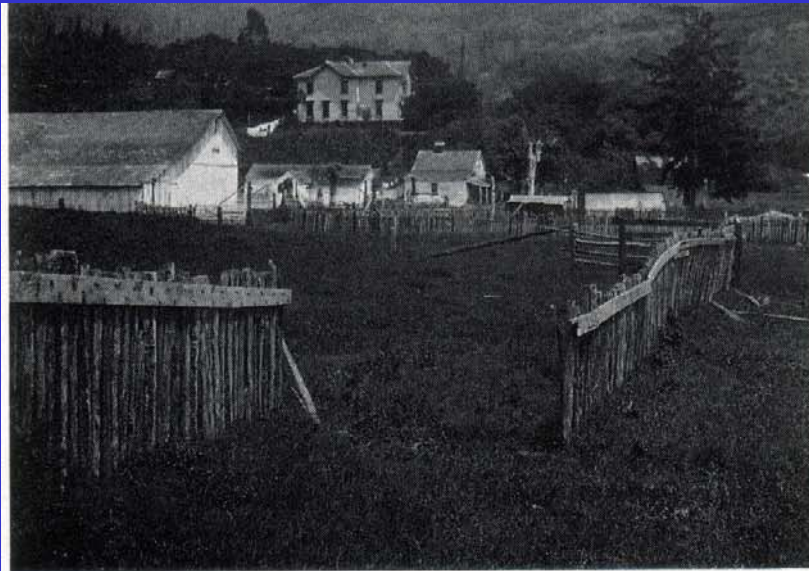


GEOLOGIA ESTRUCTURAL

DEFORMACIÓN DE LA CORTEZA



(A) Disruption of human structures resulting from earthquakes



(B) Uplifted shoreline in Alaska

La deformación de la corteza está evidenciada por movimientos históricos a lo largo de fallas; por terrazas marinas y playas solevantadas (con desarrollo de acantilado costero); por tierras sumergidas; por cuerpos de roca fracturados, fallados y plegados; etc...

DEFORMACIÓN ABRUPTO (Yakutat: 15 m , San Francisco: 7 m , Valdivia: 2 m) o **DEFORMACIÓN LENTA** (Bakersfield (California): 2.5 cm x año , Templo de Serapis , Mar Báltico, Costa Austral de Chile

La deformación
mas intensa
está
representada
por las
CADENAS
DE
MONTAÑAS
PLEGADAS,
que se
desarrollan a
lo largo de los
contactos
convergentes
de placas



(C) The internal structure of a mountain commonly consists of highly deformed layers of sedimentary rock, such as those shown in this photograph of the Canadian Rockies. The degree of compression and deformation may be better appreciated by studying diagram D, which traces the major beds. Note that much of the rock in the upper parts of the original folds has been removed by erosion.

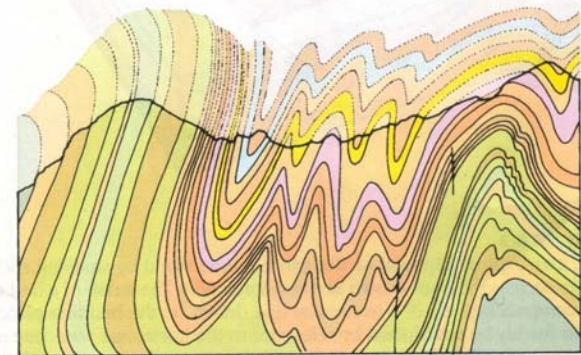


FIGURE 8.1 X
Evidence of crustal deformation

(D) Diagram of the major beds shown in photo C.

- Las rocas expuestas a esfuerzos de **COMPRESIÓN, EXTENSIÓN Y CIZALLE**, responden deformándose y generando estructuras (llamadas *secundarias*, en oposición a las estructuras *primarias o singenéticas*, que son comunes en las rocas sedimentarias).

La roca se deforma cuando se le aplica un esfuerzo que excede la resistencia del material.

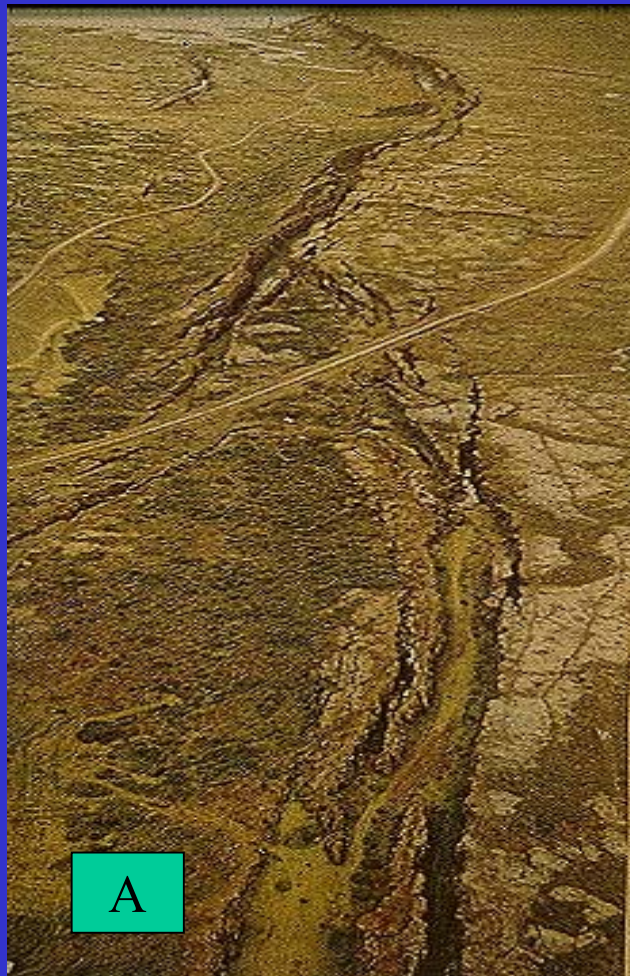
- La respuesta de la roca a los esfuerzos de compresión, extensión o cizalle (“*stress*”) será en función de la **PRESIÓN CONFINANTE**, la **TEMPERATURA**, el **TIEMPO DE APLICACIÓN**, los **FLUIDOS INTRA - POROS** y el **TIPO DE ROCA**.

En general, cerca de la superficie, la roca se comporta de manera FRAGIL (rígida) y se fractura.. Las estructuras resultantes son: **DIACLASAS y FALLAS**.

- A mayor profundidad (del orden de 3 km), la roca se comporta de manera DÚCTIL (plástica) y se pliega o fluye plásticamente. La estructura resultante es un **PLIEGUE**
- A grandes profundidades se llega al dominio de la FUSIÓN (viscoso), dónde se originan pliegues de flujo o aparición de esquistocidad.

