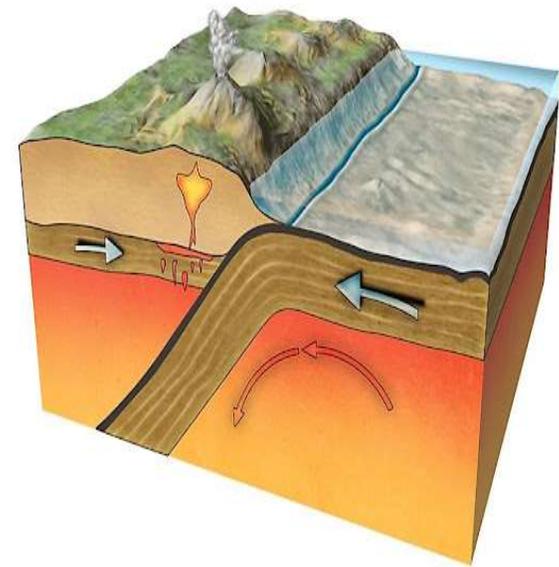


DEFORMACIÓN DE LA
CORTEZA Y USO DE LA
BRÚJULA

Cesar Álvarez

CONTEXTO

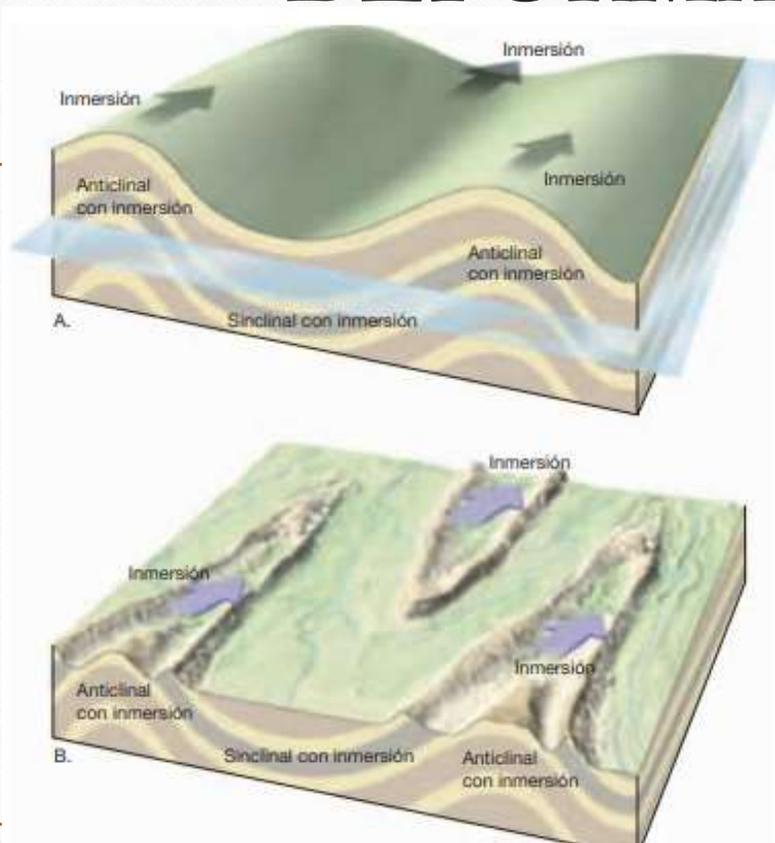
- Los geólogos estructurales estudian la arquitectura de la corteza terrestre y cómo adquirió este aspecto en la medida en que fue consecuencia de la deformación. Estudiando la orientación de los pliegues y las fallas, así como los rasgos a pequeña escala de las rocas deformadas, los geólogos estructurales pueden determinar a menudo el ambiente geológico original, y la naturaleza de las fuerzas que produjeron esas estructuras rocosas. De este modo se están descifrando los complejos acontecimientos que constituyen la historia geológica.



DEFORMACIÓN

- Cualquier cuerpo de roca, con independencia de su dureza, tiene un punto en el que se fracturará o fluirá. La deformación es un término general que se refiere a todos los cambios de tamaño, forma, orientación o posición de una masa rocosa. La mayor parte de la deformación de la corteza tiene lugar a lo largo de los márgenes de las placas. Los movimientos de las placas y las interacciones a lo largo de los límites de placa generan las fuerzas tectónicas que provocan la deformación de las unidades de roca.

DEFORMACIÓN

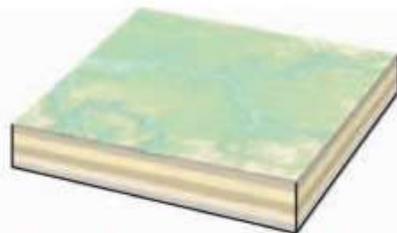


◀ **Figura 10.10** Pliegues con inmersión. **A.** Vista idealizada de pliegues con inmersión en los cuales se ha añadido una superficie horizontal. **B.** Vista de los pliegues con inmersión como podrían aparecer después de experimentar mucha erosión. Obsérvese que en un anticlinal con inmersión, terminación periclinal del pliegue «apunta» en la dirección de inmersión, mientras que en los sinclinales con inmersión ocurre justo lo contrario.

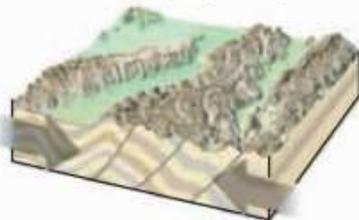
FUERZA Y ESFUERZO

- Cuando se habla de deformación, entra en juego **la fuerza**, que de acuerdo a la definición clásica como todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales. Para describir las fuerzas que deforman las rocas, la geología estructural utiliza el término **esfuerzo**, la cual es definido como la cantidad de fuerza aplicada sobre un área determinada.
- La magnitud de esfuerzo no es simplemente una función de la cantidad de fuerza aplicada, sino también esta relacionada sobre el área sobre la cual esta fuerza actúa. Los esfuerzos pueden aplicarse de manera uniforme en todas las direcciones (presión de confinamiento) o de manera no uniforme (esfuerzo diferencial).

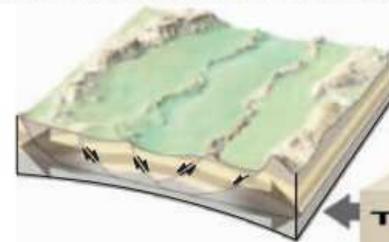
FUERZA Y ESFUERZO



A. Estratos no deformados (cuerpo rocoso).



B. El esfuerzo compresional horizontal hace que las rocas se acorten horizontalmente y se engrosen verticalmente.



C. El esfuerzo tensional horizontal hace que las rocas se alarguen horizontalmente y se adelgacen verticalmente.



D. El esfuerzo de cizalla provoca desplazamientos a lo largo de las zonas de falla o por el flujo dúctil.



TIPOS DE ESFUERZO

- Como se hizo referencia, los esfuerzos hacen referencia a la fuerza aplicada a un área determinada. La unidad de medida habitual es el kg/cm^2 . En la naturaleza, según la dirección en la que es aplicada la fuerza, se pueden observar tres tipos de esfuerzos: la **compresión**, la **tensión** y la **cizalla**.
- **Compresión:** es el esfuerzo al que son sometidas las rocas cuando se comprimen por fuerzas dirigidas unas contra otras a lo largo de un mismo eje. Cuando los materiales son sometidos a este tipo de esfuerzos, tienden a acortarse en la dirección del esfuerzo mediante la formación de pliegues o fallas según que su comportamiento sea **dúctil** o **frágil**.
- **Tensión:** es el resultado de las fuerzas que actúan a lo largo del mismo eje pero en dirección opuesta. Este tipo de esfuerzo actúa alargando o separando las rocas.
- **Cizalla:** es el esfuerzo en el cual las fuerzas actúan en paralelo pero en direcciones opuestas, lo que da como resultado una deformación por desplazamiento a lo largo de planos pocos espaciados. En la **Figura 1**, podemos observar los distintos tipos de esfuerzos observados en la geología estructural.



