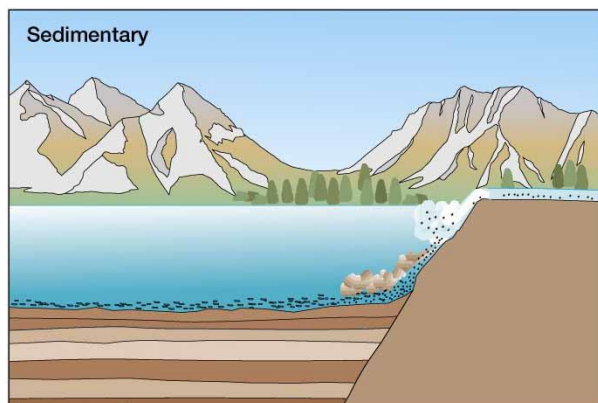


TEMA 5: AS DEFORMACIÓNS NAS ROCHAS. XEOLOXÍA ESTRUCTURAL.

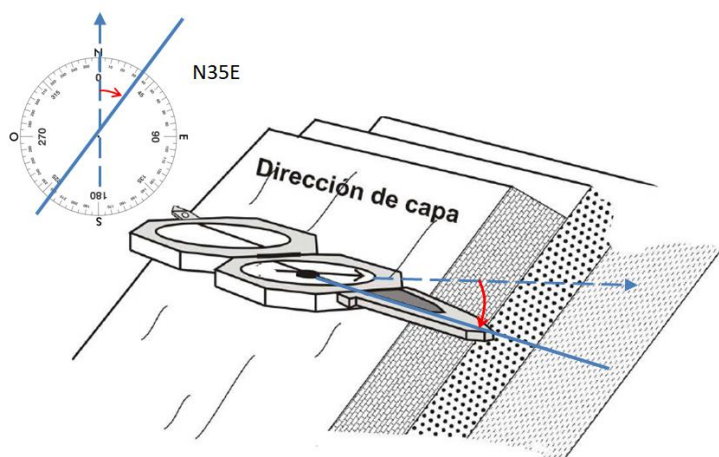
Deformación significa cambiar de forma e as rochas adoitan sufrir deformacións cando son sometidas a esforzos o que orixina **estruturas tectónicas** como pregos ou fallas. A parte da Xeoloxía que estuda estas deformacións se chama **Tectónica** ou **Xeoloxía estrutural**.

5.1- DIRECCIÓN E BUZAMENTO DUN PLANO XEOLÓXICO

Para saber se unha rocha foi deformada necesitamos unha referencia, é dicir, temos que saber como era esa rocha antes da deformación. Pódense utilizar varias referencias aínda que a máis utilizada son os **estratos** dos que xa falamos en temas anteriores e que están delimitados polos **planos de estratificación**.



Os estratos son capas que se forman cando os sedimentos son depositados nunha conca sedimentaria e que posteriormente se transformarán en rochas. Inicialmente os **estratos son horizontais** polo que se vemos un estrato non horizontal temos que supoñer que foi deformado por algún tipo de esforzo.

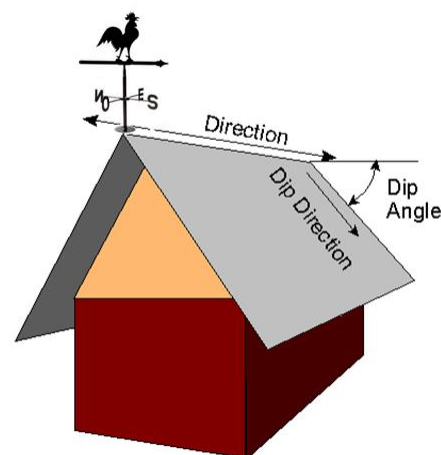
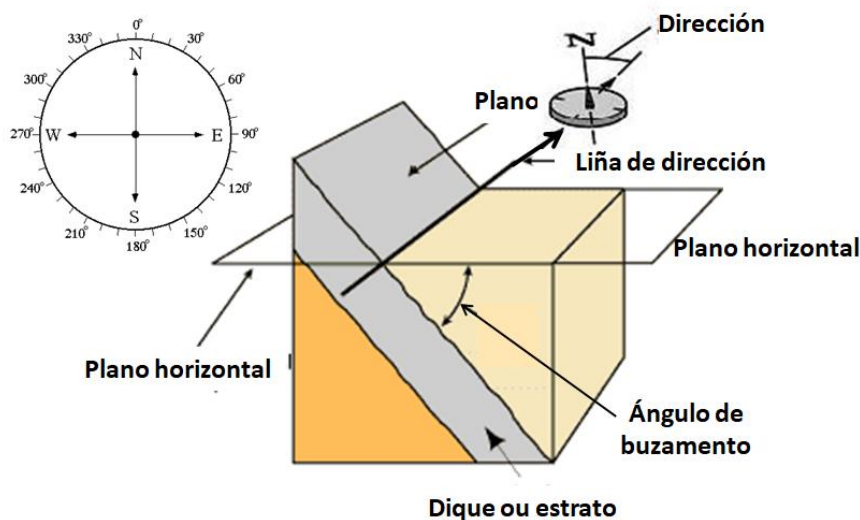


Para definir un plano xeolóxico (plano de estratificación, plano de falla, etc) e poder representalo posteriormente nun mapa, os xeólogos miden dous parámetros deste: dirección e buzamento.

A **dirección** dun plano é o ángulo que forma unha liña horizontal contida no plano co norte. O ángulo se mide no sentido das agullas do reloxo, é dicir, en dirección leste. Esta medición se realiza cun **compás** (brújula) segundo o esquema que tes na figura da esquerda.

O **buzamento** é a inclinación con respecto á horizontal e se mide cun aparello chamado **clinómetro**. Os compases de xeólogo conteñen clinómetro incorporado. O buzamento está comprendido entre 0 e 90° correspondendo 0° a un plano horizontal e 90° a un vertical. No caso do buzamento temos que indicar cara

onde está inclinado, é dicir, a **dirección do buzamento** que por convenio é cara onde se introduce na terra. Na figura da dereita tes un tellado no que as dúas vertentes teñen o mesmo ángulo de buzamento pero unha delas buza cara o norte (esquerda da imaxe) e a outra cara o sur (dereita).

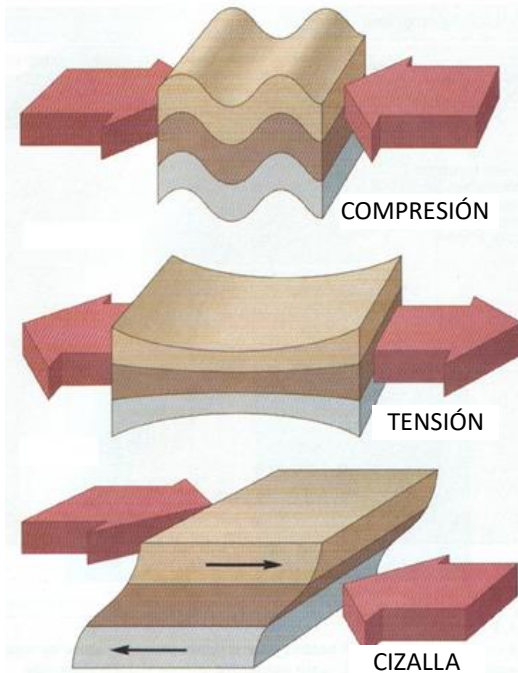


EXERCICIO

Na imaxe da esquerda indica, para o plano representado, a dirección, ángulo de buzamento e dirección do buzamento.

5.2- FACTORES QUE AFECTAN Á DEFORMACIÓN

A deformación que experimenta unha rocha é o resultado de tres factores: tipo de esforzo, propiedades mecánicas da rocha e condicións ambientais. Vexámolos un pouco polo miúdo.



a) Tipo de esforzo

Esforzo é como se chama en Xeoloxía ás forzas que provocan as deformacións (recorda a definición de forza en física que é un vector). Existen tres tipos básicos de esforzos que tes ilustrados na figura adxunta:

- **Compresión:** forzas converxentes aplicadas no mesmo punto
- **Tensión:** forzas diverxentes aplicadas no mesmo punto
- **Cizalla:** forzas converxentes ou diverxentes aplicadas en puntos próximos

Como ves nos recordan aos bordes de placa cos que están moi relacionados xa que en cada tipo de borde predomina o correspondente tipo de esforzo.

b) Propiedades físicas dos materiais

Nos indican como responde un determinado material a un esforzo concreto. Podemos considerar as seguintes:

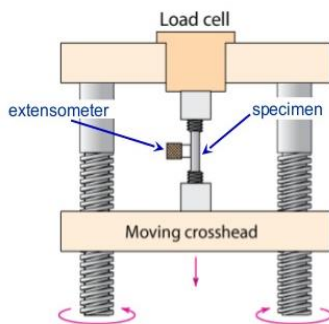
- **Elasticidade:** capacidade dun material de recuperar a súa forma inicial cando cesa o esforzo, por exemplo unha goma elástica. Cando isto acontece a enerxía aplicada é liberada de xeito brusco (por exemplo ao disparar cun arco). Esta propiedade é importante nos terremotos que veremos máis adiante.
- **Plasticidade:** Capacidade dun material de se deformar de xeito permanente e non se recupera a forma inicial ao parar o esforzo, por exemplo a plastilina. As rochas sedimentarias e algunhas metamórficas adoitan ser plásticas.

- **Fraxilidade:** facilidade ca que un material rompe, por exemplo o vidro. Rochas coma o granito ou o mármore son fráxiles.

c) Condicións externas

Certas condicións externas como a **temperatura**, **presión** ou a **presenza de auga** poden facer variar as propiedades dun determinado material. Un aumento de temperatura, de presión ou de contido en auga diminúen a fraxilidade dunha rocha o que explica que rochas inicialmente fráxiles se poidan dobrar xa que o fixeron a grandes profundidades onde a temperatura e a presión son máis elevadas.

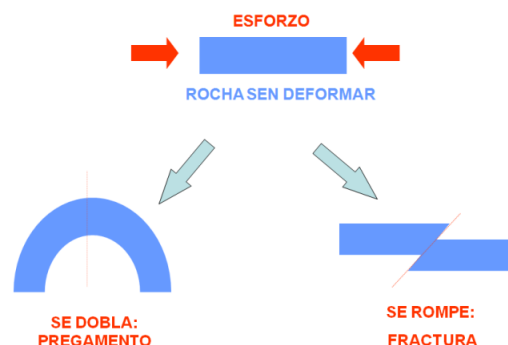
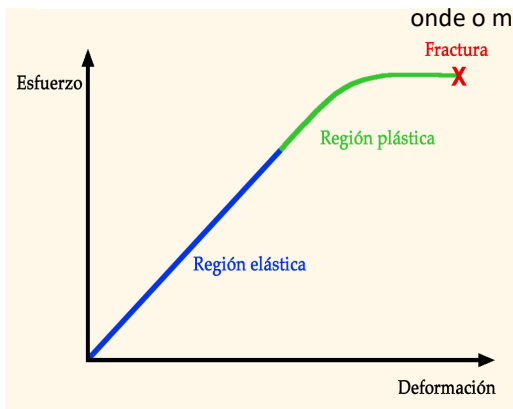
Outro factor a ter en conta é o tempo xa que materiais fráxiles sometidos a esforzos pequenos durante moito tempo poden deformarse de xeito plástico como certos bancos de mármore que ao cabo de centos de anos se dobran polo seu propio peso.



AMPLIACIÓN: A CURVA ESFORZO-DEFORMACIÓN

O comportamento mecánico dun material depende tamén da intensidade do esforzo aplicado como queda recollido na gráfica da figura. Utilizando o aparello da imaxe se aplica unha forza crecente que se representa no eixo das Y e se mide a deformación do material sometido a proba que se sitúa no eixo das X.

Ao principio a extensión do materia é directamente proporcional ao esforzo aplicado o que nos indica unha deformación elástica pero a medida que se incrementa o esforzo o material se estira moito máis, sinal dunha deformación plástica. Se aumentamos aínda máis o esforzo chegamos ao **límite de rotura** onde o material racha.



Cando unha rocha se deforma pode dar lugar a dous tipos básicos de estruturas tectónicas (figura da páxina anterior): pregamentos ou fracturas.

5.3- OS PREGAMENTOS OU DOBRAS

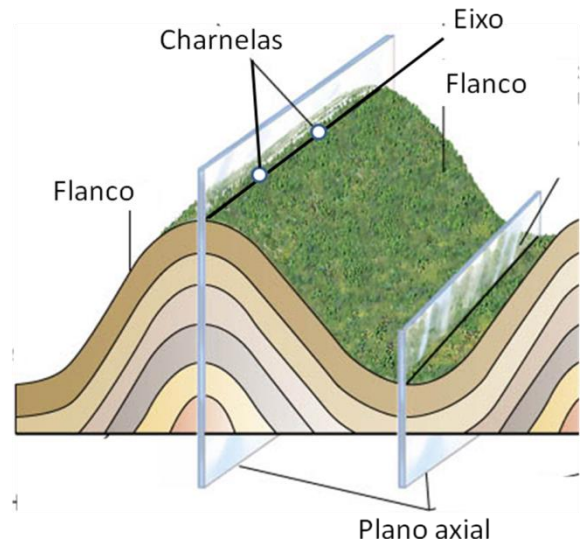


Un **prego** ou **pregamento** é unha dobra nas rochas o que constitúe un exemplo de **deformación plástica**. O tamaño dun prego é moi variable e pode oscilar dende milímetros (micropregamentos) ata moitos kilómetros.

5.3.1- Partes dun prego

Para identificar e describir os pregos os xeólogos utilizan unha serie de **elementos xeométricos** que tes representados na figura adxunta e que tes descritos a continuación:

- **Charnelas:** son os puntos de máxima curvatura do prego (como unha bisagra).
- **Eixo:** liña que une as charnelas dunha capa ou estrato.
- **Plano axial:** plano que contén os eixos de tódalas capas e divide ao prego en dúas metades máis ou menos simétricas.
- **Flancos:** as metades do prego limitadas polo plano axial.



5.3.2- Tipos de pregos

Os pregamentos se poden clasificar segundo varios criterios, vexamos dous deles.

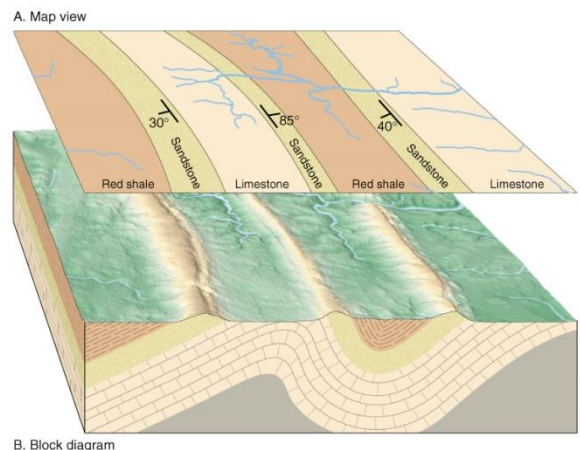
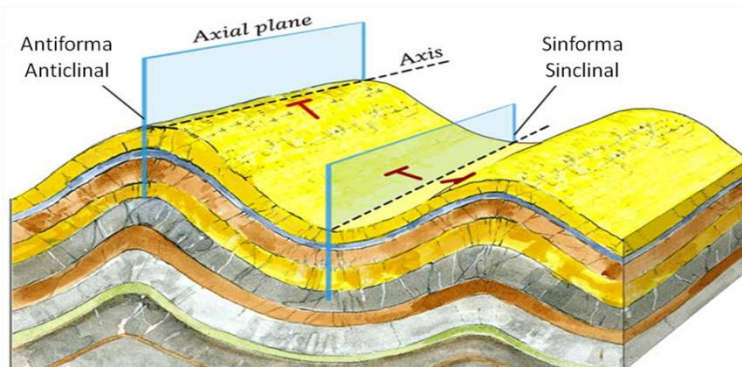
a) Segundo a curvatura

- **Antiforma:** cóncavo ou en forma de cúpula (como a letra A que che pode valer como regra pneumotécnica)
- **Sinforma:** convexo, en forma de cúpula invertida.

b) Segundo a antigüidade dos estratos

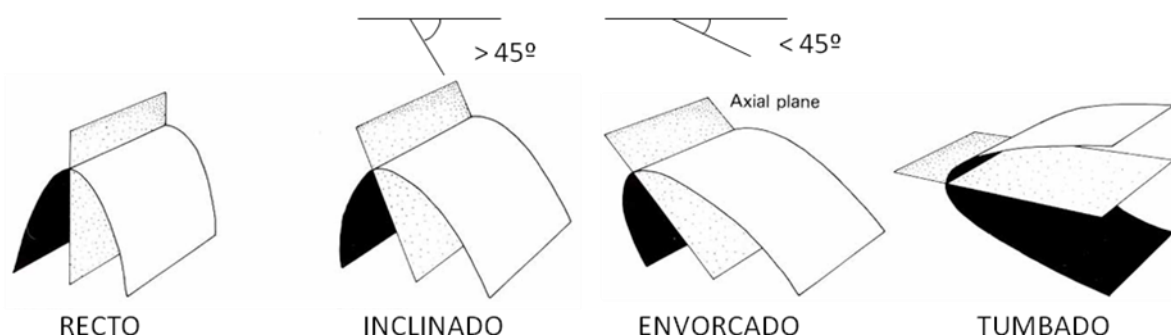
- **Anticlinal:** os estratos máis antigos están no interior.
- **Sinclinal:** os estratos máis modernos están no interior.

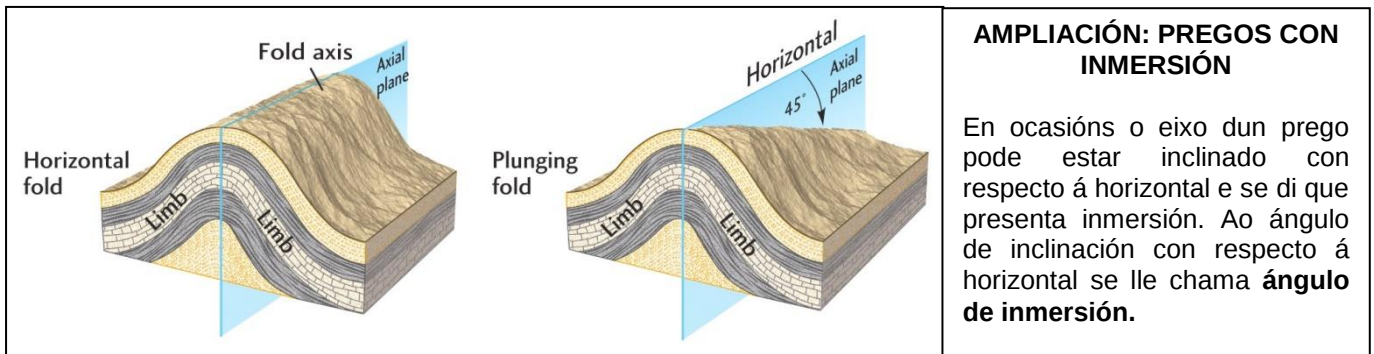
Normalmente as antiformas se corresponden con anticlinais es as sinformas con sinclinais como podes comprobar nos debuxos adxuntos.



c) Segundo a inclinación do plano axial

- **Recto ou simétrico:** plano axial vertical (inclinación 90° con respecto á horizontal).
- **Inclinado:** plano axial inclinado máis de 45° con respecto á horizontal.
- **Envorcado:** plano axial inclinado menos de 45°
- **Tumbado:** plano axial horizontal (inclinación 0°)





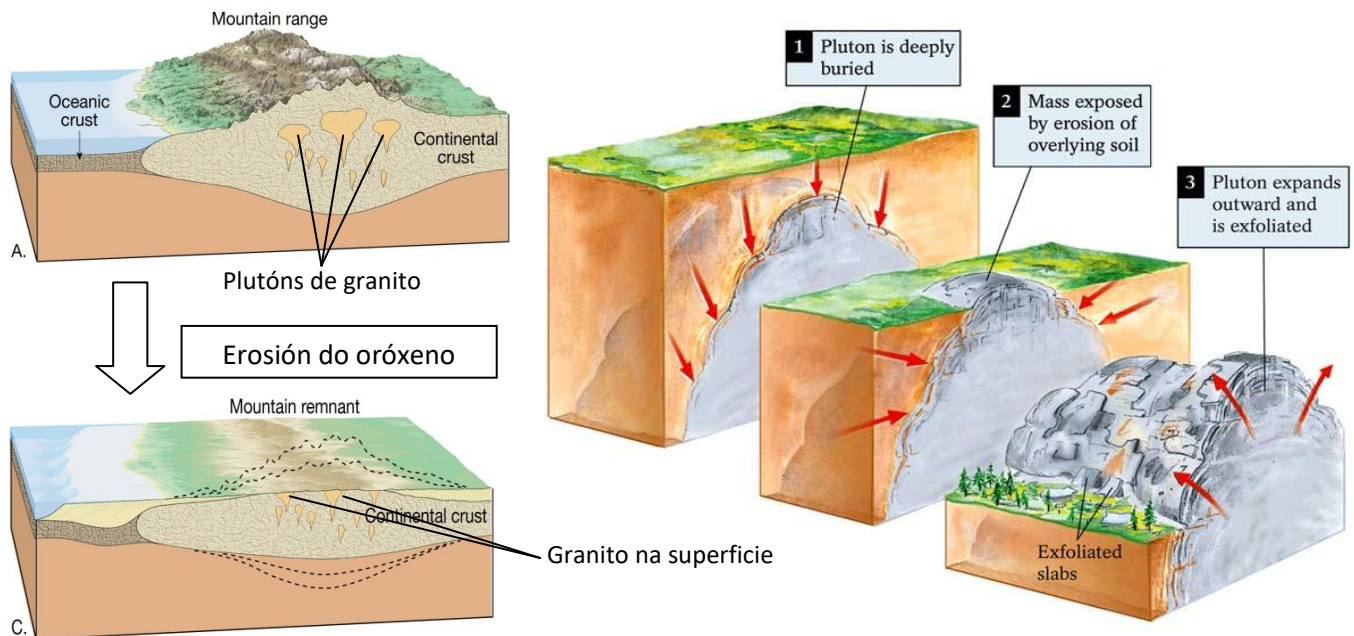
5.4- FRACTURAS: DIACLASAS E FALLAS

Cando o esforzo supera o límite de fractura dunha rocha esta rompe o que da lugar a dúas posibles estruturas tectónicas: **diacclas**, se os anacos resultantes non se desprazan entre si ou **fallas** se hai desprazamento relativo entre os anacos. Ao igual cos pregamentos poden acadar un amplo rango de tamaños, dende microfracturas ata varios kilómetros de amplitude.

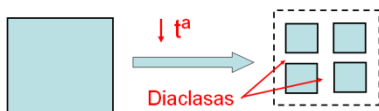
5.4.1- Diaclasas

Como queda dito son fracturas nas que non hai desprazamento relativo entre os anacos ou bloques resultantes da fracturación. Hainas de diversos tipos, velaí dous exemplos.

- a) Diaclasas de descompresión.** Acontece en rochas formadas baixo grandes presións que ao diminuír estas a rocha se expande e racha. Por exemplo granitos formados no interior dos oróxenos que ao erosionarse a súa parte superior chegan á superficie presentando numerosas diaclasas deste tipo.



- b) Diaclasas de arrefriamento.** Se producen en rochas formadas a elevadas temperaturas, por exemplo as ígneas. Cando a temperatura baixa as rochas se contraen e rachan como acontece nas lavas basálticas que poden orixinar unhas estruturas moi características a xeito de columnas hexagonais (dixunción columnar).

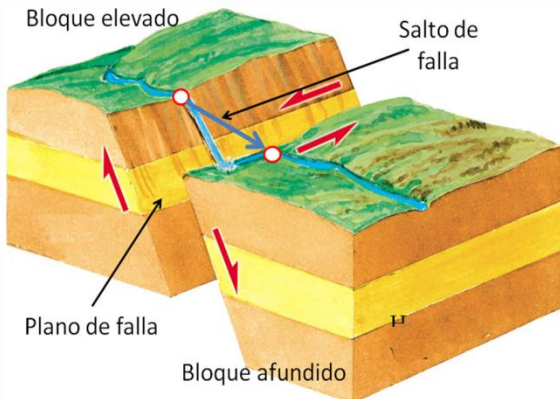


Os granitos adoitan presentar os dous tipos de diaclasas xa que unha vez formados no interior do oróxeno, se arrefrían ao tempo que diminúe a presión cando se erosiona o oróxeno. Na foto da esquerda podes ver unha masa de granito con diaclasas horizontais, causadas pola descompresión e outras verticais causadas polo arrefriamento.

5.4.2 - Fallas

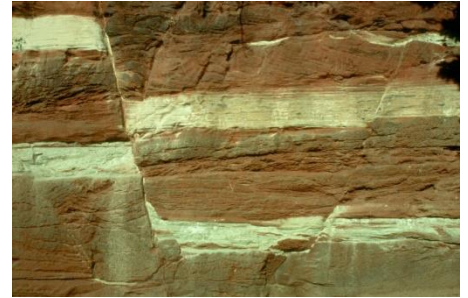
As **fallas** son fracturas nas que se produce movemento entre os **anacos resultantes da fractura** e que se chaman **bloques**.

a) Partes dunha falla



Do mesmo xeito ca no caso dos pregamentos nas fallas tamén definimos unha serie de elementos xeométricos que podes ver na figura adxunta.

- **Bloques de falla:** son os anacos resultantes da fractura. O que está máis alto se chama **bloque elevado** e o outro bloque **afundido**.
- **Plano de falla:** é a superficie de fractura e por onde se produciu o movemento. Adoita presentar marcas de este movemento como rabuñaduras chamadas **estrías de falla**.
- **Salto de falla:** desprazamento relativo dos bloques. Se mide como a distancia entre dous puntos que inicialmente estaban

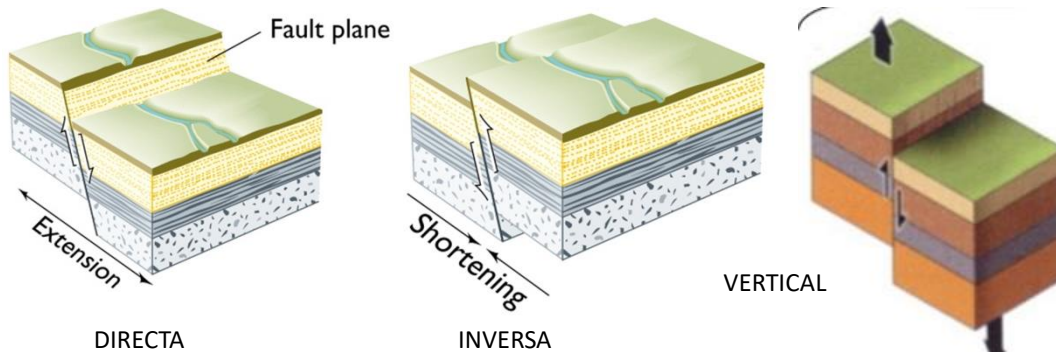


xuntos. En ocasións este salto se manifesta na superficie do terreo como un desnivel que se chama **escarpe de falla**.

b) Tipos de fallas

As fallas adoitan clasificarse segundo o movemento dos bloques.

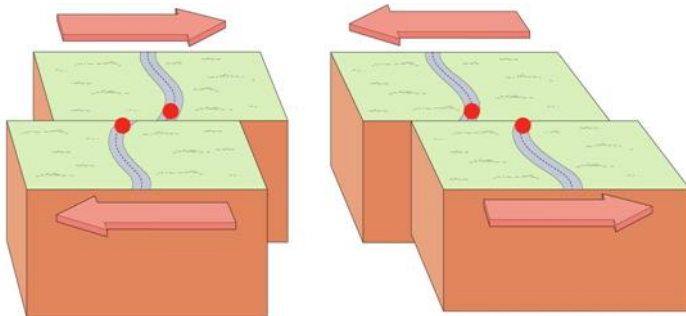
- Movemento na vertical (arriba-abaxo). Hai tres tipos:
 - **Falla normal ou directa.** O plano de falla está inclinado cara o bloque afundido xa que este se desliza por gravidade. Están orixinadas por esforzos de tensión.
 - **Falla inversa.** O plano de falla está inclinado cara o bloque elevado xa que este se desliza en contra da gravidade. Están causadas por esforzos de compresión.



EXERCICIO
Indica o tipo de falla da fotografía superior.

- **Falla vertical.** O plano de falla é vertical, e dicir, non está inclinado. Están causadas por esforzos de cizalla.

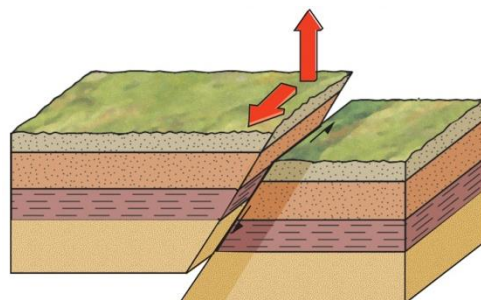
- Movemento na horizontal (dereita-esquerda). As fallas con movemento deste tipo se chaman **fallas de esgazamento** e hai dous tipos:



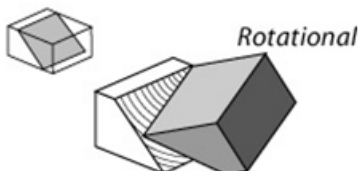
Falla de esgazamento dextral ou dereita

Falla de esgazamento sinistral ou esquerda

- **Dextrales ou dereitas:** situados nun bloque o outro se move cara a dereita.
- **Sinistrais ou esquerdas:** situados nun bloque o outro se move cara a esquerda.
- **Fallas oblicuas.** Son aquelas que combinan os dous tipos de movemento como a do debuxo inferior. Neste caso será unha falla inversa polo movemento na vertical e unha falla esquerda polo movemento na horizontal polo que dicimos que é unha **falla oblicua inversa esquerda**.



- **Fallas rotacionais.** Son un tipo especial de fallas nas que o movemento no plano de falla é xiratorio tal como podes ver no debuxo da esquerda.

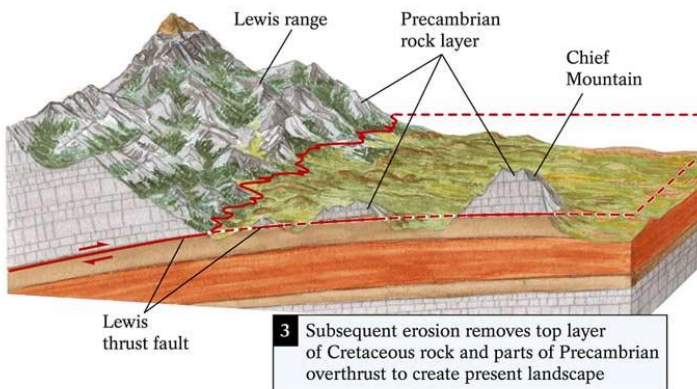
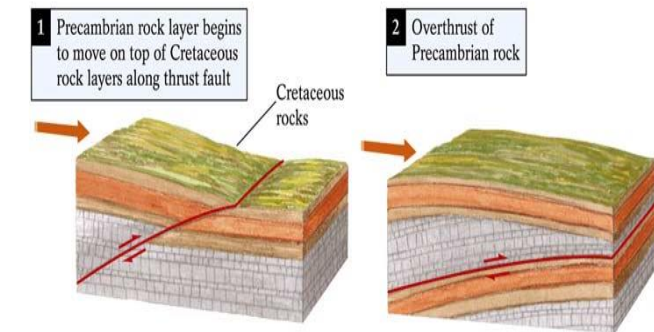


c) Cabalgamentos e mantos de corremento

Un cabalgamento é unha falla inversa cuxo plano de falla ten un baixo ángulo de buzamento o que fai que o bloque elevado se superpoña ao afundido. Se estes cabalgamentos provocan o desprazamento de grandes cantidades de material ao longo de varios km se fala de mantos de cabalgamento ou de corremento e habitualmente están asociados a outras deformacións como pregos tumbados. Na imaxe da esquerda tes un exemplo onde

podes ver como rochas moi antigas (precámbricas) se superpoñen sobre outras máis modernas (cretácicas). O material desprazado se chama **alóctono** mentres que o que queda fixo é o **autóctono**.

A erosión posterior pode facer aflorar o autóctono dando lugar a unha paisaxe como a que ves no debuxo inferior.



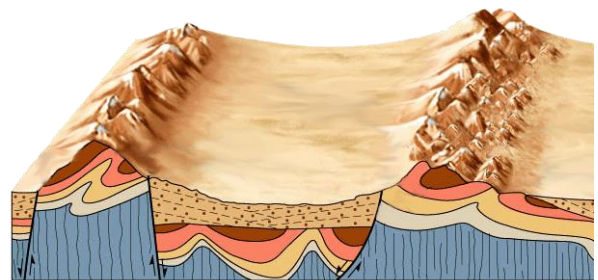
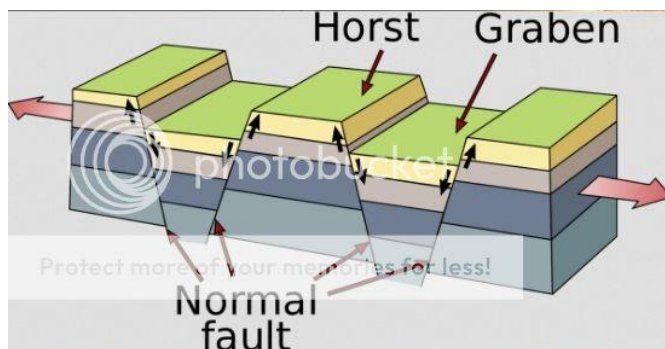
EXERCICIO

Explica a diferenza entre klippe e ventana tectónica e indica con cal se corresponde Chief Mountain



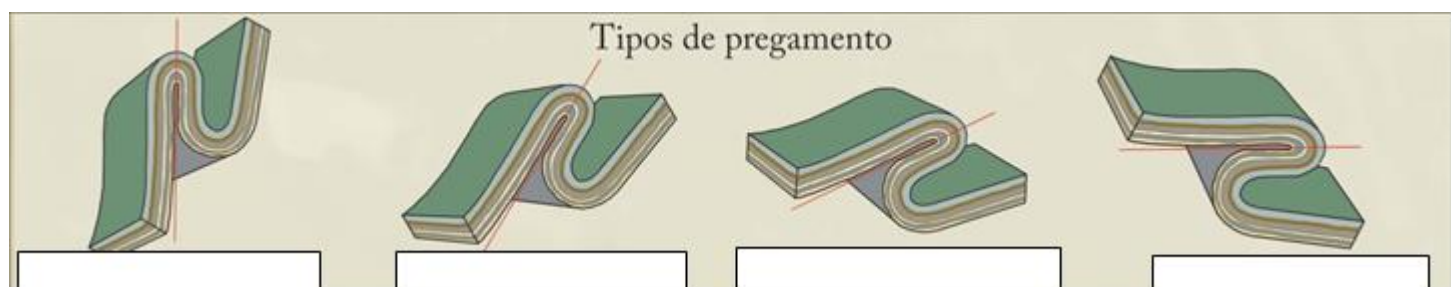
d) Asociacións de fallas

As fallas non adoitan presentarse illadas senón que o fan en grupos formando estruturas en escalóns nas que se distinguen horsts e grabens. Un **horst ou piar tectónico** é un bloque elevado rodeado de afundidos mentres que un **graben ou fosa tectónica** é un bloque afundido rodeado de elevados.

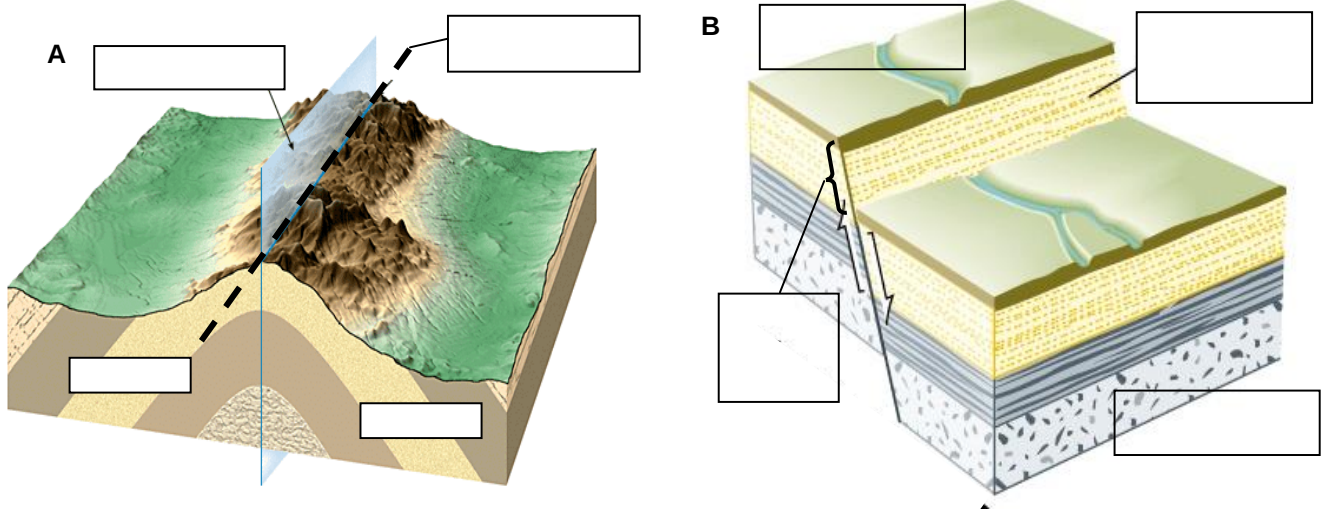


EXERCICIOS

1. Clasifica os seguintes pregamentos segundo a inclinación do plano axial:

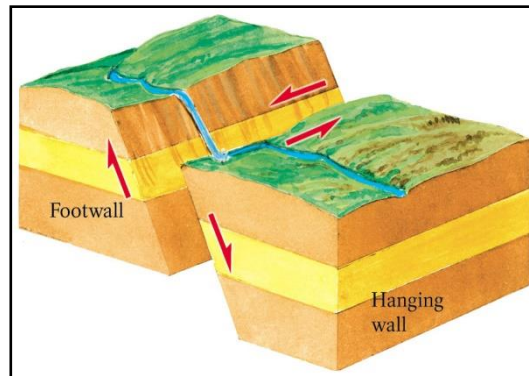


2. Identifica, clasifica e pon nomes ás estruturas dos debuxos inferiores:



3. O esquema inferior é de unha falla. Sitúa nela as partes e clasifícaa segundo os criterios que estudamos na clase.

As estrías son rabuñaduras que aparecen nalgúns fallas a causa dos movementos dos bloques. En que parte da falla pensas que se atoparán?



4. Debuxa as seguintes estruturas tectónicas:

- Unha falla oblicua normal dereita.
- Un horst limitado por fallas inversas.
- Un prego sinclinal inclinado
- Un prego anticlinal recto

5. Copia as seguintes frases no caderno de exame, completando cada unha coa palabra que falta:

- Nunha dobra _____ os estratos máis antigos están no centro ou núcleo.
- A descompresión provoca a aparición de fracturas no granito, denominadas _____.
- Nunha dobra _____ os estratos máis recentes están no centro ou núcleo.

6. Define os seguintes termos:

Anticlinal - Charnela – Sinclinal

8. Observa o corte xeolóxico adxunto e realiza as seguintes actividades referidas ao mesmo:

- Identifica e clasifica as estruturas tectónicas que aparecen no corte
- Clasifica, do xeito máis preciso posible, os materiais representados