A. Comportamiento frágil (rígido) en la parte superficial de la corteza (*fracturamiento asociado a un sismo histórico*).

B. Comportamiento dúctil (plástico) de la corteza en profundidad (*pliegues de flujo, en rocas metamórficas, con aparición de esquistosidad*)



TIPOS DE ESTRUCTURAS (y esfuerzos asociados)

Las estructuras principales que resultan de la deformación cortical son:

- **PLIEGUE** (producido por un esfuerzo compresivo)
- **FALLA** (producida por un esfuerzo compresivo, extensivo o de cizalle). Fractura con desplazamiento relativo de sus lados
- **DIACLASA** (producida por un esfuerzo compresivo, extensivo o de cizalle). Fractura sin desplazamiento relativo de sus lados

pliegues, fallas y diaclasas se producen desde dimensiones microscópicas (microestructuras) a macro y megascópicas (megaestructuras) de cientos a miles de kilómetros de extensión)

LA NOMENCLATURA DE LOS PLIEGUES SE BASA EN LA GEOMETRÍA TRIDIMENSIONAL DE LA ESTRUCTURA

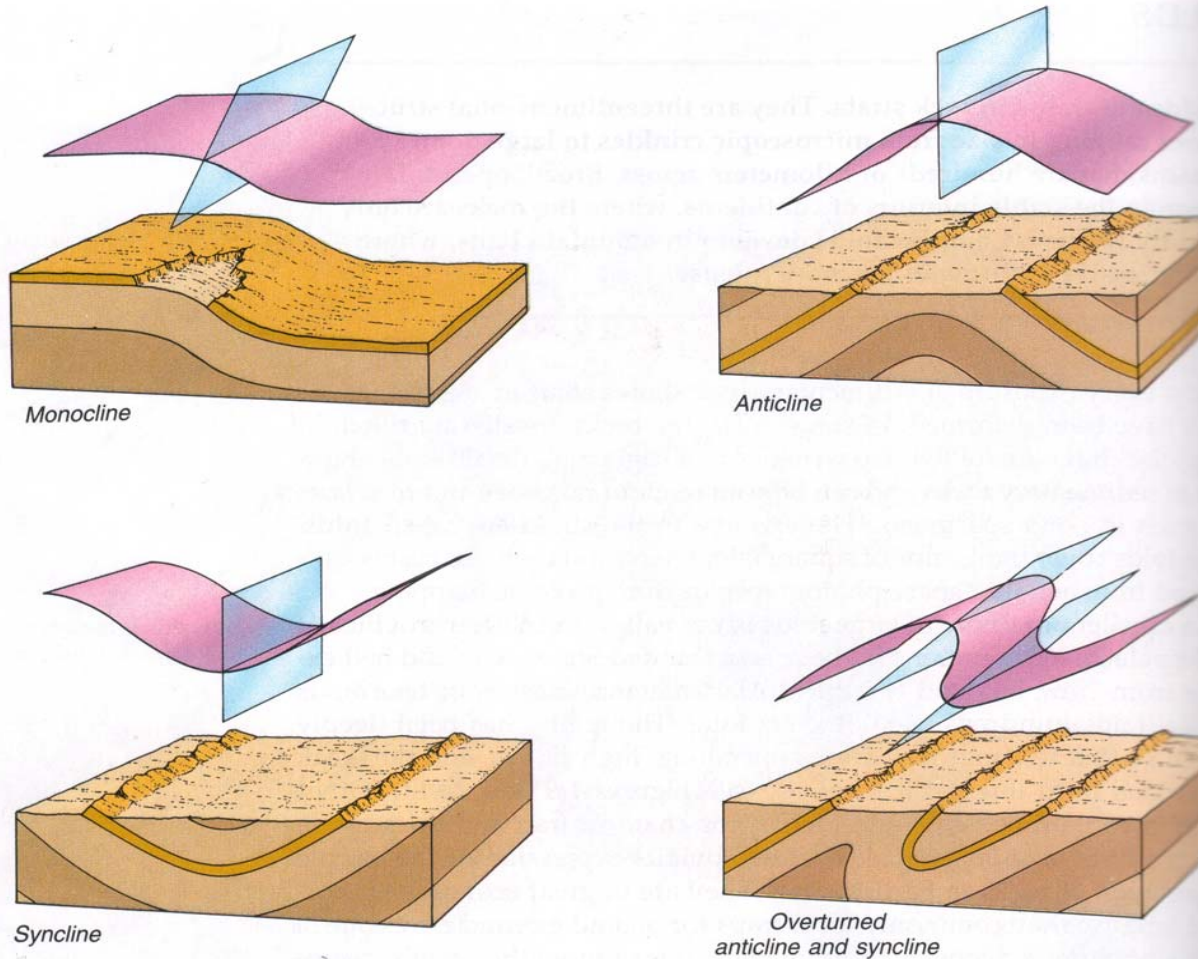


Figure 7.3 The nomenclature of folds is based on the three-dimensional geometry of the structure, although most exposures show only a cross section or map view.

**LOS
ANTICLINALES
Y SINCLINALES**
pueden ser simétrico,
asimétrico, volcado,
isoclinal y recumbente

La mayoría de las exposiciones muestran el pliegue sólo a través de una sección o vista superior (mapa)

SINCLINAL SIMÉTRICO

(flancos del pliegue con igual ángulo pero en direcciones opuestas)

Anticlinales y sinclinales se reconocen fácilmente cuando la erosión corta la estructura y los expone a través de una sección vertical, en los flancos de un valle o en un corte en una carretera *(ej: Calico hills , en el sur de California)*



(A) Anticlines and synclines are easily recognized when erosion cuts across the structures and exposes them in a vertical cross section

such as these folds in the Calico Hills of southern California.