Fig. 1. Tipos de Esfuerzos observados en la Geología Estructural.

NIVELES ESTRUCTURALES

- Si consideramos el límite superior a la superficie de la Tierra, en dirección hacia el centro del planeta, se pueden definir tres niveles estructurales en donde las rocas tienen un comportamiento particular.
- **Nivel estructural superior:** se localiza desde la superficie de la corteza (depende de la altitud del terreno) hasta el nivel de referencia de 0 m., aunque puede llegar a más profundidad. La presión y temperatura no son muy elevadas y las rocas tienden a tener un comportamiento frágil.
- **Nivel estructural medio:** se sitúa entre la cota de los 0 m. y unos 4.000 m. de profundidad. El mecanismo predominante es la **flexión** debido al comportamiento dúctil de las rocas. En este nivel se generan los pliegues.
- **Nivel estructural inferior:** es el nivel donde ocurre los **procesos de metamorfismo** y se localizan entre los 4.000 m. hasta un máximo de 10.000 m. de profundidad. En los niveles más superficiales domina el **aplanamiento**, con el frente superior de **esquistosidad**. A mayor profundidad, dominan las estructuras de flujo, con pliegues acompañados siempre de esquistosidad y foliación. Su límite inferior viene marcado por el **inicio de la fusión** y la presencia del granito de anatexia.

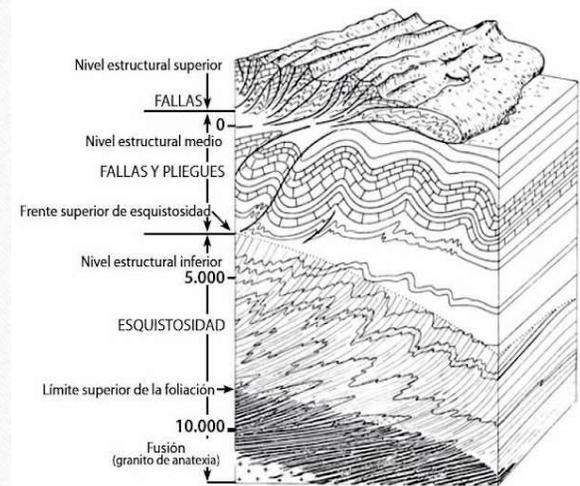


Fig. 2. Niveles estructurales de la Corteza Terrestre.

TIPOS DE DEFORMACIÓN

Cuando una roca se deforma plegándose, se dice que la deformación es dúctil y cuando se fracturan es que la deformación es frágil. Según el comportamiento de la roca, existen tres tipos: **deformación elástica, deformación plástica y deformación frágil.**

- **Deformación elástica:** es aquella cuando la roca tiene un comportamiento, tras cesar el esfuerzo, que logra recuperar su forma original. En general, las rocas son poco elásticas en niveles muy superficiales, pero si pueden lograr cierta elasticidad cuando son sometidas a alta presión y temperatura en niveles inferiores de la litósfera.
- **Deformación plástica:** es aquella cuando la roca es sometida a una deformación que supera el límite elástico, sufriendo una deformación plástica, por lo que a partir de este punto no puede recuperar su forma original, por lo que las deformaciones se consideran irreversibles y permanentes.
- **Deformación frágil:** es aquella deformación permanente y también la interrupción entre los puntos contiguos del material, como por ejemplo los observados en las **fallas, diaclasas, cabalgamientos y mantos de corrimiento.**

FACTORES IMPLICADOS EN LA DEFORMACIÓN

Temperatura y presión de confinamiento: Las rocas próximas a la superficie, donde las temperaturas y las presiones de confinamiento son bajas, tienden a comportarse como un sólido frágil y se fracturan cuando se supera su resistencia.

Tipo de roca: Además del ambiente físico, la composición mineral y la textura de las rocas influye mucho en cómo éstas se van a deformar. Por ejemplo, las rocas cristalinas compuestas por minerales con enlaces moleculares internos fuertes tienden a fracturarse. Por el contrario, las rocas sedimentarias débilmente cementadas o las rocas metamórficas que contienen zonas de debilidad como la foliación, son más susceptibles de experimentar deformación dúctil. Entre las rocas débiles y, por tanto, que más probablemente se comporten de una manera dúctil cuando se someten a un esfuerzo diferencial, se cuentan la halita, el yeso y las lutitas, mientras que la caliza, el esquisto y el mármol tienen una resistencia intermedia. Por comparación, el granito y el basalto son resistentes y frágiles. En un entorno próximo a la superficie, las rocas frágiles se fracturarán cuando sean sometidas a fuerzas que excedan su resistencia.

FACTORES IMPLICADOS EN LA DEFORMACIÓN

Tiempo: Un factor clave que los investigadores son incapaces de duplicar en el laboratorio es cómo las rocas responden a pequeños esfuerzos aplicados durante largos intervalos de tiempo geológico. En la naturaleza, fuerzas pequeñas aplicadas durante largos períodos desempeñan seguramente un papel importante en la deformación de las rocas. Fuerzas incapaces de deformar inicialmente una roca pueden hacer que la roca fluya si el esfuerzo se mantiene durante un período prolongado de tiempo.

PLIEGUES

- Durante la formación de las montañas, las rocas sedimentarias y volcánicas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas, la cual son denominadas como pliegues.
- Los pliegues de los estratos sedimentarios se parecen mucho a los que se formarían si se doblara una hoja de papel por sus extremos y fueran empujando uno hacia otro. En la naturaleza los pliegues vienen en una gran variedad de tamaño y configuraciones.

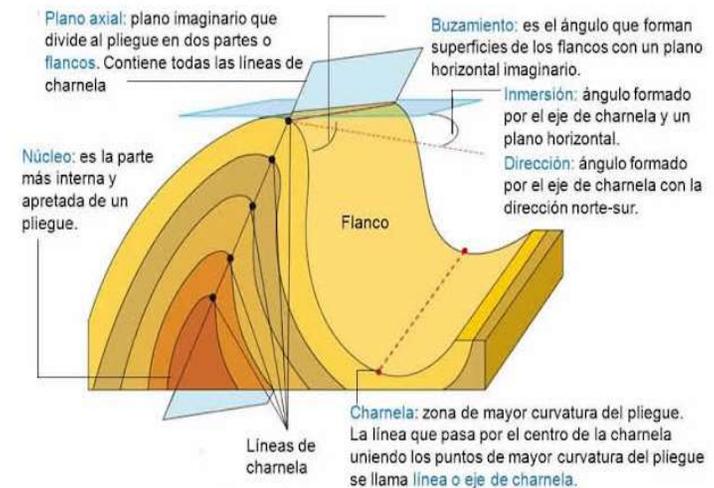


Fig. 3. Partes de un pliegue.

