

Tema B-4. A deformación das rochas

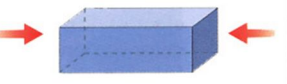
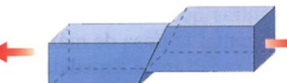
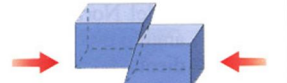
Mecánica das rochas: esforzo e deformación:

A **deformación** é calquera **cambio** de forma, volume, orientación ou posición dos materiais como é o caso das rochas. Dáse cando a intensidade do **esforzo é superior á resistencia** interna da rocha. Estes cambios van dende transformacións nos cristais que forman as estruturas dos minerais, hasta grandes deformacións que orixinan cordilleiras de miles de Km. O cambio prodúcese como resultado da aplicación de forzas nunha superficie determinada, é dicir da aplicación dun **esforzo**.

Esforzo: forza que se exerce por unidade de superficie (por exemplo sobre unha rocha). Todo material do interior da litosfera está sometido a diferentes esforzos. Os máis importantes son:

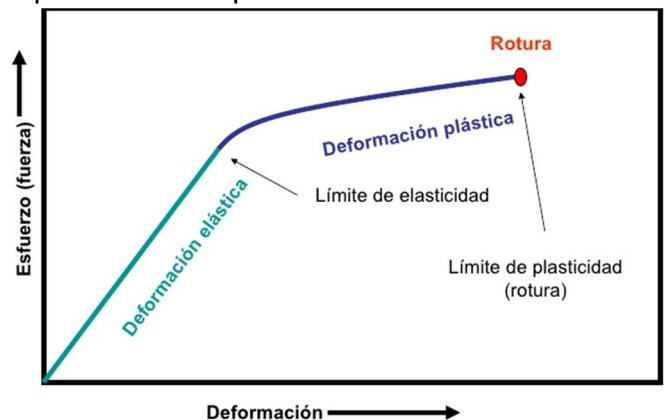
1. **Esforzos litostáticos** producidos polo peso dos materiais que teñen enriba. Aumenta coa profundidade e actúan en todas as direccións.
2. **Esforzos tectónicos:** provocados polo movemento das placas directa ou indirectamente e presentan unha dirección preferente na que se exerce a máxima presión. Pódense clasificar en :
 - a. **Esforzos distensivos:** actúan na mesma dirección pero en sentidos contrarios, polo que producen estiramento das rochas. Por exemplo, danse nos bordos diverxentes de placas.
 - b. **Esforzos compresivos:** por exemplo, danse nos bordos converxentes de placas e operan na mesma dirección pero sentidos contrarios e converxente. Orixinan o acurtamento das rochas.
 - c. **Esforzos de cizalla:** non teñen nin a mesma dirección nin o mesmo sentido (*dirección= liña recta na que se move un obxecto. Sentido= cada unha das dúas posibilidades que podemos tomar en cada dirección*). Son característicos do deslizamento lateral de placas. Poden causar desprazamentos laterais de bloques na dirección das forzas.

Hai tamén **esforzos complexos** con compoñentes de dirección diferentes ás anteriores e que orixinan deformacións complexas.

Tipo de esforzo			Tipo de deformación
Tensión	Compresión	Cizalla	
			
			
			

Tipos de deformacións:

1. **Deformación elástica:** é aquela na que os materiais deformados recuperan a súa forma, volume, ou posición orixinal cando o esforzo deixa de actuar. Por exemplo sería o caso do paso das ondas sísmicas a través das rochas.
2. **Deformación plástica:** é aquela deformación que permanece despois de ter cesado a actuación da forza. É polo tanto permanente. A rocha superou o seu límite de resistencia elástico e orixínase un **pregamento**.
3. **Deformación frágil ou discontinua:** unha vez que a rocha supera o límite plástico ou de rotura a rocha fractúrase de forma permanente. Pode orixinarse unha **FALLA** (rotura con desprazamento) ou unha **DIACLASA** (rotura sen desprazamento).



Factores que controlan a deformación:

- a) **Presión litostática ou confinante.** A maior profundidade maior presión confinante. Polo xeral as rochas son pouco elásticas nos niveis máis superficiais da codia terrestre, pero a máis profundidade a presión confinante provoca un comportamento dúctil da rocha. (*dúctil= deformase plasticamente sen romperse*)
- b) **Temperatura:** o aumento da temperatura aumenta o comportamento dúctil da rocha. Por exemplo é o tipo de resposta que ten o ferro nunha forxa, na que cando se quenta é máis fácil deformalo sen rompelo, e ao arrefriar co mesmo esforzo rompe moito máis facilmente.
- c) **Presenza de fluídos:** xeralmente a presenza de fluídos fai que a rocha se pregue con facilidade, como é o caso da arxila húmida en contra da arxila seca.
- d) **Tempo de aplicación dos esforzos:** unha mesma rocha compórtase de forma distinta en función do tempo de aplicación do esforzo. Pode fracturarse ante un esforzo instantáneo, pero pode deformarse dúctilmente con esforzos prolongados. Como sucede co xeo dos glaciares que se se golpea fractúrase pero flúe e se deforma con esforzos moi prolongados.
- e) **Características da rocha** coma composición, presenza de planos de estratificación...

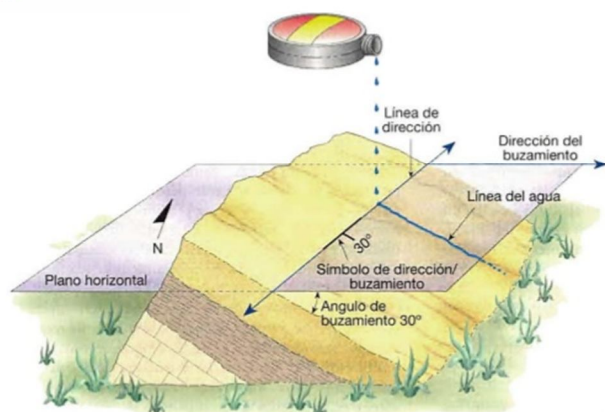
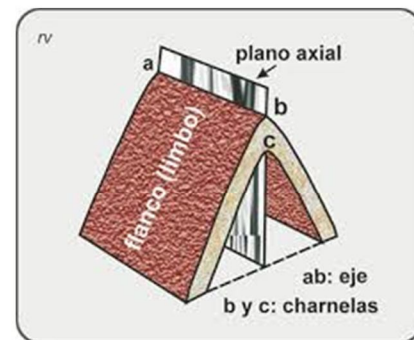
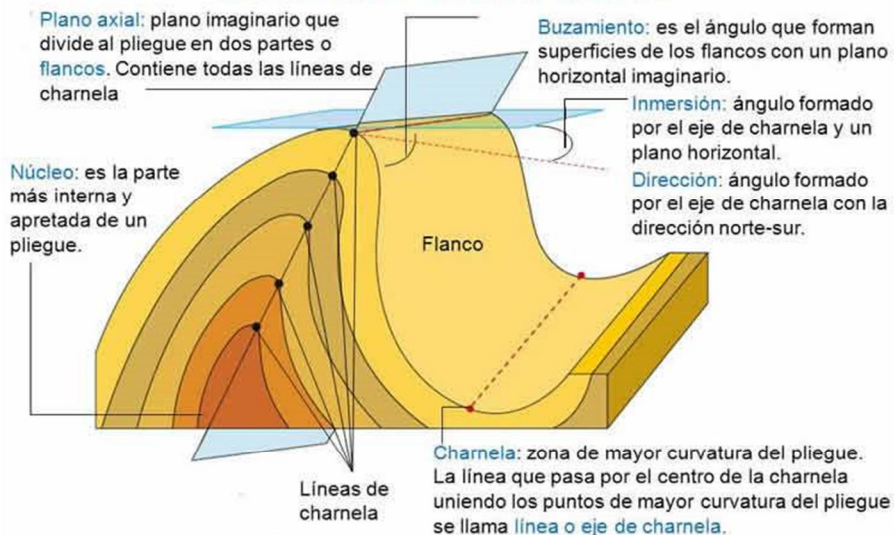
DEFORMACIÓN PLÁSTICA= PREGAMENTOS OU DOBRAS:

Son deformacións das rochas producidas por esforzos compresivos cos que a rocha se **deforma plasticamente**. A súa magnitude pode ir dende milímetros á quilómetros de extensión.

Elementos principais dunha dobra:

- o **Charnela:** zona de máxima curvatura. Nesa zona cambia o sentido da pendente.
- o **Liña de charnela ou Eixe:** liña que une os puntos de máxima curvatura da superficie da dobra.
- o **Plano axial:** plano que unindo a charnela e o eixe, divide o pregamento en dúas partes.
- o **Flancos:** cada unha das partes na que se divide o pregamento a ambos lados do plano axial.
- o **Núcleo:** parte interna da dobra.
- o **Buzamento:** ángulo que forma o flanco do pregamento coa horizontal. É dicir é a **inclinación**.
- o **Dirección:** ángulo que forma o eixe co norte magnético.

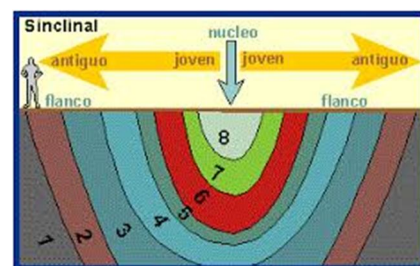
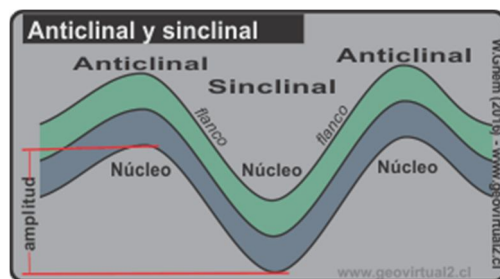
ELEMENTOS DE UN PLIEGUE



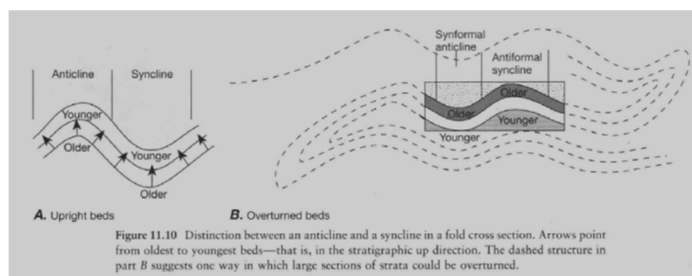
Clasificación de dobras:

a) Segundo a colocación dos estratos de distinta idade:

- I. **Anticlinais:** dobras nas que os materiais máis antigos están no núcleo rodeados por materiais máis novos
- II. **Sinclinal:** dobras nas que os materiais máis novos quedan no núcleo do pregamento rodeados polos máis antigos.

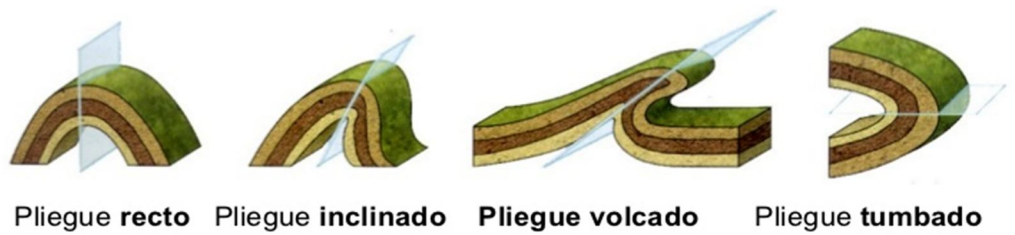


OLLO= Os Termos **ANTIFORMA** e **SINFORMA** utilízanse para referirse a pregues convexas cara arriba e cóncavas cara arriba respectivamente. Poden coincidir ou non cos pregues anticlinais e sinclinais.



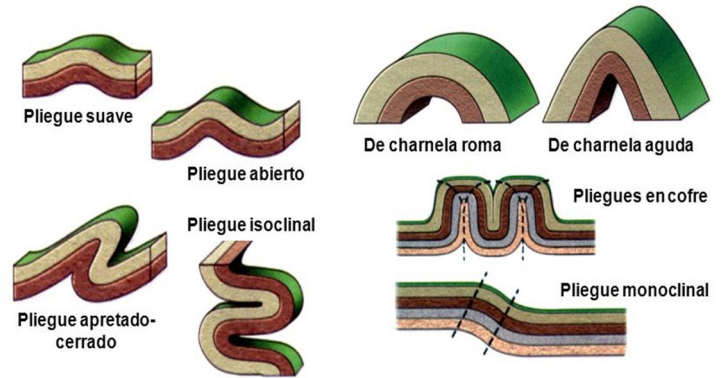
b) Pola disposición do plano axial:

- Verticais:** dobra co plano axial vertical
- Inclinados:** dobra co plano axial inclinado
- Tumbado ou recumbente:** plano axial horizontal



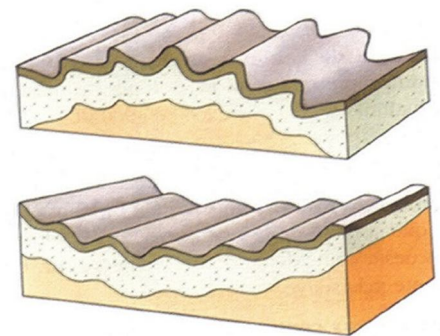
c) Polo perfil que presentan:

- Monoclinal ou en xeonllo:** dobra cun buzamento moi suave
- En acordeón (chevron):** dobra coas charnelas moi agudas
- Isoclinal:** dobra con flancos paralelos
- En cofre:** dobra coas charnelas planas



Asociacións de dobras:

- Anticlinorio:** asociación de anticlinais e sinclinais cunha estrutura xeral de anticlinal
- Sinclinorio:** asociación do mesmo tipo pero adoptando unha estrutura xeral de sinclinal

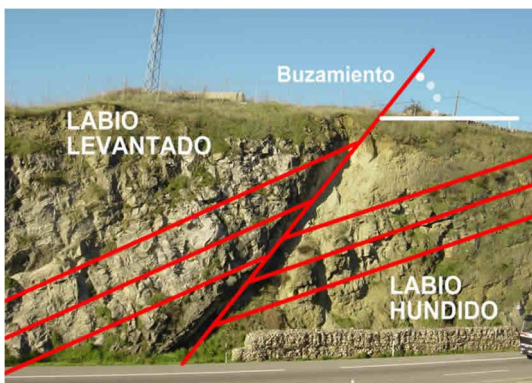
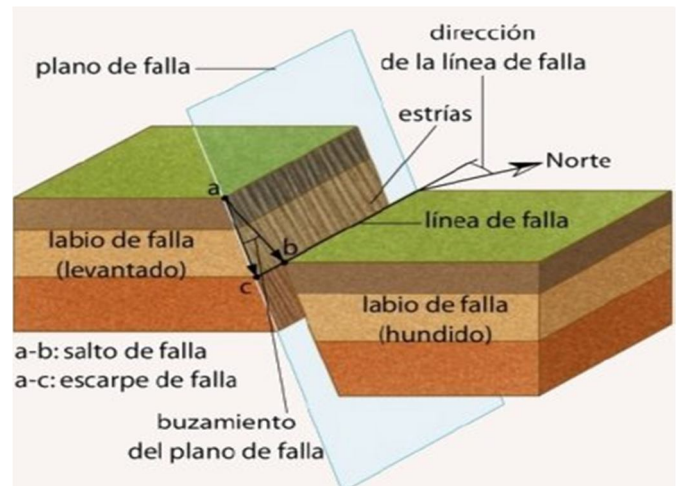


DEFORMACIÓN FRÁGIL= FALLAS:

Fracturas das rochas ao **sobrepasarse o seu punto de rotura** e nas que tivo lugar un **desprazamento** de bloques. Poden orixinar terremotos no momento de producirse o desprazamento dos bloques por **Rebote elástico**.

Elementos principais dunha falla:

- o **Labios ou bloques:** bloques de rocha que se moveron. O movemento realizouno un deles ou os dous. O bloque elevado queda elevado respecto ao bloque afundido. Tamén utilízase a nomenclatura de bloque de teito se está apoiado sobre o plano de falla e bloque de muro se está por debaixo do plano de falla
- o **Plano de falla:** plano que pasa pola zona de rotura da rocha. Non ten que ser un plano rectilíneo. Ás veces deixa ver unha superficie con estrías ou unha superficie moi pulida: **espello de falla**.
 - o **Salto de falla:** desprazamento que tivo lugar entre os labios de falla
 - o **Buzamento:** ángulo que forma o plano de falla coa horizontal
 - o **Dirección:** ángulo que forma a traza do plano de falla (línea de falla) co norte magnético

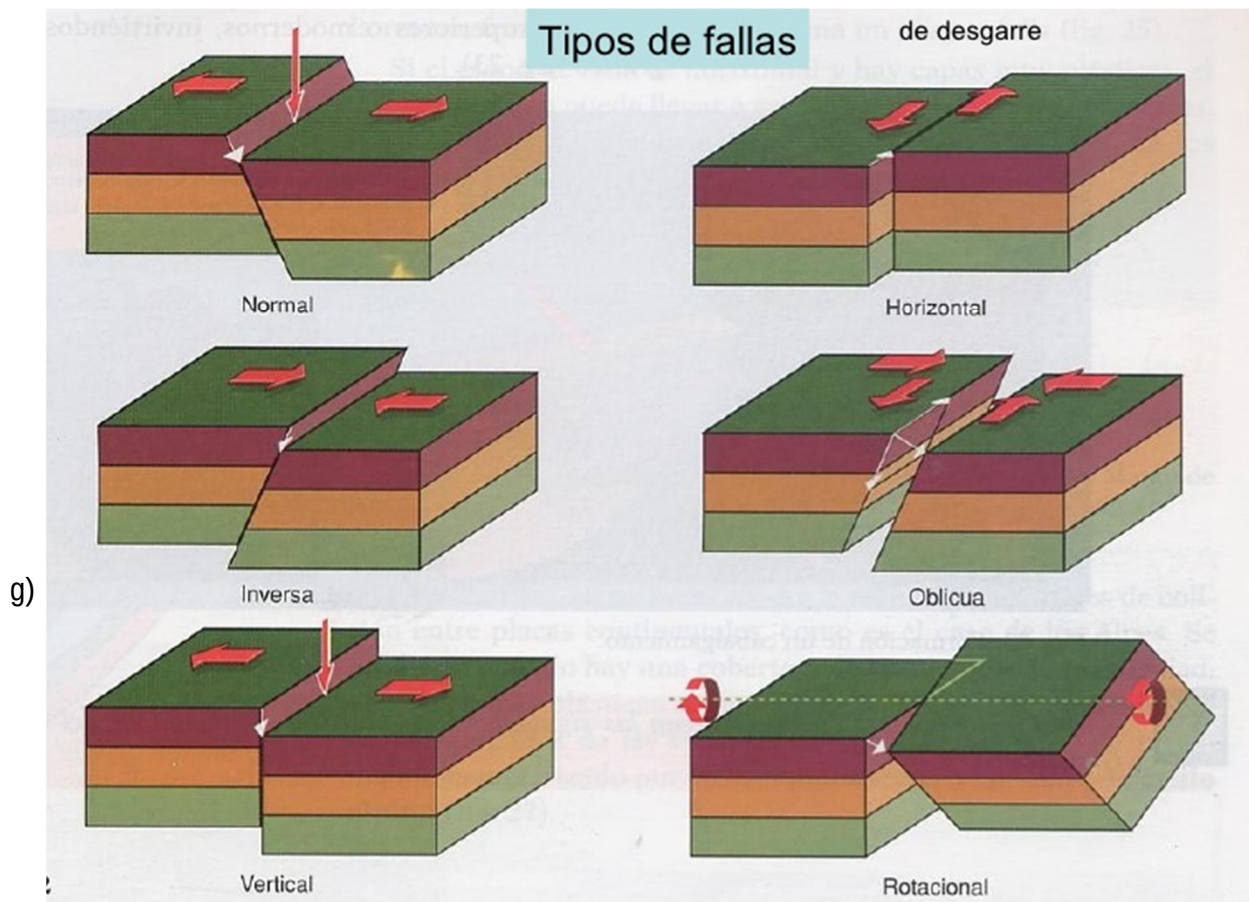


Espello de falla: estrías que indican o movemento do bloque na falla

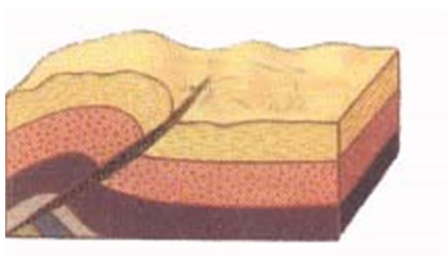
Tipos de fallas:

- Falla normal ou directa:** falla na que o labio afundido está apoiado sobre o plano de falla. É dicir o bloque de teito baixa con respecto ao muro. Típica de procesos de distensión ou extensión.
- Falla inversa:** falla na que o bloque elevado queda sobre o plano de falla, é dicir o teito sube con respecto ao muro. Típica de esforzos compresivos.
- Falla de desgarre ou na horizontal:** falla na que o desprazamento dos bloques é soamente na horizontal, sen desprazamento vertical

- d) **Falla vertical** : falla con desprazamento de bloques soamente na vertical.
- e) **Fallas oblicuas**: falla con movemento de bloques na vertical e na horizontal
- f) **Fallas en tesoira**: falla con movemento dun bloque realizando un movemento de xiro sobre un eixe horizontal de rotación

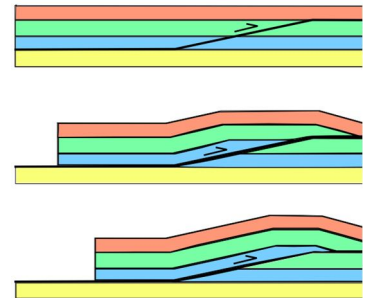
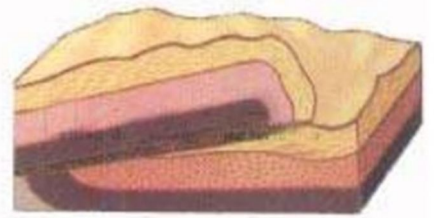


- g) h) **Pregues-falla**: neste caso conxúgase un pregamento moi inclinado coa posterior rotura da rocha, e avance do bloque superior sobre o inferior.



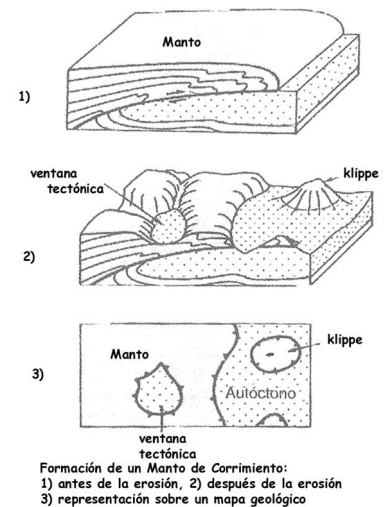
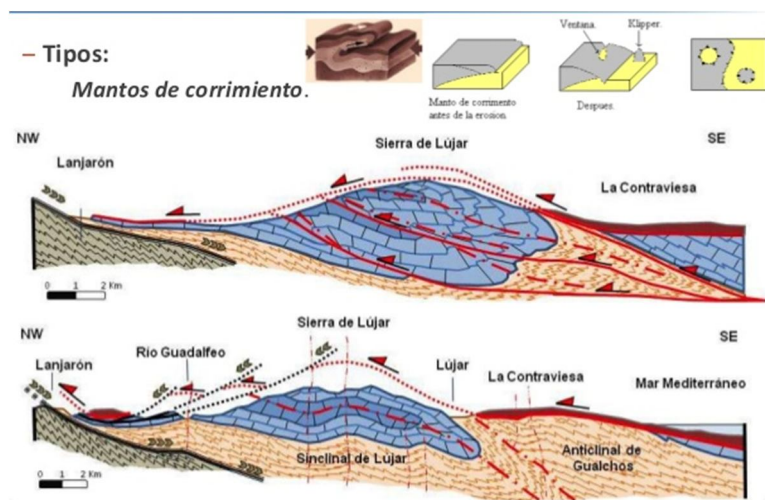
- i) **Cabalgamentos e Mantos de corrimento:** neste caso o desprazamento provocado por unha falla inversa realízase nun gran plano de fractura, a nivel rexional e con moi pouco buzamento. A diferenza entre ambos é a extensión do

desprazamento. No caso dos Mantos falamos de centos ou miles de km de extensión. Nestas estruturas, os materiais superiores (aparecen por riba) se desprazaron polo que se chaman **ALÓCTONOS**, mentras que os materiais inferiores permanecen no seu lugar, polo que se denominan **AUTÓCTONOS**.



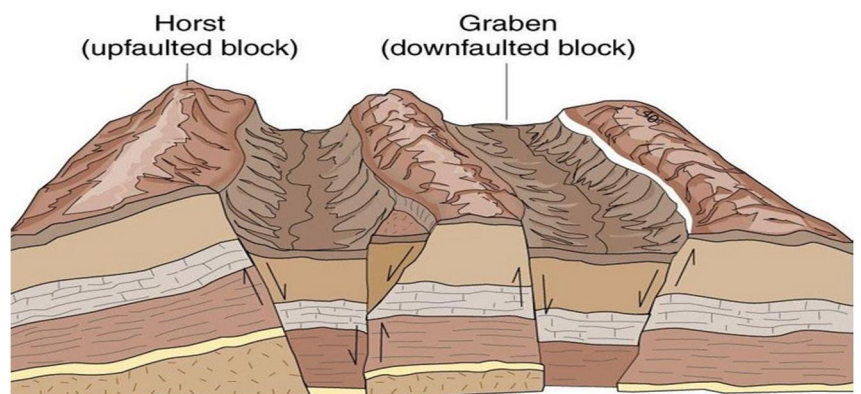
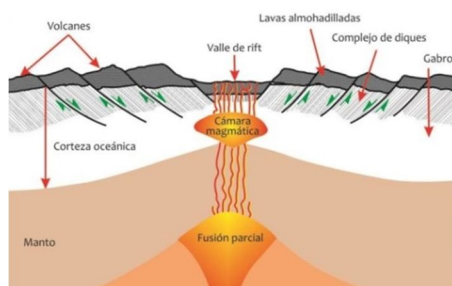
Ventá tectónica: a erosión deixa ver o autóctono

Klippe: restos do alóctono que resisten a erosión



GRANDES ESTRUCTURAS XERADAS POR FALLAS EN ZONAS DISTENSIVAS como os bordos de placas diverxentes:

- a) **Horst:** asociacións de fallas normais que forman zonas elevadas
b) **Foxas tectónicas ou grabens:** asociacións de fallas normais que orixinan unha zona deprimida.

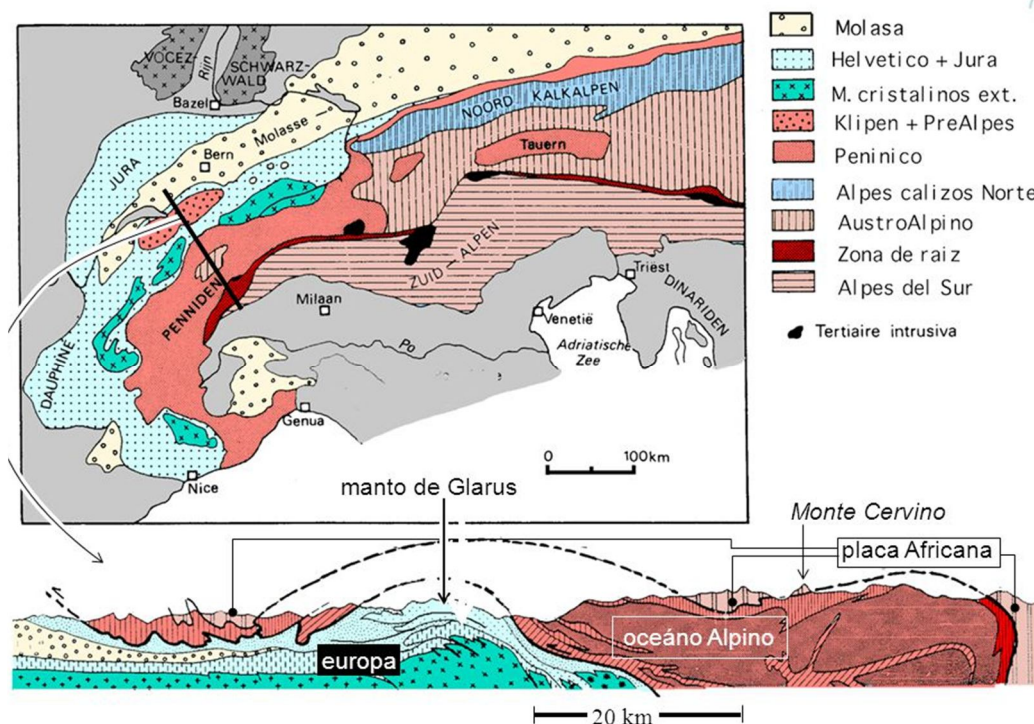


GRANDES ESTRUCTURAS XERADAS POR FALLAS EN ZONAS COMPRESIVAS como son os bordos de placas converxentes:

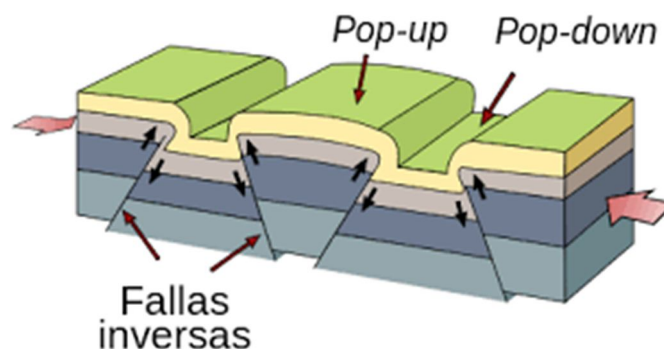
Nestas zonas predominan as fallas inversas

- a) **Mantos de corremento:** son cabalgamentos de grandes dimensións nos que o desprazamento dos bloques é de varios quilómetros. Así o bloque que se despraza (material alóctono) pode acabar sobre rochas sen ningunha relación con él (material autóctono). Algunhas das cordilleiras máis importantes do mundo presentan grandes mantos de corremento coma os Himalaia, os Alpes ou Pirineos.

Cando se produce a erosión case total dos materiais do bloque superior do manto de corremento ás veces quedan bloques illados deste material alóctono chamados Klippes ou cerros testemuña, ou ventás tectónicas que deixan en superficie o material autóctono



- b) **Pop-up e pop-down:** son estruturas similares aos horst e ás foxas tectónicas pero delimitadas por fallas inversas de zonas onde predomina a a compresión.



GRANDES ESTRUCTURAS EN ZONAS DE DESLIZAMIENTO LATERAL DE PLACAS

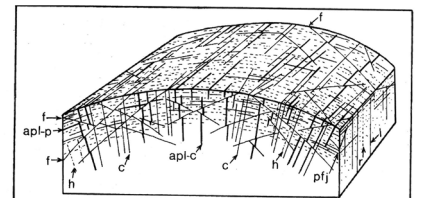
Soe reservarse o termo de fallas de transformación para estas grandes estruturas nas que hai un desprazamento lateral dunha placa respecto a outra. Ex: a falla de San Andrés cuns 900km de lonxitude

DIACLASAS:

Fracturas da rocha sen desprazamento dos bloques.

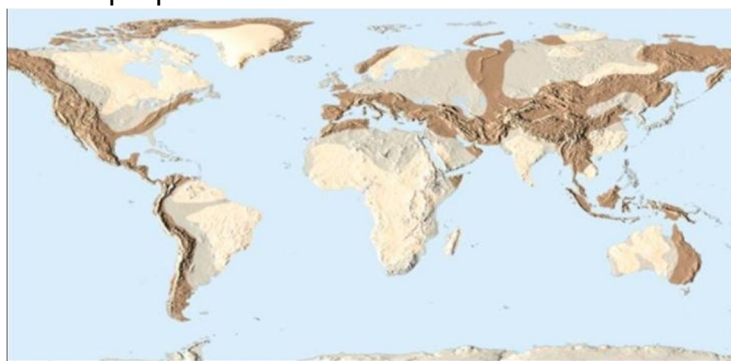
Tipos:

- c) **De desecación:** formadas pola diminución de volume que experimenta unha rocha hidratada ao someterse a unha intensa insolación. Ex: nos solos arxilosos aparece aspecto escamosos e diaclasas poligonais
- d) **Por enfriamento:** sería o caso das diaclasas formadas cando na lava ó enfriarse. Provócanse tensións no interior da rocha que acaba por fracturarse en prismas hexagonais. Ex . basalto
- e) **De descompresión:** cando a masa de rocha ascende á superficie terrestre, xeralmente por erosión da cobertera diminúe a presión litostática á que estaba sometida, expándese o seu volume e fractura a rocha. Ex: diaclasas do granito
- f) **Tectónicas:** as forzas tectónicas poden provocar diaclasado de rochas sen que se fallen .



ORÓXENOS:

Un **oróxeno** é unha gran cadea montañosa formada nos bordos converxentes das placas por un proceso chamado **oroxénese** (proceso de construción de montañas, cordilleiras ou en casos arquipélagos). Pero con este termo inclúese tamén a súa estrutura profunda que penetra decenas ou incluso centenas de Km no subsolo.



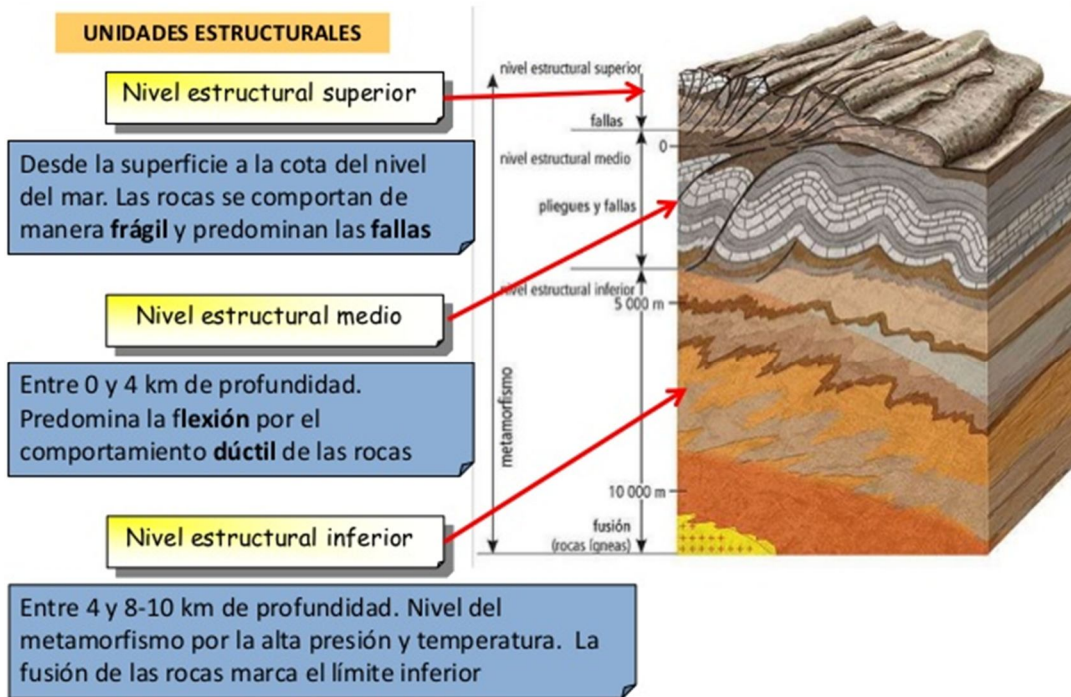
No proceso de oroxénese aprécianse en xeral, os **seguintes fenómenos:**

- Acumulación de sedimentos en foxas oceánicas con espesores de varios quilómetros
- Magmatismo
- Metamorfismo
- Sismicidade
- Deformación intensa das rochas que pode acadar ata os 40 km de profundidade

Unidades estruturais nun oróxeno :

Nos oróxenos pódense identificar unha serie de intervalos baixo os cales as rochas compórtanse de maneira diferente, son as seguintes unidades estruturais e teñen as seguintes características amosadas na imaxe :

- Nivel estrutural superior
- Nivel estrutural medio
- Nivel estrutural inferior

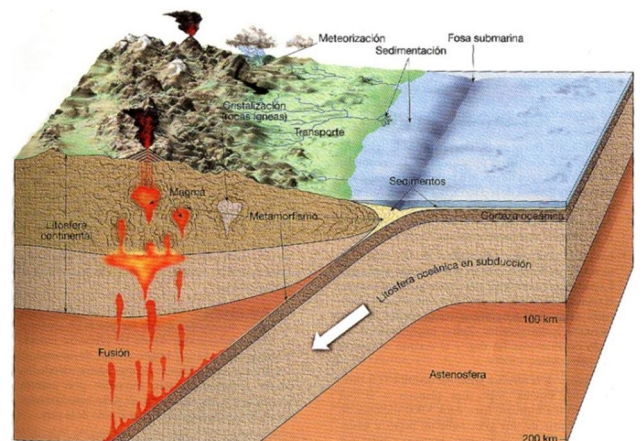


TIPOS DE ORÓXENOS:

- A. **Oróxenos térmicos ou andinos:** nos que converxe unha placa cun bordo oceánico con
- a. un bordo continental doutra placa. Ex: cordilleira dos Andes.
 - b. bordo oceánico doutra placa. Ex: arquipélago de Xapón.

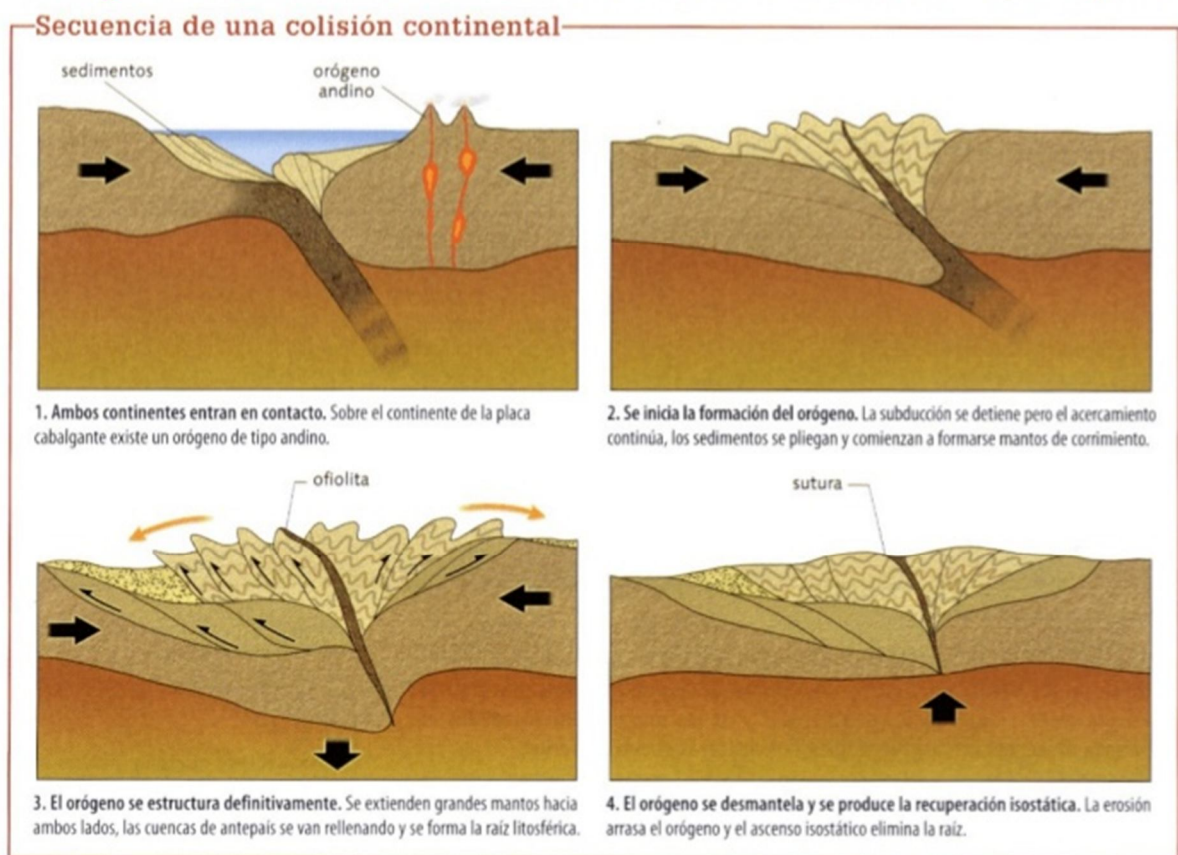
Características:

- a) Subducción
- b) Formación dunha foxa
- c) Formación dun prisma de acreción
- d) Deformación con enrugamento da placa superior
- e) Forte sismicidade con focos superficiais, medios e profundos
- f) Intensa actividade volcánica. A auga que conteñen os sedimentos da placa que subduce acada moita profundidade e provoca a fusión parcial das rochas profundas. Este magma ascende orixinando fenómenos volcánicos que dan lugar a volcáns na cadea montañosa que se forma no bordo continental ou dando lugar á formación de arquipélagos de illas volcánicas.



- B. **Oróxeno de colisión, intracontinentais, alpino ou himalaio** formado como consecuencia do choque de 2 placas con borde continental. Características:
- a. Non hai subducción actualmente, pero si se realizou en tempos previos á colisión dos continentes
 - b. Gran engrosamento da codia nesta zona
 - c. Intensa deformación da litosfera incluso poden arrincarse láminas da codia oceánica que existía nesa zona e que aparecen agora localizadas no oróxeno continental: ofiolitas
 - d. Intensa actividade plutónica
 - e. Intenso metamorfismo
 - f. Moi pouco vulcanismo

Orógenos asociados a la colisión continental o de tipo alpino



ORÓXENOS DO PASADO :

Ao longo da historia da Terra tiveron lugar varias oroxeneas. De dúas delas a **ALPINA** e a **VARISCA** podemos observar evidencias na península ibérica :

A **oroxenia CALEDONIANA** é consecuencia da colisión de placas ocorrida fai uns 450 ma (1º metade paleozoico) como consecuencia do movemento e placas que dará lugar máis tarde o Panxea e a oroxenia Varisca. Os terreos formados os atopamos en Escocia, Gales, Irlanda e oeste de Noruega

A **oroxenia VARISCA** é unha formación xeolóxica de montañas debido ao movemento das placas tectónicas que ocorreu a finais do Paleozoico, entre finais do Devónico (uns 380 millóns de anos) e mediados de Pérmico (uns 280 millóns de anos), cunha duración total duns 100 millóns de anos. Foi o produto da colisión entre as grandes masas de Laurásia e Gondwana na formación do supercontinente Panxea. As montañas así formadas foron desmanteladas pola erosión.

O oróxeno Varisco ten unha distribución europea desde a Península Ibérica a Balcáns e pod seguirse en norteamérica cos Apalaches

Oroxenia ALPINA formación de montañas (oroxénese) que tivo lugar durante o Cenozóico (- 55 ma), cando a África e o subcontinente indio colisionaron coa placa Eurasiática. Formáronse as principais cadeas de montañas do sur de Europa e Asia, comezando no Atlántico, a través do Mediterráneo e do Himalaia e rematando nas illas de Java e Sumatra. En concreto, formado a partir de oeste a este: Atlas, Rif, Cordilleira Bética, Cordilleira Cantábrica, Pirineos, Alpes, Apeninos, Cárpatos, Balcanes, Cáucaso, Karakorum e Himalaia. Tamén son alpinas as cordilleiras dos Andes e Rochosas en América.