PLIEGUE VOLCADO



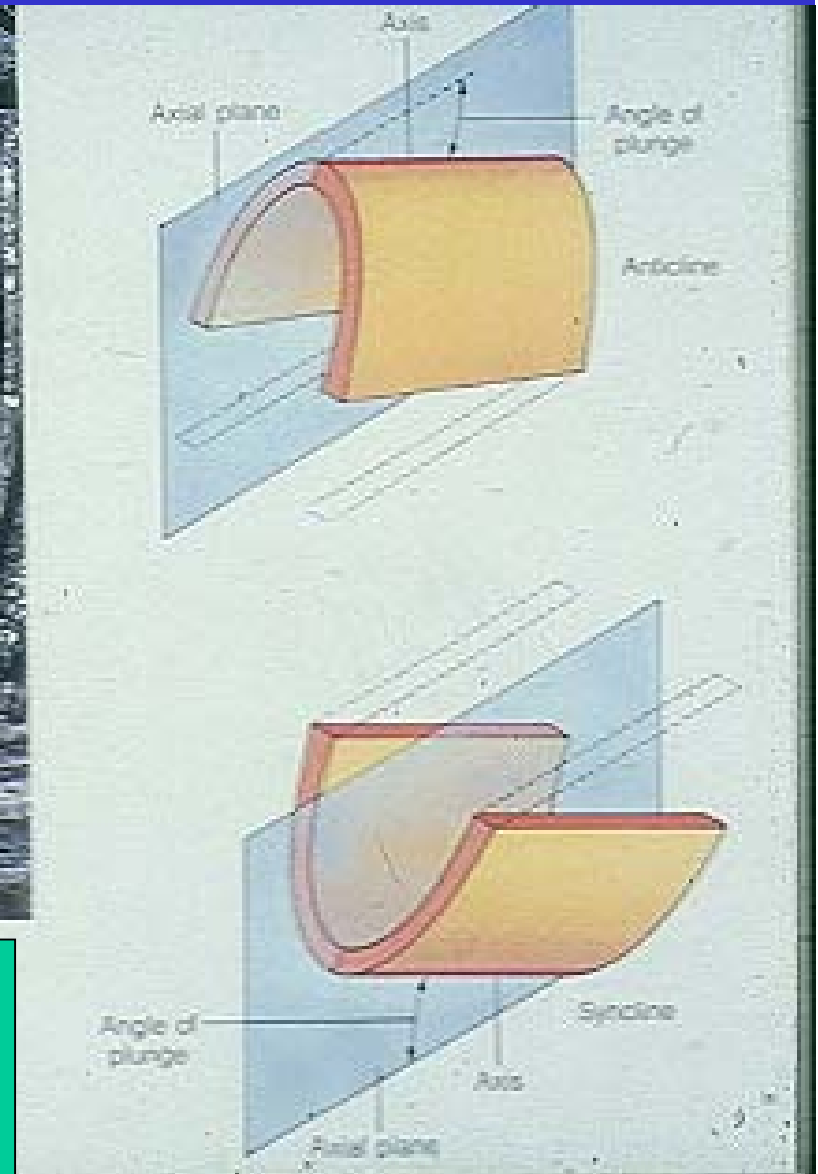
PLIEGUE VOLCADO (DE ARRASTRE)



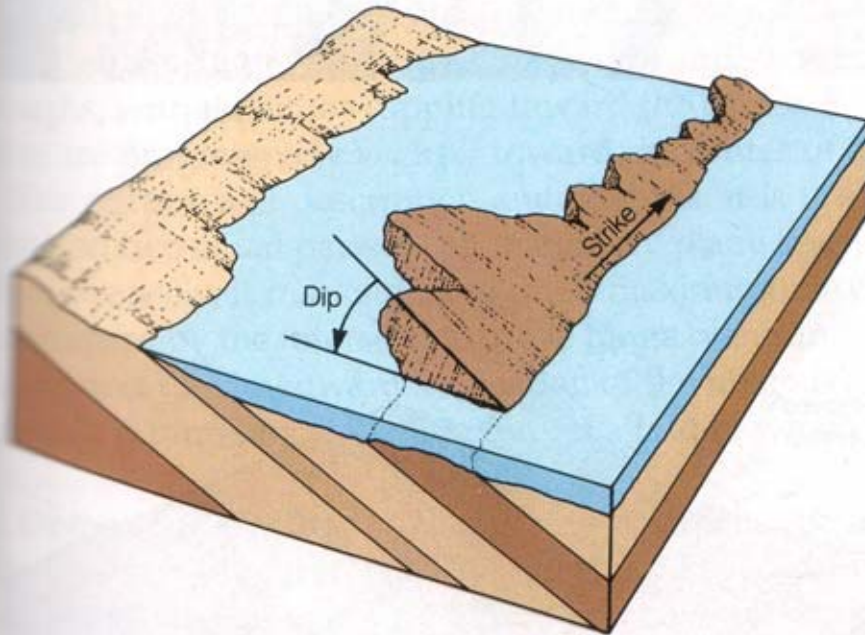
Elementos de un pliegue: **FLANCO** o **LIMBO**, **PLANO AXIAL**,
EJE DE PLIEGUE o **CHARNELA** (bisagra)



ANTICLINJAL VOLCADO
(ambos flancos buzan en la misma dirección)



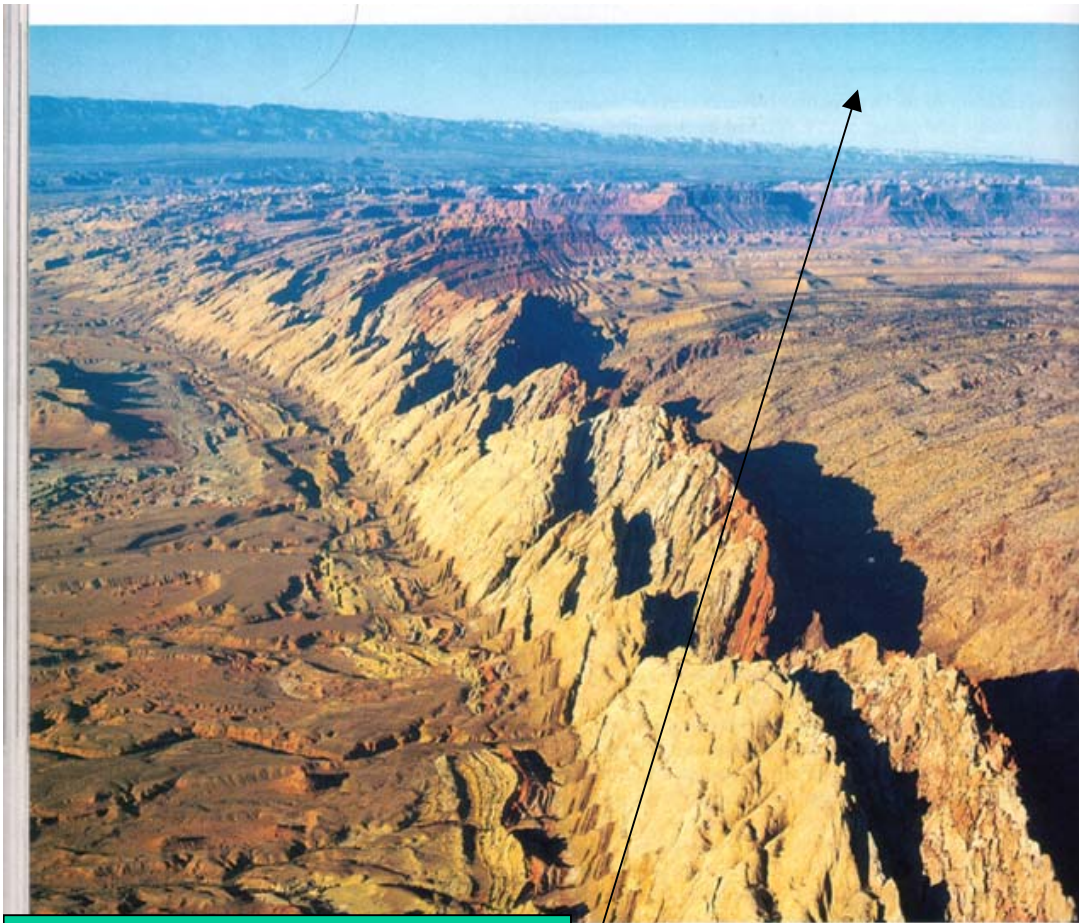
LA ORIENTACIÓN ESPACIAL DE LOS RASGOS PLANARES EN LAS ROCAS, COMO PLANOS DE ESTRATIFICACIÓN, FALLAS Y FRACTURAS, SE PUEDEN DEFINIR MIDIENDO LA DIRECCIÓN (RUMBO) E INCLINACIÓN (MANTEO) DE ESAS SUPERFICIES PLANAS



CONCEPTO DE RUMBO Y MANTEO

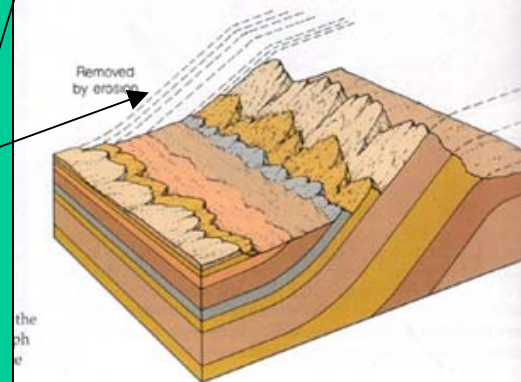


horizontal waterline in this example. The dip is the angle and direction of inclination on the bed, measured at right angles to the strike



SECUENCIA DE
ESTRATOS
INCLINADOS DE
RUMBO NORTE-SUR
Y MANTEO 40^a E (San
Rafael Swell, en Utah)

Diagrama que
muestra la forma
de la flexura y los
estratos superiores
removidos por la
erosión



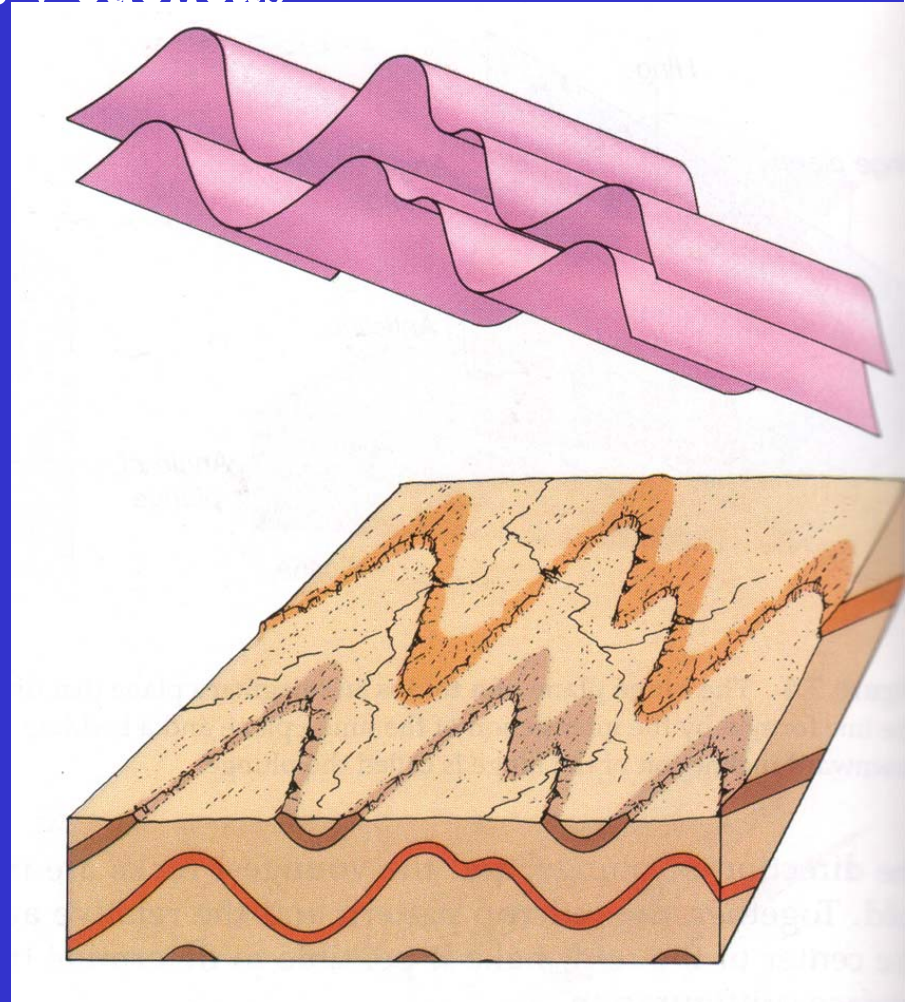
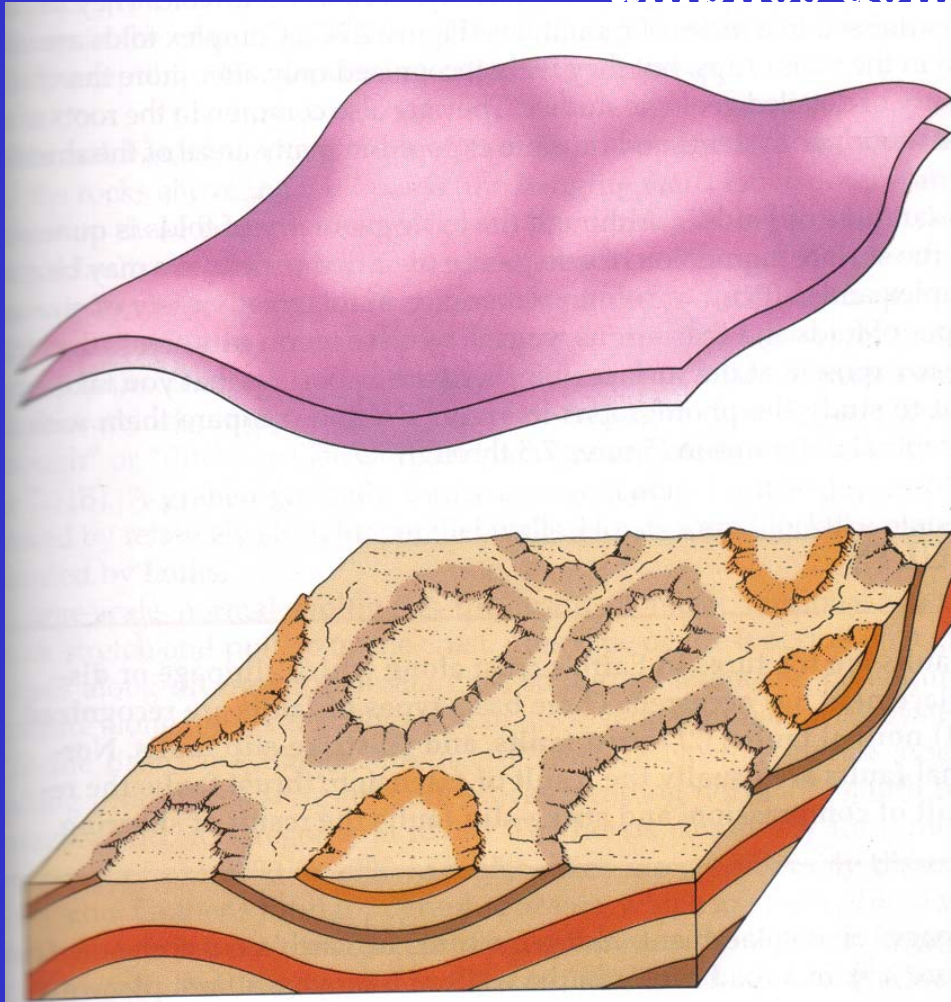
ESTRATOS VERTICALES



Un anticlinal buzante se expresa topográficamente como un típico modelo de afloramiento en forma de “V” que apunta en la dirección del buzamiento (*St. George, Utah*), dónde se alternan dorsales y valles alargados que convergen hacia la terminación periclinal del pliegue, formados por los estratos de rocas mas resistentes y menos resistentes a la erosión respectivamente

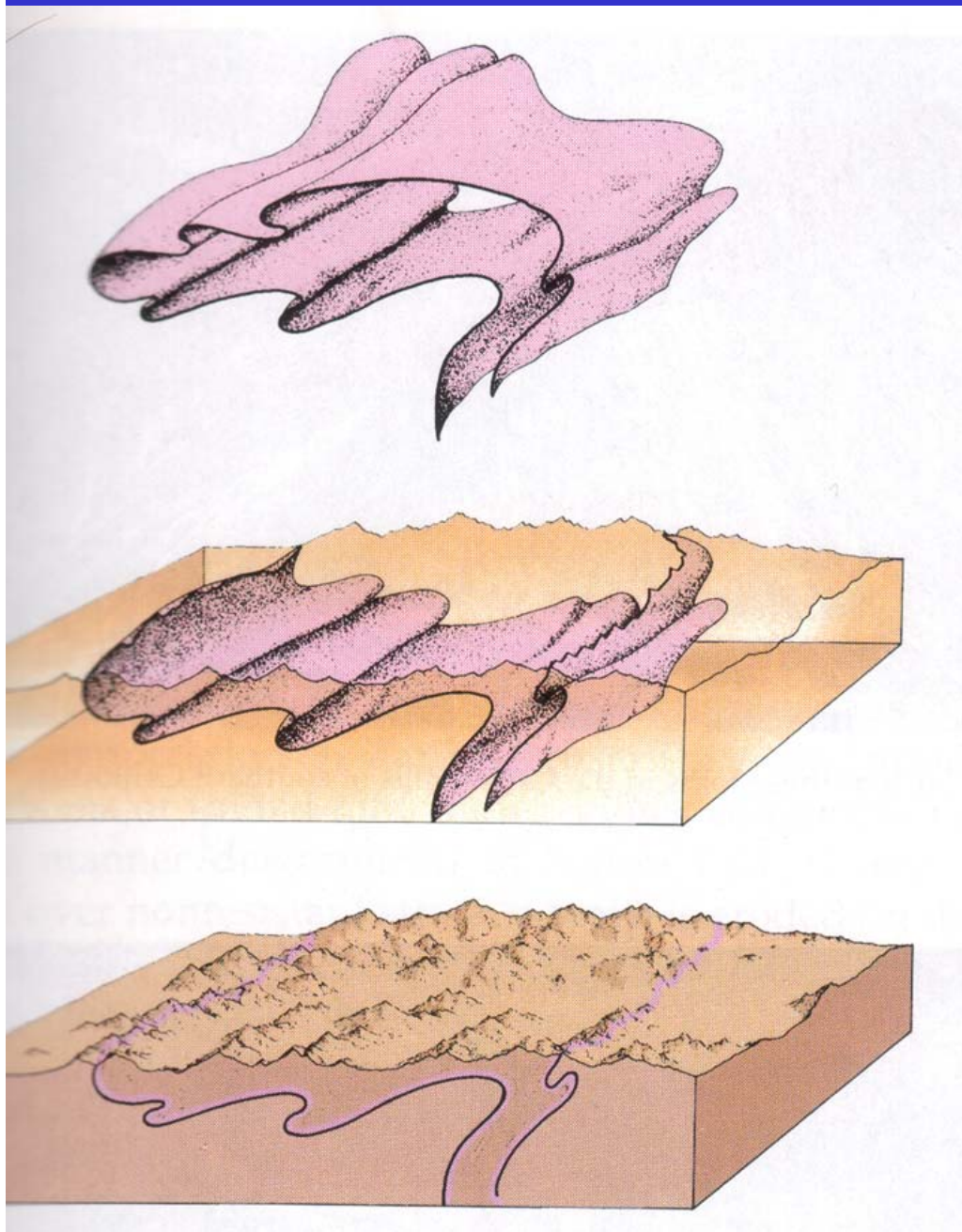


PLIEGUES COMPLEJOS: una capa individual se deforma en amplios domos y cuencas



La geometría y expresión topográfica de los domos y cuencas envuelven una amplia deformación que levanta y hunde los estratos, los que al ser erodados exponen formas de afloramientos de rocas circulares o elípticas

PLIEGUES COMPLEJOS PRODUCEN MODELOS DE AFLORAMIENTOS COMPLEJOS



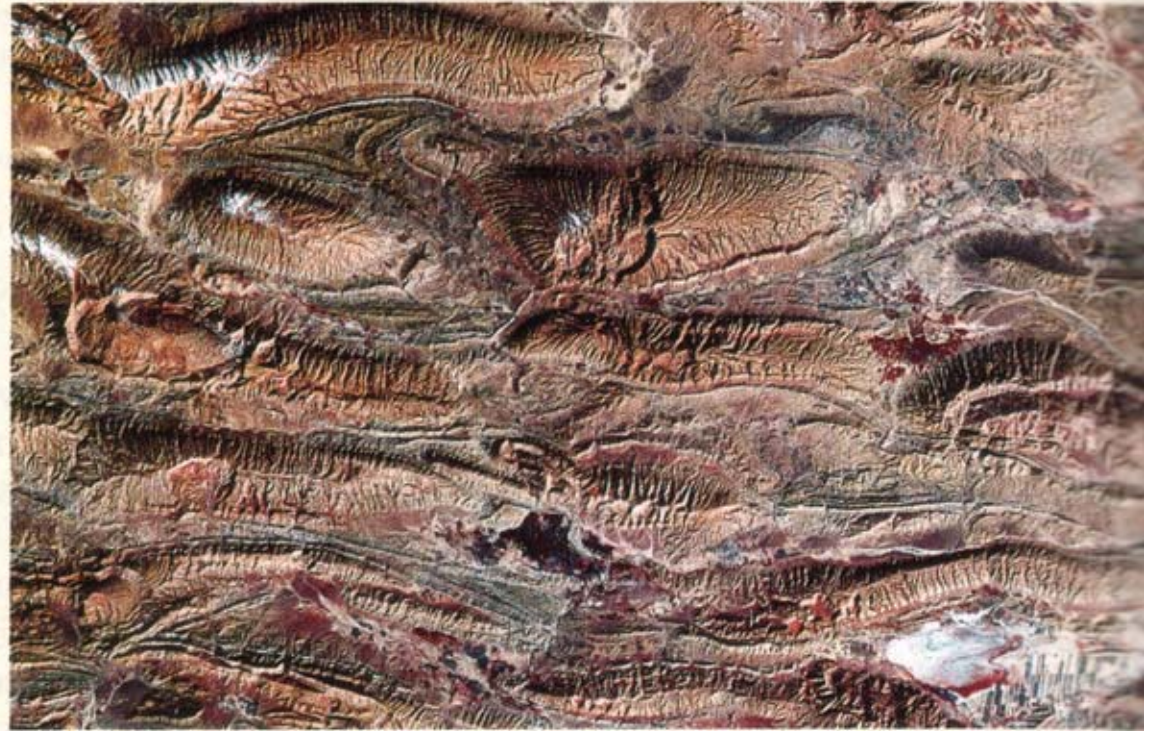
Las rocas que han sido deformadas intensamente muestran comúnmente amplios pliegues volcados y virados. La superficie que aflora del pliegue después que la erosión remueve las capas superiores, muestra una complejidad importante que dificulta reconocer los detalles; y la expresión topográfica de pliegues complejos puede ser una serie de “crestas” o lomos montañosos alineadas

Perspectiva regional de estructuras de pliegues truncados por la erosión. Un “domo” se expresa en dorsales y valles circulares formados por capas mas resistentes y menos resistentes respectivamente (*Oeste de Texas*).

Anticlinales y sinclinales buzantes (inclinados) o domos elongados generan montañas elípticas con pequeños valles que drenan los flancos de esos pliegues (*Zagros, en Irán*)



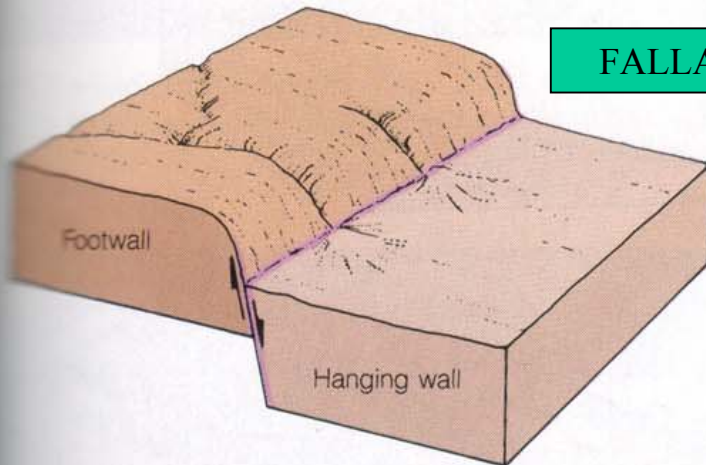
(B) A structural dome in west Texas has been truncated by erosion and is expressed as a series of circular ridges (formed on resistant layers) and valleys (formed on nonresistant beds).



(C) Folds in the Zagros Mountains of Iran provide an important regional perspective of the nature of folds. The elliptical mountains are plunging anticlines or elongate domes. Small stream valleys eroded on the flanks of the folds make them appear from this perspective like an army of alien centipedes marching across the surface

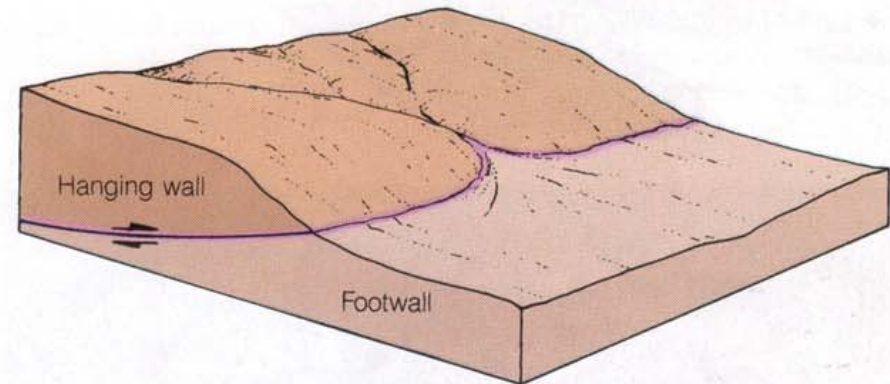
Los tres tipos mayores de fallas se distinguen por la dirección de sus desplazamientos relativos

FALLA NORMAL



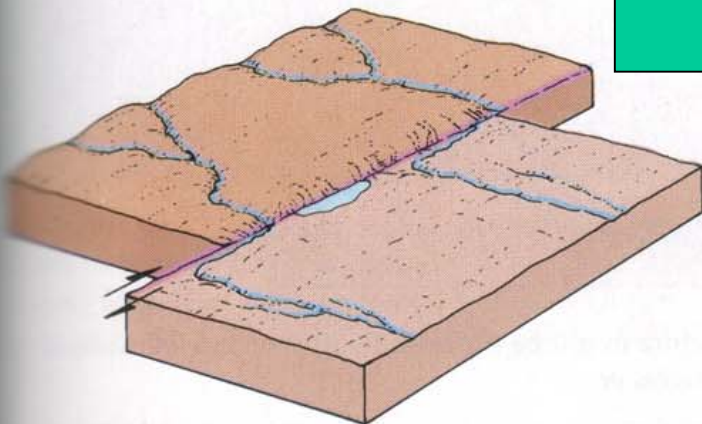
(A) In normal faults, the hanging wall moves downward in relation to the footwall.