TIPOS DE PLIEGUES

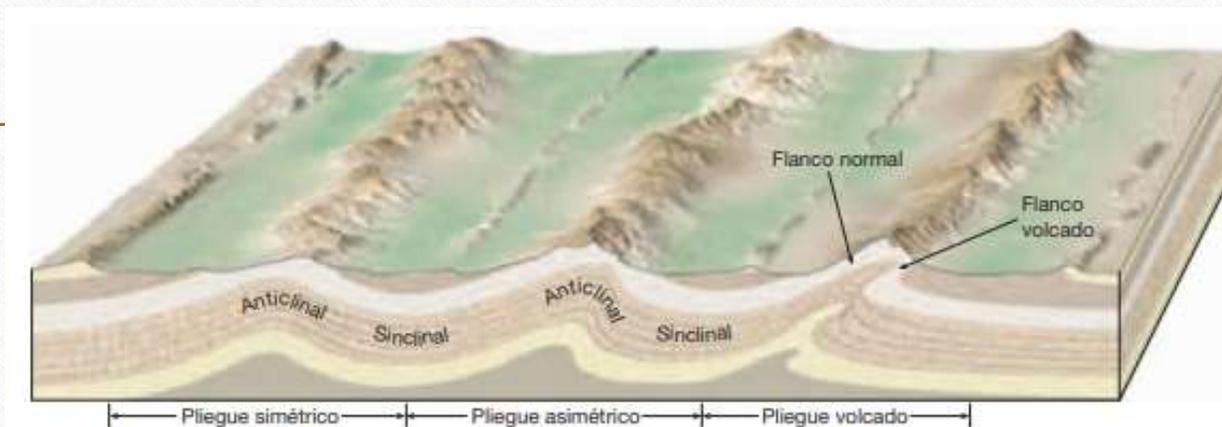


Figura 10.8 Bloque diagrama de los principales tipos de estratos plegados. Las estructuras arqueadas o convexas son anticlinales. Los pliegues cóncavos o depresiones son sinclinales. Obsérvese que el flanco de un anticlinal lo es también del sinclinal adyacente.

- **Pliegue Anticlinal:** se forma casi siempre por plegamiento convexo, o arqueamiento, de las capas de roca. Los anticlinales afloran, a veces de manera espectacular, en los puntos donde las carreteras atraviesan estratos deformados. En los pliegues anticlinales, los materiales más antiguos se localizan en el núcleo.
- **Pliegues Sinclinales:** son los pliegues cóncavos, o surcos, en la que los materiales más modernos se localizan en el núcleo. Los pliegues sinclinales, como se mencionó anteriormente, se encuentran asociados a los pliegues anticlinales.

TIPOS DE PLIEGUES

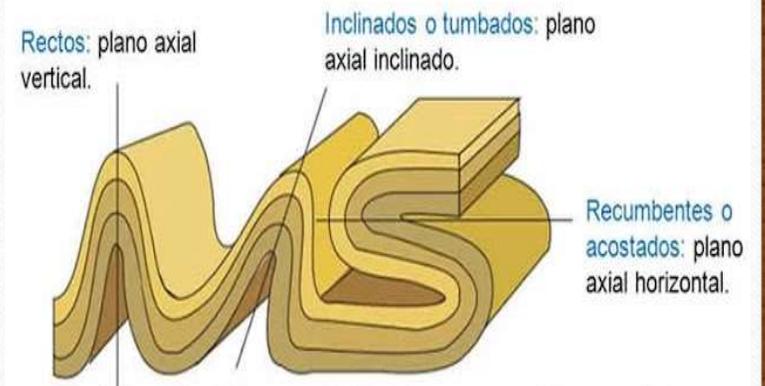


▲ **Figura 10.9** El sinclinal (izquierda) y el anticlinal (derecha) comparten un flanco común. (Foto de E. J. Tarbuck.)

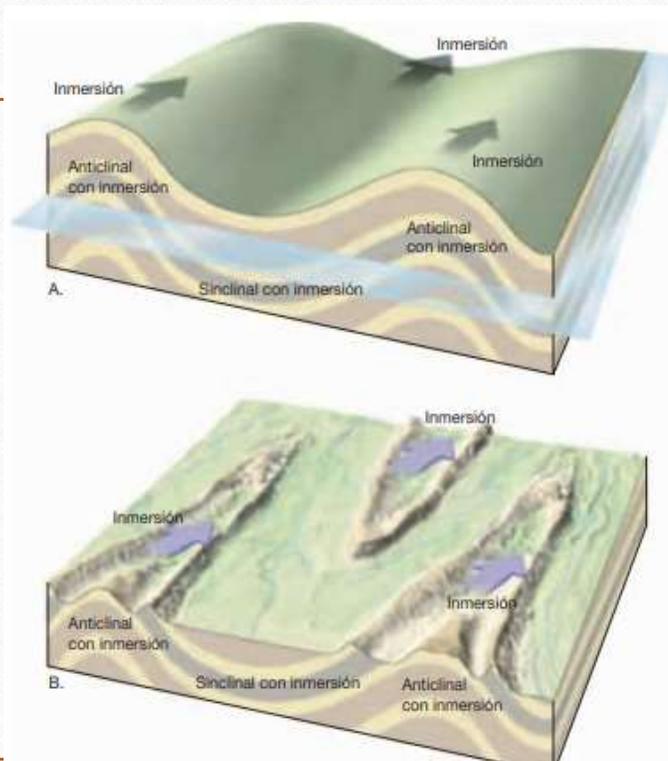
CLASIFICACIÓN DE LOS PLIEGUES DE ACUERDO AL PLANO AXIAL

Existen diferentes clasificaciones que emplean criterios distintos para denominar los pliegues. La clasificación que se presenta en este artículo es una de las más precisas, y tiene en cuenta la inclinación del plano axial:

- **Pliegue recto:** es aquel que tiene la superficie del plano axial vertical.
- **Pliegue inclinado:** es aquel donde la superficie axial está inclinada. En este caso los flancos no tienen necesariamente el mismo buzamiento, y si uno de ellos rebasa la verticalidad, entonces tenemos un flanco invertido.
- **Pliegue tumbado:** es aquel donde la superficie del plano axial es horizontal.
- **Pliegue en abanico:** es aquel que tiene convergencias en dos direcciones opuestas, con dos planos axiales que se abren en forma de abanico.



PLIEGUES CON INMERSIÓN



◀ **Figura 10.10** Pliegues con inmersión. A. Vista idealizada de pliegues con inmersión en los cuales se ha añadido una superficie horizontal. B. Vista de los pliegues con inmersión como podrían aparecer después de experimentar mucha erosión. Obsérvese que en un anticlinal con inmersión, terminación periclinal del pliegue «apunta» en la dirección de inmersión, mientras que en los sinclinales con inmersión ocurre justo lo contrario.

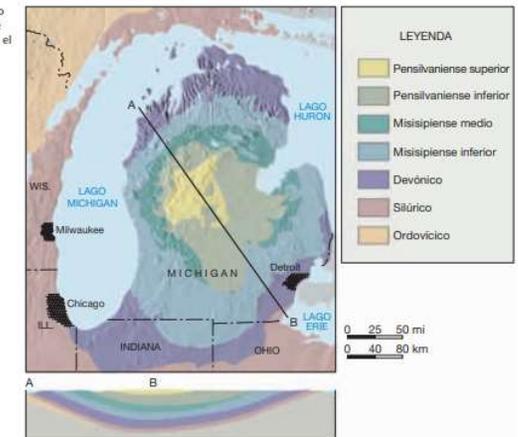
FALLAS Y DIACLASAS

Un material tiene un comportamiento frágil cuando se rompe, fracturándose bruscamente tras ser sometido a un esfuerzo. Cuando en el estudio de las rocas se hace referencia a la deformación frágil, se dice que ocurre un fracturamiento de los materiales en forma de **diaclasas** o **fallas**.

Las diaclasas se refiere al plano de fractura a favor del cual no se produce desplazamiento de los bloques que quedan a ambos lados de esta.

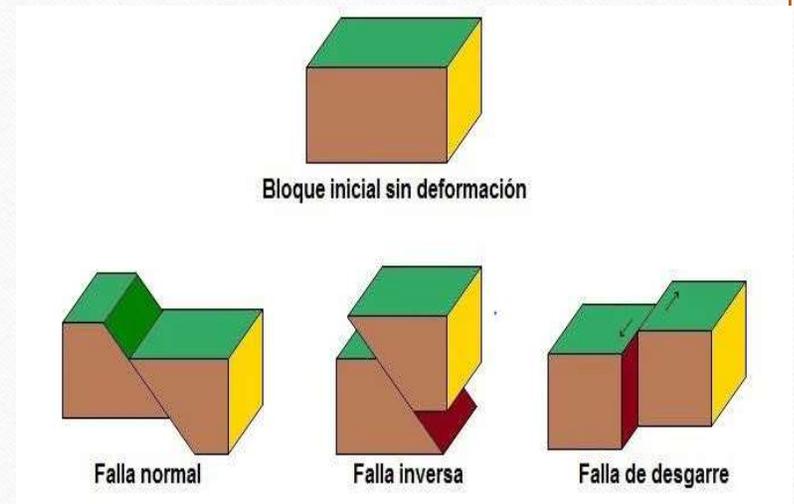
Las fallas constituyen la deformación frágil más frecuente en la geología, en consecuencia, al igual que en el caso de los pliegues, se trata de uno de los elementos más representados en la geología estructural.

► **Figura 10.15** Geología del basamento de la cuenca de Michigan. Obsérvese que las rocas más jóvenes están localizadas en el centro, mientras que los estratos más antiguos flanquean esta estructura.



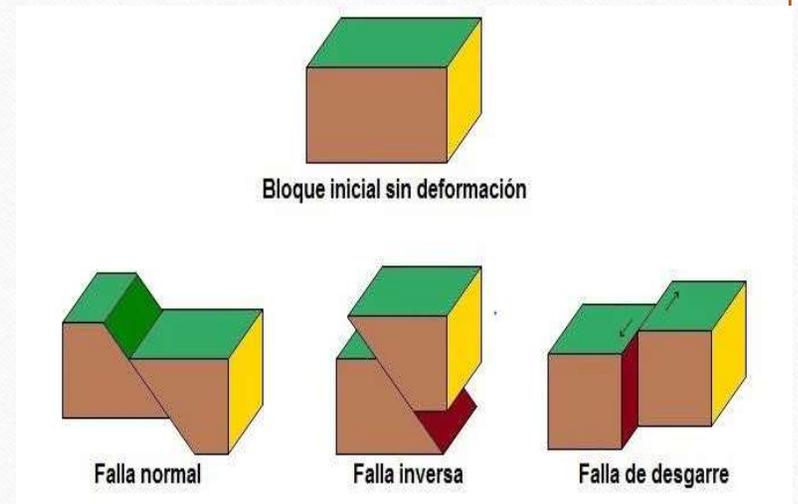
TIPOS DE FALLAS

- Según el tipo de desplazamiento que tengan los bloques uno respecto a otro , así como que se trate de movimientos en la vertical u horizontal, pueden definirse los siguientes tipos de falla:
- **Fallas normales:** se produce cuando ocurre un desplazamiento vertical por **esfuerzos distensivos** cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo con respecto al bloque de muro.
- **Fallas inversas:** se produce cuando ocurre un desplazamiento vertical por **esfuerzos compresivos** cuando el bloque de muro se desplaza hacia arriba con respecto al bloque de techo.



TIPOS DE FALLAS

- **Fallas en dirección:** son planos de fractura con desplazamiento en la horizontal paralela a la dirección de la falla. Se dan en todas las escalas, pueden recorrer desde centenares de kilómetros y afectar a toda la corteza o tratarse de pequeños accidentes que acompañan a los pliegues.
- **Las fallas transcurrentes, transformantes o de desgarre:** son un tipo de fallas horizontales o en dirección que afectan a la litósfera y cortan a las **dorsales oceánicas**.

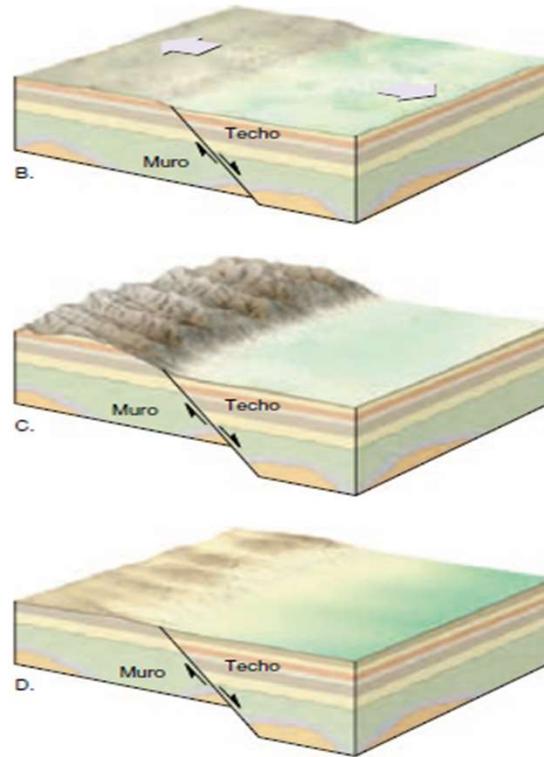


TIPOS DE FALLAS

- **Fallas normales**

Las fallas con desplazamiento vertical se clasifican como fallas normales cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro (Figura 10.18). La mayoría de las fallas normales tienen buzamientos de unos 60° , que tienden a disminuir con la profundidad. Sin embargo, algunas fallas con desplazamiento vertical tienen buzamientos mucho menores, aproximándose en algunos casos a la horizontal. Debido al movimiento descendente del techo, las fallas normales acomodan el alargamiento, o la extensión, de la corteza. La mayoría de las fallas normales son pequeñas, con desplazamientos más o menos de un metro. Pero hay algunas que se extienden decenas de kilómetros, dibujando sinuosamente el límite de un frente montañoso. En el oeste de Estados Unidos, las fallas normales a gran escala como éstas se asocian con estructuras denominadas montañas limitadas por fallas

TIPOS DE FALLAS



▲ **Figura 10.18** Bloques diagrama que ilustran una falla normal. **A.** Estratos rocosos antes de la falla. **B.** Movimiento relativo de los bloques desplazados. El desplazamiento puede continuar formando un relieve montañoso limitado por fallas a lo largo de millones de años y que representa muchos episodios de fracturación espaciados en el tiempo. **C.** Cómo puede la erosión modificar el bloque levantado. **D.** Finalmente el período de deformación acaba y la erosión se convierte en el proceso geológico dominante.

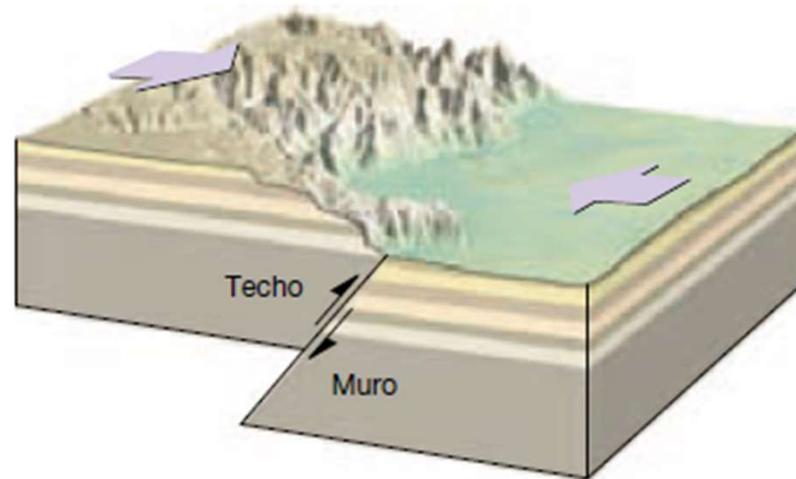
TIPOS DE FALLAS

- **Fallas inversas y cabalgamientos**

Fallas inversas y cabalgamientos Las fallas inversas y los cabalgamientos son fallas con desplazamiento vertical en las cuales el bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro (Figura 10.20). Recordemos que las fallas inversas tienen buzamientos superiores a 45° y que los cabalgamientos tienen buzamientos inferiores a 45° . Dado que el bloque de techo se mueve hacia arriba y sobre el bloque de muro, las fallas inversas y los cabalgamientos reflejan un acortamiento de la corteza.

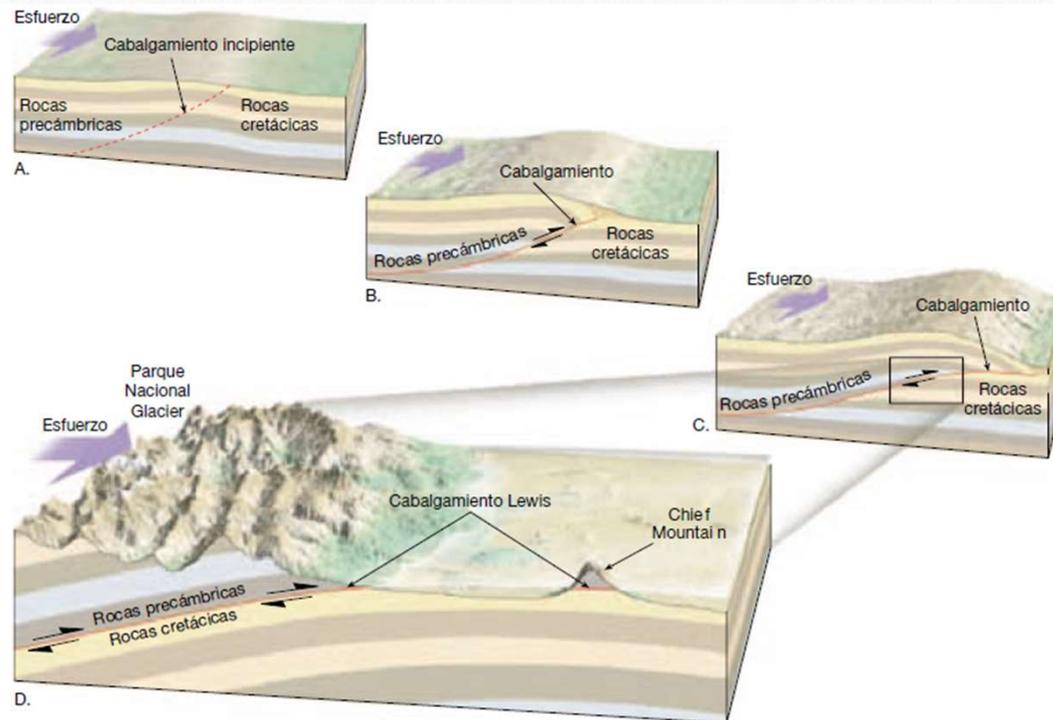
Las fallas inversas de alto ángulo suelen ser pequeñas y acomodan desplazamientos locales en regiones dominadas por otros tipos de fallas. Los cabalgamientos, por otro lado, existen a todas las escalas. Los cabalgamientos pequeños exhiben desplazamientos que oscilan entre milímetros y unos pocos metros. Algunos grandes cabalgamientos tienen desplazamientos del orden de decenas a centenares de kilómetros. Mientras que las fallas normales aparecen en entornos tensionales, los cabalgamientos son resultado de fuertes esfuerzos compresivos.

TIPOS DE FALLAS



▲ **Figura 10.20** Bloque diagrama que muestra el movimiento relativo a lo largo de una falla inversa.

TIPOS DE FALLAS



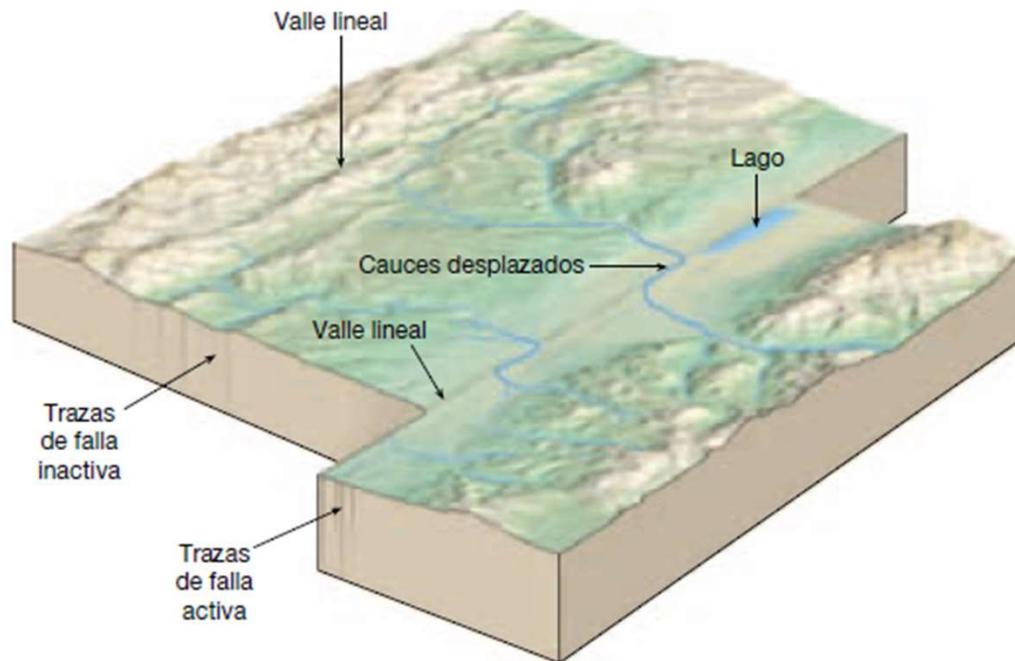
▲ **Figura 10.21** Desarrollo idealizado del manto de cabalgamiento Lewis. **A.** Entorno geológico antes de la deformación. **B, C.** El movimiento a gran escala a lo largo de un cabalgamiento desplazó rocas precámbricas sobre estratos cretácicos en la región del Parque Nacional Glacier. **D.** La erosión por el hielo glacial y el agua superficial produjo la segmentación del cabalgamiento originando un paisaje majestuoso y aisló un resto del cabalgamiento denominado Chief Mountain.

TIPOS DE FALLAS

- **Fallas horizontales**

Las fallas en las que el desplazamiento dominante es horizontal y paralelo a la dirección de la superficie de la falla, se denominan fallas de desplazamiento horizontal o desgarres. Debido a su gran tamaño y a su naturaleza lineal, muchas fallas de desplazamiento horizontal tienen una traza que es visible a lo largo de una gran distancia. En vez de una fractura única a lo largo de la cual tiene lugar el movimiento, las fallas de desplazamiento horizontal consisten en una zona de fracturas aproximadamente paralelas, cuya anchura puede ser superior a varios kilómetros. El movimiento más reciente, sin embargo, suele producirse a lo largo de una banda de tan sólo unos pocos metros de ancho que puede cortar estructuras como los cauces de los ríos (Figura 10.22)..

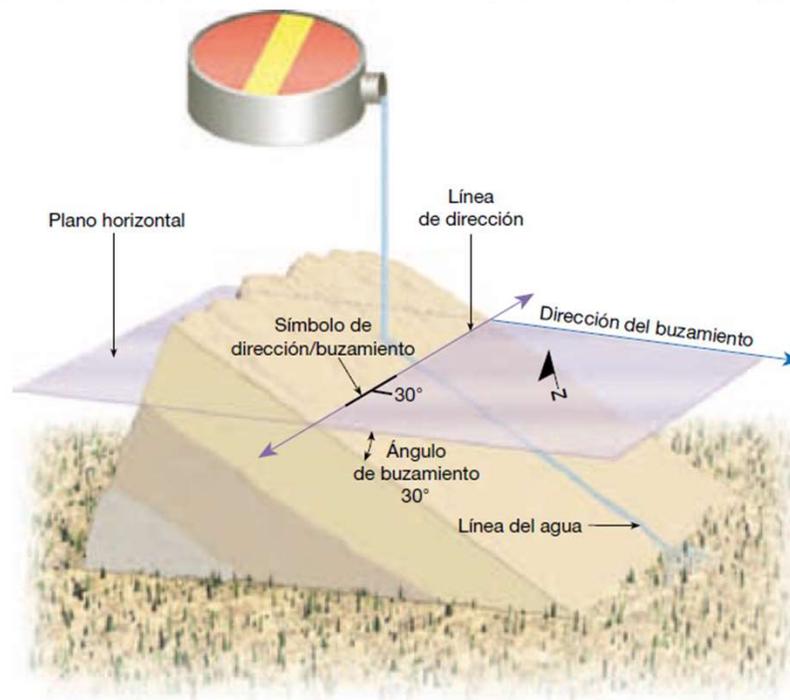
TIPOS DE FALLAS



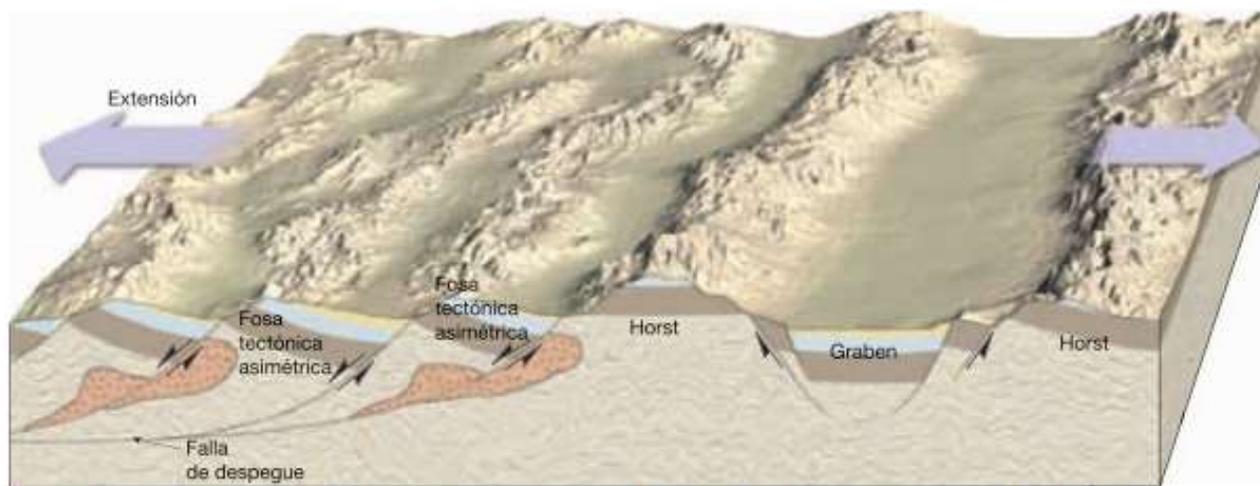
◀ **Figura 10.22** Bloque diagrama que ilustra las estructuras asociadas con las fallas con desplazamiento horizontal. Obsérvese cómo los cauces de las corrientes han sido desplazados por el movimiento de la falla. Las fallas de este diagrama son fallas con movimiento horizontal dextral. (Modificado según R. L. Wesson y colaboradores.)

DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO EN PLIEGUES Y FALLAS

► **Figura 10.5** Dirección y buzamiento de un estrato rocoso.



Grabbens y Horst: esfuerzos distensionales



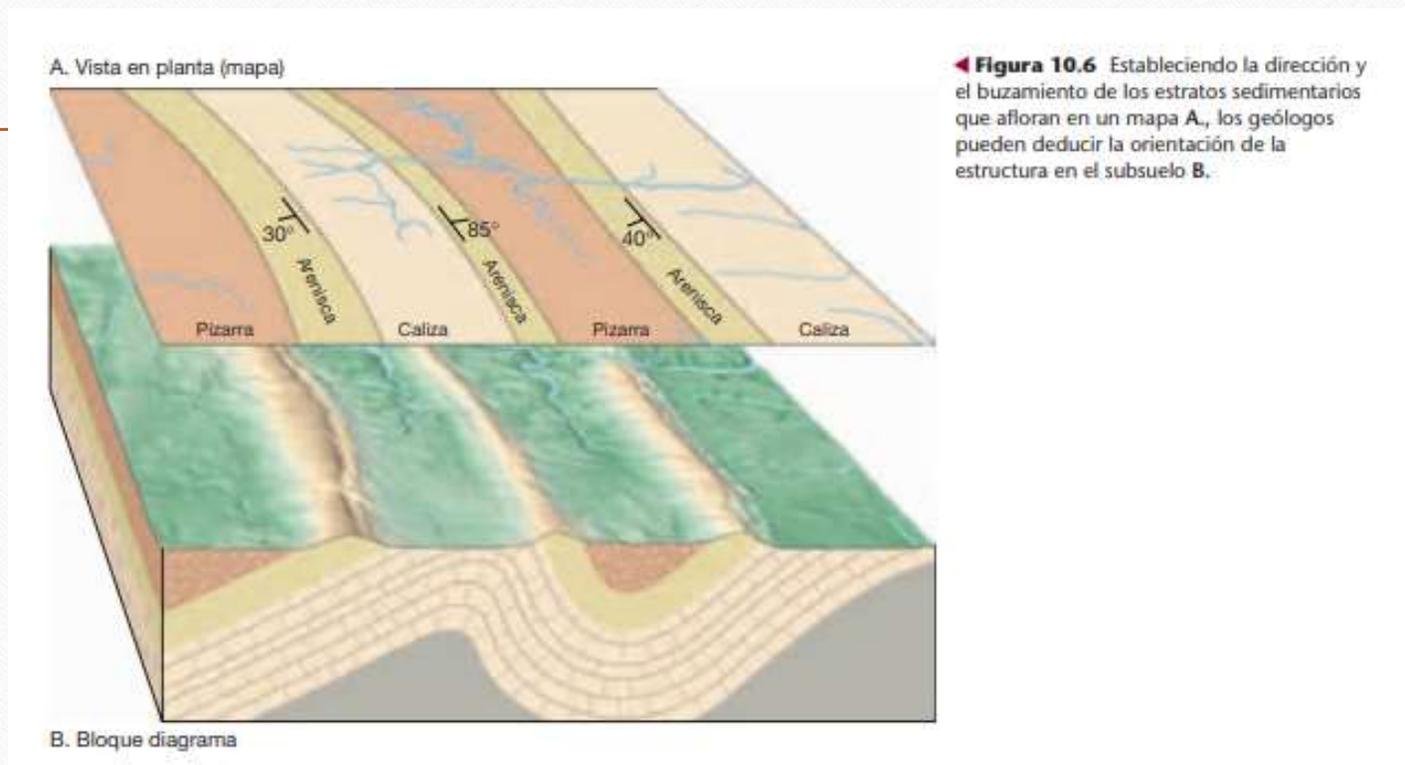
▲ **Figura 10.19** Fracturación normal de la provincia Basin and Range. Aquí, los esfuerzos tensionales han alargado y fracturado la corteza en numerosos bloques. El movimiento a lo largo de esas fracturas ha inclinado los bloques produciendo alineaciones montañosas paralelas denominadas montañas limitadas por fallas. Los bloques hundidos (grabens) forman cuencas, mientras que los bloques elevados (horst) se erosionan y originan una topografía montañosa accidentada. Además, numerosos bloques inclinados (fosas tectónicas asimétricas) dan lugar a cuencas y montañas.

Combinaciones de pliegues y fallas



▲ **Figura 10.3** Estratos sedimentarios deformados que afloraron al hacer la carretera de Palmdale, California. Además del plegamiento obvio, los estratos claros están desplazados a lo largo de una falla localizada en el lado derecho de la fotografía. (Foto de E. J. Tarbuck.)

Los pliegues y la reconstrucción de la estructura del subsuelo



Denominación de las unidades litológicas

Aunque las **formaciones** pueden estar compuestas de rocas ígneas o metamórficas, la gran mayoría de las formaciones establecidas son **rocas sedimentarias**. Una formación puede ser relativamente delgada y estar compuesta de un solo tipo de roca, por ejemplo, un estrato de caliza de un metro de grosor. En el otro extremo, las formaciones pueden tener miles de metros de grosor y estar compuestas de una secuencia interestratificada de tipos de roca como areniscas y lutitas (a veces, a una formación se le llama “Grupo”, si es extensa y diferenciable en “miembros”). La condición más importante que debe cumplirse para establecer una formación es que ésta constituya una unidad de roca producida por condiciones uniformes o uniformemente alternantes.

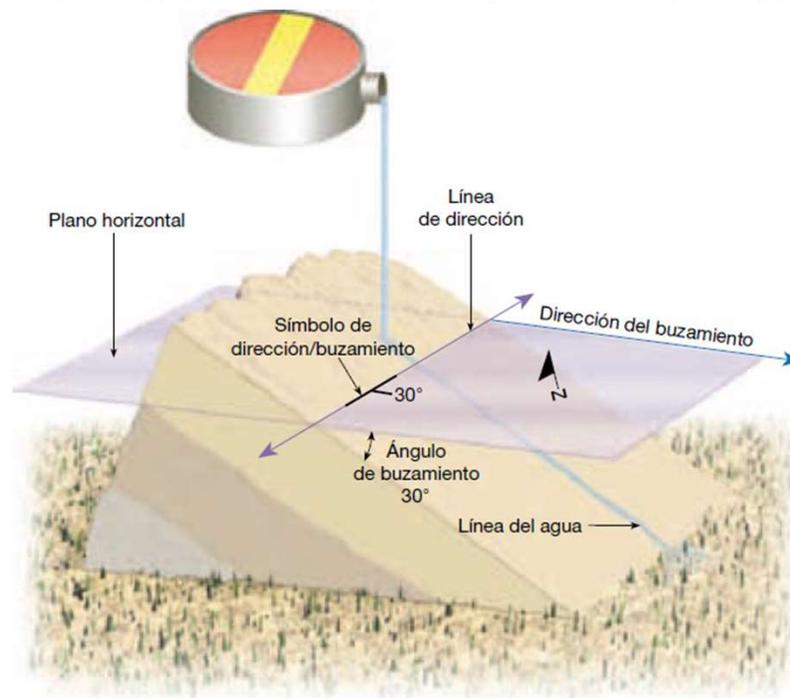
En la mayor parte de las regiones del mundo, el nombre de cada formación consta de dos partes; por ejemplo, la arenisca Oswego y la formación Carmel. Lo ideal es que la segunda parte del nombre indique una estructura geológica o una localidad donde la formación está clara y completamente expuesta. Por ejemplo, la extensa formación Morrison está bien expuesta en Morrison, Colorado. Por tanto, esta exposición particular se conoce como la localidad tipo. En general, la primera parte del nombre se toma del tipo de roca dominante, como ejemplifican los nombres como la arenisca Dakota, la caliza Kaibab y la lutita Burgess. Cuando no hay un tipo de roca dominante, se utiliza el término formación, como en la conocida formación Chinle, que aflora en el Parque Nacional del Bosque Petrificado de Arizona. En resumen, describir y denominar las formaciones es un primer paso importante en el proceso de organización y simplificación del estudio y el análisis de la historia de la Tierra.

DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO EN PLIEGUES Y FALLAS

- Los geólogos utilizan dos medidas denominadas dirección (rumbo) y buzamiento (inclinación) para ayudar a determinar la orientación de un estrato rocoso o de una superficie de falla (Figura 10.5). La dirección es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato inclinado, o falla, con un plano horizontal (Figura 10.5). La dirección, o rumbo, se suele expresar como el valor de un ángulo en relación con el norte. Por ejemplo, (N 10° E) significa que la línea de dirección se dirige 10° al este desde el norte. El buzamiento es el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada.

DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO EN PLIEGUES Y FALLAS

► **Figura 10.5** Dirección y buzamiento de un estrato rocoso.



DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO EN PLIEGUES Y FALLAS

- Para determinar tanto el rumbo como el buzamiento (o “manteo”, como se le dice al buzamiento en Chile, Perú o Ecuador) se utilizan brújulas especializadas tales como la Brunton y la Freiberguer:



DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO EN PLIEGUES Y FALLAS

- Para determinar el rumbo de una estructura geológica, la brújula “se pega” a la pared de dicha estructura y se lee el ángulo formado con relación al norte, señalado en la brújula Brunton con la flechita blanca:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Aparte de lo indicado anteriormente, es necesario apuntar la pínula mayor siempre en el sentido perpendicular de la dirección donde se presente el buzamiento. Para esto es útil seguir la regla de la mano derecha, la cual establece que el pulgar se orienta con el buzamiento y los otros 4 dedos con el rumbo:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Para ANOTAR el rumbo existen tres sistemas: el americano, el de medio círculo y el de círculo completo. Está muy extendido en nuestro medio, el ~~sistema americano, cuyo notación siempre está referenciada con el norte. Así~~ por ejemplo una estructura con rumbo N 38° E, se vería así:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Una estructura con rumbo N 73° O, se vería así:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Una estructura con rumbo N 73° O, se vería así:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Una estructura con rumbo N 10° O, se vería así.



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Una estructura con rumbo N 11° O, se vería así. Sin embargo, notemos que a diferencia de la diferencia de la diapositiva anterior, el buzamiento de esta estructura se orienta hacia el ESTE



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Así pues, para complementar la notación en el sistema americano, es necesario definir el grado de inclinación de la estructura y su orientación, que con el empleo de la metodología de la mano derecha, corresponde a la orientación del pulgar. La inclinación se define con la misma brújula Brunton moviendo la palanquita que se encuentra detrás hasta que el ojo de gato del clinómetro quede en el centro del nivel:



EMPLEO DEL CLINÓMETRO PARA EL MANTEO

- También puede emplearse un clinómetro:



EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Teniendo en cuenta los elementos anteriores, para realizar una notación completa del rumbo y buzamiento en el sistema americano, se tendría lo siguiente:



N 38° E/ 35° SE ó N 38° E ; 35° SE



N 10° E / 42° SO ó N 10° E ; 42° SO

EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON

- Así pues, notamos que la primera parte de la notación corresponde al rumbo y la segunda parte al buzamiento. Otros ejemplos:



N 73° E / 55° SO ó N 73° E ; 35° SO

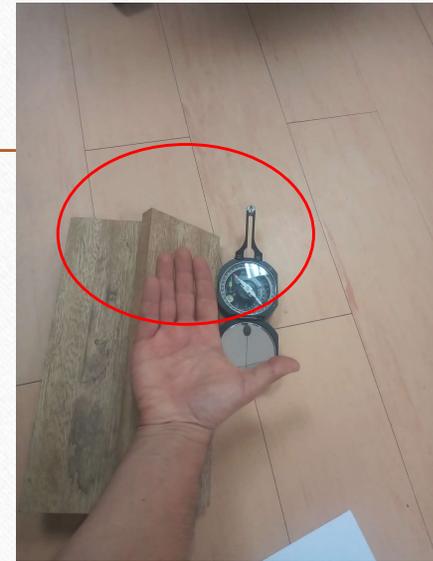


N 26° O / 56° NE ó N 52° O ; 42° NE

EMPLEO DE LA BRUJULA BRUNTON- MÉTODO CÍRCULO COMPLETO

- Aunque el método americano es muy utilizado, tiene el inconveniente de que, cuando es necesario anotar muchos datos, puede hacerse más probable cometer errores. Por ello, con el empleo del sistema de círculo completo, es posible simplificar mucho la anotación de los datos de rumbo y buzamiento pues en este sistema solo se usan dos parámetros numéricos, sin letras involucradas. El primero corresponde al rumbo, y el segundo al buzamiento. Para el rumbo, se anota el dato que puede ir de 0 a 359° teniendo presente la regla de la mano derecha, es decir, alinear la pínula mayor con los dedos de dicha mano y el pulgar alineado con la dirección de máxima pendiente o buzamiento.

EMPLEO DE LA BRUJULA BRUNTON- MÉTODO CÍRCULO COMPLETO



Así pues, será muy diferente la medida del rumbo en el método del círculo completo. Si la estructura buza hacia el Este, el dato será más pequeño que si buza hacia el Oeste, aunque tengan una orientación similar (porque se le da “más giro” a la mano)

EMPLEO DE LA BRÚJULA BRUNTON- MÉTODO CÍRCULO COMPLETO



- Notemos que, aunque las estructuras puedan tener un rumbo similar (O), en el primer caso, la estructura buza hacia el Este, y en el segundo buza hacia el Oeste. Notemos igualmente la orientación de la pínula mayor de la brújula (empleando la regla de la mano derecha).

EMPLEO DE LA BRUJULA BRUNTON- MÉTODO CÍRCULO COMPLETO



- Así pues, en la notación de la primera estructura escribiríamos 334/40, y en la segunda, 171/42. Esto teniendo presente que el buzamiento SIEMPRE SERÁ PERPENDICULAR A LA DIRECCIÓN DEL RUMBO MANTENIENDO UN SENTIDO HORARIO

EMPLEO DE LA BRÚJULA FREIBERGER- MEDICIÓN DEL MANTEO

Una gran ventaja de la brújula Freiburger es que puede medir directamente el rumbo y el buzamiento en una sola medida. La tapa de dicha brújula está diseñada para medir directamente la inclinación de la estructura geológica con una graduación que viene en la base de su tapa:

