

Quincena 12

3ª Avaliación

UNIDADE 13: CARTOGRAFÍA XEOLÓXICA.

- 1. CARTOGRAFÍA XEOLÓXICA: CONCEPTOS.**
- 2. DETERMINACIÓN DUN PLANO XEOLÓXICO NO ESPAZO.**
 - 2.1. Rumbo.**
 - 2.2. Dirección de buzamento.**
 - 2.3. Ángulo de buzamento.**
- 3. O MAPA TOPOGRÁFICO.**
 - 3.1. Concepto.**
 - 3.2. Elementos dun mapa topográfico.**
 - 3.3. Interpretación do mapa topográfico.**
- 4. CONTACTOS XEOLÓXICOS.**
 - 4.1. Estratigráficos.**
 - 4.2. Magmáticos.**
 - 4.3. Metamórficos.**
 - 4.4. Tectónicos ou mecánicos.**
- 5. ESTRUTURAS.**
 - 5.1. Pregas.**
 - 5.2. Fallas.**
- 6. CORTES XEOLÓXICOS.**
 - 6.1. Interpretación de cortes: Historia xeolóxica.**
 - 6.2. Realización de cortes xeolóxicos sinxelos.**
- 7. TELEDETECCIÓN, FOTOGRAFÍAS AÉREAS E OUTRAS TÉCNICAS.**

1. CARTOGRAFÍA XEOLÓXICA: CONCEPTOS.



A **Cartografía** é a ciencia que se ocupa da preparación e construción de mapas, reproducindo nunha superficie plana a superficie terrestre e tomando como referencia produtos relacionados (especialmente imaxes aéreas e de satélite).

Utilízanse con frecuencia outros produtos derivados como imaxes tridimensionais e bloques-diagrama, tamén as seccións na vertical (perfil topográfico, corte xeolóxico, etc).

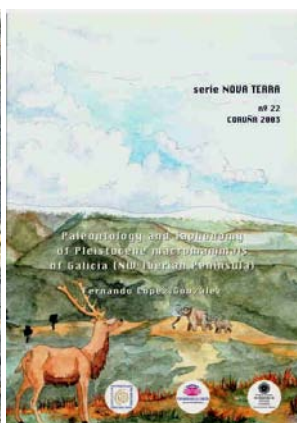
← Imaxe de satélite do NO peninsular obtida do popular Sistema de Información Xeográfica "Google Maps"

A **Xeoloxía Rexional** refírese ao estudo xeolóxico dunha determinada área:

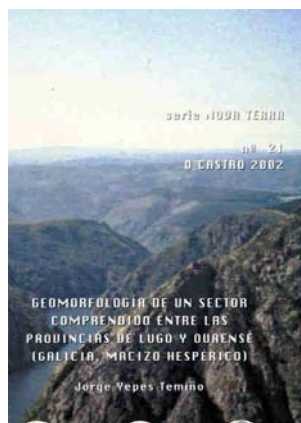
- con extensión diversa, limitada por divisións administrativas ou por unidades xeolóxicas.
- especializado nalgún aspecto (petroloxía, xeomorfoloxía, paleontoloxía,...) ou que recompila a información existente (xeoloxía de Galicia, do hercínico ibérico, de Europa).



Estudo dunha formación xeolóxica (mineraloxía, petroloxía, tectónica, cronoloxía): "Dominio do Olo de Sapo."



Estudo paleontolóxico dun grupo animal (macromamíferos) nun tempo determinado (Pleistoceno).



Estudo xeomorfolóxico (superficies de erosión, redes fluviais, etc).

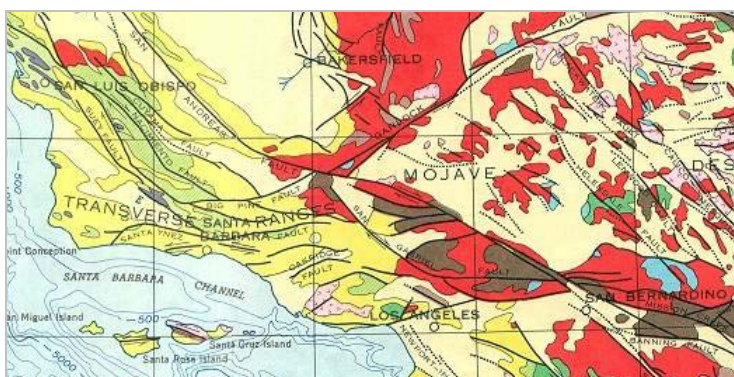


Mineraloxía e xeoquímica dun xacemento mineral e a súa explotación mineira.

Exemplos de estudos de xeoloxía rexional na área galega

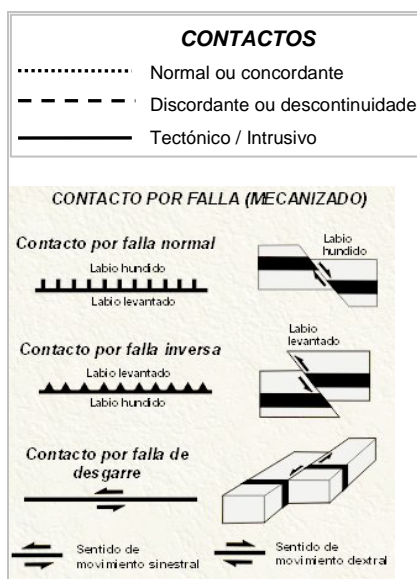
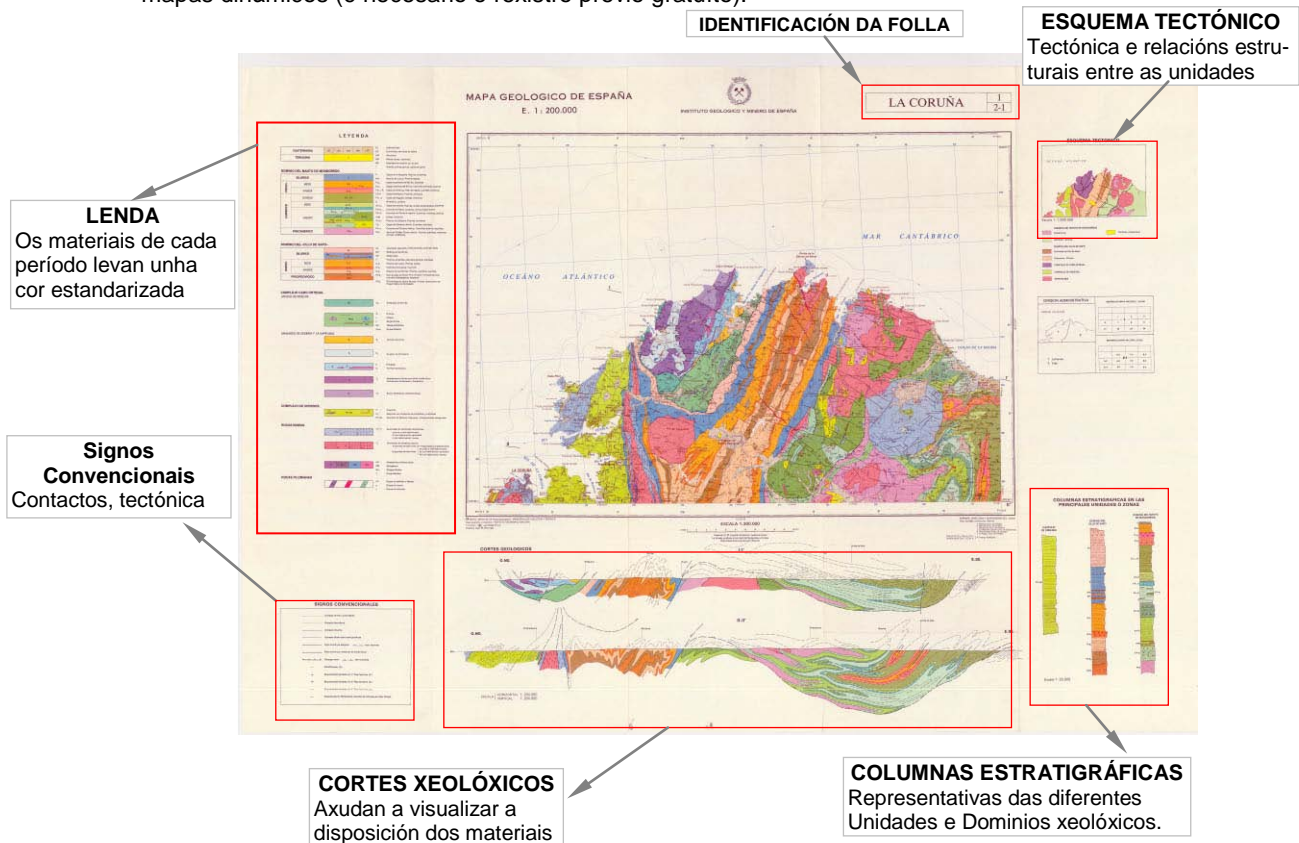
Unha forma habitual de sintetizar información xeolóxica rexional é mediante **mapas xeolóxicos** (que moitas veces van acompañados dunha memoria ou estudo técnico).

Detalle do mapa xeolóxico do estado de California. Advírtese o sistema de fallas entre as que se atopa a famosa transformante de San Andrés. →



A continuación, indícanse os elementos básicos dun mapa xeolóxico do IGME (Instituto Geológico y Minero de España). Corresponde a unha folia a escala 1:200.000.

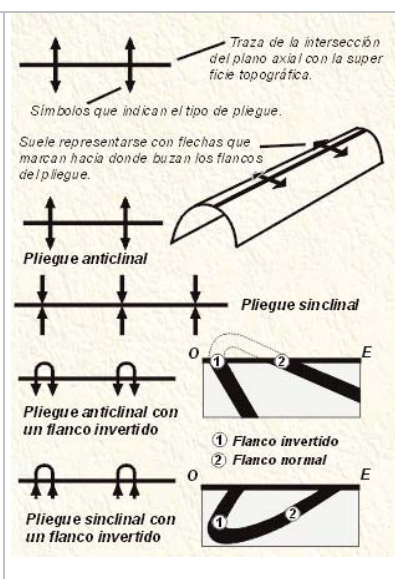
Na súa web <http://www.igme.es> pódese descargar a cartografía en pdf ou ben utilizar o seu visor de mapas dinámicos (é necesario o rexistro previo gratuito).



Signos 1



Signos 2



Signos 3

Tendo en conta que un **mapa xeolóxico** resulta da proxección nun plano horizontal da superficie do terreo, ha quedar reflectido no mesmo:

- Relevo desa superficie (*Topografía*).
- Os diferentes materiais (*Litoloxía*) e relación entre os mesmos (*Contactos*).
- Estruturas que os afectan (*Pregas, fallas, acabamentos*).
- Na *lenda* indícase tamén outro tipo de información, como a idade das rochas, o contido fósil ou a formación xeolóxica da que forma parte cada litoloxía.

Ver FAQ 1

2. DETERMINACIÓN DUN PLANO XEOLÓXICO NO ESPAZO.

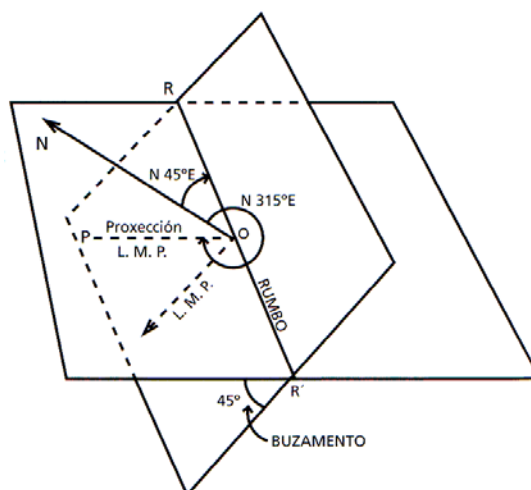
Un plano xeolóxico queda determinado no espazo por:

2.1. Rumbo ou dirección de capa. É o ángulo que forma con respecto ao Norte unha horizontal calquera do plano xeolóxico. Medirase o ángulo respecto ao Norte e cara o leste.

Na figura: *Rumbo N 45° E.*

2.2. Dirección de buzamento. Vén dada polo ángulo que forma, co norte, a proxección nun plano horizontal da liña de máxima pendente. A liña de máxima pendente é perpendicular ao rumbo. Indica cara que lado buza un plano (un plano buza en sentido contrario ao que se inclina). Para un mesmo rumbo poderán existir dúas posibles direccións de buzamento que difiren entre si 180°, haberá que ver polo tanto en que sentido buza o estrato.

Na figura: *N 315° E.*

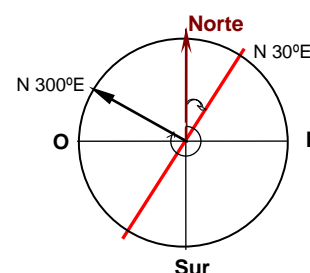


2.3. Ángulo de Buzamento. É o ángulo diedro que forma o plano xeolóxico co plano horizontal. É o mesmo que dicir o ángulo da liña de *máxima pendente* coa súa proxección no plano horizontal).

Na figura: $\alpha = 45^\circ$

No bloque diagrama o rumbo do estrato é duns 30° dende o norte medindo cara o leste (N 30°E).

A dirección de buzamento é perpendicular ao rumbo, de modo que só pode ser N 120°E (30°+90°) ou ben N 300°E (30°+90°+180°). Da xeometría do esquema xeolóxico deducimos que a dirección de buzamento vai cara a poñente (4º cadrante) e non cara a levante (2º cadrante).

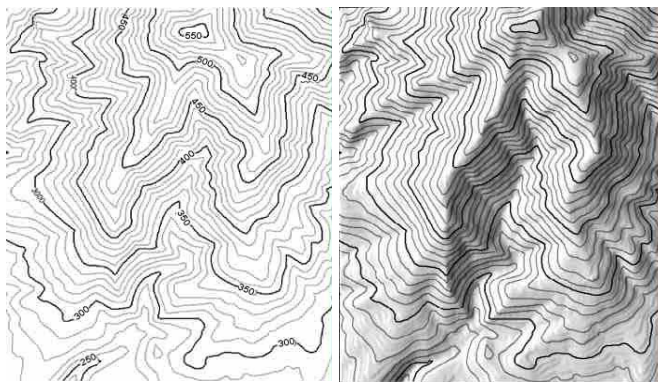


3. O MAPA TOPOGRÁFICO.

3.1. Concepto. Representación gráfica sobre un plano (dúas dimensións) dunha porción da paisaxe tridimensional estando a terceira dimensión, o relevo, representado polas curvas de nivel.

Nun mapa topográfico pódense diferenciar:

- Os **datos topográficos** que representan o relevo mediante *curvas de nivel*.
Indícanse tamén determinadas cotas altimétricas relevantes.



Representación do relevo nos mapas topográficos mediante curvas de nivel.

As veces inclúese un sombreado para acentuar a percepción tridimensional. Neste exemplo o sombreado facilita a distinción entre vales e os interfluvios ou cristas.

- Os **datos planimétricos** que recollen o resto dos elementos representados.

Cursos e masas de auga, asentamentos urbanos, vías de comunicación, límites administrativos, liñas eléctricas, tipo de vexetación,... que se representan mediante unha serie de símbolos indicados na lenda.)

SIGNOS CONVENCIONALES			
CARRETERAS:	A-6	N-IV	SÍMBOLOS:
	N-340	LR-111	
FERROCARRILES:	C-634	CR-326	USO DEL SUELO:
LÍMITES:			

Datos topográficos (indicated by a red arrow pointing to the 'SÍMBOLOS' section)

Lenda dun mapa dun mapa do IGN (Instituto Geográfico Nacional) que mostra a diversidade de datos planimétricos representados.

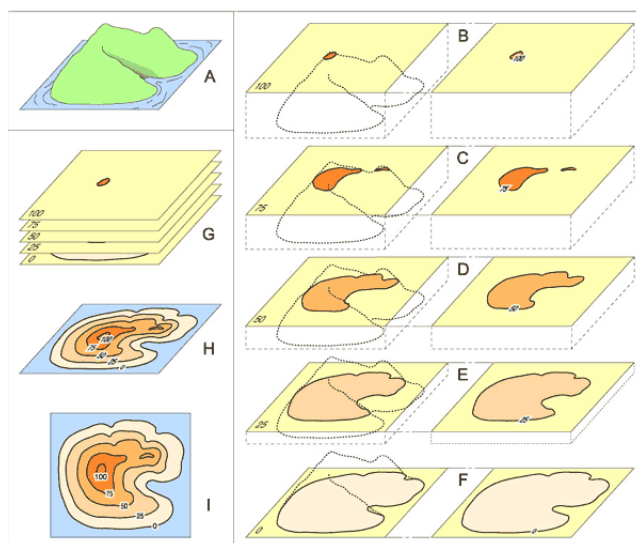
3.2. Elementos dun mapa topográfico.

- Curvas de nivel.** Utilízanse para representar nas dúas dimensións dun mapa a complexa superficie terrestre tridimensional.
 - ✓ son liñas que unen puntos coa mesma altitude ou *cota*.
 - ✓ cada unha mostra o contorno hipotético que tería a liña de intersección da superficie topográfica cun plano horizontal colocado a determinadas alturas (que se corresponden coas cotas de cada curva de nivel, por exemplo 10, 20, 30 m, etc.).

- ✓ **Equidistancia** é a diferenza de cotas entre dúas curvas de nivel sucesivas.

Escóllese de acordo coa **escala** do mapa: os máis detallados (a maior escala) teñen menor equidistancia (maior precisión na representación das cotas). Así por exemplo nos mapas comercializados en España, os de escala 1: 50 000 teñen equidistancia de 20 m, mentres que nos de escala 1: 25 000 a equidistancia é de 10 m.

- ✓ Dúas curvas de nivel nunca se cortan: un mesmo punto non pode ter simultaneamente dúas altitudes diferentes (dous planos paralelos non se cortan).
- ✓ Son sempre curvas pechadas, tal como se observa no mapa dunha illa. Habitualmente veremos moitas curvas que non se pechan no mapa porque continúan nos mapas contiguos.



CONSTRUCCIÓN DUN MAPA TOPOGRÁFICO

Para cartografiar a illa do exemplo (A) seleccionamos un determinado número de planos horizontais (G), é dicir escollemos a equidistancia.

A elección faise en función do grao de precisión buscado –da escala na que se realiza o mapa-. Neste caso a equidistancia é de 25 m, polo que a superficie de referencia (nivel do mar) engadimos as de 25, 50 75 e 100 m de altitude.

Cada un destes planos imaxinarios intersecta o relevo mediante unha liña curva pechada (B, C, D, E)

A proxección desas curvas sobre a superficie de referencia orixina o mapa (I)

- **Escala**. Indica o grao de redución utilizado na realización do mapa. É a relación entre calquera dimensión no mapa e a mesma dimensión na realidade.

- ✓ A **escala numérica** exprésase cun cociente no que o numerador é a unidade (a da medida que efectuemos no mapa) e o denominador indica a redución realizada (cantas veces é maior a mesma medida na realidade).

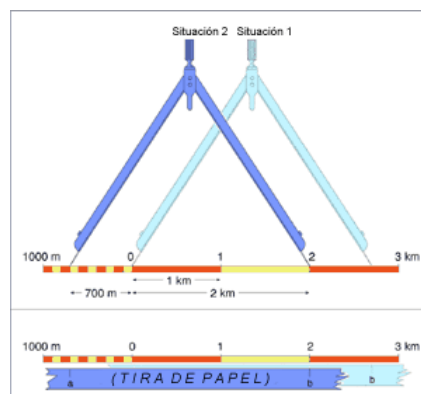
Nun mapa a escala 1:25.000 unha unidade de medida realizada (por exemplo 1 mm) equivale a 25.000 unidades na realidade (25.000 milímetros = 25 metros).

Unha distancia real de 1 km equivalerá 20 mm nun mapa a E 1: 50.000
($1\text{ km} / 50.000 \times 1.000.000 \text{ mm/km} = 20 \text{ mm}$)

- ✓ A **escala gráfica** é unha liña dividida en segmentos que nos indican as distancias reais no terreo.

A unidade da esquerda pode estar subdividida en 10 partes para realizar medidas máis precisas. Esta representación da escala permite traballar con rapidez: mídense as distancias entre dous puntos do mapa cun compás (ou cunha simple tira de papel) e lese directamente a distancia real na escala gráfica.

No exemplo do debuxo dúas unidades da escala gráfica e sete subunidades, e dicir, 2.700 metros.



- **Orientación.** A cara superior dos mapas coincide normalmente coa dirección do norte xeográfico, establecido pola rotación terrestre (polo norte). En caso de que o mapa estea orientado doutra maneira unha frecha debe indicar a posición do Norte.

3.3. Interpretación do mapa topográfico.

Para a realización destas actividades prácticas de cartografía utilizamos imaxes de fragmentos de mapas, preparadas para que resulten á escala do mapa orixinal unha vez impresas. Pódese traballar tamén en pantalla con aplicacións que permiten visualizar estes mapas (por exemplo co visor citado ao final da unidade).

- **Localización dunha posición.**

✓ Altitude ou cota

(por exemplo, cemiterio de Lens, esquina do mapa)

Identificación da curva mestra máis próxima, se non está marcada deducir das restantes cal é a súa cota

Fixar en que sentido vai a pendente, e deducir se o punto buscado está máis alto ou máis baixo que a curva mestra de referencia

Confirmamos a equidistancia ...

... e contamos curvas no sentido adecuado

Se o punto cae no medio de dúas curvas de nivel

(á dereita do símbolo de cemiterio hai unha curva que seguimos ate ler 200 m)

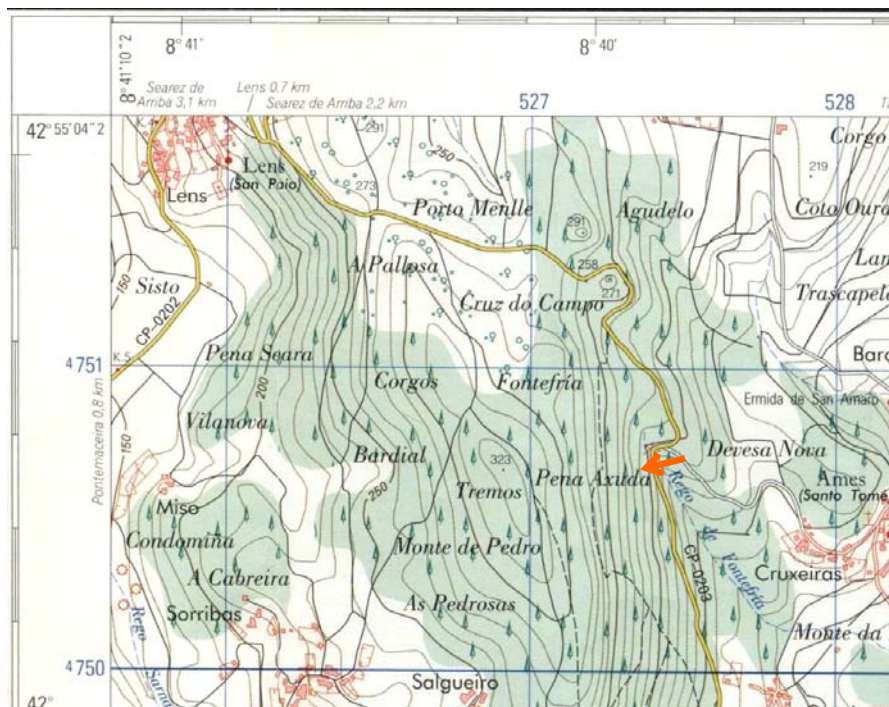
(neste caso a pendente cae claramente cara ao oeste, vemos tamén que a curva de 150 m está máis á esquerda)

(10 metros: desnivel de 50 m entre curvas mestras, hai 4 curvas finas no medio)

(aquí é fácil: a primeira curva por debaixo atravesa o lugar buscado: $200 - 10 = 190$ metros)

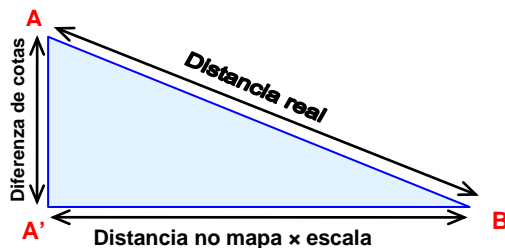
Podemos interpolar a ollo, sabendo que os "x" milímetros que separan esas dúas curvas presentan un desnivel de 10 metros.

Esquina superior esquerda dun exemplar do Mapa Topográfico Nacional de España 1: 25.000
(Folla de Santiago de Compostela 94-IV)



• Distancia entre dous puntos.

As distancias medidas no mapa transfórmanse segundo a escala para obter o valor real.



- ✓ Se os dous puntos teñen a mesma cota e o percorrido é plano, hai que medir a distancia e multiplicar pola escala.
- ✓ Se están a distintas cotas dunha pendente, a distancia real (hipotenusa) non coincide coa distancia proxectada que medimos no mapa (resólvese o triángulo).
- ✓ Para medir distancias ao longo dunha traxectoria lineal en topografía non plana hai que facer un corte topográfico a escala.

• Cálculo de pendente.

A pendente é o ángulo que forma a superficie do terreo co plano horizontal. Exprésase indicando o seu valor en graos ou ben como porcentaxe.

- ✓ Pendente entre dous puntos. (por exemplo, liña AB)

Nun mapa podemos calcular a pendente media entre dous puntos, medindo dous dos lados necesarios para resolver o triángulo:

- A diferenza de cotas (h que é o cateto oposto ao ángulo que nos interesa).
- A distancia proxectada ($A'B$, o cateto contiguo) é a distancia que medimos directamente no mapa e que converteremos mediante o factor de escala.

Por exemplo, a vertente dende Pena Axuda (cota 323 sinalada no mapa), en dirección Este, até a curva da estrada cando atravesa o rego de Fontefría.



A liña atravesa as curvas de 300, 250 e 200 m (esta última xusto antes de atravesar a estrada). O extremo B está na curva dos 10 m inmediatamente inferior: a súa cota é de 190m.

A diferenza de cotas é... $h = 323 - 190 = 133$ metros.

A distancia proxectada $A'B$ é 40 mm, aplicando o factor de escala temos unha distancia real de $40 \times 25.000 = 1000$ metros.

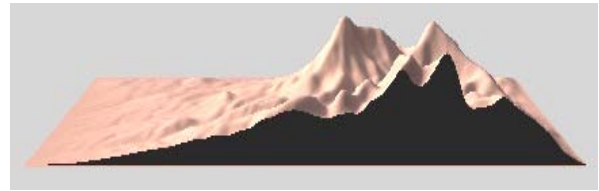
A tanxente do ángulo de pendente será $h / A'B$ é dicir, $133/1000$, polo que o ángulo será o arco cuxa tanxente é $133/1000$, é dicir, 7,5 graos.

En porcentaxe sería $(133/1000) \times 100 \rightarrow 13,3\%$

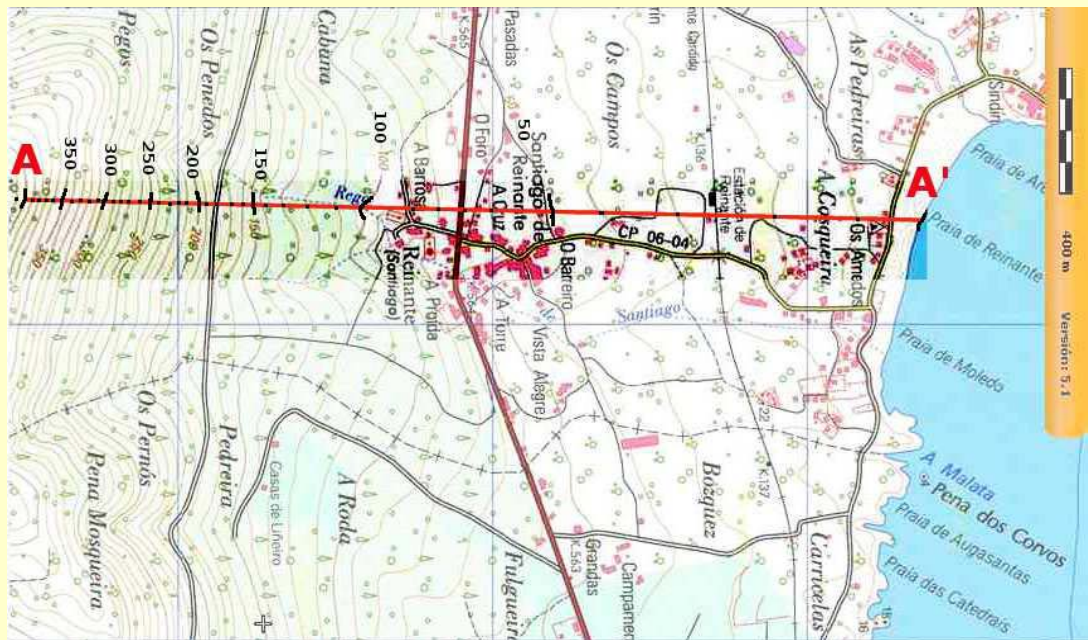
- **Perfil topográfico.**

Un perfil topográfico reconstrúe o relevo ao longo dunha liña, o que equivale a representar unha sección vertical do terreo.

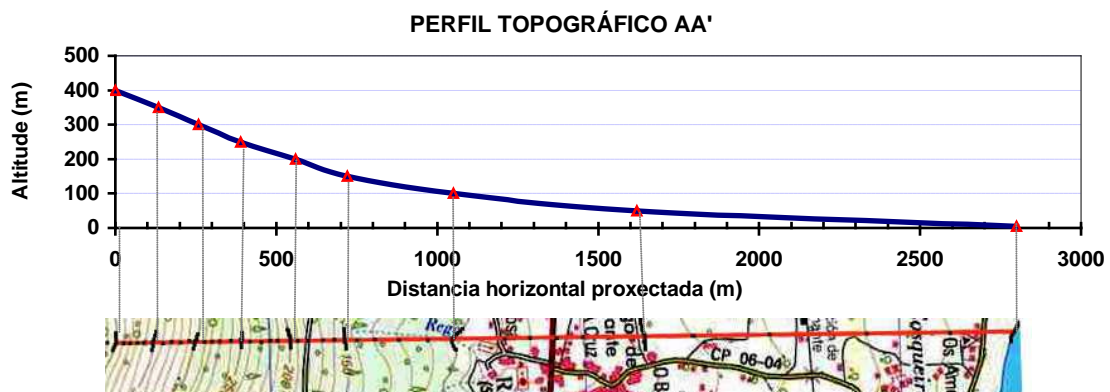
Sección vertical nun modelo tridimensional do terreo



Perfil topográfico ao longo da liña AA' na rasa entre Foz e Ribadeo (Norte do mapa á dereita).

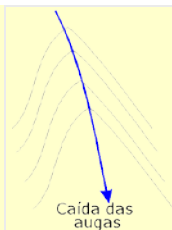


1. Para levantar un perfil topográfico ao longo dunha liña (AA') colócase unha tira de papel nesa liña márcanse as interseccións coas curvas de nivel (resulta útil destacar as curvas mestras, por exemplo cunha raia máis longa e indicando a cota)
2. Nun papel milimetrado débúxanse os eixes de coordenadas:
 - o de abscisas terá a escala do mapa; trasladamos aquí as interseccións anotadas na tira de papel
 - no eixe de ordenadas situamos as altitudes, podemos conservar a mesma escala ou ben esaxerala para resaltar o relevo.
3. Levantamos cada punto de intersección ate a cota que lle corresponde. Finalmente unimos os puntos para obter o perfil.

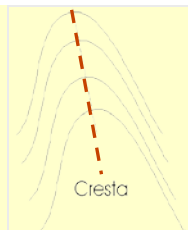


- **Recoñecemento de formas de relevo.**

Val fluvial. As curvas teñen forma de V; o vértice da V apunta na dirección contraria á do movemento da auga. No lateral da V a pendente é máis forte que a media da zona, mentres que no fondo do val é menor.

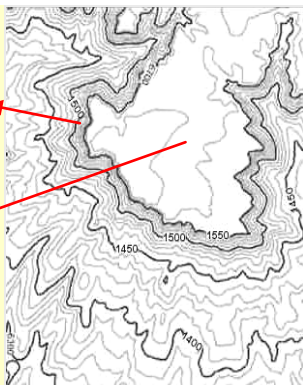


Interfluvio (crista). Son divisorias de augas. As curvas teñen en xeral un aspecto máis redondeado. Alternan cos vales e barrancas. Pendente menor que nos laterais



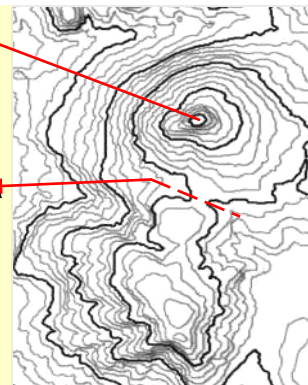
Cantil, as curvas están moi próximas (apenas podemos distinguir as intermedias).

Meseta, área coas curvas separadas limitada por paredes abruptas, cantís.



Cumio illado, distínguese pola forma circular na que se pechan as curvas.

Forca (porto), área de menor altitude entre dous cumios (con frecuencia un paso natural para a comunicación entre vertentes) (*)



(*) Corresponde co termo español "collado" que podemos atopar nos mapas do IGN

4. CONTACTOS XEOLÓXICOS.

Son as superficies que delimitan as diferentes litoloxías, e pódense clasificar en:

4.1. Estratigráficos.

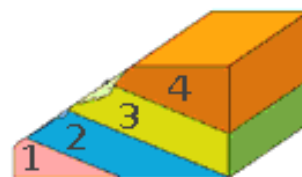
Son os propios dos materiais sedimentarios, aparecen nas series estratigráficas. Con moita frecuencia tras o metamorfismo non se borran os planos de estratificación, de modo que tamén vemos estes contactos en áreas metamórficas.

- **Normal.** Son os planos de estratificación, que se presentan cando a sedimentación é continua no tempo. Entre un estrato e o contiguo non hai falta de rexistro (*lagoa sedimentaria ou erosiva*).

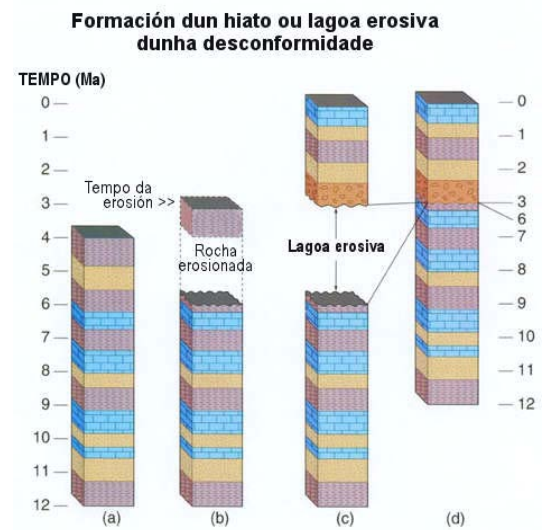
DESCONTINUIDADES (interrupcións da sedimentación).

- **Paraconformidade,** o contacto é plano, pero hai evidencias dunha falta de rexistro (*lagoa sedimentaria*) sen que se aprecien indicios de erosión.

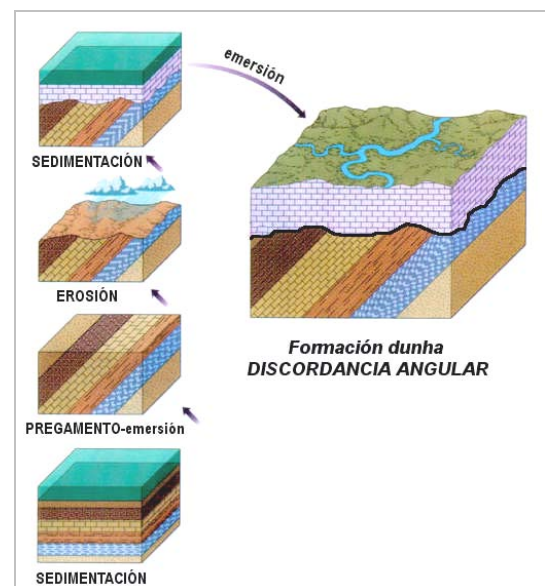
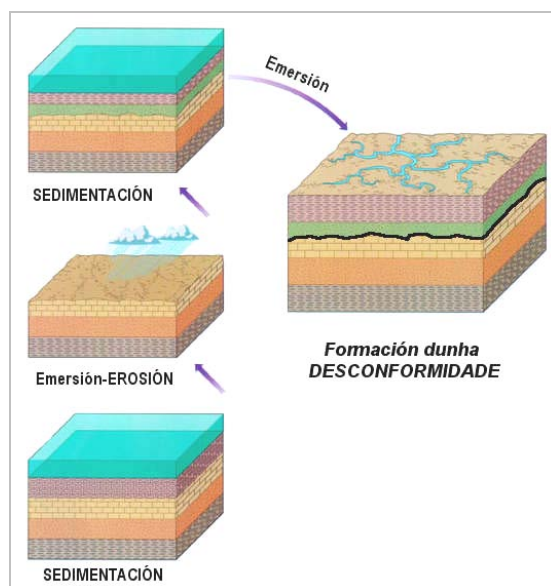
Por algún método datamos os estratos (por exemplo mediante o contido fósil) e detectamos a ausencia de rexistro sedimentario entre as capas 2 e 5 (os estratos 3 e 4 poderían estar presentes noutra localidade).



- **Desconformidade**, falta de rexistro debido a súa perda por erosión. As capas anteriores e posteriores á desconformidade son paralelas, pero a superficie de contacto é irregular.



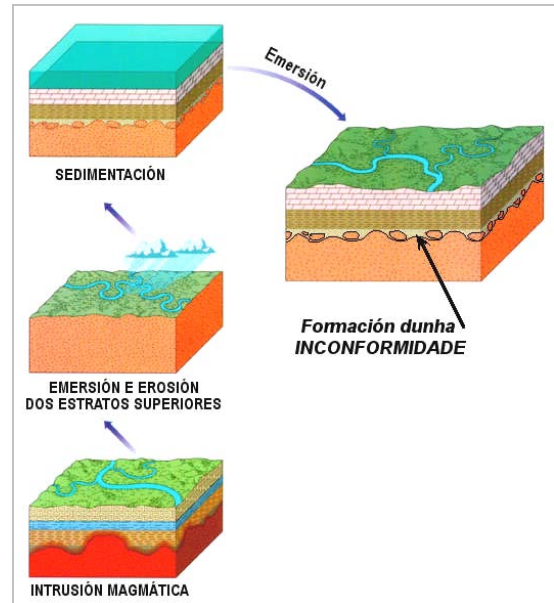
- **Discordancia angular**, o buzamento dos estratos é diferente arriba e abaixo da superficie de discontinuidade. Implica un período de pregamento e outro de erosión entre o depósito das series superior e inferior.



- **Inconformidade**, os planos de estratificación das rochas sedimentarias superiores sitúanse sobre unha rocha cristalina xa erosionada (plutónica ou metamórfica antiga). Máis evidente se a vella superficie de erosión cortaba diques ou fracturas que se interrompen no contacto.

Na inconformidade a intrusión é previa ao depósito das series situadas por enriba. Nun contacto magmático por intrusión a intrusión é posterior.

Ver FAQ 2



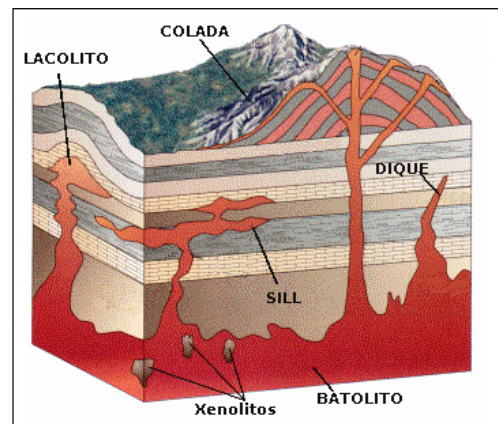
4.2. Magmáticos.

- **Intrusivos**, nos que o plutón invade as rochas encaixantes de modo:

Concordante, respecta as estruturas previas (como a estratificación): sill, lacólito.

Discordante, se corta as estruturas previas: dique, batólito.

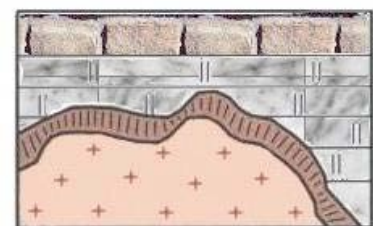
- **Efusivos**, corresponde coas correntes ou coadas de lava e as acumulacións de piroclastos que se emprazan en superficie.



4.3. Metamórficos.

Destacan as auréolas de metamorfismo de contacto que se forman arredor dun plutón, poden ter os límites exteriores difusos. Tamén as zonas de mineralización de orixe metasomático.

Auréola de contacto arredor dun batólito



4.4. Tectónicos ou Mecánicos.

O que existe entre materiais que se relacionan entre si debido á existencia dunha falla ou acabalamiento.

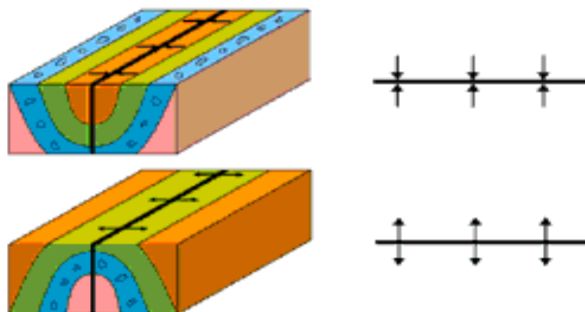


5. ESTRUCTURAS.

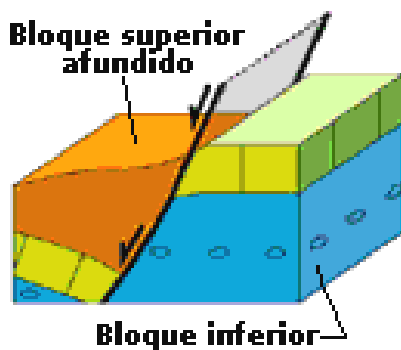
5.1. Pregas.

Tendo en conta que a estrutura dunha prega vai ser a disposición concéntrica dunha serie de capas, cando a erosión actúe sobre elas, estas capas adquirirán unha disposición simétrica.

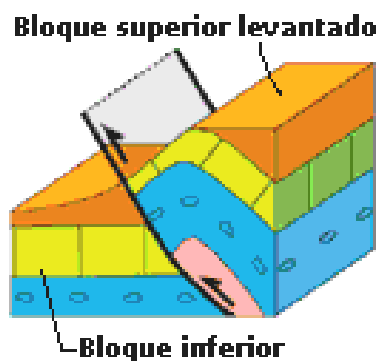
- **Sinclinal** (o núcleo da dobra ten os estratos máis novos).
- **Anticlinal** (o núcleo da dobra ten os estratos máis antigos).



5.2. Fallas.



Falla normal (elongación: bloque afundido sobre plano de falla; o plano de fallas buza cara o bloque afundido).



Falla inversa (acortamento: bloque levantado sobre plano de falla; o plano de falla buza cara o bloque elevado).

Ver FAQ 3

6. CORTES XEOLÓXICOS. E A SÚA INTERPRETACIÓN

6.1. Interpretación de cortes xeolóxicos: Historia Xeolóxica.

Para a súa análise podemos seguir os seguintes pasos:

(1) Establecemento da secuencia de deposición dos materiais de orixe sedimentaria (a **columna estratigráfica**).

Aplicase o *principio de superposición de estratos*.

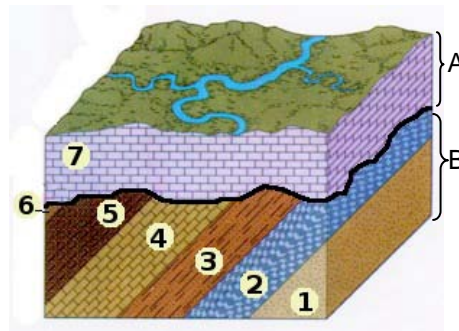
En caso de que haxa estratos inclinados ou pregados hai que reconstruír mentalmente a posición horizontal inicial para ver cal está por debaixo.



Por exemplo:

A solución máis simple para a serie inferior B é dicir que 1 é o estrato máis antigo e 6 o superior máis moderno (o contrario sería supoñer que estes estratos inclinados forman parte dunha serie invertida, e que precisa dalgunha evidencia a favor).

Naturalmente o estrato 7 é máis moderno xa que se sitúa por enriba.



(2) Detección de **descontinuidades estratigráficas**.

- ✓ A *discordancia angular* ten unha xeometría inconfundible. Implica unha secuencia de acontecementos: *sedimentación B* → *pregamento* → *erosión* → *sedimentación A*.
- ✓ A *desconformidade* detéctase tamén pola xeometría. A secuencia de acontecementos é: *sedimentación 1* → *erosión* → *sedimentación 2*.
- ✓ A *paraconformidade* precisa de información da lenda que nos indique a *lagoa estratigráfica* (pode citar fósiles característicos ou indicar o período ao que pertence cada material)

Por exemplo se sobre un estrato de “lousas silúricas” hai “calcarias triásicas” deducimos un hiato enorme (comprende os períodos devoniano, carbonífero e permiano, máis de 150 millóns de anos sen rexistro sedimentario):

(3) Aplicación **do principio de relacións cruzadas** para a ordenación de acontecementos.

Sucesos
xeolóxicos
de tipo: →

tectónico (fallas, encabalgamentos, dobras)
magmático (intrusións, emisión coadas)
metamórfico (esquistosidade, auréolas)
erosivo (denudación e modelado)

→ Son posteriores aos
materiais e estruturas
que modifican

Exemplo 1:

Pregamento afecta a estratos 1, 2 e 3.

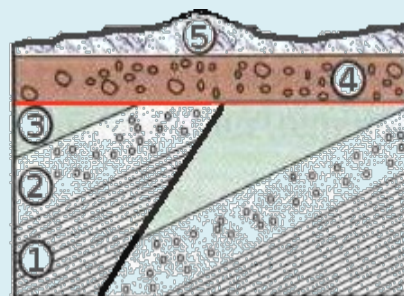
A falla afecta ao pregamento.

A superficie de erosión da discordancia angular interrompe a falla.

A superficie de erosión queda cuberta pola sedimentación de 4 e 5.

A erosión actual modela a capa 5.

Sedimentación de 1, 2 e 3 → pregamento → falla inversa → erosión → sedimentación 4 e 5 → modelado actual



Ás veces non temos a información suficiente para aplicar o principio de relacións cruzadas (as trazas de dous sucesos non se cruzan no espazo). Non podemos decidir en que orden se produciron:

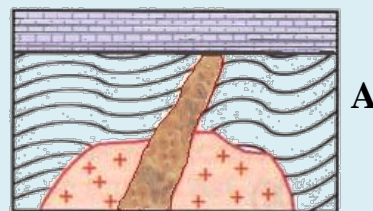
Exemplo 2A

A superficie de erosión da discordancia corta ao dique.

O dique corta ao batólito granítico.

A intrusión granítica corta aos estratos pregados.

Sedimentación secuencia inferior → pregamento → intrusión granítica → intrusión dique → erosión → sedimentación calcarias.



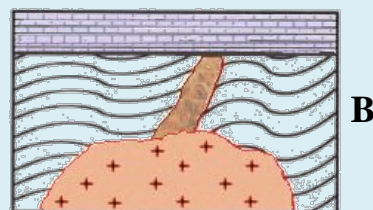
Exemplo 2B:

A superficie de erosión da discordancia corta ao dique

O dique corta aos estratos pregados

A intrusión granítica corta ao dique e aos estratos pregados

Sedimentación secuencia inferior → pregamento → intrusión dique → erosión → sedimentación calcarias.

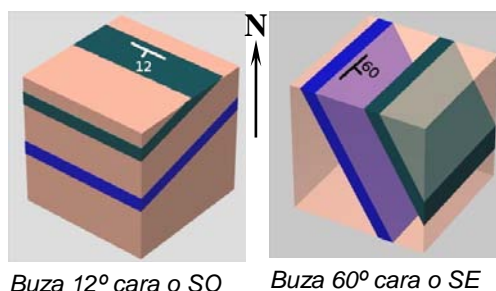


¿intrusión granítica?

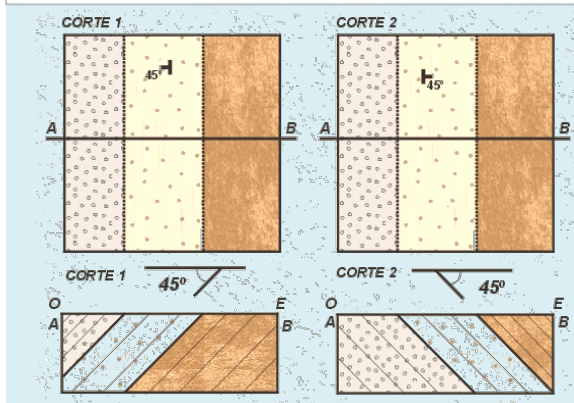
6.2. Realización de cortes xeolóxicos sinxelos.

• Representación de estratos con distintos buzamentos.

Os mapas indican o buzamento dos estratos (tamén de fallas e xistosidade) mediante uns símbolos. Hainos tamén específicos para estratos horizontais e verticais. (ver figura Signos 2).



	Cabalgamiento. Idem supuesto o deducido.
	Estratificación. Idem subvertical. Idem subhorizontal. Idem invertida.
	Esquistosidad S ₁ asociada a la Fase 1 hercínica. Idem subvertical.



Se temos varios estratos paralelos veranse tamén no mapa como bandas paralelas. A súa potencia aparente dependerá do ángulo de buzamento.

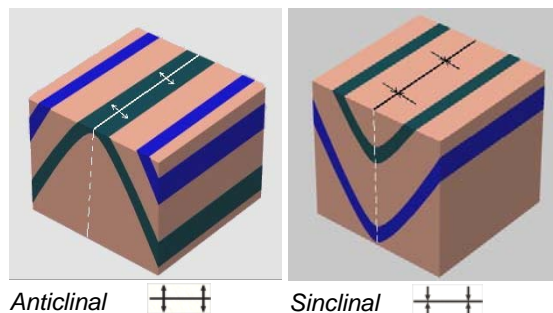
Ángulos pequenos de buzamento dan potencias aparentes grandes (como vemos no bloque 3D dos estratos que buzan 12°).

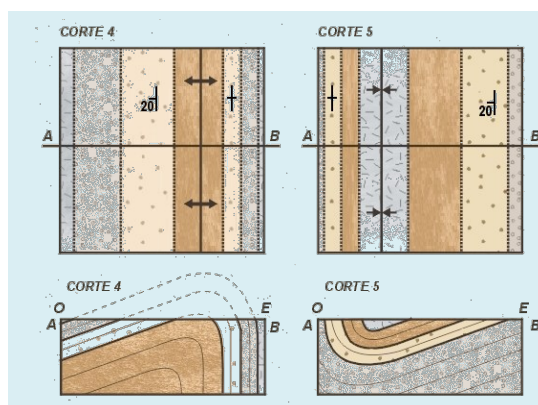
• Representación de estratos pregados.

No mapa distinguimos dobras porque se repiten simetricamente os estratos.

A traza do plano axial está marcado cunha liña, os símbolos indican se é antifoma ou sinforma.

Se a dobra non ten inmersión (as charneiras están na horizontal) a intersección dos estratos forma bandas paralelas no mapa.





CORTE 4 – Anticlinal, o material que contén a superficie axial é o máis antigo, a idade diminúe nas bandas que se repiten a cada lado.

CORTE 5 – Sinclinal, o material que contén a superficie axial é o máis moderno.

A diferente potencia aparente dos estratos a cada lado do eixe indica que teñen distintos ángulos de buzamento. Poderíase facer o perfil sen o dato numérico de buzamento.

7. TELEDETECCIÓN, FOTOGRAFÍAS AÉREAS E OUTRAS TÉCNICAS.

Outras ferramentas utilizadas no estudo da información xeolóxica son as baseadas na análise de datos que escapan á percepción sobre o terreo. O seu emprego está condicionado polas necesidades concretas. Algunhas das máis usuais son:

- ✓ **Fotografías aéreas**, nas que poderemos ver pregas, fallas e acabamentos, que escapan á observación sobre o terreo. As **imaxes por satélite** (LANDSAT, SPOT, ...) serán necesarias para cubrir áreas moito máis extensas.
- ✓ Se necesitamos potenciar determinados aspectos do terreo, e incluso eliminar ou minimizar outros, como a presenza de vexetación, entramos no campo da **teledetección**: o que toman os satélites é en realidade información sobre a radiación emitida pola Terra como resposta á incidencia da luz solar, adquirindo datos cuantitativos sobre as diferentes bandas do espectro electromagnético. Usando as bandas afectadas polos distintos factores xeolóxicos (tipos de rochas ou solos, minerais, ...) fanse resaltar eses aspectos de maior interese.
- ✓ Grazas ao apoio de satélites (neste caso os do sistema **XPS**, ou **sistema de posicionamento global**), obtense a situación xeográfica precisa, que mediante o emprego de ordenadores, permiten dispor de información xeorreferenciada, que permite a inclusión en mapas temáticos, acompañando a outro tipo de información a través de programas de **Sistemas de Información Xeográfica ou XIS**.

Ver FAQ 4

Un lugar moi accesible, e que conta coa cartografía completa de España, é o visor **SIGPAC**.
<http://sigpac.mapa.es/tega/visor/>

Como indica o seu nome (e o da súa versión galega SIXPAC <http://emediorural.xunta.es/visor5/>) é un Sistema de Información Xeográfica, especializado neste caso en Parcelas Agrícolas. Os límites de parcelas constitúen unha das capas de información, que se poden superpoñer ás dúas capas de cartografía (mapa topográfico + fotografía de satélite).

Para localizar as tres imaxes que se reproducen continuación, hai que seguir os seguintes pasos:

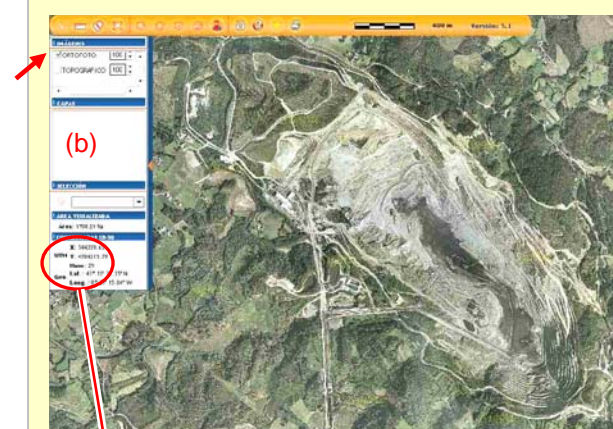
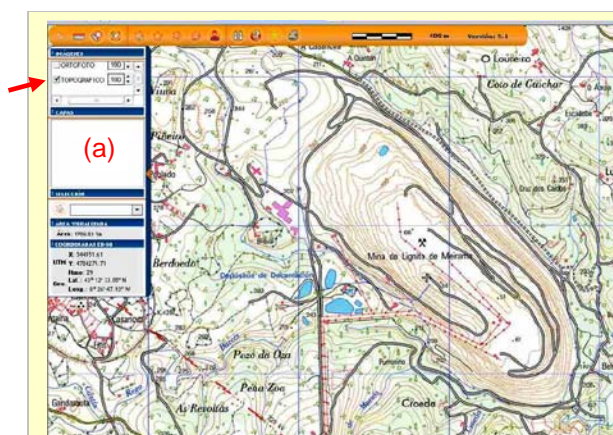


(1)

(2)

(3)

1. Entrar no visor do SIGPAC
2. Utilizar a función "buscar"
3. En "Búsqueda progresiva" indicar os datos da esquerda
4. Mover o mapa até que signo "+" que indica o centro da imaxe se sitúe sobre o símbolo da Mina as Encrobas
5. Ampliar co zoom

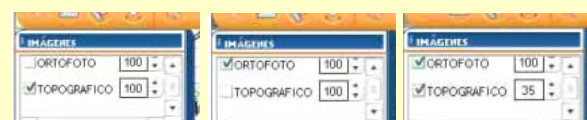


O visor indica as coordenadas xeográficas e UTM do punto onde situemos o cursor.

⁽¹⁾ Estas imaxes están reducidas á metade, de modo que a escala no papel é 1:50.000.

Aspecto da mina lignitos de Meirama (coordenadas 8°25'W, 43°11'N; aumentando co zoom até que na escala gráfica superior apareza "400 m" vemos o mapa a escala 1:25.000 ⁽¹⁾)

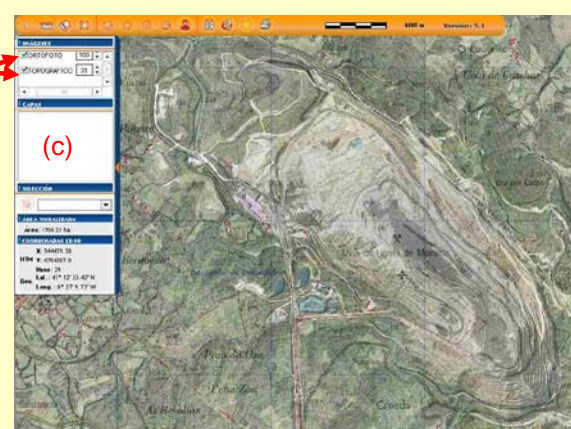
Podemos escoller a visión de "mapa topográfico", fotografía de satélite "ortofoto", ou ben unha superposición das dúas na que podemos regular a transparencia relativa de cada imaxe.



(a) Topográfico

(b) Foto satélite

(c) Superposición



Entre as ferramentas da barra laranxa superior están as de medición de distancias e superficies.

Tamén está moi difundido o SIG (de descarga gratuíta) "Google Earth", que permite ver imaxes de satélite de calquera punto da Terra (non todas coa mesma resolución). Estas imaxes pódelas presentar en modo que simula unha visión tridimensional.



← Reconstrución tridimensional da imaxe de satélite no SIG "Google Earth". Permite, ademais de percibir con claridade o relevo, observar elementos xeolóxicos de interese.

Neste caso obsérvanse os glaciares que dende o Mont Blanc descenden cara ó val de Chamonix, nos Alpes franceses.

- ✓ A medida de **variables xeofísicas** (gravidade, campo magnético, condutividade,) faise sobre todo para a prospección de xacementos minerais. A obtención destes datos pode facerse desde avións ou helicópteros (**xeofísica aeroportada**) ou sobre o terreo (xeofísica terrestre). Emprégase en coordinación con outros como a xeoloxía rexional e a tectónica, e combinándoos mediante XIS, para analizar as causas das anomalías.