FALLA INVERSA O DE EMPUJE



(B) In thrust faults, the hanging wall moves upward in relation to the footwall.

FALLA DE RUMBO O TRANSCURRENTE (SINISTRAL Y DEXTRAL)



(C) In strike-slip faults, the displacement is horizontal.

Los elementos principales de una falla son: el *plano de falla*, la *traza de falla*, el *escarpe de falla*, las *estrías de falla*, el *desplazamiento de la falla* (también eventualmente, *brecha de falla*, *salbanda*, *facetas triangulares*, otros)

Plano de falla con un desplazamiento reciente que produce un escarpe fresco en la base de una montaña

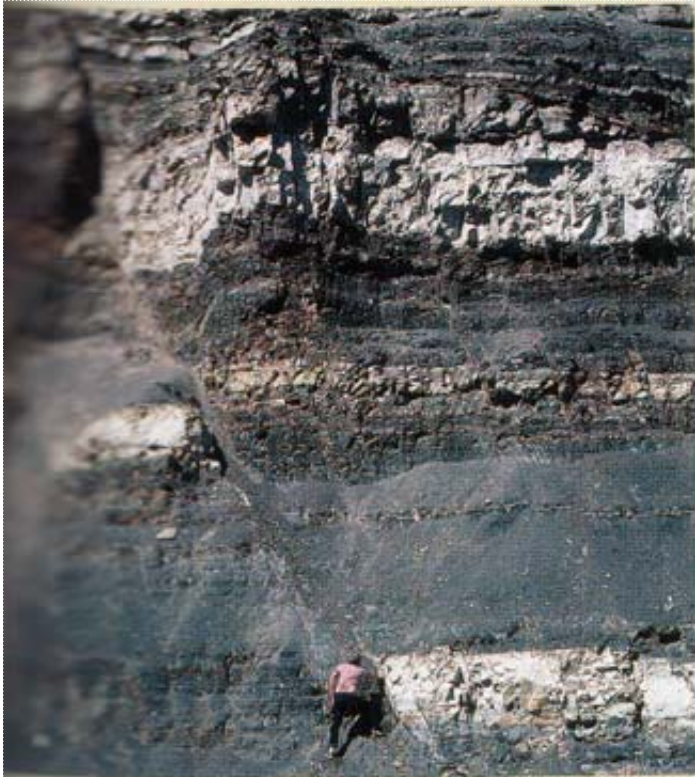


Figure 7.12 Recent displacement along a fault, at the base of the Lost River Range in southern Idaho, has produced the fresh cliff at the base of the mountain front. Cumulative movement on the fault during vast period of time produced the mountain range. (Courtesy of Glenn Embree)

TRAZA DE FALLA SUBVERTICAL (NORMAL)



Expresión superficial de las fallas



Falla expuesta en una pared vertical de un valle o de un corte en un camino. Se reconoce fácilmente por el desplazamiento de los estratos



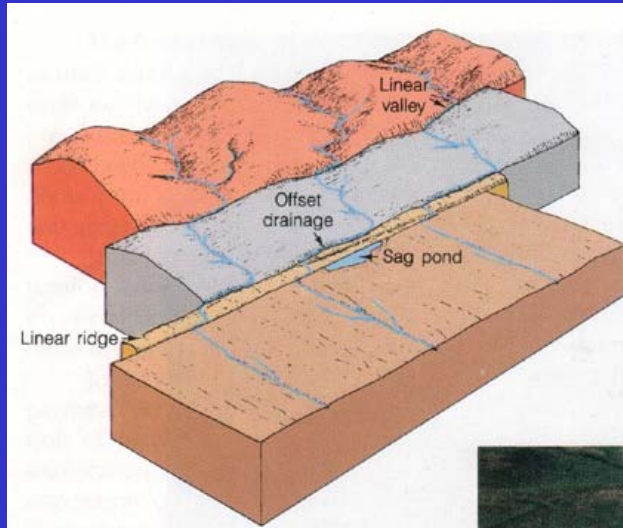
Grabenes y horsts se producen comúnmente donde la corteza está sometida a esfuerzos tensionales. El área muestra una alternancia de dorsales o pilares (horst) y valles o depresiones (graben)

LOS VALLES O DEPRESIONES ALARGADAS QUE FORMAN
LOS GRABENES APARECEN EN PARTE CUBIERTOS POR
UNA CAPA LISA DE SEDIMENTOS FINOS



Diagrama idealizado de un
sistema de horsts y grabenes
en un área sometida a esfuerzos
extensivos.

FALLAS DE DESLIZAMIENTO DE RUMBO (SINESTRAL Y DEXTRAL)



Fallas de rumbo verticales, como la falla San Andreas en California, producen paisajes muy distituiuos

Arroyos son desplazados por movimientos recurrentes de la falla.

Formas de valles, dorsales y pequeñas lagunas o charcos (en áreas hundidas) se alinean a lo largo de la traza de la falla



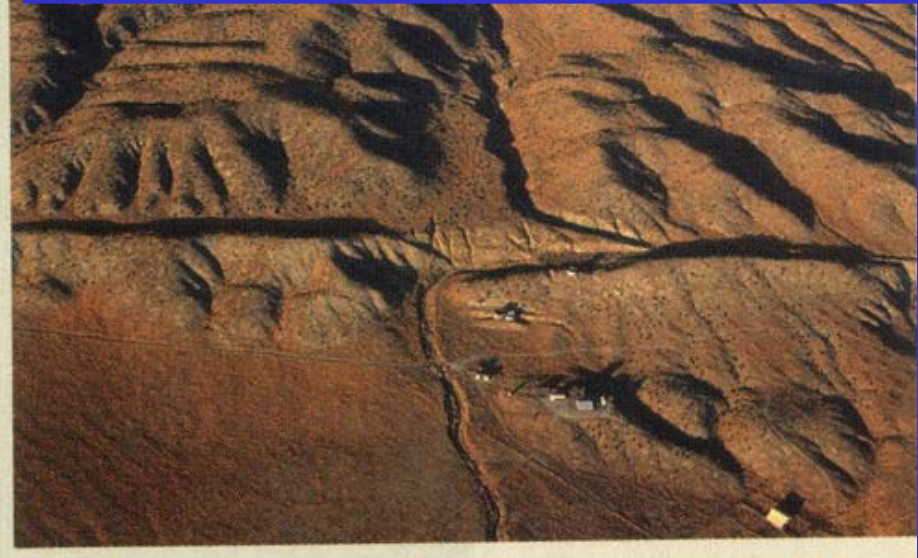
offset.

Falla de empuje de plano casi horizontal en una cadena plegada genera un sobreescurreimiento de las capas mas antiguas sobre las mas jóvenes. La traza y el frente de la falla se expresan claramente en la topografía



Falla de deslizamiento de rumbo

Se expresa comúnmente en una serie de dorsales rectas alineadas, que desplazan la red de drenaje. Su traza se aprecia fácilmente en la morfología



Traza de la falla de Atacama (cono de deyección desplazado)
Desplazamiento se aprecia en la geometría del cono y cambio del sistema de drenaje

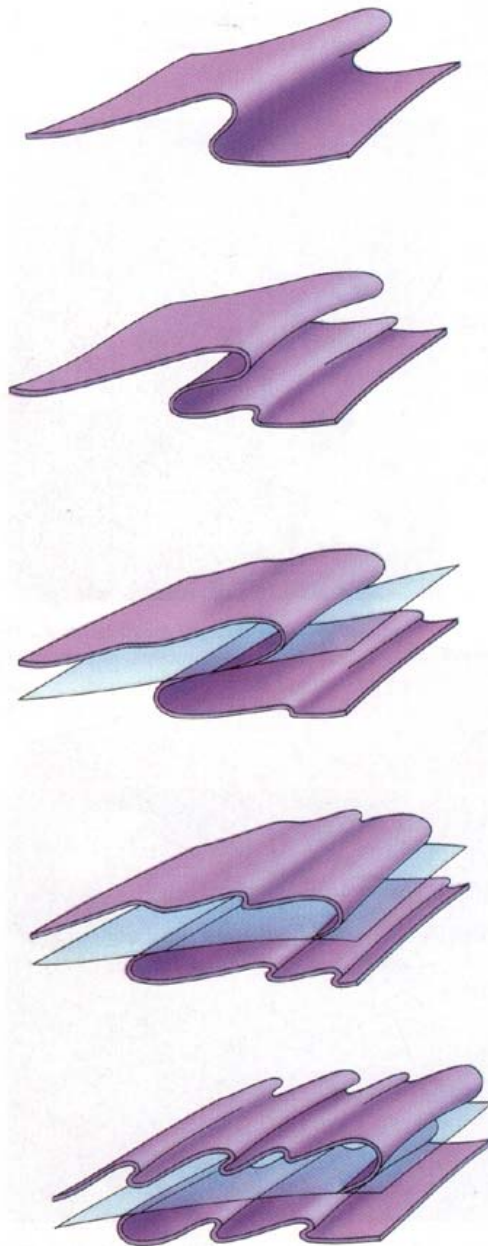


Escarpe en zona de falla de Atacama

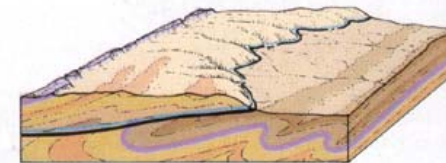
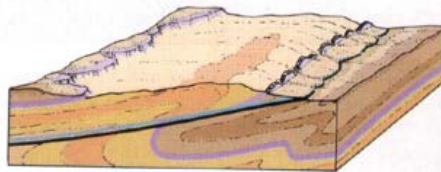
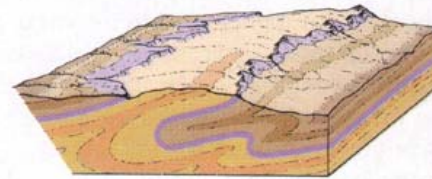
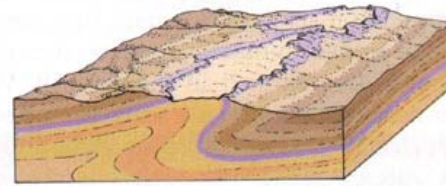


Fallas normales forman comúnmente acantilados con el bloque levantado. La traza de la falla está a lo largo de la base del acantilado. La capas rojas mesozoica de este caso (*en Utah*) han sido desplazadas hacia abajo en 1.5 km respecto al bloque gris que fue levantado





(A) Progressive development of a fold into a thrust fault.

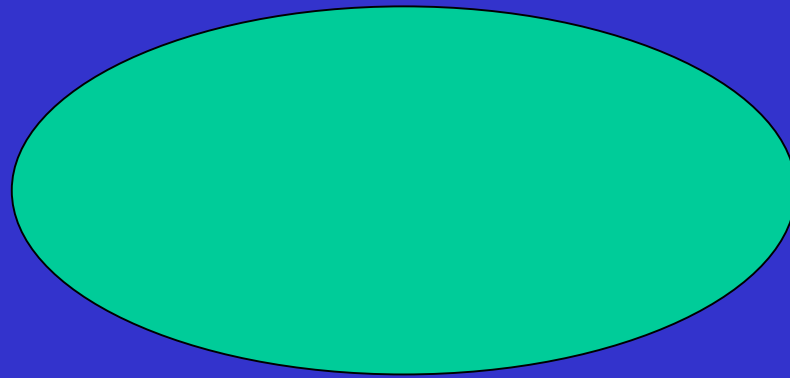


(B) This structure might be expressed at the surface because of contemporaneous erosion.

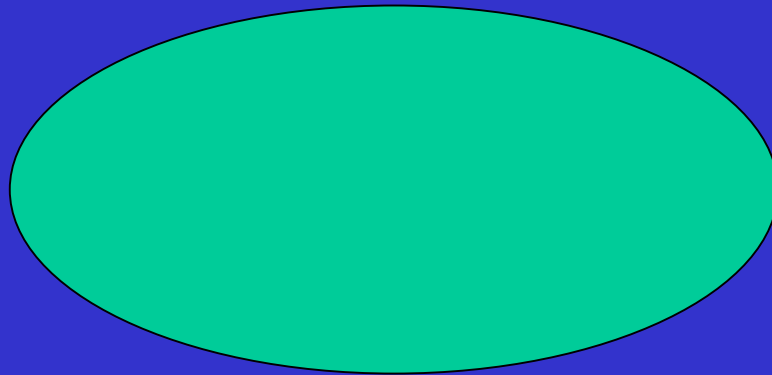
Figure 7.10 The evolution of thrust faults from folds is depicted in this sequence of diagrams.

**Evolución de una
falla de empuje
(falla inversa con
sobreescurrimiento)
a partir de un
pliegue. La traza
de esta
estructura se
expresa
fuertemente en
superficie debido
a la erosión
contemporánea**

ELIPSOIDE DE ESFUERZO



ELIPSOIDE DE DEFORMACIÓN



DISCORDANCIA

(superficie de tiempo)

- DISCORDANCIA DE EROSIÓN:
- DISCORDANCIA ANGULAR: