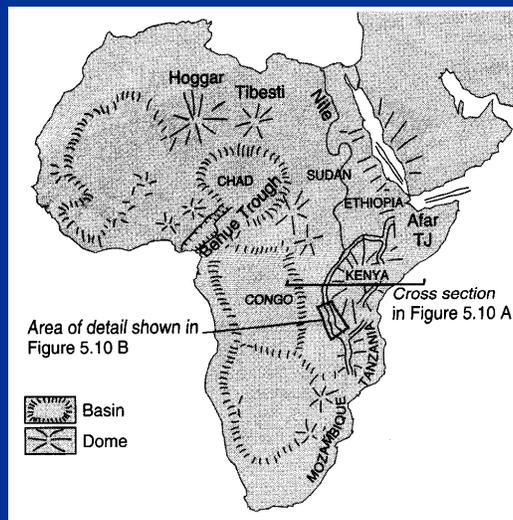


Extensión de corteza por afinamiento normal

24/06/2016

Causa del *rifting* continental

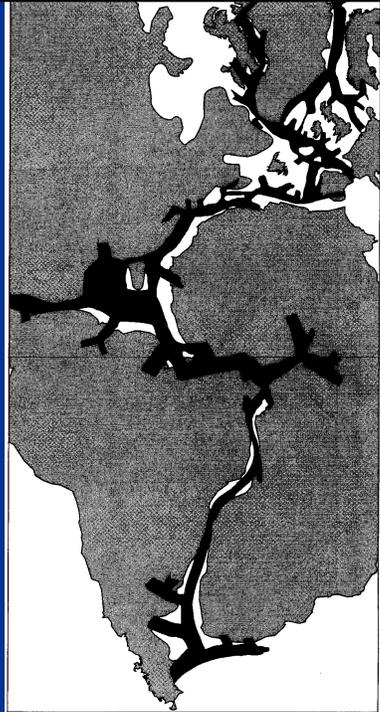
- **Ascenso astenosférico:**
 - debajo de placas continentales antiguas
- **Plumas Mantélicas:**
 - Sitio de ascenso en la convección mantélica
 - Resultado debajo de los continentes:
 - Expansión direccional
 - **Subplacado magmático**
 - Domos termales



24/06/2016

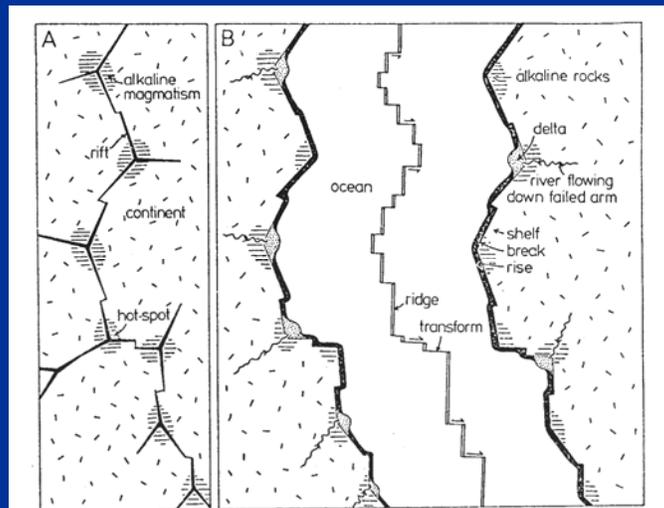
Rift pre-atlántico

- Reconstrucción pre-drift de los brazos de *rifts* precursores de la apertura del Océano Atlántico.
- *Rifts*:
 - Paralelos a estructuras preexistentes (fallas en dirección)
 - A 120°: ramas de *rift* abortadas que derivan en fosas aulacógenas.



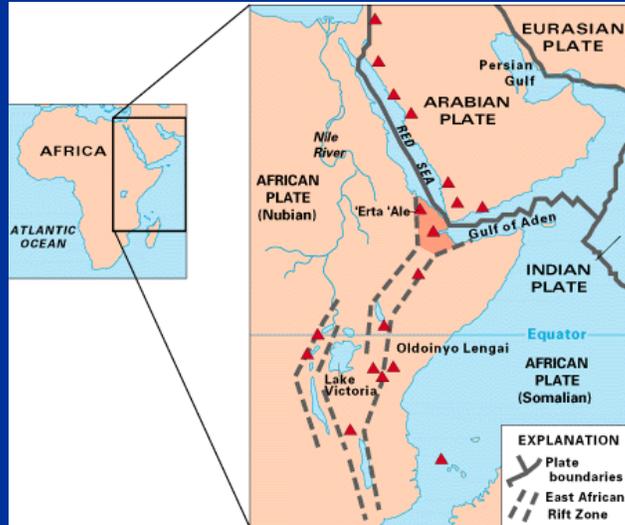
24/06/2016

Dispersión continental



24/06/2016

Rift del Este Africano

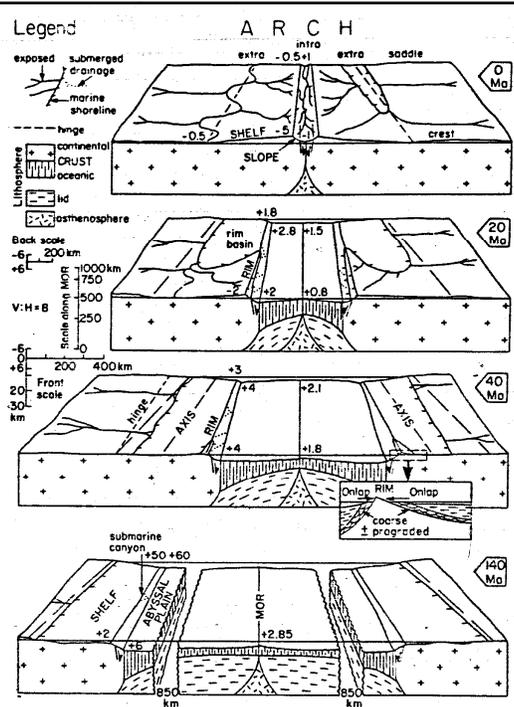


24/06/2016

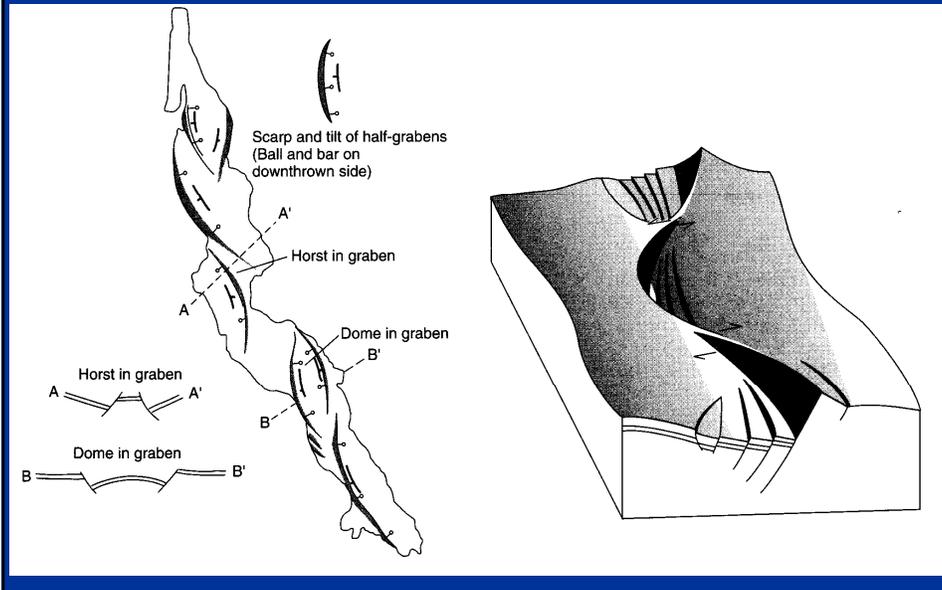
Rift del Este Africano

- Evolución del Océano Atlántico en los últimos 140 Ma.
- Desarrollo de los márgenes pasivos.
- Generación de corteza oceánica

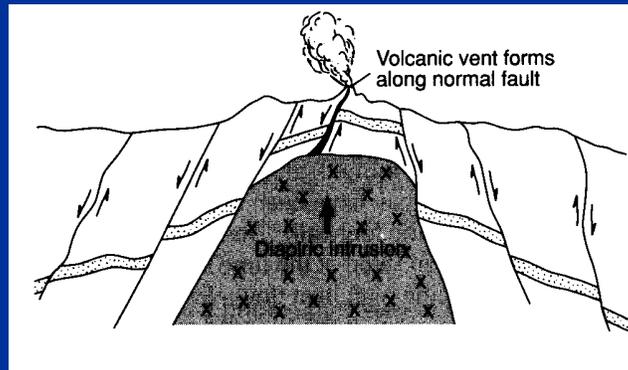
24/06/2016



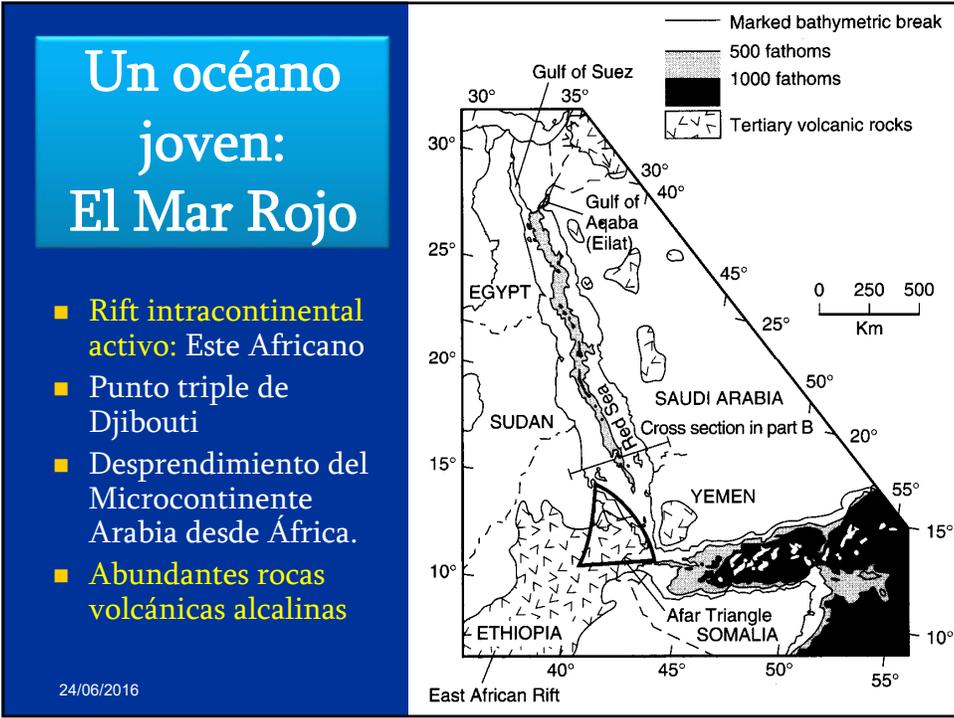
Fallas normales de hemigraben



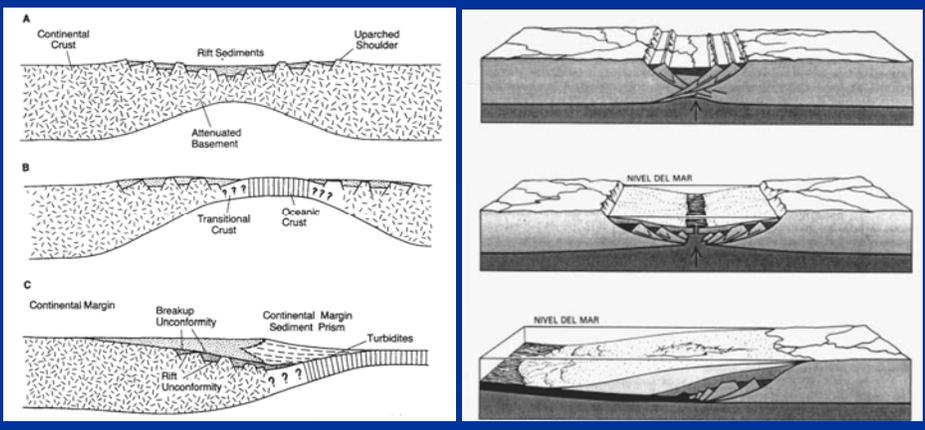
Modelo de desarrollo volcánico - topográfico



- Colapso gravitacional por formación de Caldera; *Cauldron subsidence*

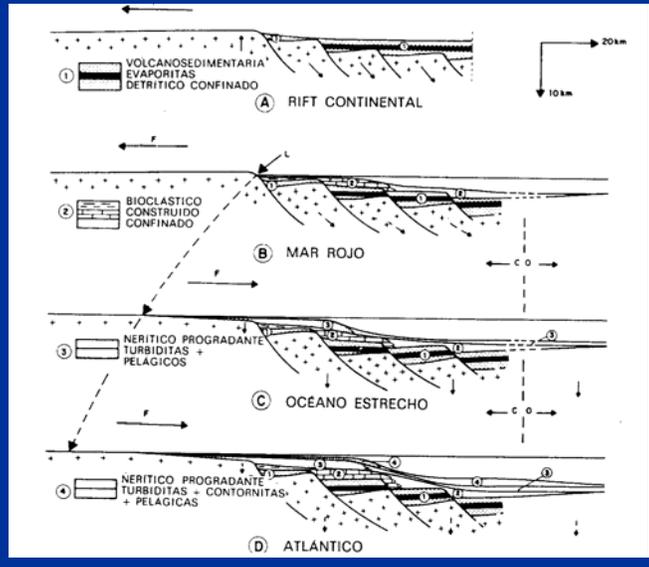


Rifteamiento continental

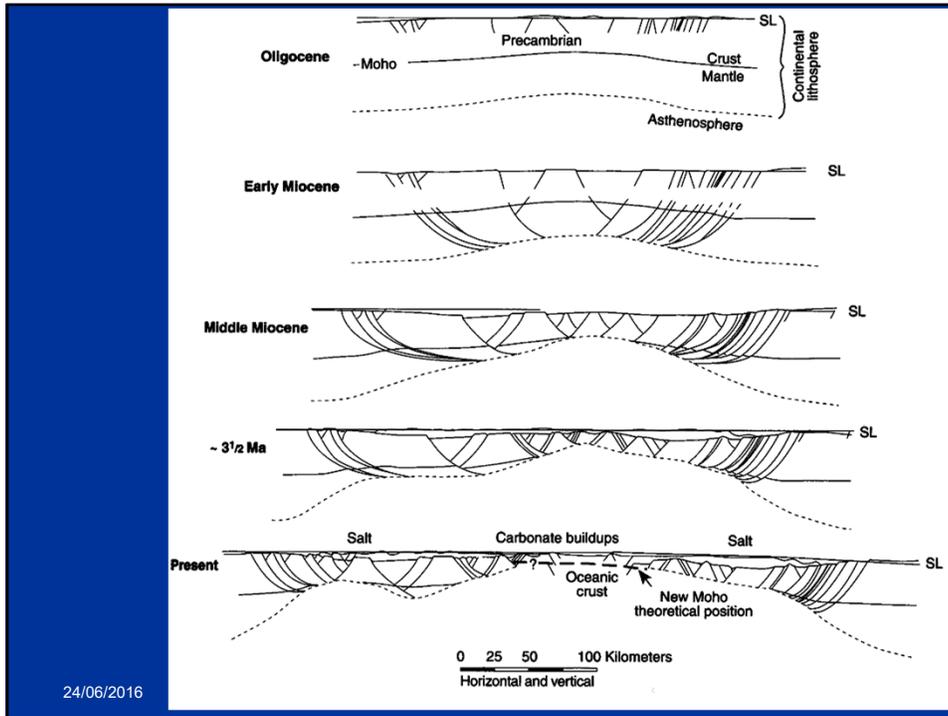


24/06/2016

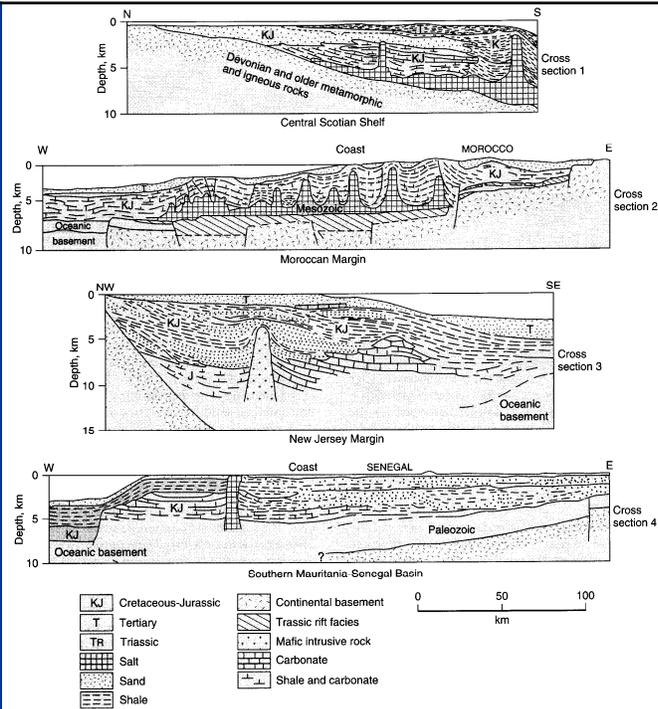
Margen pasiva tipo "Atlántico"



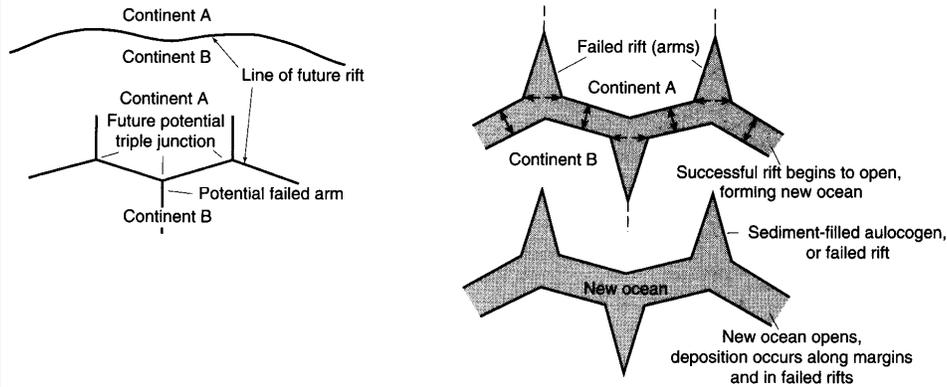
24/06/2016



Estructura de Margen pasiva tipo atlántica



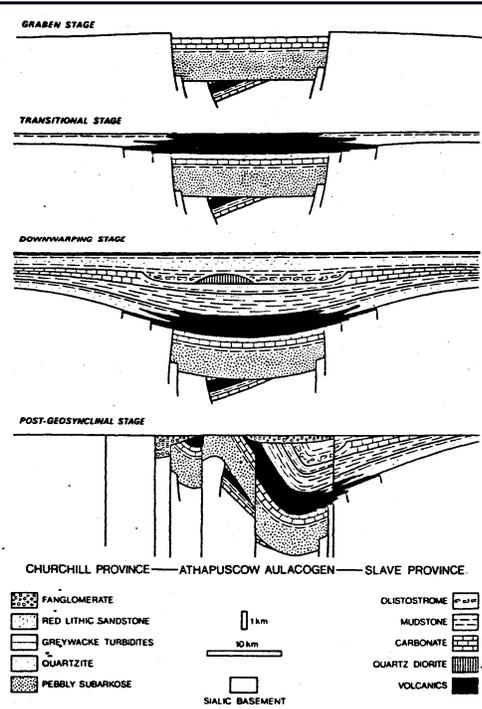
Punto triple evolucionando para acomodar la extensión cortical



24/06/2016

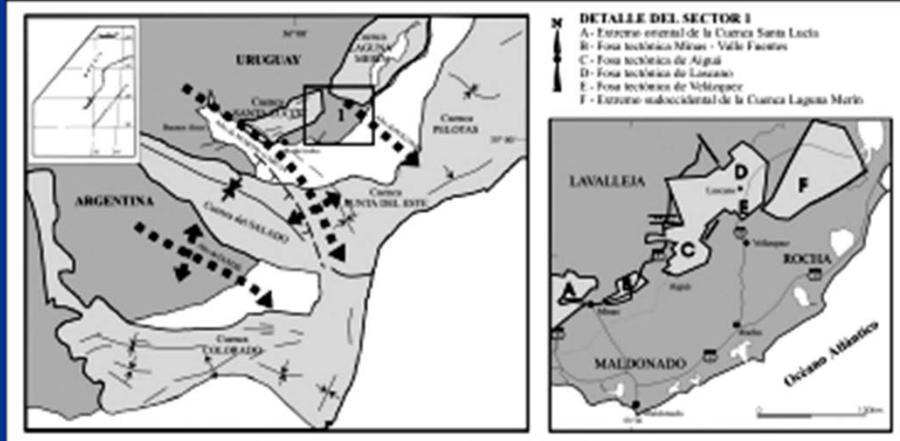
Relleno de cuenca en *rift* abortado

- Modelo de cuenca característica de **aulacógenos** (ramas abortadas de extensión cortical)



24/06/2016

Rifts aulacogénicos de SaLAM y Salado



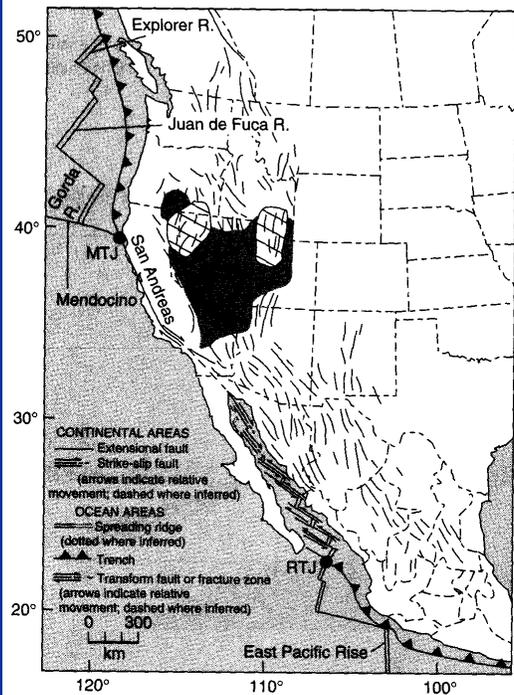
24/06/2016



24/06/2016

Provincia de 'Basins & Ranges'

24/06/2016

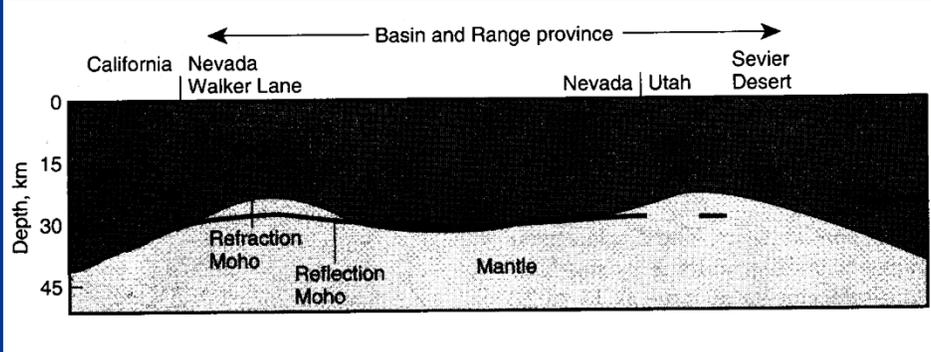


Colapso gravitacional en orógeno

- Colapso orogénico por compensación isostática asociado con zonas de tendencia netamente compresiva:
 - Provincia de *Basins & Ranges*.

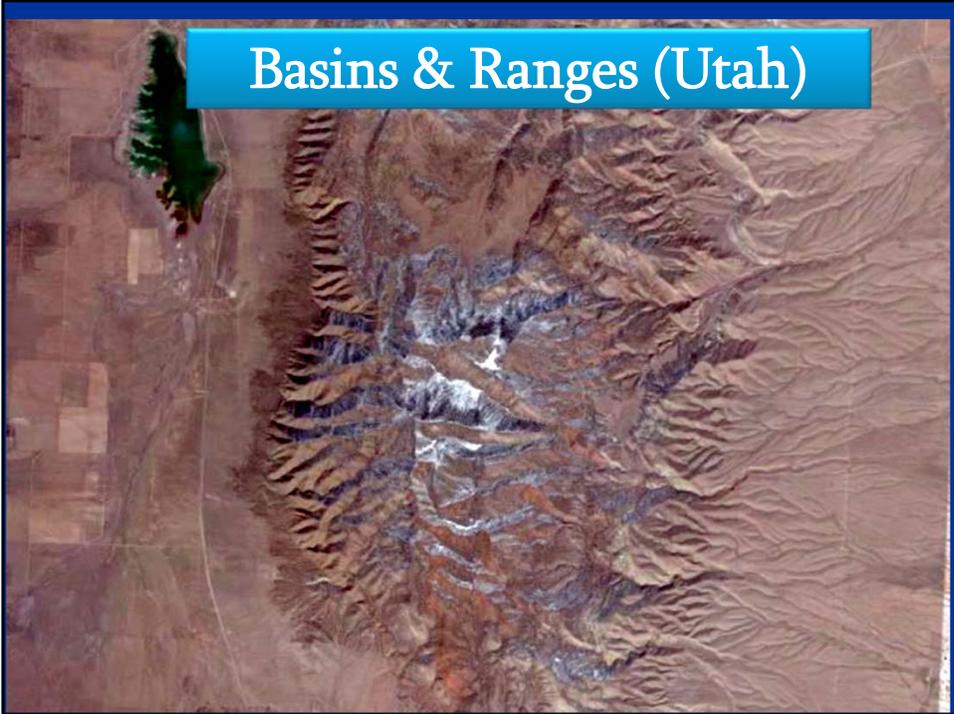
24/06/2016

Moho en los *Basins & Ranges* (Utah-Nevada)



24/06/2016

Basins & Ranges (Utah)



Detachments gravitacionales asociados a pliegues recumbentes



Nappe de la Montaña Negra (Sur de Francia):
Gravitacional \neq Extensional

24/06/2016



Estructuras
mesoscópicas

Duplex
extensionales



24/06/2016

Fallas lístricas en Nevada: Retrabajamiento de cabalgamientos

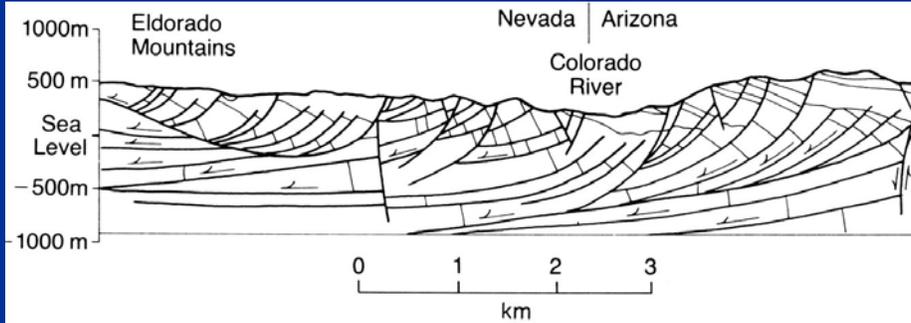
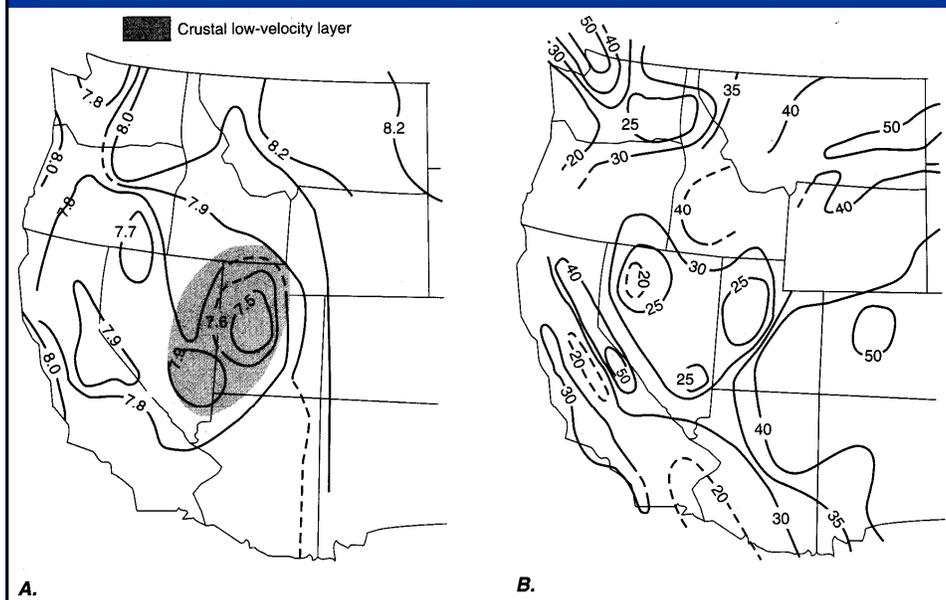


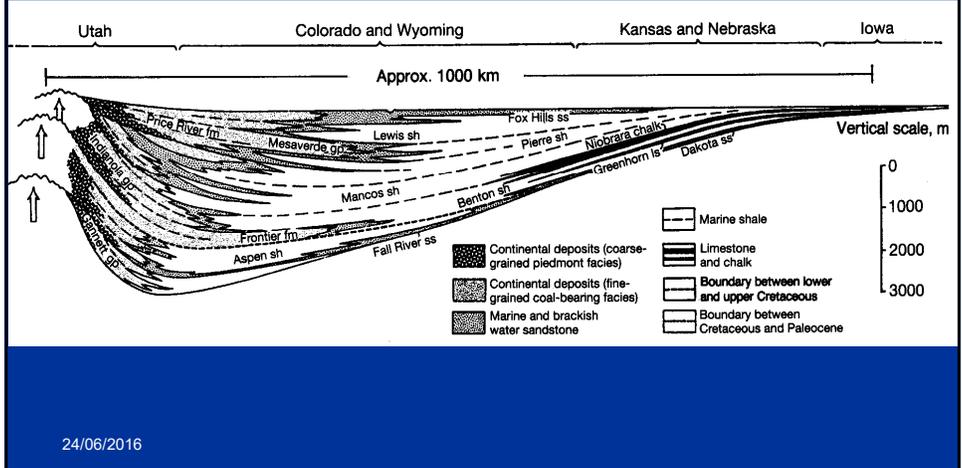
Figure 2.22 Listric normal faulting in the Lake Mead region. Tertiary and Precambrian rocks are rotated to steep dips along curved faults. [From Anderson (1971). Courtesy of United States Geological Survey.]

24/06/2016

Mecanismos focales y geotermia



Modelo de cuenca extensional de retro-arco asociada a orogénesis



Estructuras de gravedad asociadas a ambientes extensionales

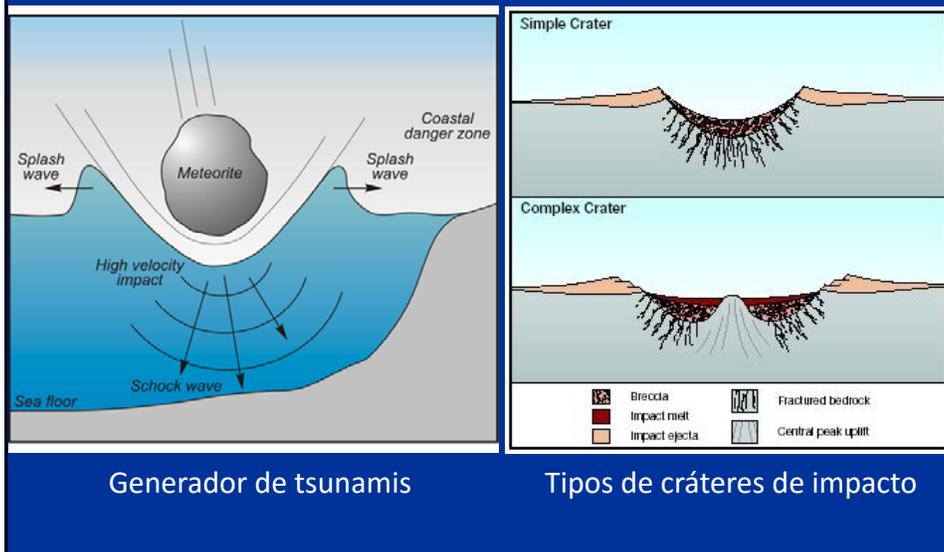
24/06/2016

Introducción

■ Gravedad:

- Principal generadora de estructuras:
 - IMPACTO
 - DESLIZAMIENTO
 - ASCENSO GRAVITACIONAL DIFERENCIAL.
- Vinculada a numerosas catástrofes naturales
 - Avalanchas
 - Tsunami de impacto
 - Sismos, etc.

Estructuras de impacto



Crater Lake (USA)



Evento de Impacto

- Cada 50.000 años cae un meteorito de 400 m de diámetro.



Estructuras de deslizamiento



Deslizamientos de tierra



"Debris Flow"

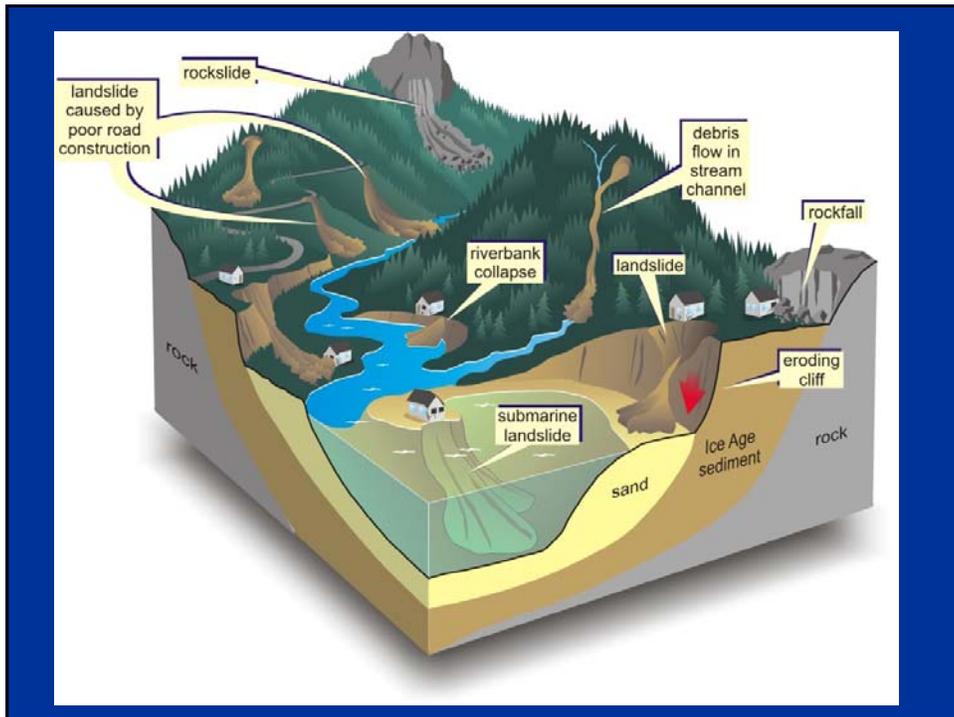
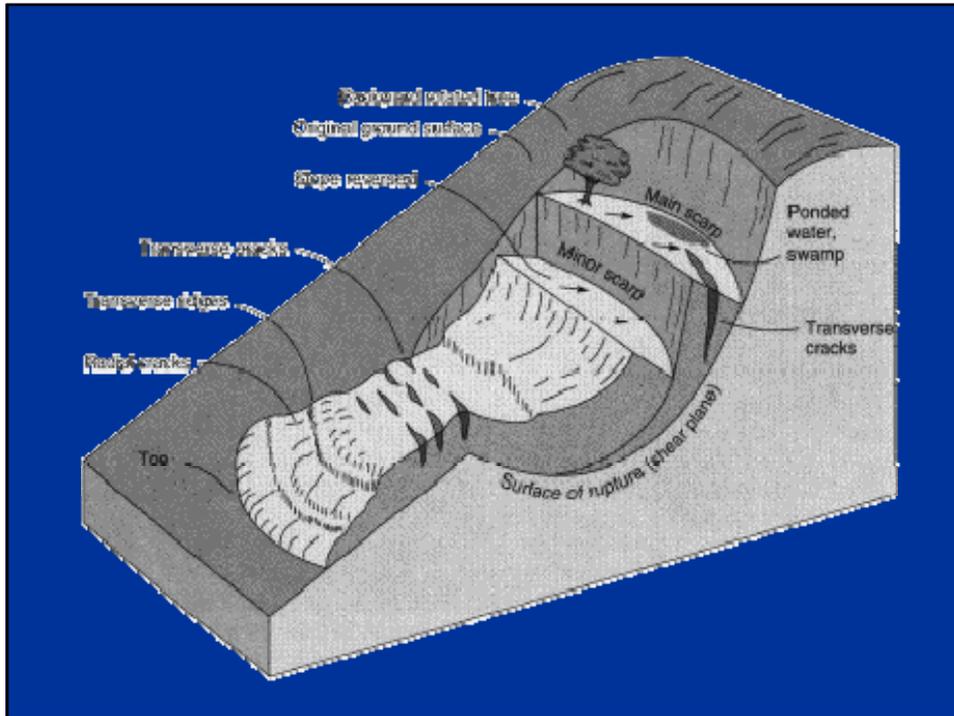


Deslizamiento en Colombia



Deslizamiento en Corea



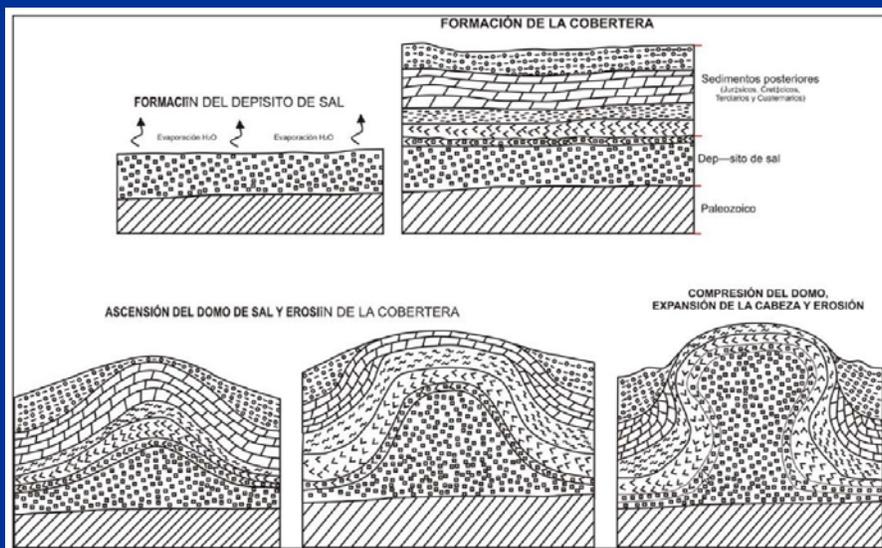


Estructuras de ascenso gravitacional diferencial

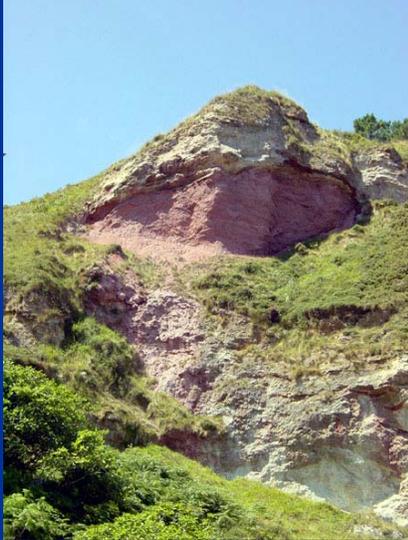


- Diapiros salinos nucleados en anticlinales.
- Caso de los domos salinos anticlinales de Zagros (Irán).
- Glaciares salinos asociados (en negro)

Esquema de evolución diapírica

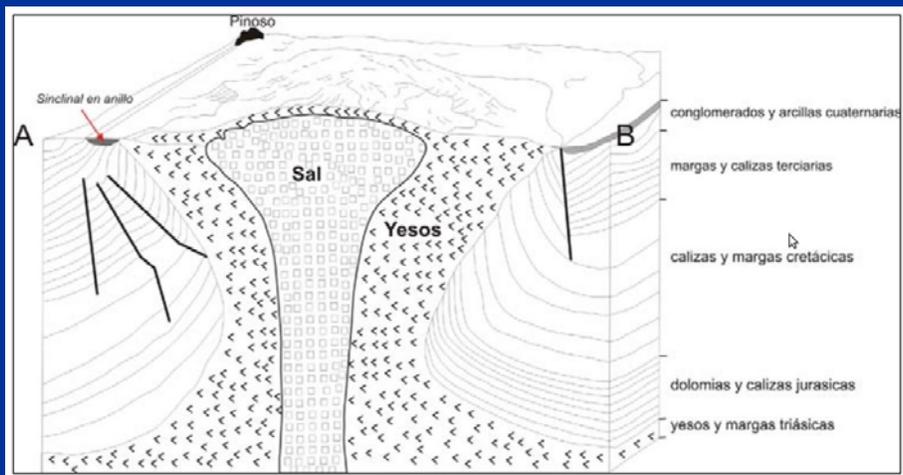


Ejemplo de diapiro salino



- Diapiro salino aflorante en San Julián (Cantabria, España)
- Sal = material rosado

Combinación evaporítica



Pinoso (España)

Ejemplo de sal explotable: Poza de la Sal (España)



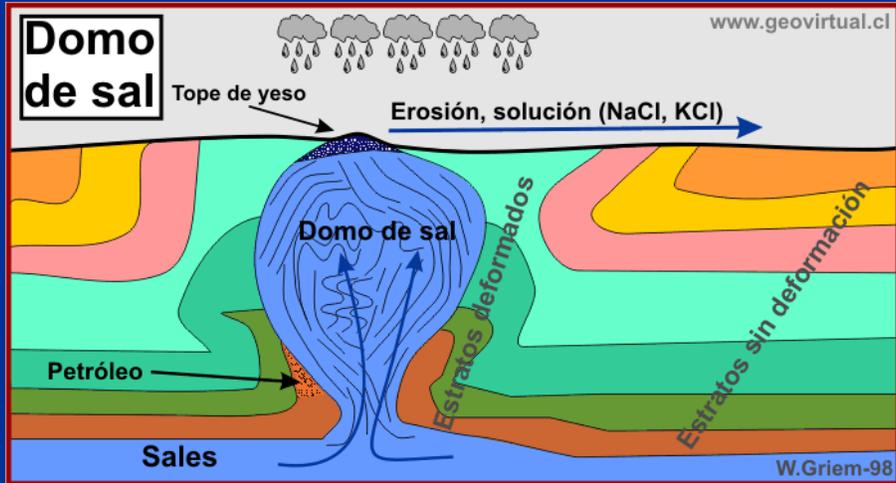
Meso-estructuras

Diapiro de sal de
Cardona (Barcelona)



- Lapiaces (*solution flutes*) de halita interestratificada con arcilla (material oscuro) generados por el escurrimiento de agua en niveles de sal.

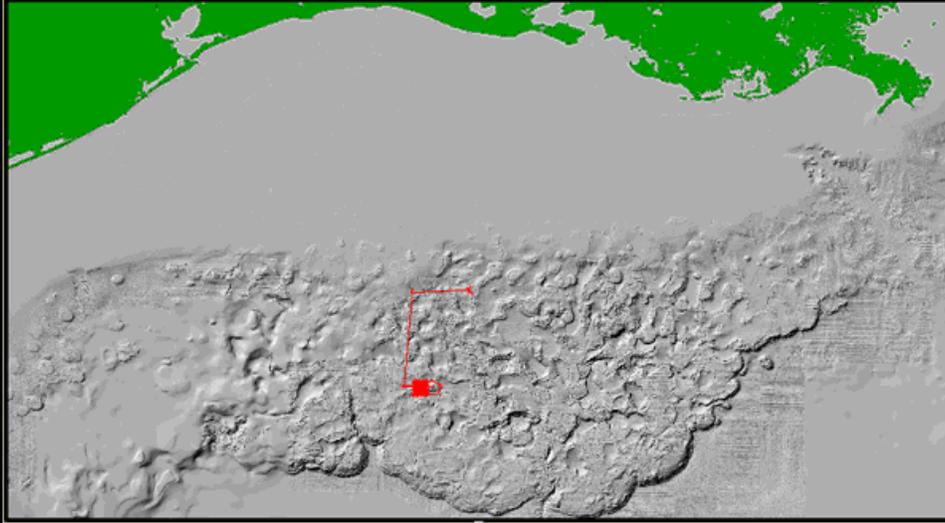
Erosión y solución



Mina de sal



Golfo de México



Riesgo geológico: Solución y derrumbe

