

Biología y Geología 1

BACHILLERATO



Fichas de trabajo para los bloques diagrama

Los **bloques diagrama** y sus respectivas fichas de trabajo son una obra diseñada y creada en el departamento de Ediciones Educativas de Santillana Edición S. L., dirigido por **Enrique Juan Redal**.

La obra ha sido concebida y realizada por:
Ignacio Meléndez Hevia.

EDICIÓN Y DIRECCIÓN DEL PROYECTO
Antonio Brandí Fernández

Dirección de arte: **José Crespo**

Ilustración: **Ignacio Meléndez Hevia**

Coordinación de ilustración: **Carlos Aguilera**

Desarrollo gráfico: **Rosa María Barriga**

Dirección técnica: **Ángel García Encinar**

Coordinación técnica: **Francisco Moral**

Confección y montaje: **Antonio Díaz**

Corrección: **Ángeles San Román, Gerardo Z. García**

Fotografías: **Javier Jaime**

© 2008 by Santillana Educación, S. L.

Torrelaguna, 60. 28043 Madrid

PRINTED IN SPAIN

Impreso en España por

ISBN: 978-84-294-6157-2

CP: 944484

Depósito legal:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículos 270 y siguientes del Código Penal).

Presentación

La **cartografía geológica** es una potente herramienta para comprender la disposición de las unidades geológicas de un territorio, el orden en que se suceden y se superponen los procesos que las afectan, la forma en que se relacionan los factores litológicos y estructurales con el modelado del relieve, e incluso los procesos que originaron los materiales. Es decir, además de que permite asomarse al subsuelo, el mapa geológico contiene la historia de lo que ha ocurrido en un territorio durante millones de años.

La cartografía tiene además elementos valiosos en la formación de un estudiante; uno de los más evidentes es que desarrolla enormemente la **visión espacial** y la **capacidad de análisis topológico** (encontrar relaciones espaciales y temporales entre distintos elementos).

Aunque se le reconocen estos valores, la cartografía geológica tiene una presencia escasa en los currículos de Educación Secundaria y de Bachillerato. Esto puede deberse, en parte, a que se trata de contenidos de cierta dificultad, y se debe también a la falta de instrumentos eficaces para transmitir las ideas más básicas por las que necesariamente hay que comenzar.

Esta colección de **diez bloques diagrama montables** está diseñada para ser ese instrumento. Su objetivo básico es muy simple, y por ello fácilmente alcanzable: familiarizar a los alumnos con el aspecto que tienen diferentes estructuras geológicas –desde las más simples hasta otras más complejas– al ser cortadas por un valle fluvial; es decir, lo que en cartografía se conoce informalmente por «**la regla de las uves**». En cada bloque, mientras el alumno manipula un **objeto tridimensional**, puede ver:

- Una estructura geológica concreta (una serie inclinada, un pliegue, una discordancia...).
- El aspecto que presenta esa estructura en corte y en superficie.
- El trazado que dibuja en un mapa geológico.

La forma elegida para los bloques diagrama es sencilla de montar y muy adecuada para estudiar la regla de las uves. Al ir montando los distintos bloques se pueden **comparar fácilmente unas estructuras con otras**.

Cada bloque tiene, además:

- Una **leyenda** en la que se hace referencia a **diversos materiales** y al **contenido fósil característico** de las eras y periodos del Fanerozoico, para trabajar con el **origen de las rocas**, la **geología histórica** y la **bioestratigrafía**.
- Una **ficha explicativa**, con **cuestiones** para plantear en clase, y con su **solucionario**.
- Un **ejemplar a todo color** en papel de alto gramaje que puede montarse directamente, y un **ejemplar sin colorear** que puede fotocopiar y repartirse a los alumnos. Colorear a mano las unidades antes de recortar y montar el bloque forma parte del proceso de asimilación de la estructura que se está estudiando y facilita su visualización tridimensional.

El montaje y la manipulación de estos bloques con alumnos de primero y segundo de Bachillerato, incluso en algunos casos con alumnos de 4.º de ESO, se ha experimentado en el aula durante años antes de publicarlos en este formato, y los resultados han sido muy satisfactorios.

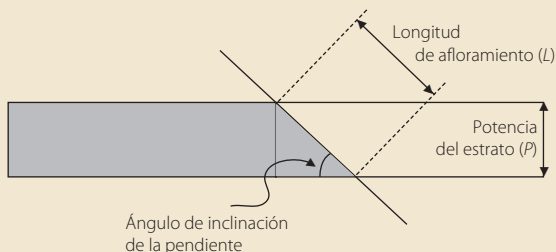
El autor
Ignacio Meléndez Hevia

Solucionario

- 1 La potencia de un estrato se mide perpendicularmente a sus planos de estratificación superior (**techo**) e inferior (**muro**). La medida hay que tomarla sobre un plano que corte perpendicularmente al estrato. En este caso, dado que los estratos son horizontales, su potencia puede medirse sobre cualquiera de las cuatro paredes verticales del bloque.

En la columna estratigráfica hay que representar las cuatro unidades, poniendo la 4 abajo, ya que es la más antigua, sobre ella la 3, la 2 y finalmente la 1, que es la más moderna. Cada unidad hay que representarla con la misma potencia que se ha medido en el bloque.

- 2 Es un sencillo problema de trigonometría:

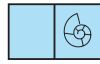


La potencia del estrato (P) es la longitud de afloramiento (L), multiplicado por el seno del ángulo de inclinación de la pendiente (α).

$$P = L \cdot \text{sen } \alpha$$

- 3 Se ha producido una transgresión entre las areniscas fluviales (unidad 2) y las calizas con ammonites (unidad 3), cuyo contenido fósil (ammonites) delata un origen marino.
- 4 Si los ammonites son del Jurásico, las arcillas no pueden ser del Cretácico, que es un periodo posterior al Jurásico, puesto que el principio de superposición indica que las arcillas deben ser más antiguas que las calizas.
- 5 En el bloque diagrama no hay evidencia de ninguna orogenia. Además, la presencia de ammonites indica que se trata de materiales mesozoicos y su posición horizontal es una evidencia de que aquí no ha actuado la orogenia alpina, es decir: no solo no hay evidencias de la orogenia alpina, sino que hay evidencias de que la orogenia alpina no ha tenido efecto en esta zona.
- 6 Si los estratos estuvieran inclinados hacia la parte alta del valle, las uves que trazarían sus contactos serían más abiertas, como puede comprobarse en el bloque diagrama número 3.

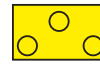
Regla de las uves. Estratos horizontales



calizas con
fósiles de
ammonites



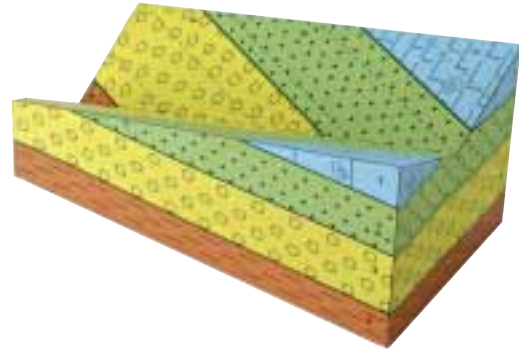
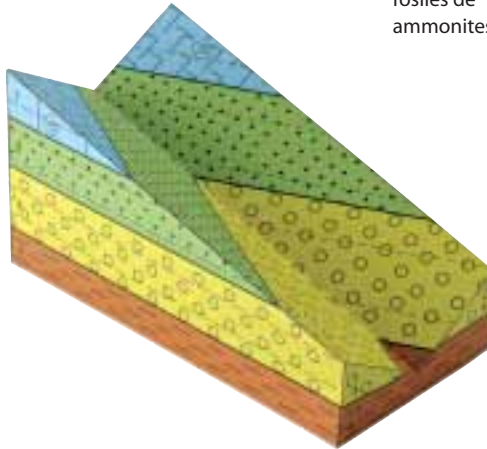
areniscas
fluviales



conglomerados



arcillas



Descripción

En un mapa geológico las capas horizontales se reconocen por ser paralelas a las curvas de nivel. Al cruzar un valle, el trazado de los contactos dibuja una uve que señala aguas arriba, por lo que, a primera vista, puede confundirse la disposición horizontal de las capas con un buzamiento hacia aguas arriba, pero las capas horizontales se identifican fácilmente por el hecho de que **los contactos no cortan las curvas de nivel**, mientras que cualquier otro ángulo de buzamiento da lugar a que los contactos corten las isocotas.

El espesor real o **potencia** de los estratos puede medirse cuando es cortado por un plano vertical (cualquiera de las paredes del bloque diagrama), mientras que cualquier superficie inclinada (como las paredes del valle), muestra una potencia aparente (llamada **longitud de afloramiento**), que es siempre mayor que la real.

La identificación de una línea paralela a las isocotas con un contacto horizontal es importante, porque las discordancias, los sills, las coladas de lava y otras estructuras tienen a menudo una disposición horizontal, que podremos reconocer rápidamente.

Actividades

- 1 Mide con una regla la potencia (espesor) de los estratos y dibuja una columna estratigráfica con las unidades.
- 2 ¿Puedes deducir cómo podríamos averiguar la potencia de un estrato horizontal si conocemos la longitud de afloramiento y el ángulo de inclinación de la pendiente?
- 3 ¿Entre qué dos unidades del bloque se ha producido una transgresión?
- 4 Si los ammonites de la unidad 1 son del Jurásico, ¿podrían las arcillas ser del Cretácico? Razona tu respuesta.
- 5 ¿Hay en el bloque diagrama alguna evidencia de la orogenia alpina?
- 6 Si los estratos en vez de estar horizontales estuvieran buzando hacia agua arriba, ¿las uves que se dibujarían en el valle serían más abiertas o más cerradas? Trata de visualizar esa estructura y compara este bloque diagrama con el correspondiente al de las capas buzando hacia aguas arriba.

Solucionario

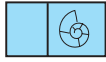
- 1 Los criterios de polaridad indican que la unidad 1 es la más moderna y la 6 la más antigua, por tanto, los mamíferos, que caracterizan la era Cenozoica, tendrían que estar en la unidad 1, que es la única que puede ser posterior al Mesozoico.
- 2 La unidad 3 no sabemos si es continental o marina, ya que pueden formarse margas en un lago, aunque es una litología más típica de un medio marino. Si suponemos que la unidad 3 es marina, la transgresión ha ocurrido entre las unidades 4 y 3. Si suponemos que la unidad 3 es lacustre, la transgresión hay que situarla entre las unidades 3 y 2.
Se ha producido una regresión entre las unidades 2 (calizas de origen marino) y 1 (areniscas fluviales).
- 3 Los yesos (unidad 6) son característicos de un clima árido, mientras que las arcillas (unidad 5) suelen caracterizar un clima más húmedo con redes fluviales que aportan el sedimento arcilloso; la unidad 4 tiene origen lacustre, lo que significa un ambiente más húmedo aún.
- 4 La unidad 1 es de origen fluvial, y con frecuencia los sedimentos fluviales recubren superficies erosivas. Es muy frecuente que los estratos de arenas y conglomerados tengan el muro irregular denotando un proceso erosivo previo a la sedimentación.

- 5 Las margas son rocas formadas por una mezcla de carbonato de calcio y arcilla. Las calizas margosas tienen más caliza que arcilla, mientras que las arcillas margosas contienen más arcilla que carbonato de calcio.

Estas rocas proceden de sedimentos formados en un medio acuático en el que se han depositado simultáneamente la arcilla, procedente del aporte de los ríos, y el carbonato de calcio, resultante de la actividad biológica. Se originan normalmente en plataformas continentales con abundante producción biológica y con aportes fluviales, aunque pueden formarse también en algunos ambientes lacustres.



areniscas
fluviales



calizas con
ammonites
jurásicos



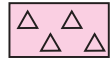
calizas
margosas



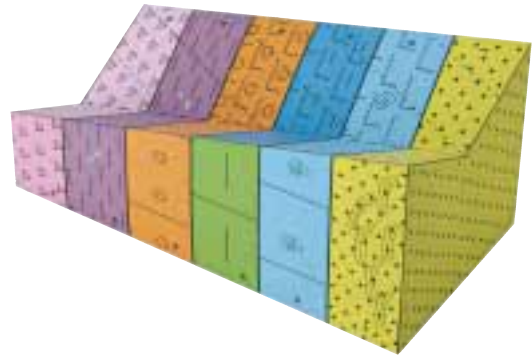
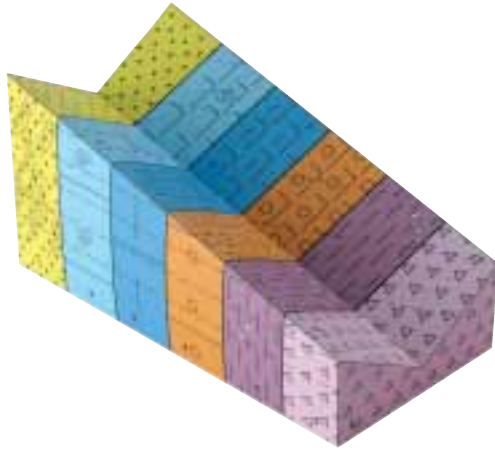
calizas lacustres
con módulos
de sílex



arcillas con huesos
de dinosaurios
primitivos



Yesos



Descripción

Las capas verticales se reconocen en el mapa geológico porque sus contactos trazan líneas rectas que atraviesan las uves de los valles sin desviarse. El trazado de los contactos en el mapa indica directamente la dirección de los estratos.

Los diques presentan a menudo una disposición vertical y, en algunos casos, también las fallas, por lo que aprender a reconocer su trazado rectilíneo facilita su interpretación.

Para medir la potencia o espesor real de las capas es necesario, como en cualquier otro caso, una superficie que las corte perpendicularmente. En el caso del bloque diagrama, como tienen una dirección paralela a las caras frontal y trasera, la dirección puede medirse directamente sobre las paredes laterales del bloque que son perpendiculares a los estratos.

Las capas verticales son un caso en el que puede resultar difícil identificar cuál es el estrato más antiguo y cuál es el más moderno. Para establecer el orden de sucesión es necesario fijarse en el **contenido fósil** o en las **estructuras** que pueden indicarnos cuál es el **techo** (contacto superior) y el **muro** (contacto inferior) de los estratos, y aportarnos un **criterio de polaridad** para orientar la serie estratigráfica.

En este caso, al observar el contenido fósil vemos que los dinosaurios primitivos pueden ser del Triásico, por lo que los ammonites jurásicos serían posteriores. Por otra parte, si observamos las areniscas con estratificación cruzada del estrato 1, encontramos un criterio de polaridad, ya que en la estratificación y en la laminación cruzada, las concavidades se disponen hacia el techo de las capas.

Actividades

- 1 Si en esta zona aparecieran restos de mamíferos, ¿en qué estrato se encontrarían: en el 1 o en el 4? Razona tu respuesta.
- 2 Identifica una transgresión y una regresión en la serie estratigráfica.
- 3 Entre las unidades 6 y 4, ¿el clima ha evolucionado de más húmedo a más árido o viceversa? ¿Qué indicios permiten averiguarlo?
- 4 Aunque en el bloque el muro de la unidad 1 se ha dibujado como una línea recta, en el campo se observa que es ligeramente irregular. ¿Qué significa que el muro de esta unidad sea una superficie irregular y con surcos?
- 5 ¿Qué tipo de rocas son las calizas margosas? ¿Cuál es su composición y en qué ambientes sedimentarios pueden formarse?

Solucionario

1 Se ha producido una regresión entre la unidad 4, que es marina, y la 3, que es lacustre.

2 Las unidades 3, 2 y 1 son continentales; las 2 y 3 son fluviales y muestran una granulometría creciente, lo que implica una energía también creciente en el medio de depósito.

Este incremento de energía de los ríos es indicativo de la aparición de un relieve en las proximidades.

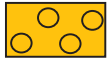
3 Las dolomías son rocas sedimentarias carbonatadas en cuya composición hay carbonato de calcio y de magnesio. Son características de ambientes sedimentarios marinos poco profundos en climas áridos.

4 La unidad 4 presenta fósiles de ammonites cretácicos, es decir, fósiles marinos del último periodo de la era Mesozoica. Lo más probable es que las unidades 3, 2 y 1 pertenezcan al Cenozoico. Un dato que apoya esta suposición es la respuesta a la segunda cuestión: si los estratos 2 y 3 son contemporáneos con el levantamiento alpino, son con toda probabilidad del paleógeno, es decir, del primer subperiodo del terciario.

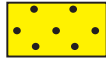
5 Sí, los estratos del Mesozoico están basculados, lo que se ha debido a la orogenia alpina.

6 Los estratos 3, 2 y 1 son probablemente del Paleógeno, ya que la orogenia alpina no plegó los materiales del Neógeno. Si estas unidades fueran del Neógeno, tendrían que estar horizontales y discordantes sobre las demás.

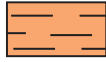
Regla de las uves. Estratos buzando hacia aguas arriba



conglomerados



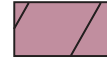
areniscas



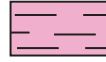
arcillas lacustres
con restos
de mamíferos



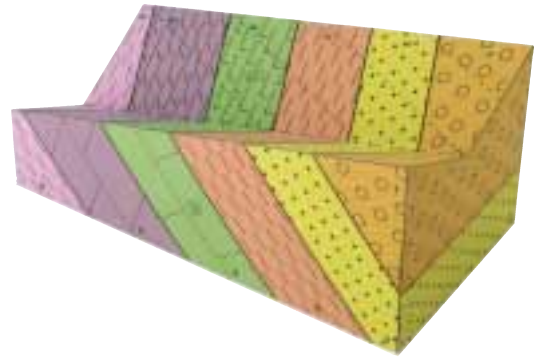
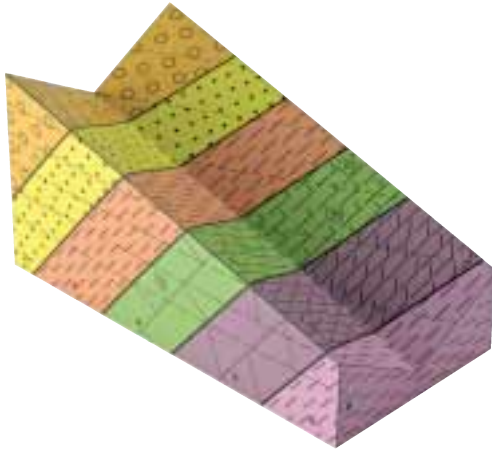
calizas con
ammonites
cretácicos



dolomías



arcillas
arenosas
compactas



Descripción

Cuando el cauce de un río o un arroyo corta una serie de capas que están inclinadas hacia la parte alta del valle, los contactos dibujan una uve cuyo vértice apunta hacia aguas arriba, señalando en la misma dirección en que buzanan las capas.

Cuando los estratos son horizontales sus contactos también trazan una uve que apunta en el mismo sentido, pero en ese caso los contactos son paralelos a las isocotas y no las cortan, mientras que en el caso del buzamiento hacia aguas arriba los contactos trazan una uve más abierta y sí cortan a las curvas de nivel. Pueden compararse ambos casos en el bloque 10, en el que unas capas que buzanan hacia aguas arriba son cortadas y recubiertas por una superficie de discordancia horizontal.

Las uves que trazan los contactos son tanto más abiertas cuanto mayor es el ángulo de buzamiento; si el buzamiento es máximo y las capas son verticales, la uve se abre por completo y se transforma en una línea recta, como puede verse en el bloque 2 de las capas verticales.

Como regla general aplicable también en este caso, una serie de capas que son paralelas entre sí, es decir, que son concordantes, trazan sobre el mapa contactos que también son paralelos.

En el bloque se ve una serie mesozoica basculada (unidades 6, 5 y 4) concordante con una serie cenozoica con restos de mamíferos (unidades 3, 2 y 1), que podemos atribuir al Paleógeno, ya que en España la orogenia alpina afectó a los materiales del Paleógeno, pero no a los del Neógeno, que se suelen disponer discordantes sobre los más antiguos.

Actividades

- 1 ¿Entre qué dos niveles se ha producido una regresión?
- 2 ¿En el intervalo de tiempo comprendido entre los niveles 3 y 1 se produjo una orogenia que levantó relieves cercanos a esta zona. ¿Hay en el corte geológico algún indicio de este acontecimiento?
- 3 ¿Qué tipo de rocas son las que forman la unidad 5? ¿Cuál es su composición?
- 4 ¿Podría haber fósiles de organismos mesozoicos en el estrato 2? Razona la respuesta.
- 5 ¿Hay evidencias de la orogenia alpina en esta zona?
- 6 ¿En relación con la pregunta anterior, ¿los estratos 3, 2 y 1 serán probablemente del Paleógeno o del Neógeno? ¿Por qué?

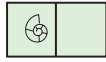
Solucionario

- 1** *Hyracotherium* era un mamífero antecesor del caballo, de principios del Terciario. Es, por tanto, un fósil del Paleógeno que caracteriza un medio continental.
- 2** La unidad 3 es marina y la 4, que es más moderna, es continental. Entre ambas unidades ha ocurrido una regresión.
- 3** En ambas unidades puede decirse que la profundidad de la cuenca no era mayor de unas decenas de metros, ya que en la unidad 1 hay fósiles de corales, que necesitan luz para crecer, ya que viven en simbiosis con algas unicelulares, y en la unidad 3 hay ripples de oleaje, que no se forman a grandes profundidades.
- 4** Las areniscas de la unidad 6 presentan una elevada madurez textural, ya que la abundancia de cuarzo significa que los demás silicatos (feldespatos, micas...) han sido meteorizados y convertidos en arcilla durante un largo transporte. La madurez mineralógica es característica de los cursos bajos fluviales.
- 5** La presencia de yeso es característica de un medio árido. Su aparición, mezclado con arcillas lacustres puede deberse a un lago que se desecaba periódicamente, acumulando arcillas en los periodos húmedos y precipitándose el yeso en los periodos más secos, o a un aporte continuado de agua de mar en un medio árido, como ocurre en algunas marismas salobres.
- 6** La presencia de fósiles y el carácter carbonatado de los materiales son un indicativo de un clima cálido, o al menos de aguas no muy frías. En aguas frías no se suele producir acumulación de carbonato de calcio, por la abundancia de CO_2 disuelto que acidifica el agua y aumenta la solubilidad del carbonato de calcio.

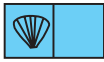
Regla de las uves. Estratos buzando hacia aguas abajo



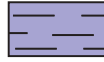
calizas con arrefices de coral



calizas con ammonites jurásicos



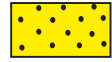
calizas con bivalvos y ripples de oleaje



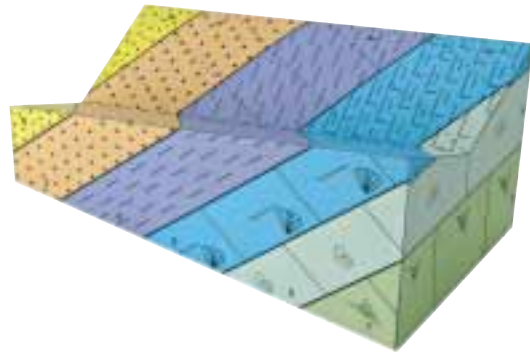
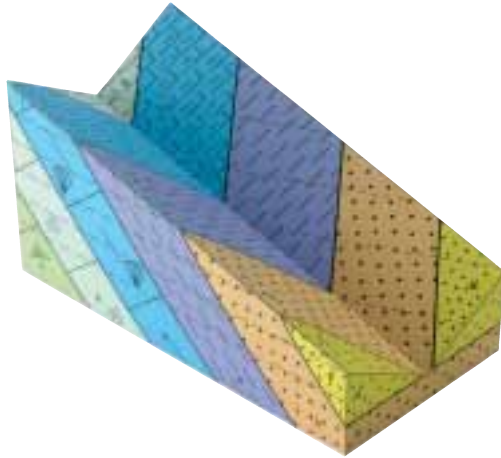
arcillas lacustres con cristales de yeso



areniscas arcillosas



areniscas blancas cuarcíferas con huesos de *Hyracotherium*



Descripción

Cuando las capas buzando hacia la parte baja del valle fluvial que las corta, sus contactos dibujan uves que apuntan hacia aguas abajo. Igual que ocurre en el caso del buzamiento hacia aguas arriba, esas uves son tanto más abiertas cuanto mayor sea el ángulo de buzamiento. Si el buzamiento llega a ser vertical, las uves se abren por completo convirtiéndose en trazados rectos.

En el caso del buzamiento hacia aguas abajo hay dos excepciones a la regla de las uves:

1. Si el ángulo de buzamiento de las capas coincide con el ángulo de la pendiente, es decir: si los estratos son paralelos a la pendiente del terreno, los contactos son paralelos al trazado del cauce y cortan todas las curvas de nivel.
2. Si el ángulo de buzamiento es menor que la pendiente del cauce, los contactos dibujan unas uves que apuntan hacia aguas arriba y que son muy cerradas, formando un ángulo muy agudo.

Sin embargo, estas circunstancias no se dan con frecuencia, por lo que la regla de las uves es aplicable sin complicaciones en la mayor parte de los casos.

Actividades

- 1 ¿Qué tipo de organismo era *Hyracotherium*? ¿Es un fósil característico de algún ambiente sedimentario y de algún periodo geológico?
- 2 ¿Qué proceso ha ocurrido entre las unidades 3 y 4?
- 3 ¿Qué se puede decir de la profundidad de la cuenca marina en las unidades 1 y 3?
- 4 Las areniscas ricas en cuarzo de la unidad 6 ¿presentan una madurez mineralógica alta o baja? ¿Se corresponderían con un curso alto o bajo de un sistema fluvial?
- 5 La presencia de cristales de yeso en la unidad 4 ¿permite saber algo sobre las condiciones climáticas en que se formaron las arcillas?
- 6 ¿Qué indicios hay que nos permitan saber que la cuenca marina en la que se formaron las unidades 1, 2 y 3 tenía aguas cálidas?

Solucionario

1 Las tres longitudes pueden medirse con una regla sobre cualquiera de los dos laterales del bloque diagrama. Se pueden obtener resultados diferentes si se utilizan fotocopias con distintos grado de ampliación.

2 El salto horizontal se corresponde con una separación de las capas, y, por tanto, se debe a un esfuerzo distensivo. Todas las fallas directas se pueden identificar con esfuerzos distensivos.

3 El labio hundido es el que queda hacia la parte baja del valle, y el labio levantado forma la parte alta del valle. En la superficie del valle, en la zona de la falla, se ve que el labio hundido tiene los materiales más modernos (la unidad 2); mientras que el labio levantado tiene materiales más antiguos (unidades 3 y 4).

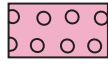
En todas las fallas con componente vertical, tanto si son directas como si son inversas, el labio hundido presenta materiales más modernos que el labio levantado.

4 Además de estar afectados por la falla, los estratos están basculados; presentan una inclinación hacia aguas arriba.

5 Los gasterópodos lacustres, aunque en España son especialmente abundantes en el Terciario, no son en realidad característicos de ningún periodo ni era, ya que los ha habido desde el Paleozoico hasta la actualidad.

Las aves aparecen en el registro fósil desde el Jurásico hasta la actualidad, y los mamíferos, en el Terciario; por tanto, la única unidad que tiene un contenido fósil que permita una datación es la unidad 3, que es del Cenozoico.

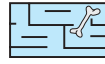
La única orogenia capaz de producir el plegamiento de materiales cenozoicos es la alpina.



conglomerados



calizas
con gasterópodos
lacustres



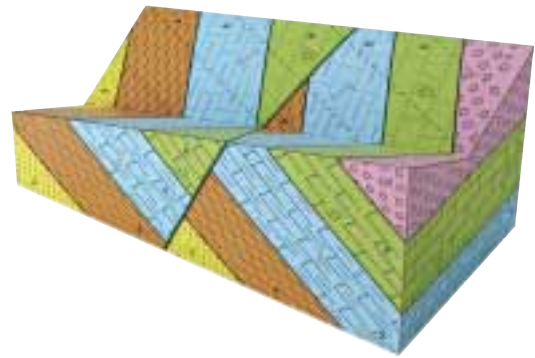
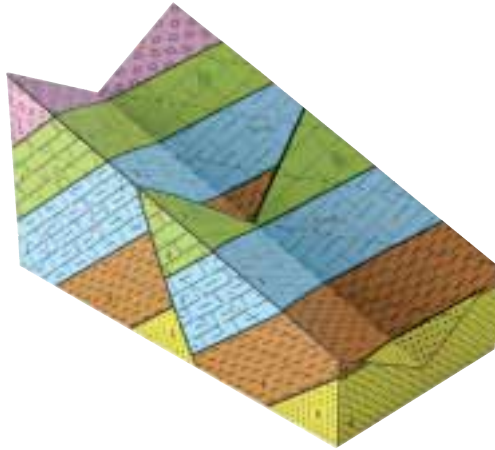
margas con
fósiles de aves
y mamíferos



arcillas
yesíferas



areniscas



Descripción

El bloque diagrama representa una serie de cinco estratos, de los que el 1 es el más moderno, y el 5, el más antiguo, que buzan hacia la parte alta del valle y que están afectados por una falla directa que buza hacia aguas abajo.

La falla produce la repetición de la serie. En los laterales es posible medir directamente el salto de falla, tanto en la dirección del movimiento como sus componentes horizontal y vertical. La falla se corresponde con un esfuerzo distensivo.

La uve que dibuja la falla apunta hacia aguas abajo, por lo tanto **la falla buza hacia aguas abajo**.

1. La falla pone en contacto las unidades 2 y 4. La 2 es más moderna que la 4. La falla buza hacia la unidad más moderna, y por tanto es una falla directa.
2. La unidad 2 recubre a la unidad 4. Como la unidad más moderna recubre a la más antigua, es una falla directa.
3. La falla pone en contacto las unidades 2 y 4, y la unidad 2 ha bajado hasta situarse a la altura de la 4. La unidad 2 representa el labio hundido de la falla, y como la falla buza hacia el labio hundido, es una falla directa.
4. Los materiales situados desde la falla hacia la parte baja del valle están apoyados **sobre la falla**, mientras que los estratos situados desde la falla hacia la parte alta del valle se encuentran **bajo el plano de falla**. El bloque situado sobre la falla contiene la unidad más moderna, que se ha deslizado hacia abajo, por lo que es una falla directa.

Actividades

- 1 Mide con una regla el salto de falla: el salto vertical, el horizontal y el resultante.
- 2 ¿El salto horizontal se corresponde con una separación o con un solapamiento de las dos partes de una unidad cortada por la falla? Compara esta falla con la falla inversa del bloque 6. ¿La falla se ha producido por un esfuerzo compresivo o distensivo?
- 3 Identifica el labio hundido y el labio levantado en la superficie del valle. ¿Cuál de ambos tiene los materiales más modernos y cuál los más antiguos en la zona de contacto con la falla?
- 4 ¿Presentan los materiales alguna otra deformación tectónica además de la fractura?
- 5 ¿Hay algún dato que nos permita atribuir una edad a los materiales? ¿Qué orogenia es la que puede haber producido el basculamiento de la serie?

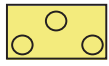
Solucionario

- 1 Es posible medir las tres longitudes con una regla sobre cualquiera de los dos laterales del bloque diagrama. Se pueden obtener resultados diferentes si se utilizan fotocopias con distintos grado de ampliación.
- 2 El salto horizontal se corresponde con un solapamiento de las capas, y por tanto la falla se ha formado por un esfuerzo compresivo. Todas las fallas inversas se pueden asimilar a esfuerzos compresivos.
- 3 La unidad 6 es de origen lacustre y la unidad 5 es marina, por lo que entre ambas ha ocurrido una transgresión.

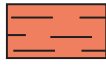
La unidad 4 es de origen marino, mientras que la 3 es fluvial; entre ambas unidades se ha producido una regresión.
- 4 Las areniscas eólicas presentan grano fino, una gran homogeneidad en el tamaño de sus granos (granoselección), y no suelen presentar arcilla. Las areniscas fluviales suelen presentar una fracción arcillosa y una mayor heterometría (granos de diferentes tamaños), incluso aparecen con frecuencia pequeños cantos dispersos.

Con frecuencia se pueden distinguir también por las estructuras sedimentarias: la estratificación cruzada con paleocauces y la presencia de superficies cóncavas erosivas son muy características de medios fluviales.
- 5 Si los helechos de la unidad 7 fueran del Carbonífero eso significaría que los materiales paleozoicos y los mesozoicos están paralelos y han sido plegados (o basculados) simultáneamente, lo que a su vez implicaría que aquí no se habría manifestado la orogenia hercínica y sí la alpina.
- 6 La potencia real es la que podemos medir en el lateral del bloque, ya que esa pared del bloque es perpendicular a las capas.

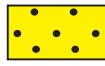
La superficie del valle no es perpendicular a las capas, sino que las corta oblicuamente. Lo que podemos medir en esa superficie es la longitud de afloramiento, que es mayor que la potencia real. En la ficha del bloque diagrama 1 se puede ver una explicación más detallada.



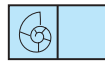
conglomerados



arcillas



areniscas
fluviales



calizas con
ammonites



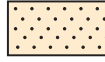
calizas con dientes
de tiburón



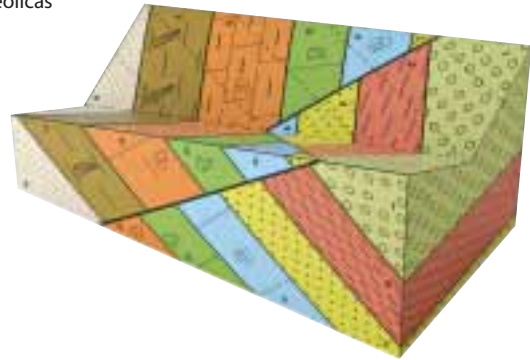
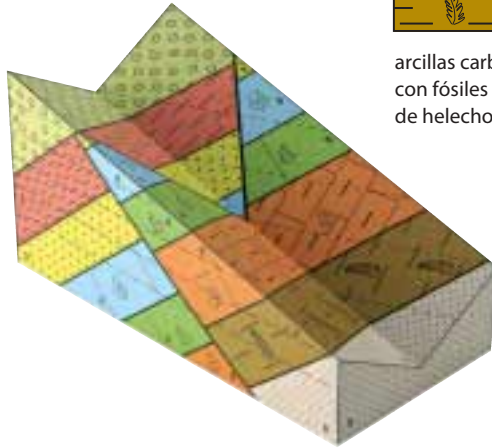
margas con
gasterópodos
lacustres



arcillas carbonosas
con fósiles
de helechos



areniscas
eólicas



Descripción

Los criterios aplicados para deducir el carácter de falla directa del bloque 5 pueden aplicarse aquí para comprobar que se trata de una falla inversa.

Si observamos la uve que dibuja la falla al cruzar el arroyo, vemos que apunta hacia aguas abajo, indicándonos el buzamiento del plano de falla.

En el vértice de la uve de la falla vemos la unidad 4 en contacto con la unidad 6. El orden de superposición de los estratos nos indica que la unidad 4 es más moderna, por lo que representa el labio hundido, que ha tenido que bajar hasta ponerse a la altura de la unidad 6.

A partir de aquí podemos aplicar cualquiera de los métodos aplicados en el bloque 5:

1. La falla buza hacia la unidad más antigua, por lo que es una falla inversa.
2. Las unidades 6 y 5 cortan y recubren a la 4, que es más moderna que ellas, lo que también caracteriza a una falla inversa.
3. La falla buza hacia el labio levantado, lo que es equivalente a lo dicho en el punto primero.
4. Los materiales localizados en la parte baja del valle están situados sobre la falla, mientras que las unidades que están dentro del vértice de la uve de la falla (unidades 1, 2, 3 y un poco de la 4), se colocan debajo del plano de falla. Vemos que las unidades situadas encima de la falla se han deslizado ascendiendo por ella, lo que de nuevo nos lleva a la conclusión de que es una falla inversa, formada por un esfuerzo compresivo.

Actividades

- 1 Sobre el lateral del bloque mide el salto horizontal y el vertical de la falla, además del salto total, que es la resultante de ambos desplazamientos.
- 2 ¿El salto horizontal se ha producido en forma de un alejamiento o de un solapamiento de las capas? ¿Esto es característico de un esfuerzo compresivo o distensivo?
- 3 ¿Qué proceso ha ocurrido entre las unidades 6 y 5? ¿Y entre las unidades 4 y 3?
- 4 ¿Qué diferencias podrías encontrar entre una arenisca eólica y una arenisca fluvial, que te permitiera reconocerlas en el campo cuando las encuentras formando parte de una serie estratigráfica?
- 5 Si los helechos fósiles de la unidad 7 fueran característicos del Carbonífero, como por ejemplo el género *Calamites*, ¿habría en esta zona indicios de la orogenia hercínica? ¿Y de la orogenia alpina?
- 6 Si mides el espesor o **potencia** de un estrato en el lateral del bloque y en la cara superior, por la que circula el arroyo, obtendrás valores distintos, aunque en ambos casos la midas según la perpendicular a sus contactos superior (techo) e inferior (muro). ¿Por qué son diferentes esas medidas? ¿Cuál de ellas se corresponde con la **potencia real** y cuál con la **longitud de afloramiento**?

Solucionario

- 1 La unidad más antigua es la 7, que forma el núcleo del anticlinal, y la más moderna la 1.
- 2 Se trata de un pliegue anticlinal; es recto, puesto que su plano axial está vertical, y es simétrico, porque ambos flancos presentan el mismo espesor y la misma inclinación. La traza axial cruza el valle perpendicularmente al cauce del arroyo, pasando por los vértices del rombo que forma el afloramiento de la unidad 6.
- 3 Las calizas cristalinas de la unidad 1 son posteriores a las calizas con corales devónicos, por lo que no pueden ser del Silúrico, que es un periodo anterior al Devónico.
- 4 La unidad 7 no llega a aflorar en superficie porque el río no ha profundizado lo suficiente en su cauce como para atravesar completamente la unidad 6. Si el cauce fluvial fuera más profundo, llegaría a aflorar la unidad 7, y entonces esa unidad formaría el núcleo del anticlinal, tanto en la superficie como en el corte.
- 5 Como se ha explicado en el bloque diagrama 1, la potencia real de una unidad se puede medir sobre una superficie que la corte perpendicularmente. La potencia de las unidades se puede medir en los laterales del bloque; sobre la superficie se miden longitudes de afloramiento.

La longitud de afloramiento es tanto mayor cuanto menor es el ángulo que forma la unidad con la superficie que la corta. En la unidad 3, por ejemplo, puede verse que aguas arriba el ángulo que forma esta unidad con la pendiente del valle es casi un ángulo recto, mientras que en el flanco de aguas abajo forma un ángulo más agudo con la pendiente del valle, lo que da lugar a una longitud de afloramiento mayor.

- 6 Si las calizas de la unidad 1 son del Carbonífero, el plegamiento podría deberse a la orogenia hercínica o a la alpina, porque al no haber materiales del Mesozoico no podríamos ver si son paralelos o no a los del Paleozoico.

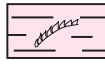
Si la unidad 1 es del Jurásico, eso implica que los materiales paleozoicos y los mesozoicos están paralelos, lo que significa que no ha actuado aquí la orogenia hercínica, y que el plegamiento hay que atribuirlo a la orogenia alpina.



calizas cristalinas



calizas
con corales
devónicos



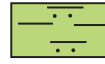
pizarras con
graptolitos



pizarras
sin fósiles



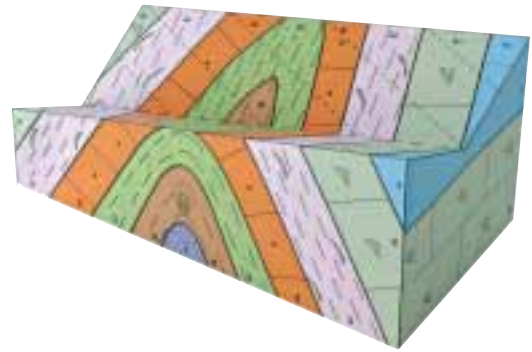
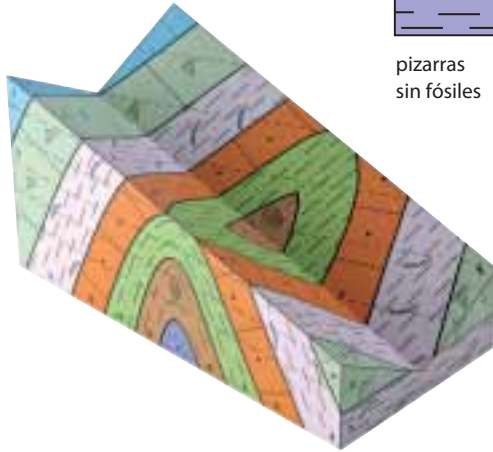
cuarcitas
con ripples
de oscilación



pizarras arenosas



pizarras
con trilobites



Descripción

El bloque representa un anticlinal cuya traza axial es cortada perpendicularmente por el cauce de un arroyo. Se trata de un pliegue simétrico y recto, es decir, con su plano axial vertical.

En la cara superior del bloque, que representa la superficie del terreno, se ve la repetición de las capas correspondientes a los dos flancos del anticlinal. En esta cara superficial el núcleo del anticlinal lo forma la unidad 6, mientras que en el lateral del bloque el núcleo lo constituye la unidad 7, más antigua, que no aflora en superficie.

Las uves que dibujan los contactos señalan hacia aguas arriba y hacia aguas abajo en los flancos correspondientes, pero se puede ver que, a pesar de que ambos flancos son simétricos, las uves dibujadas por los contactos no lo son: los contactos que buzanan hacia aguas abajo dibujan uves más cerradas que los que buzanan hacia aguas arriba, lo que se debe a que el vértice de la uve es tanto más cerrado cuanto más agudo es el ángulo entre el techo de una unidad y la pendiente del valle.

El pliegue produce una repetición característica de las unidades a lo largo del cauce fluvial, con una forma acorazonada y con la presencia de un núcleo, constituido por los materiales más antiguos, formando un afloramiento aislado en el centro, que permite reconocer a primera vista un anticlinal en un mapa geológico.

Actividades

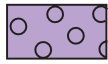
- 1 Ordena los materiales por su edad, indicando cuál es el más antiguo y cuál es el más moderno.
- 2 ¿Qué tipo de pliegue forman los estratos? Clasifícalo según su tipo, su simetría y la posición de su plano axial. Dibuja con lápiz la traza axial sobre la superficie del terreno.
- 3 Las calizas cristalinas de la unidad 1 ¿podrían ser del periodo Silúrico? Razona tu respuesta.
- 4 ¿Por qué al mirar el bloque desde arriba el núcleo es la unidad 6 y al mirarlo desde un lateral el núcleo del pliegue es la unidad 7? ¿Cómo tendría que ser el cauce fluvial para que aflorara en superficie la unidad 7?
- 5 Observa una unidad como las cuarcitas. ¿Por qué es diferente su potencia en el lateral del bloque, en la superficie aguas arriba y en la superficie aguas abajo? ¿Alguno de los tres valores se corresponde con su potencia real? ¿Cuál de ellos?
- 6 Si las calizas de la unidad 1 son del Carbonífero, no podríamos saber si el plegamiento se ha formado por la orogenia hercínica o la alpina, pero si fueran del Jurásico sí podríamos saberlo. Explica por qué, y a cuál de las dos orogenias se debería el plegamiento si las calizas fueran del Jurásico.

Solucionario

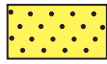
- 1 Es un pliegue sinclinal; es recto puesto que su plano axial está vertical, y es simétrico porque en ambos flancos las capas tienen la misma inclinación y conservan el mismo espesor.
- 2 La traza axial del pliegue discurre sobre la superficie del terreno y atraviesa el valle fluvial perpendicularmente al cauce, pasando por los vértices que dibujan los dos afloramientos de la unidad 1.
- 3 La unidad 6 es de origen lacustre; la 5 son arcillas yesíferas y la 4 son yesos. La sedimentación de yesos es característica de un clima árido, por lo que esta secuencia refleja una evolución desde un clima húmedo con lagos hasta un clima árido en el que se forman evaporitas.
- 4 En la secuencia de las unidades 3, 2 y 1 se observa un incremento en el tamaño de los clastos, lo que a su vez refleja un notable incremento en la energía de los agentes geológicos, y se corresponde con el levantamiento de un relieve en las proximidades.
- 5 Es frecuente que entre los cantos acumulados por un río se encuentren fragmentos de fósiles arrancados por la meteorización y la erosión de los relieves cercanos. Naturalmente estos fósiles no indican la edad ni el ambiente de formación de la unidad en la que están acumulados, sino la edad de las rocas de las que fueron arrancados.
- 6 La respuesta es la misma que para la cuestión anterior. Al tratarse de una acumulación de cantos y bloques arrancados de los relieves próximos, pueden encontrarse mezclados todo tipo de fragmentos de rocas y de fósiles de distintas edades y procedencias.



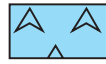
conglomerados
de bloques
(abanicos
aluviales)



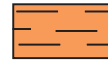
conglomerados



areniscas
arcillosas



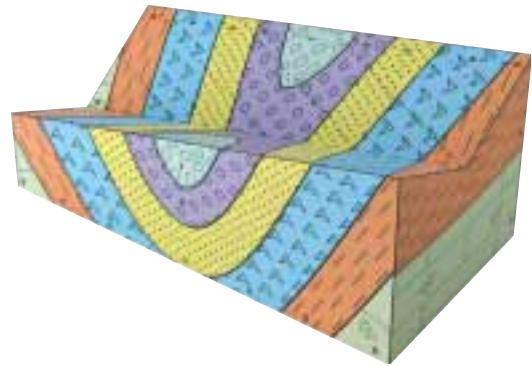
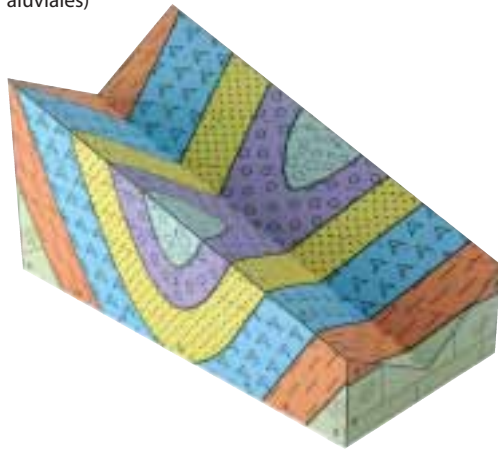
yesos



arcillas
yesíferas



calizas con
gasterópodos
lacustres



Descripción

El bloque representa un sinclinal recto y simétrico cuyo plano axial es cortado perpendicularmente por el cauce de un arroyo.

Se observa una repetición de las unidades aguas arriba y aguas abajo de la traza axial del pliegue. Los contactos dibujan uves que apuntan hacia la traza axial. El núcleo del sinclinal, representado por la unidad 1, se corresponde con los materiales más modernos. Este núcleo, en vez de aparecer justo en el cauce, como ocurre en el caso del anticlinal, se observa en ambas laderas del valle. La unidad 2, que es la siguiente en antigüedad a la que constituye el núcleo, forma una «equis» en vez de la forma acorazonada característica del anticlinal.

Igual que ocurría en el anticlinal, las uves que dibujan los contactos tampoco son simétricas: aparecen más abiertas las correspondientes al flanco de aguas abajo, lo que de nuevo se debe al ángulo más abierto que forma el techo de los estratos con la pendiente del valle.

Actividades

- 1 Clasifica el pliegue según su tipo, su simetría y la posición de su plano axial.
- 2 Dibuja sobre el terreno la traza axial del pliegue. Identifica su núcleo.
- 3 Entre las unidades 6, 5 y 4 se ha producido un cambio en las condiciones climáticas del área de depósito. Explica qué tipo de cambio refleja la composición de los materiales.
- 4 La secuencia de las unidades 3, 2 y 1 también refleja un cambio en las condiciones del ambiente sedimentario. ¿Representa un incremento o una disminución en la energía de los agentes geológicos? Este cambio se corresponde con un relieve próximo que se está levantando o con un relieve que está perdiendo altura debido a la erosión?
- 5 Entre los cantos y bloques que forman la unidad 1 se encuentran algunos fragmentos de fósiles mezclados, como ammonites y bivalvos. Sin embargo, esa unidad no es marina sino continental. ¿Cómo han llegado entonces esos fósiles hasta ahí?
- 6 Es frecuente el caso de conglomerados como los de las unidades 1 y 2, formados durante el Terciario, que contienen fósiles paleozoicos y mesozoicos mezclados. ¿Qué explicación tiene ese hecho?

Solucionario

- 1 La serie sedimentaria situada bajo la discordancia (unidades 3-8) forma un pliegue anticlinal recto y simétrico como el del bloque diagrama 7.
- 2 La presencia de huellas de dinosaurios en la unidad 7 permite atribuir la serie plegada al Mesozoico. La presencia de mamíferos en la unidad 2 caracteriza la era Cenozoica, y los fósiles de homínidos en la unidad 1 permiten atribuir esta unidad al periodo Cuaternario.
- 3 La intrusión del dique es posterior al plegamiento de la serie mesozoica y anterior a la erosión que dio lugar a la superficie horizontal sobre la que se depositaron las unidades 2 y 1. La edad relativa del dique es, por tanto, posterior a la unidad 3 y anterior a la 2.
- 4 La dirección del dique es oblicua a las paredes laterales del bloque, y las superficies del valle tampoco lo cortan perpendicularmente. La única cara del bloque diagrama que es perpendicular al dique es la base, donde se encuentra la leyenda. En esta cara se han pintado unas líneas que son la prolongación de las superficies del dique. Uniéndolas con ayuda de una regla y un lápiz se puede obtener una sección perpendicular del dique (aunque para ello hay que pisar la leyenda con las líneas). Sobre esa sección se puede medir la potencia real de esta unidad.
- 5 En la serie plegada (unidades 8, 7, 6, 5, 4 y 3) solo hay dos unidades cuyo contenido fósil nos indica claramente su origen: la unidad 7, en la que las huellas de dinosaurios delatan un origen continental, y la unidad 5, con braquiópodos, que son invertebrados marinos. Entre ambas se ha producido una transgresión.
- 6 Las superficies de discordancia representan generalmente procesos de erosión. En este caso, tras el plegamiento de la serie mesozoica se ha producido una intensa erosión que ha transformado el relieve en una llanura. Sobre esta llanura se han depositados las unidades 2 y 1. Posteriormente en esta zona se ha encajado un río que ha erosionado estas dos unidades, permitiendo ver la serie plegada infrayacente.
- 7 La unidad 1, constituida por arenas poco consolidadas, tiene las características de un buen acuífero, mientras que la unidad 2 forma una base impermeable. Es natural que el agua contenida en la unidad 1 tienda a rebosar en el contacto entre ambas formando manantiales, y esto suele ocurrir en los puntos más bajos del relieve, como el cauce del arroyo.
- 8 El riesgo de subsidencia cárstica consiste en la posibilidad de que el terreno se hunda por el colapso de cavidades subterráneas. En este caso es la unidad 3 la que presenta este tipo de cavidades, por lo que el riesgo de subsidencia cárstica se presentará donde esta unidad esté próxima a la superficie, lo que ocurre hacia la parte baja del valle.



arenas poco consolidadas con restos de homínidos



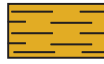
margas impermeables con dientes de mamíferos



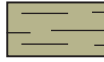
calizas cristalinas carstificadas



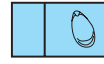
areniscas con huellas de dinosaurios



arcillas compactas



arcillas



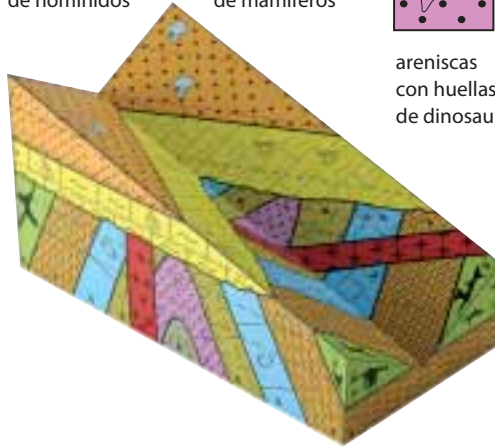
calizas con braquiópodos



pegmatita



arcillas margosas



Descripción

En el bloque diagrama puede verse una serie mesozoica plegada y cortada por un dique vertical de pegmatita. El conjunto está erosionado y cubierto por una serie cenozoica horizontal, discordante sobre la serie infrayacente.

La uve que dibuja la superficie de discordancia es paralela a las curvas de nivel, lo que en el mapa delata su horizontalidad. El anticlinal presenta un núcleo visible en el corte (en el lateral del bloque), y un núcleo distinto en superficie, ya que el arroyo no ha erosionado lo suficiente como para hacer aflorar la unidad 8.

El dique vertical tiene una dirección oblicua a las paredes del bloque, lo que plantea una cuestión interesante: ninguna de las paredes del bloque es perpendicular a él, y por tanto, en ninguna de ellas puede medirse directamente su potencia. La única cara en la que es posible trazar una perpendicular a la dirección del dique es... la base del bloque, donde está la leyenda. En esta cara se han marcado las líneas correspondientes a los contactos del dique. Prolongándolas a lápiz puede medirse su potencia.

Las huellas de dinosaurios permiten identificar la serie infrayacente como mesozoica, por lo que el plegamiento hay que atribuirlo a la orogenia alpina. La serie suprayacente es cenozoica, tal como indica su contenido fósil. Las arenas poco consolidadas pueden ser un buen acuífero, y la unidad 2 impermeable favorece la formación de manantiales en el lecho del arroyo.

Los fósiles de homínidos en el nivel 1 y el que sea un sedimento sin consolidar indican su carácter reciente; por ejemplo, sedimentos fluviales que forman parte de una terraza.

Actividades

- 1 ¿Qué tipo de pliegue forma la serie sedimentaria situada bajo la discordancia?
- 2 ¿Qué edades se pueden atribuir a la serie sedimentaria plegada y a la serie que está horizontal?
- 3 ¿Qué edad relativa se puede atribuir a la intrusión del dique? ¿Entre qué dos unidades de las presentes en el bloque se produjo la intrusión?
- 4 El dique es vertical, pero ninguna de las paredes del bloque, ni tampoco la superficie del terreno, lo cortan perpendicularmente, por lo que no se puede medir directamente su potencia. ¿Cómo podríamos medir la potencia del dique?
- 5 ¿Qué unidades de la serie plegada son claramente continentales y cuál o cuáles son marinas? ¿Se ha producido alguna transgresión dentro de la serie plegada?
- 6 ¿Cómo se ha originado la superficie de discordancia que forma la base de la unidad 2?
- 7 ¿Por qué en el contacto entre las unidades 1 y 2 suele haber un manantial?
- 8 ¿Qué es el riesgo geológico de la subsidencia cárstica? ¿Qué unidad de las presentes en el corte podría ser causante de ese riesgo, y en qué zona del bloque: ¿en la parte alta o en la parte baja del valle?

Solucionario

- 1 Se trata de una falla directa. En la superficie del terreno, aunque solo aflora en una pequeña extensión de la falla, la uve dibujada por ella indica que buza hacia aguas abajo. En la parte baja del valle está la unidad 3, que es más moderna que la 4 y representa el labio hundido. Como la falla buza hacia el labio hundido, es directa.

El pequeño rombo formado por la unidad 4 tiene cierto parecido con el núcleo de un anticlinal como el del bloque diagrama 7, pero si se tratara de un anticlinal, las capas situadas en la parte baja del valle buzarían hacia aguas abajo, no hacia aguas arriba tal como lo hacen las unidades 4, 5 y 6.

- 2 Se puede ver que las pizarras de la unidad 7, que son del Paleozoico tal como indica su contenido fósil, están más plegadas que la serie mesozoica formada por las unidades 6, 5, 4 y 3, que solo están basculadas. Hay, por tanto, dos plegamientos distintos: uno que afectó solo a los materiales paleozoicos –la orogenia hercínica– y otro que afectó a las unidades 6, 5, 4, 3, y que naturalmente también afectó a la unidad 7, y que se corresponde con la orogenia alpina. Hay, por tanto, evidencias de ambas orogenias.

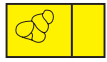
- 3 La unidad 7 es de origen marino, y la discordancia que forma la base de la unidad 6 se corresponde con un periodo de erosión, por lo que esa discordancia representa la primera regresión.

Las unidades 6 y 5 son continentales, pero la unidad 4 es marina, por lo que podemos situar una transgresión entre las unidades 5 y 4.

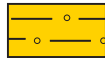
La unidad 3 es probablemente continental, por lo que podemos situar una nueva regresión entre las unidades 4 y 3. Si esta unidad fuera marina, la regresión estaría representada por la discordancia, que implica un periodo de erosión.

Las unidades 2 y 1 son continentales; no hay más transgresiones.

- 4 Sí, la orogenia alpina ha deformado la serie mesozoica, y ha afectado también a la unidad 7, que ya estaba plegada por la orogenia hercínica.
- 5 Se observan dos discordancias: la más antigua forma la base de la unidad 6, es decir, es más moderna que la unidad 7 y más antigua que la 6, y se le puede atribuir una edad de principios del Mesozoico. La otra discordancia forma la base de la unidad 2 –es más moderna que la 3 y más antigua que la 2–. Se le puede atribuir una edad cenozoica.
- 6 El pequeño anticlinal formado por las capas de la unidad 7 muestra su núcleo en forma de rombo en el cauce del río, igual que ocurre en el bloque diagrama 7. El sinclinal, situado junto al anticlinal, muestra su núcleo partido en dos afloramientos a ambos lados del cauce fluvial, como sucede en el bloque diagrama 8.



calizas
con gasterópodos
lacustres neógenos



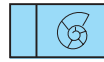
arcillas
y arenas rojizas



areniscas
blancas y rojas



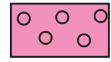
pizarras plegadas
con trilobites



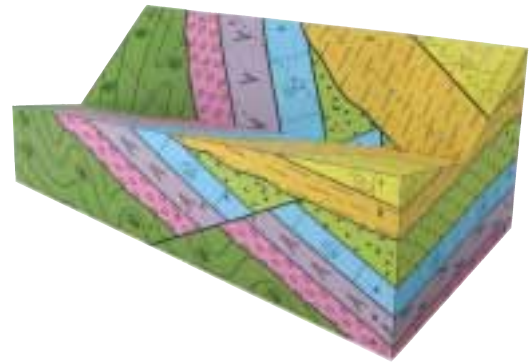
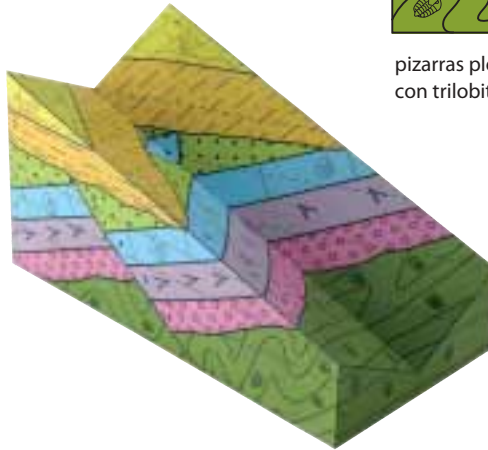
calizas y margas
con ammonites



yesos y arcillas



areniscas y
conglomerados
rojos



Descripción

Se representa en este bloque una serie paleozoica de pizarras con trilobites, erosionada y recubierta por una serie mesozoica discordante sobre ella. Esta serie está a su vez basculada, rota por una falla directa, erosionada y recubierta por una serie cenozoica horizontal que forma una segunda discordancia.

La serie mesozoica tiene una parte inferior continental (unidades 6 y 5), sobre la que se dispone una serie marina (unidad 4) y otra serie continental de areniscas (unidad 3). Las unidades cenozoicas son continentales. En estos materiales hay por tanto registro de dos regresiones (una posterior a las pizarras y otra posterior a la unidad 4), y de una transgresión (la que dio origen a la unidad 4).

El plegamiento de las pizarras se debe a la orogenia hercínica, mientras que el basculamiento de la serie mesozoica es debido a la orogenia alpina.

La falla, a primera vista, puede confundirse en la superficie del terreno con un anticlinal, y el fragmento de la unidad 4 podría tomarse por el núcleo del pliegue, pero se puede observar que los estratos de las serie mesozoica están buzando hacia aguas arriba, lo que no es compatible con una estructura anticlinal (podemos comprobarlo comparando este bloque con el 9), por lo que la repetición de las unidades 4 y 3 hay que atribuir las a una falla. La uve que dibuja nos indica que la fractura buza hacia aguas abajo.

Aplicando los mismos criterios que en los bloques de las fallas, podemos deducir que se trata de una falla directa.

Actividades

- 1 ¿De qué tipo es la falla? ¿Cómo podrías deducirlo viendo únicamente la superficie del terreno? ¿Podría confundirse la repetición de las unidades con un anticlinal? Explica qué nos permitiría saber que no es un pliegue sino una falla.
- 2 ¿Hay evidencias de la orogenia hercínica en esta zona? ¿Y de la orogenia alpina?
- 3 ¿Cuántas transgresiones y cuántas regresiones se pueden identificar en el corte?
- 4 ¿Está afectada por la orogenia alpina la unidad de pizarras con trilobites?
- 5 ¿Cuántas discordancias se observan en el corte? Atribúeles una edad relativa y estima en qué periodo geológico se han formado probablemente.
- 6 En la unidad de pizarras con trilobites se observan en superficie un pequeño anticlinal y un sinclinal. Identifícalos.



Proyecto **La Casa del Saber**

Santillana