CUADERNO DE PRÁCTICAS

EL MEDIO FÍSICO I: ESTRUCTURA Y PROCESOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

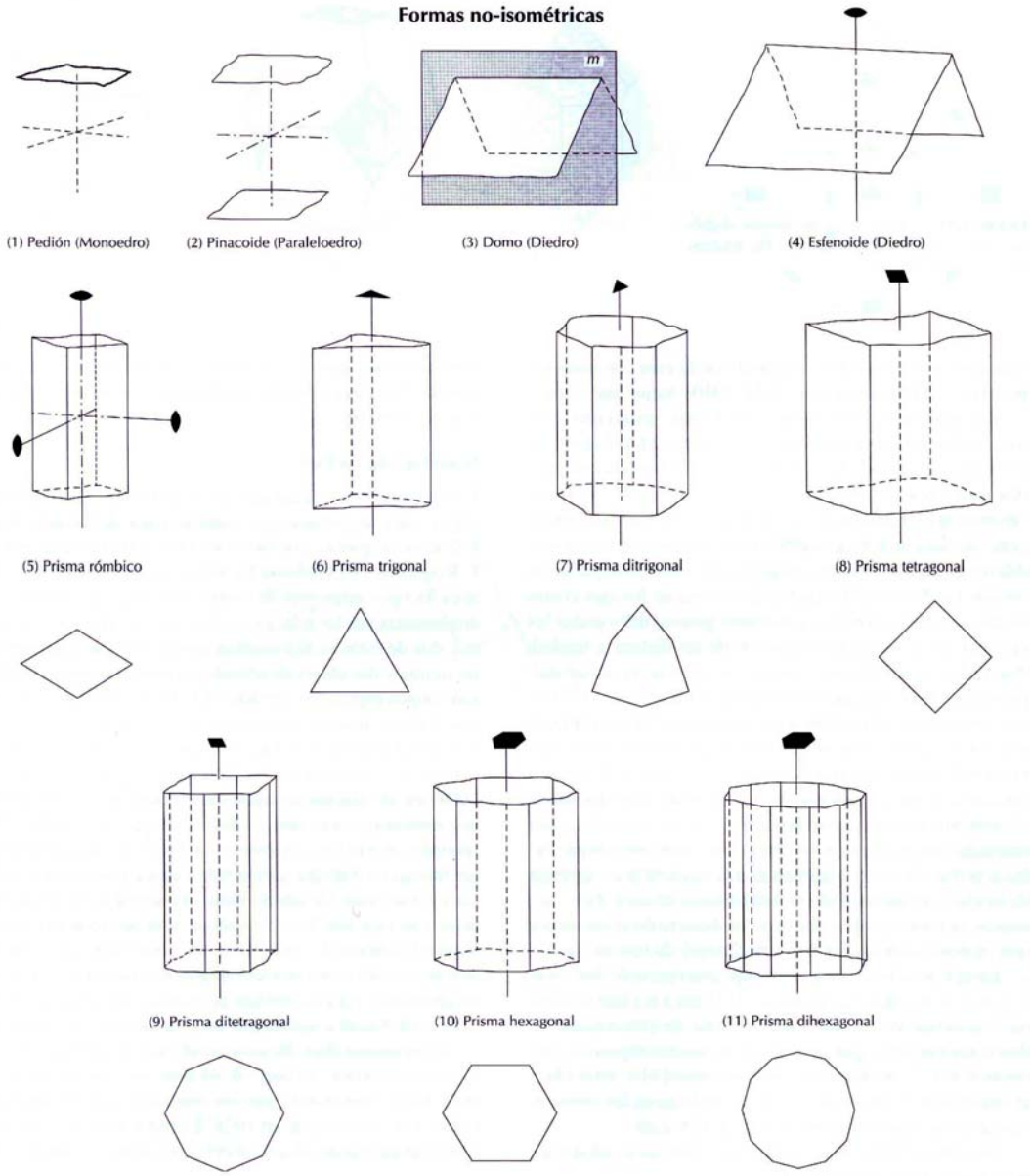
Jacinto Alonso Azcárate

BLOQUE I: RECONOCIMIENTO MACROSCOPICO DE MINERALES (VISU)

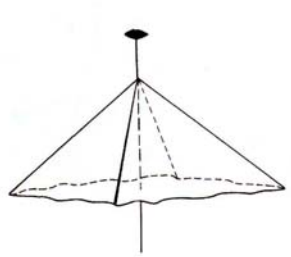
El reconocimiento macroscópico de minerales se realiza fundamentalmente a partir de las observaciones de sus propiedades físicas. Vamos a describir aquellas propiedades físicas que pueden determinarse por inspección ocular o mediante ensayos relativamente simples.

-1- HABITO

El hábito es la apariencia morfológica externa de un determinado MONOCRISTAL.
En las siguientes tablas se definen los hábitos más comunes encontrados en la naturaleza.



Formas no isométricas (*continuación*)



(12) Pirámide rómbica



(13) Pirámide trigonal



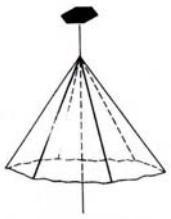
(14) Pirámide ditrigonal



(15) Pirámide tetragonal



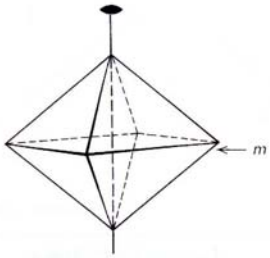
(16) Bipirámide ditetragonal



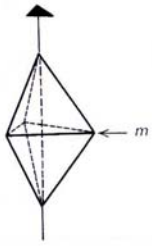
(17) Pirámide hexagonal



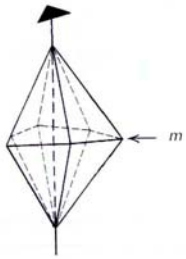
(18) Pirámide dihexagonal



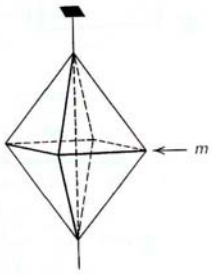
(19) Bipirámide rómbica



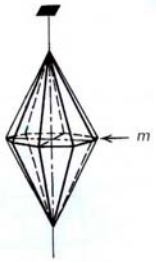
(20) Bipirámide trigonal



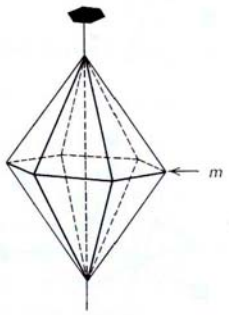
(21) Bipirámide ditrigonal



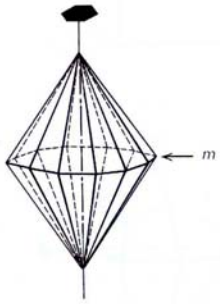
(22) Bipirámide tetragonal



(23) Bipirámide ditetragonal

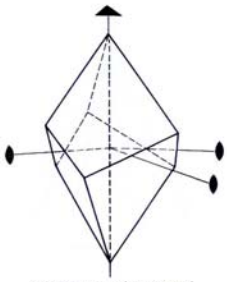


(24) Bipirámide hexagonal

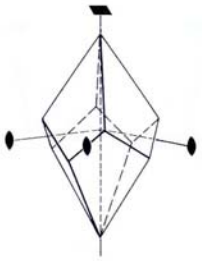


(25) Bipirámide dihexagonal

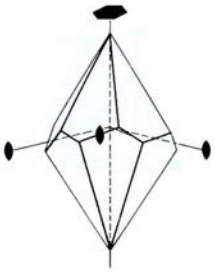
Formas no isométricas (*continuación*)



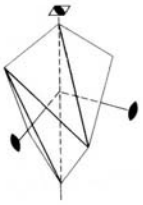
(26) Trapezoedro trigonal



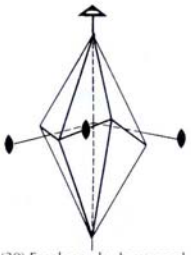
(27) Trapezoedro tetragonal



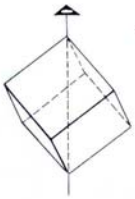
(28) Trapezoedro hexagonal



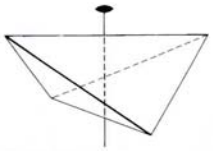
(29) Escalenoedro tetragonal
(Escalenoedro rómbico)



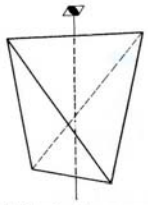
(30) Escalenoedro hexagonal
(Escalenoedro ditrigonal)



(31) Romboedro

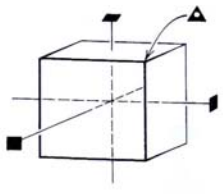


(32) Biesfenoide rómbico
(Tetraedro rómbico)

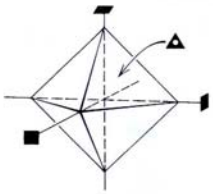


(33) Biesfenoide tetragonal
(Tetraedro tetragonal)

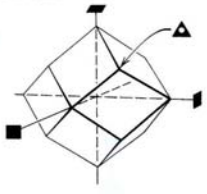
Formas isométricas



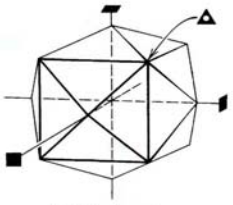
(34) Cubo (hexaedro)



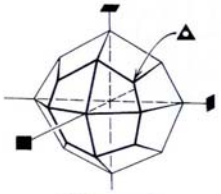
(35) Octaedro



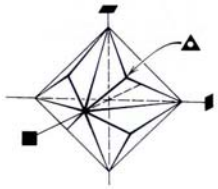
(36) Dodecaedro (Dodecaedro rómbico)



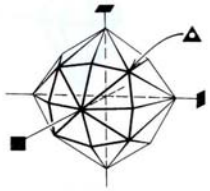
(37) Tetrahexaedro



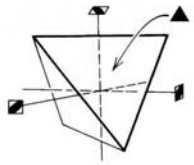
(38) Trapezoedro
(Trioctaedro tetragonal)



(39) Trioctaedro (Trioctaedro trigonal)

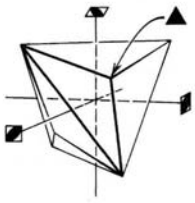


(40) Hexaoctaedro (Hexaoctaedro)

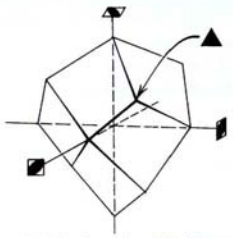


(41) Tetraedro

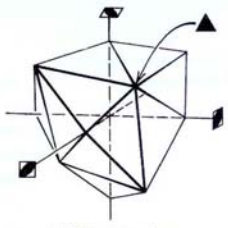
Formas isométricas (*continuación*)



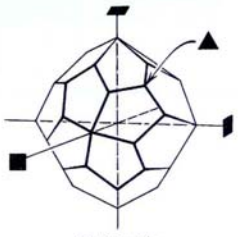
(42) Tritetraedro
(Tritetraedro trigonal)



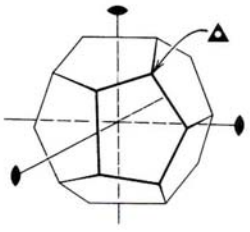
(43) Dodecaedro deltoide
(tritetraedro tetragonal)



(44) Hextetraedro
(Hexatetraedro)



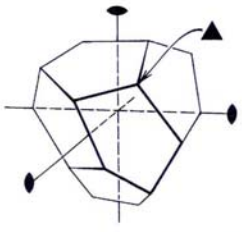
(45) Giroide
(Trioctaedro pentagonal)



(46) Piritoedro (Bihexaedro)



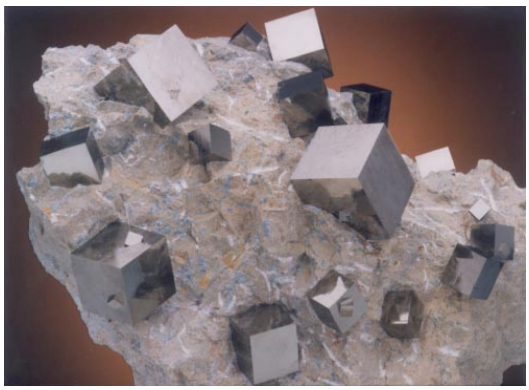
(47) Diploide (Bidodecaedro)



(48) Tetartoide (Tritetraedro pentagonal)

-2- AGREGADOS CRISTALINOS

Los agregados cristalinos están constituidos por múltiples cristales individuales que crecen juntos y dan una morfología única, en la que con frecuencia los cristales individuales son difíciles de diferenciar, especialmente si son de pequeño tamaño.



En el ejemplo de la derecha tenemos un conjunto de cristales de pirita con hábito cúbico dispersos un una matriz de arcilla. Cada cubo es un MONOCRISTAL de pirita el cual presenta hábito cúbico.



En este otro ejemplo tenemos un agregado de cristales con habito cúbico, el agregado esta compuesto por múltiples cristales cada uno de los cuales presenta hábito cúbico y a todo el conjunto lo denominamos agregado de cristales cúbicos.

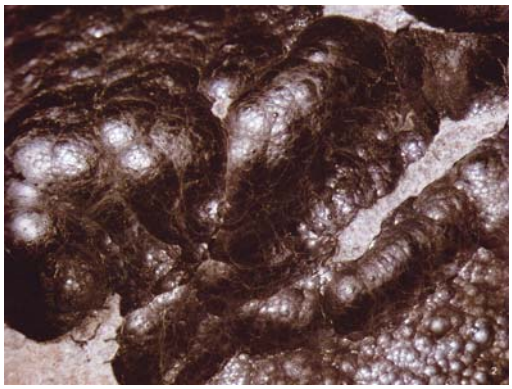
Algunos agregados cristalinos reciben nombres concretos en función de la morfología y disposición de sus cristales. A continuación se describen algunos ejemplos:



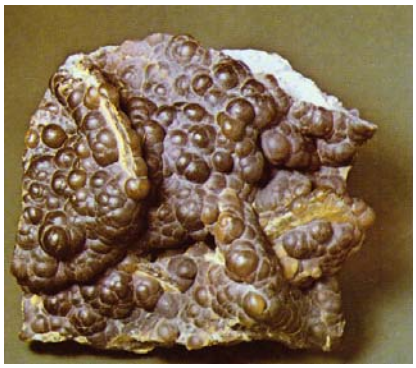
AGREGADO MASIVO: agregados de cristales de los que no es posible distinguir la morfología de los cristales. Si estos se llegan a ver pero no se reconocen sus hábitos se denominan GRANULARES



AGREGADO ACICULAR: los cristales presentan una morfología alargada fina en forma de agujas. En la fotografía de la derecha los cristales aciculares se disponen en forma radial por los que el agregado se denomina acicular-radial



AGREGADO BOTROIDAL, COLOFORME O MAMELONAR: morfología esferoidales compuestas de agregados radiales de diverso tamaño y morfología.





AGREGADO DE CRISTALES TABULARES: agregado de cristales cuyos cristales individuales presentan habito tabular. Se denominan cristales con habito tabular los que presentan forma de tableta.



AGREGADO DENDRÍTICO: los cristales del mineral se disponen ramificados originando morfologías que recuerdan plantas de tipo helecho.





AGREGADO ESTALACTÍTICO: los cristales del mineral se disponen de forma concéntrica, generalmente con hábito fibroso, formando estalactitas.



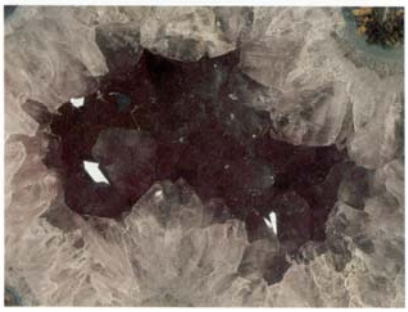
AGREGADO FIBROSO: los cristales forman finas fibras que se orientan paralelas entre si. Es típico de inosilicatos tanto piroxenos como anfíboles.



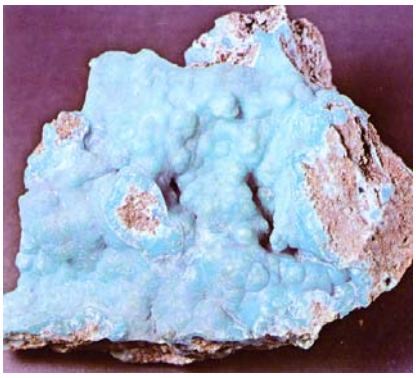
AGREGADO MICACEO: cuando los minerales están constituidos por morfologías laminares fácilmente exfoliables.



DRUSA: agregado de cristales paralelos que recubren una superficie plana o ligeramente convexa.



GEODA: superficie curvada recubierta por agregados minerales en disposición radial que no cierran completamente la cavidad.

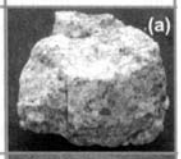
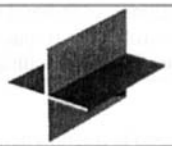
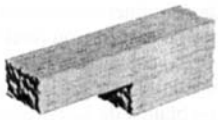
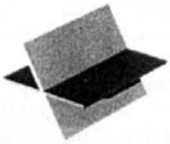
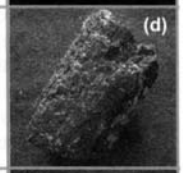
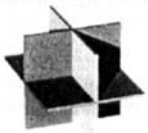
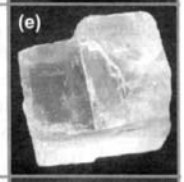
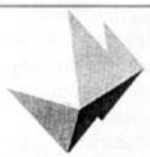
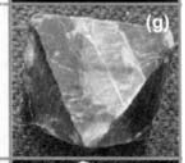


PATINA: cristales de un determinado mineral que recubren la superficie de otro mineral. Generalmente son pátinas de alteración. Son agregados típicos del ambiente sedimentario.

-3- EXFOLIACIÓN

La exfoliación es la propiedad que manifiesta la tendencia que presentan algunos minerales de romperse paralelamente a unos determinados planos denominados planos de exfoliación. Este fenómeno se debe a la existencia de planos reticulares unidos por un menor número de enlaces por unidad de volumen que otros planos de la estructura del mineral, o bien que están unidos por enlaces más débiles.
La exfoliación puedes describirse como: perfecta, buena, pobre o ausente en función de lo bien desarrollados que se presenten los planos de exfoliación cuando el mineral se parte debido a una fuerza externa. Los planos de exfoliación son fácilmente detectables en el mineral, ya que la luz se refleja en ellos perfectamente (al ser superficies muy lisas) y adquiere un brillo de tipo nacarado en una posición concreta cuando movemos el mineral al incidir un haz luminoso sobre el. Es una propiedad muy importante ya que minerales como los feldespatos, los cuales son de los más abundantes en la naturaleza, la presentan y de esta forma su identificación nos ayuda a diferenciarlos de otros minerales que no la presentan.

Otra característica importante de los planos de exfoliación es su orientación en el cristal. Los minerales pueden tener varias direcciones de exfoliación. La intersección de los planos de exfoliación de un mineral origina diversas morfologías que reciben nombres determinados como los de la siguiente tabla.

Número de direcciones de exfoliación	Esquema de las direcciones de exfoliación	Morfología resultante de la exfoliación	Esquema de morfologías	Ejemplo real de mineral
0 (no hay exfoliación, sólo fractura)		Masas irregulares sin superficies planas.		 (a)
1		Exfoliación basal. «Libritos» que se separan en láminas planas.		 (b)
2 (ángulo recto)		Exfoliación prismática recta. Morfología alargada con sección transversal rectangular, o partes del mismo.		 (c)
2 (ángulo no recto)		Exfoliación prismática no recta. Morfología alargada con sección transversal de paralelogramo, o partes del mismo.		 (d)
3 (ángulo recto)		Exfoliación cúbica. Morfología de cubo o partes del mismo.		 (e)
3 (ángulo no recto)		Exfoliación romboédrica. Morfología de romboedro o partes del mismo.		 (f)
4		Exfoliación octaédrica. Morfología de octaedro o partes del mismo.		 (g)
6		Exfoliación rombododecaédrica. Morfología de rombododecaedro o partes del mismo.		 (h)

Tipos de exfoliación en función de las direcciones de exfoliación y los ángulos formados. (a) Olivino. (b) Biotita. (c) Ortosa. (d) Hornblenda. (e) Halita. (f) Calcita. (g) Fluorita. (h) Granate.

-4- FRACTURA

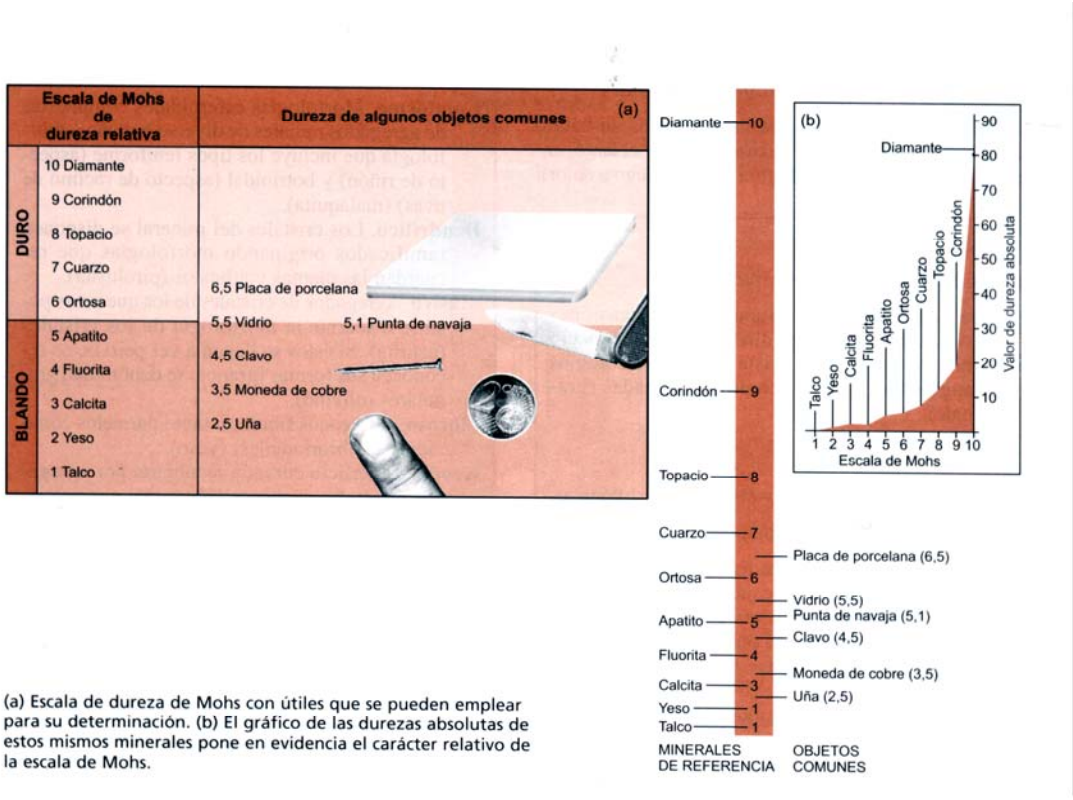
Se produce cuando en una estructura cristalina la resistencia de los enlaces es aproximadamente la misma en todas las direcciones, así el mineral se rompe sin seguir las pautas de la exfoliación. Los principales tipos de fractura son:

- Desigual o irregular: el mineral se rompe según superficies bastas o irregulares
- Concoidal: cuando la fractura tiene superficies suaves, lisas, como la cara interior de una concha
- Fibrosa o astillosa: cuando el mineral se rompe según astillas o fibras

-5- DUREZA

Se denomina dureza a la resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral a se rayada. La dureza depende del enlace más débil de la estructura y puede considerarse como una manera de evaluar su reacción a una tensión sin rotura. Cuanto más fuerte es la fuerza de enlace entre los átomos, más duro es el mineral.

Para cuantificar relativamente la dureza se utiliza la denominada escala de Mohs, con minerales de referencia, en función de la facilidad o dificultad con que un mineral es rayado por otro.



(a) Escala de dureza de Mohs con útiles que se pueden emplear para su determinación. (b) El gráfico de las durezas absolutas de estos mismos minerales pone en evidencia el carácter relativo de la escala de Mohs.

Los minerales de dureza 1 y 2 son considerados como muy blandos, si son oscuros tiznan los dedos y si son claros se rayan con la uña. Con un punzón o navaja se pueden rayar todos los minerales de dureza inferior a 5. Los de dureza 5 se pueden rayar con un vidrio de ventana y los de 6 con una placa de porcelana. Los considerados como muy duros (7-10), son aquellos que rayan la placa de porcelana.

-6- TENECIDAD

Es la resistencia que pone un mineral a ser roto, molido, doblado o desgarrado, es decir su cohesión. Tipos de tenacidad

- Frágil: se rompe con facilidad
- Maleable: se hace hojas por percusión
- Séctil: puede cortarse en virutas delgadas con un cuchillo
- Dúctil: se estira en forma de hilos
- Flexible: un mineral que puede ser doblado, pero que no recupera su forma original una vez que termina la presión que lo deformaba
- Elástico: un mineral que recobra su forma primitiva al cesar la fuerza que lo ha deformado

-7- PESO ESPECÍFICO

El peso específico o densidad relativa de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua a 4ºC. Así por ejemplo un peso específico de 2 significa que el mineral pesa 2 veces más de lo que pesaría un volumen igual de agua. El peso depende de la clase de átomos que forman el mineral y de la forma en que estén empaquetados.

Se puede estimar de forma relativa aunque la determinación precisa es complicada porque requiere que el mineral sea puro empleándose un tipo especial de balanza para su medida. Un peso específico medio se considera en el rango 2.65-2.75.

Una manera fácil de estimar el peso específico consiste en colocar una muestra de cuarzo (peso específico medio) en una mano y en la otra la muestra problema de tamaño similar a la de cuarzo. Si las muestras son aproximadamente del mismo peso la densidad relativa es media, si es mayor es alta y si es menor baja. La mayoría de los minerales metálicos tienen un peso específico alto

-8- COLOR

Esta es la propiedad más obvia de los minerales y la más fácilmente observable. Esta propiedad es el resultado de la interacción de la luz con el mineral, dependiendo de las longitudes de onda que son absorbidas por el mineral, de cuáles son reflejadas y de cuáles son refractadas. Los minerales son coloreados porque absorben ciertas longitudes de onda de la luz, y el color es el resultado de la combinación de las longitudes de onda que llegan al ojo.

Para muchos minerales es una prueba diagnóstica buena, pero el color puede ser muy variable en algunas especias minerales por lo que en general no es una característica diagnóstica importante.

Estos cambios en el color de un mismo mineral dan lugar a lo que se denominan variedades. Uno de los ejemplos más representativos es el del cuarzo y sus múltiples variedades: cuarzo rosa (trazas de titanio), ahumado (radiactividad), lechoso (inclusiones fluidas) , púrpura amatista (hierro férrico), prasio (trazas de clorita), hematoideo-Jacinto de Compostela (trazas de hematite).

Junto al color del mineral debe describirse su capacidad para transmitir la luz, diferenciándose minerales transparentes (se ve claramente la luz y una imagen), translúcidos (de aspecto brumoso, permite el paso de la luz pero no de una imagen) y opacos (no permiten el paso de la luz)

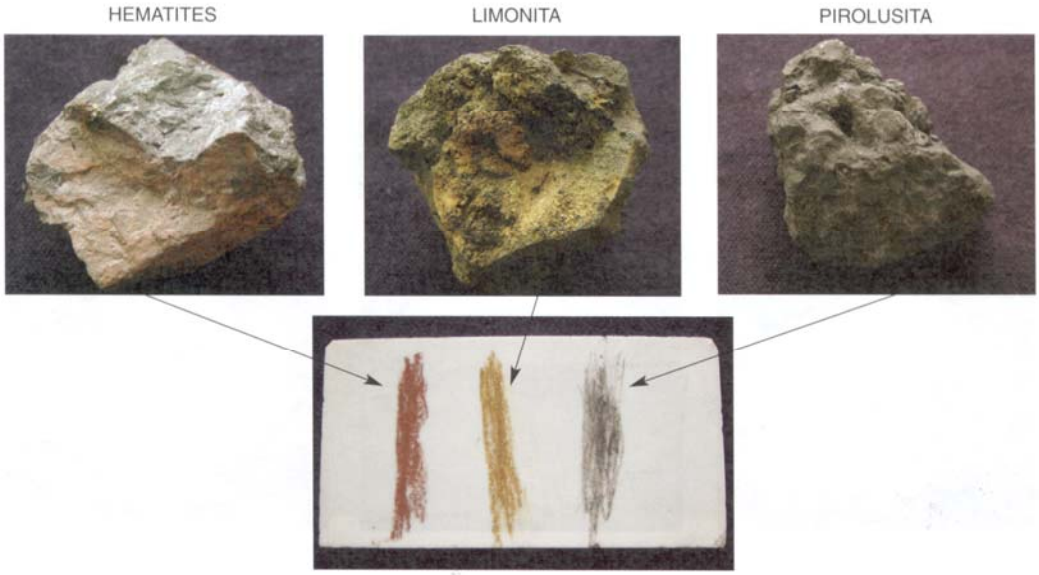
-9- COLOR DE LA RAYA

El color del polvo fino de un mineral se conoce con el nombre de raya. Aunque el color de un mineral puede ser bastante variable el color de la raya es constante, por lo que es una característica diagnóstica importante para algunos minerales.

Se determina frotando el mineral sobre una placa de porcelana. La porcelana tiene dureza aproximada de 6.5, por lo que todos los minerales al frotarse contra ella dejarán una fina raya de polvo sobre la porcelana. Si los minerales tienen dureza 7 o superior no dejarán ningún tipo de rastro sobre la placa de porcelana.

Los elementos metálicos nativos y la mayoría de los sulfuros y óxidos presentan un color de raya intenso y definido. La mayoría de los óxidos no metálicos, los cloruros, fluoruros, carbonatos, sulfatos, fosfatos y algunos silicatos presentan raya blanca.

En la siguiente figura se puede observar el color de la raya de algunos minerales cuya raya presenta un color característico:



-10- BRILLO

Es el aspecto general de la superficie de un mineral cuando se refleja la luz sobre ella, es decir, es la descripción de cómo la superficie de una sustancia refleja la luz. Los minerales pueden presentar brillo metálico o no metálico. Si un mineral no presenta brillo se denomina mate.

Los minerales con brillo metálico son generalmente opacos y tienen raya negra o muy oscura, por el contrario, todos los minerales de brillo no metálico suelen ser de colores claros y transmiten la luz, al menos en una lámina delgada. La separación entre estos dos grupos de minerales no es a veces tan clara, empleándose en estos casos el término brillo submetálico (grafito).

El brillo no metálico puede subdividirse en varios tipos:

- Vítreo: tiene el brillo del vidrio (cuarzo)
- Resinoso: presenta el brillo de la resina (azufre, esfalerita)
- Nacarado o perlado: muestra el brillo irisado de la perla. Se observa muy claramente en las superficies de los planos de exfoliación (calcita)
- Céreo o graso: parece estar cubierto de una delgada capa de aceite
- Sedoso: como la seda, es el resultado de la reflexión de la luz sobre un agregado de fibras finas paralelas
- Adamantino: muestra un reflejo fuerte y brillante como el diamante

-11- MAGNETISMO

Se denominan minerales ferromagnéticos a los que son atraídos por un pequeño imán como la magnetita y la pirrotina. Algunas variedades de la magnetita se pueden comportar incluso como imanes.

Los minerales paramagnéticos son atraídos en el campo de un electroimán potente por contener Fe. Los minerales diamagnéticos son repelidos por un electroimán.

Existen otras propiedades que se pueden también determinar de "visu" o con ayuda de algún pequeño instrumento, pero que son menos importantes, como son:

- Tornasolado y asterismo
- Fluorescencia y fosforescencia
- Termoluminiscencia
- Triboluminiscencia
- Piezoelectricidad
- Piroelectricidad
- Radiactividad

RECOMENDACIONES A LA HORA DE REALIZAR LA PRÁCTICA

La colección de minerales esta estructurada en 3 cajas (minerales 1, minerales 2 y minerales 3) con 25 minerales cada una. De todo el conjunto de los 75 minerales, tan solo unos pocos tienen importancia petrogenética. Es en estos minerales en los que es necesario detenerse y prestar especial atención en su identificación, ya que el aprendizaje de su identificación nos va a permitir poder reconocer con facilidad los diferentes tipos de rocas. Los minerales de interés petrogenético en los que hay que prestar atención son:

CUARZO
FELDESPATOS (FELDESPATOS POTÁSICO Y PLAGIOCLASAS)
MICA (MOSCOVITA Y BIOTITA)
PIROXENOS
ANFÍBOLES
OLIVINO
GRANATE
CALCITA-DOLOMITA

COLECCIÓN DE MINERALES

M-1- AZUFRE
M-2- GRAFITO
M-3- CINABRIO
M-4- BLENDA
M-5- GALENA
M-6- PIRITA MASIVA
M-7- PIRITA CRISTALIZADA
M-8- ARSENOPIRITA
M-9- PIRROTINA
M-10- PENTLANDITA
M-11- PIROLUSITA
M-12- MAGNETITA
M-13- OLIGISTO (HEMATITES)
M-14- GOETHITA
M-15- CROMITA
M-16- CUARZO (JACINTO DE COMPOSTELA)
M-17- CUARZO (AMATISTA)
M-18- CUARZO (AHUMADO)
M-19- CUARZO (LECHOSO)
M-20- CUARZO (HIALINO)
M-21- CALCEDONIA
M-22- AGATA
M-23- SILEX
M-24- JASPE
M-25- OPALO
M-26- HALITA (SAL GEMA)
M-27- SILVINA
M-28- FLUORITA
M-29- CALCITA
M-30- CALCITA ESPÁTICA
M-31- ARAGONITO
M-32- ARAGONITO FIBROSO
M-33- DOLOMITA
M-34- MAGNESITA
M-35- ANKERITA

M-36- SIDERITA
M-37- MALAQUITA
M-38- AZURITA
M-39- SMITHSONITA
M-40- CELESTINA
M-41- BARITINA
M-42- ANHIDRITA
M-43- YESO LAMINAR
M-44- YESO FIBROSO
M-45- YESO ROJO
M-46- THENARDITA
M-47- GLAUBERITA
M-48- AMBLIGONITA
M-49-ACTINOLITA (ANFIBOL)+HEDENBERGITA (PIROXENO)
M-50- TOPACIO
M-51- TREMOLITA (ASBESTO-ANFIBOL)
M-52- EPIDOTA
M-53- ACTINOLITA (ANFIBOL)
M-54- GRANATE GROSULARIA
M-55- GRANATE MELANITA
M-56- GRANATE ALMANDINO
M-57- ANDALUCITA
M-58- SILLIMANITA
M-59- DISTENA
M-60- MICA MOSCOVITA
M-61- MICA BIOTITA
M-62- MICA LEPIDOLITA
M-63- OLIVINO
M-64- PIROLUSITA DENDRÍTICA
M-65- SEPIOLITA
M-66- ESTAUROLITA
M-67- TALCO
M-68- HORNBLENDA (ANFIBOL)
M-69- TURMALINA
M-70- BERILO

M-71- AUGITA (PIROXENO)
M-72- DIÓPSIDO (PIROXENO)
M-73- ORTOSA (FELDESPATO POTÁSICO)
M-74- ALBITA (FELDESPATO SÓDICO- PLAGIOCLASA)
M-75- MICROCLINA (FELDESPATO POTÁSICO)

RECONOCIMIENTO MACROSCÓPICO DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias podríamos clasificarlas en dos grandes grupos:

- Rocas detríticas: formadas por partículas sólidas que han sido transportadas por un elemento móvil: agua, hielo, viento, etc, y depositadas en una cuenca.
- Rocas no detríticas: formadas por sedimentos que han sido transportados en solución acuosa, coloides, etc, y han sido precipitados por procesos químicos, orgánicos o evaporación.

-1- ROCAS DETRÍTICAS

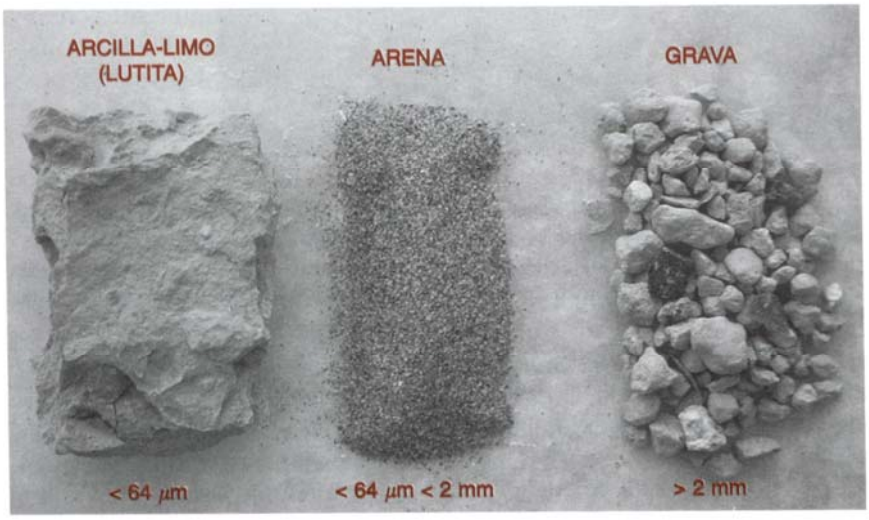
El cuadro básico de clasificación de rocas detríticas (siliciclásticas) es el siguiente:

Clases granulométricas y correspondientes nombres de rocas detríticas.
Ø es el $-\log_2$ del diámetro en mm.

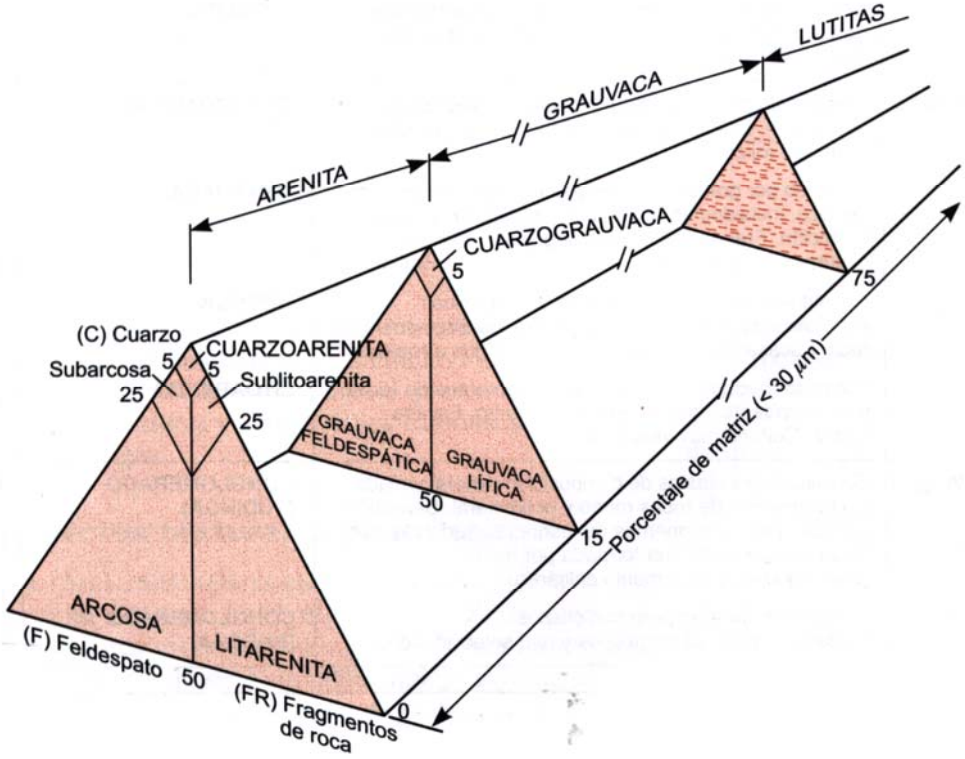
Diámetro mm	Diámetro micras	Ø	Clase		roca
4.096	--	-12	GRAVA	Bloques	CONGLOMERADOS
256	--	-8			
64	--	-6			
4	--	-2		Cantos	
2	--	-1		Arena muy gruesa	ARENISCAS
1	--	0	ARENA	Arena gruesa	
0.5	500	1		Arena media	
0.25	250	2		Arena fina	
0.125	125	3		Arena muy fina	
0.062	62	4		Limo grueso	LIMOLITAS
0.031	31	5		Limo medio	
0.016	16	6	FANGO	Limo fino	
0.008	8	7		Limo muy fino	
0.004	4	8		Arcilla	ARCILLITAS

Son rocas que poseen una textura clástica formada por fragmentos de clastos o cristales englobados en una matriz arcillosa o en algún material precipitado o diagenético (cemento).

Aunque de “visu” los términos más utilizados son el de conglomerado (brecha), arenisca y lutitas en función de que el tamaño de grano sea arcilla, arena o grava respectivamente

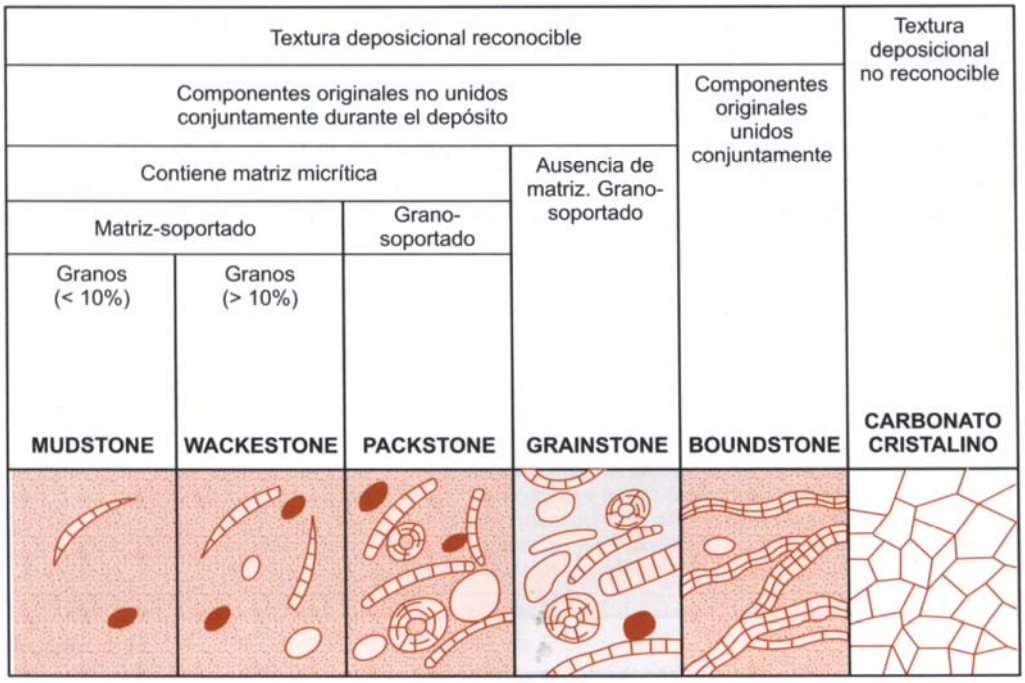


Para las areniscas se utiliza el siguiente cuadro de clasificación, aunque para ellos es necesario identificar los porcentajes de los diferentes tipos de grano, para lo cual es necesario un estudio microscópico:



-2- ROCAS NO DETRÍCITAS
Dentro de las rocas no detríticas podemos encontrar los siguientes tipos

-A- Rocas carbonatadas: se caracterizan por estar compuestas por carbonato, principalmente carbonato cálcico o magnésico, por lo que reaccionan con el ácido clorhídrico produciendo efervescencia con mayor o menor intensidad en función de que estén compuestas de calcita o dolomita.
Para clasificar las rocas carbonatadas vamos a utilizar la clasificación de Dunham la cual clasifica las rocas carbonatadas en función de su textura:



Las rocas compuestas por material lutítico y carbonatado se denominan MARGAS, presentan el aspecto de una lutita de “visu” pero producen efervescencia con el ácido clorhídrico.

-B- Rocas evaporíticas: formadas por precipitación química de soluciones saturadas de sales alcalinas y alcalinotérreas. Son principalmente el YESO y la HALITA.

-C- Rocas silíceas de origen orgánico y químico: rocas sedimentarias de origen orgánico (radiolaritas, diatomitas, etc) o químico (chert) constituidas por sílice. Son fácilmente identificables debido a la dureza 7 de la sílice.

-D- Rocas aluminoferruginosas de origen químico: comúnmente son rocas formadas por acumulación de productos residuales de la meteorización de rocas preexistentes. Dentro de este grupo tenemos las bauxitas y limonitas.

-E- Rocas organógenas: dentro de este grupo tenemos a los carbones. Los tipos de carbón son los siguientes ordenados de mayor a menor grado de madurez: antracita, huya, lignito y turba.

RECONOCIMIENTO MACROSCÓPICO DE ROCAS ÍGNEAS

-1- ROCAS ÍGNEAS PLUTÓNICAS

Aspectos a describir en el estudio de "visu" de rocas plutónicas:

-A- Granularidad:

- Textura fanerítica: todos los cristales de los minerales principales pueden ser distinguidos a simple vista
- Textura afanítica: la mayoría de los cristales, con excepción de los fenocristales si existen, no pueden ser distinguidos a simple vista.

-B- Tamaño relativo de los cristales:

- Equigranular: todos los cristales son aproximadamente del mismo tamaño
- Inequigranular: los cristales difieren sustancialmente en su tamaño

-C- Rango absoluto de tamaño de grano:

- Tamaño de grano grueso: cristales con diámetros > 5mm
- Tamaño de grano medio: cristales con diámetros entre 1-5 mm
- Tamaño de grano fino: cristales con diámetros < 1mm

-D- Color: el color de una roca está estrechamente relacionado con su composición mineralógica. Los minerales de una roca ígnea pueden ser:

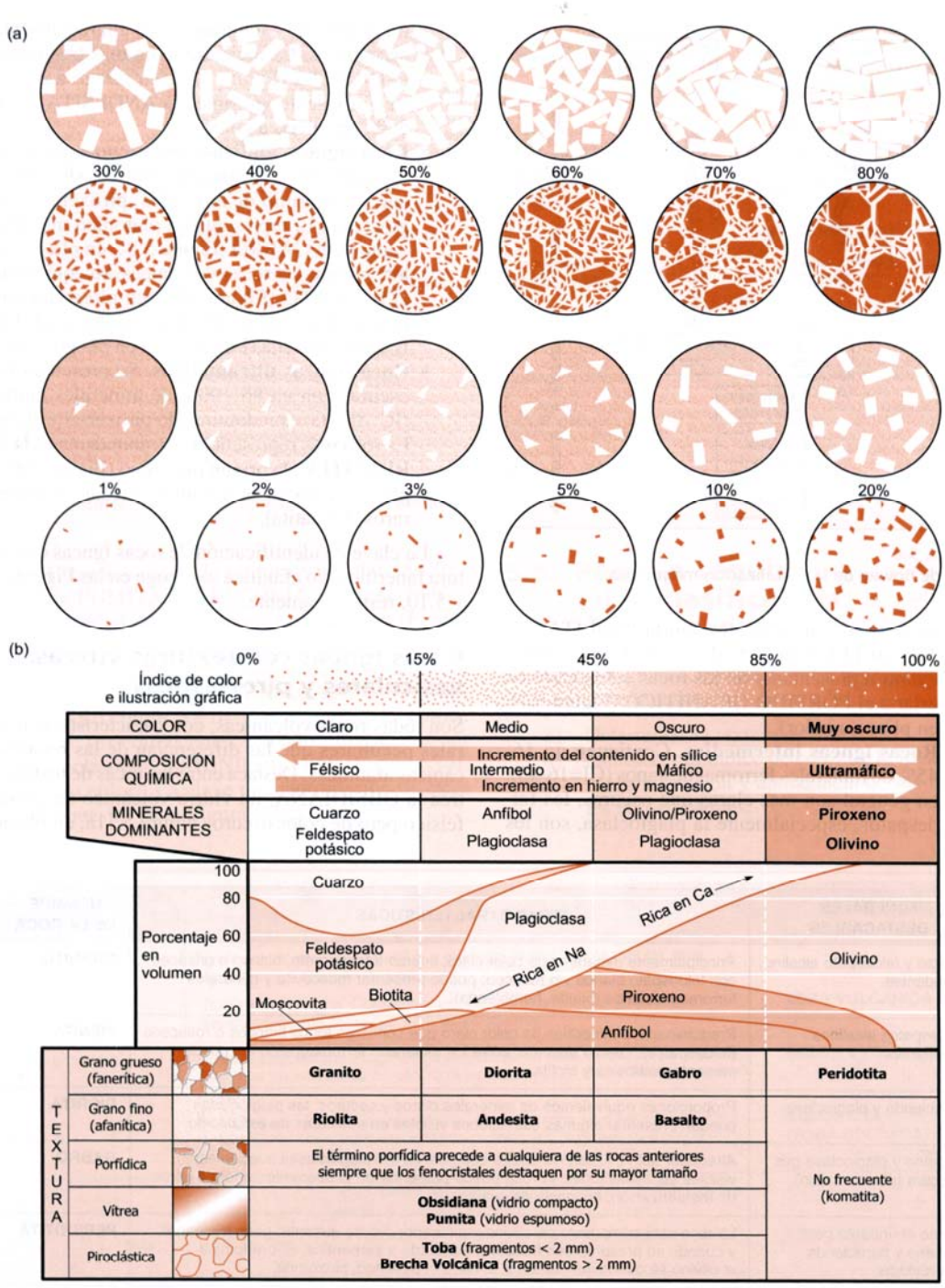
- Minerales oscuros: denominados máficos o ferromagnesianos como el olivino, piroxenos, anfíbol, biotita etc.
- Minerales claros: denominados félsicos como feldespatos, cuarzo, feldespatoides etc.

Así las rocas plutónicas se pueden clasificar según un índice de color (se estima según el porcentaje de minerales máficos de la roca):

Tipo de roca plutónica según el color	Porcentaje de minerales máficos
Roca leucocrática o félsica	0-33
Roca mesocrática	34-66
Roca melanocrática o máfica (ultramáfica si los minerales claros son escasos o inexistentes)	67-100

-E- Composición mineralógica: se trata de identificar las diferentes especies minerales presentes en la roca

-F- Denominación de la roca: las observaciones previas sobre el índice de color, tamaño de grano y composición mineralógica se utilizan en la siguiente figura para dar el nombre a la roca plutónica:



(a) Gráfico de estimación visual en porcentajes. (b) Cuadro de clasificación de rocas ígneas en función de su textura y mineralogía.

-2- ROCAS ÍGNEAS VOLCÁNICAS

Dentro de las rocas volcánicas podemos establecer dos grandes grupos:

-A- Rocas volcánicas Lávicas: son rocas formadas por solidificación del magma en contacto con el aire o agua. Muestran generalmente una textura afanítica porfídica aunque también las hay vítreas. Los flujos de lava muestran comúnmente evidencias de

vesiculación. Estas vesículas de morfología variada pueden ser posteriormente rellenas por otros minerales que precipitan a partir de fluidos tardíos.

En estas rocas pueden existir diferentes grados de cristalización (cristalinidad) que es la proporción relativa de cristales y vidrios en dicha roca:

- Holocristalina: 100% de cristales, aquí tenemos todos los tipos de rocas volcánicas lávicas que veremos a continuación
- Holohialina o vítrea: 100% vidrio, dentro de este grupo tenemos básicamente dos tipos de rocas: OBSIDIANA (vidrio volcánico de color oscuro) y la PUMITA (rocas con textura vesicular de color claro)
- Hipocristalin o hipohialina: rocas con cantidades variables de vidrio y cristales

Las rocas lávicas en las que se observan fenocristales se clasifican con la siguiente tabla en función del contenido en esos fenocristales:

	Basalto	Andesita basáltica	Andesita	Dacita	Traquita	Riolita	Fonolita
Olivino							
Piroxeno							
Anfíbol							
Biotita							
Plagioclasa							
Fto. Alcalino							
Cuarzo							
Feldespatoide							
Ox. Fe-Ti							

Muy común

Frecuente

Raro / ausente

Cuando los fenocristales están ausentes la clasificación de "visu" de la roca volcánica es difícil de realizar y se necesitarían realizar láminas delgadas para realizar un estudio microscópico de las mismas.

-B- Rocas volcánicas volcanoclásticas (rocas fragmentales): dentro de este grupo podemos distinguir a su vez:

- Rocas PIROCLÁSTICAS: compuestas por materiales fragmentados (piroclastos) durante una actividad volcánica explosiva. Estos fragmentos piroclásticos pueden ser clasificados por el tipo de material (fragmentos de lava reciente, que puede estar o no vesiculada, cristales individuales que resultan de la ruptura de magmas porfídicos parcialmente cristalizados o fragmentos líticos que incluyen cualquier roca previa, generalmente volcánica) o por su tamaño de grano como puede verse en la tabla inferior.
- Rocas EPICLÁSTICAS: originadas por el redepósito de rocas volcánicas previas (muestran estructuras sedimentarias y se clasificas como éstas)

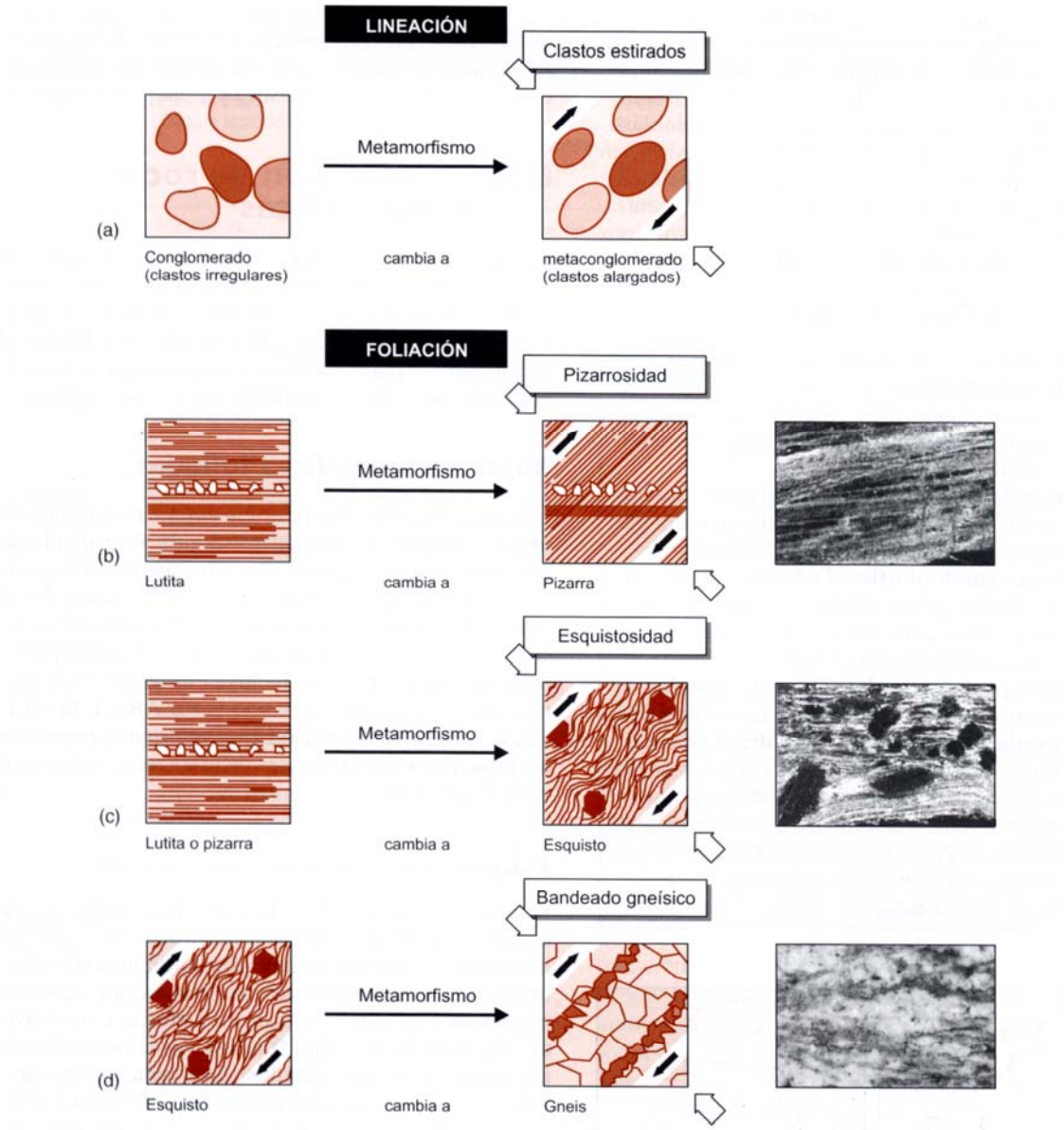
Clasificación granulométrica de depósitos, rocas piroclásticas, tufitas y rocas epiclásticas. Basado en Schmid (1981).

Tamaño de grano	Piroclasto	TEFRAS (dep. no cons.)	ROCAS PIROCLASTICAS (Pir. > 75%)	TUFITAS (Pir. 75 - 25%)	ROCAS EPICLASTICAS (Pir. < 25%)
	Bloques (ang.) Bombas (redond.)	Aglomerado Capa de bloques TEFRA de bloques/bombas	Aglomerado (redondeados) Brecha piroclástica (ang.)	Conglomerado tufáceo Brecha tufácea	Conglomerado Brecha
64 mm					
	Lapilli	Lámina o capa de lapilli TEFRA de lapilli	TUFF de lapilli (lapillistone)		
2 mm					
	Ceniza gruesa	Ceniza gruesa	TUFF de ceniza gruesa	Arenisca tufácea	Arenisca
1/16 mm					
				Limolita tufácea	Limolita
1/256 mm	Ceniza fina (polvo)	Ceniza fina (polvo)	TUFF de ceniza fina (Tuff de polvo)	Arcillita tufácea	Arcillita

RECONOCIMIENTO MACROSCÓPICO DE ROCAS METAMÓRFICAS

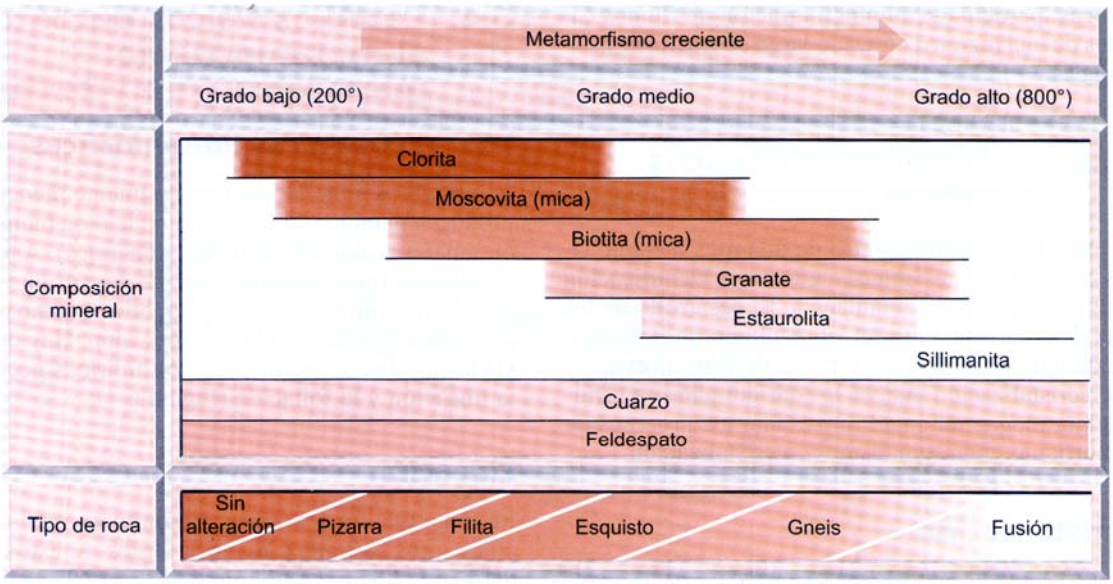
Al contrario que para las rocas ígneas que existe una nomenclatura internacional aceptada por toda la comunidad científica, en las rocas metamórficas se utilizan diferentes criterios para denominarlas. Así en función del criterio que utilicemos encontramos diferentes nomenclaturas de las rocas metamórficas:

-1- TEXTURA DE LA ROCA: es el criterio más importante para denominar a una rocas metamórfica. Indican se estas rocas poseen una fábrica orientada o no y la escala a la que se desarrolló. Aunque las orientaciones preferenciales de minerales se desarrollan mejor en pelitas y semipelitas, se pueden formar en un amplio rango de tipos de rocas si la deformación ha sido lo suficientemente intensa. En las rocas que han sufrido **Metamorfismo Regional**, las micas se disponen según una orientación preferente alineadas perpendicularmente a la dirección de máxima compresión, lo que origina una **fábrica planar o FOLIACIÓN.** Esta es la características mas representativa de la mayor parte de las rocas metamórficas y por la que vamos a distinguirlas con facilidad del resto de rocas.



Microestructuras metamórficas. Las flechas negras indican esfuerzos de cizalla, las blancas, esfuerzos compresivos.

Los nombres usados para las fábricas planares dependen del tamaño de grano y la apariencia global de la roca. La deformación y metamorfismo de sedimentos detríticos con arcilla da lugar a la siguiente secuencia de rocas con fábricas características:



Pizarra: roca fuertemente foliada, en la que los planos de foliación (pizarrosidad) se desarrollan de forma muy penetrativa debido a la orientación de los granos de filosilicatos. Estos granos son muy finos como para poder ser observados a simple vista y las rocas tienen una apariencia mate sobre las superficies de foliación

Filita: roca similar a la pizarra, pero los granos de filosilicatos son ligeramente más gruesos y algunas veces son perceptibles en muestras de mano. Dan una apariencia sedosa sobre las superficies de foliación (brillo satinado). Comúnmente las superficies de foliación no son tan planares como en las pizarras

Esquisto: roca caracterizada por alineaciones paralelas de granos moderadamente gruesos, comúnmente distinguidos a simple vista. Este tipo de fábrica es conocida como *esquistosidad* y donde la deformación ha sido bastante intensa puede estar desarrollada por otros minerales, tales como hornblenda

Gneis: roca de tamaño de grano más grueso (varios milímetros) que muestra también algún tipo de fábrica planar, como esquistosidad o bandeado composicional (bandeado gneísico: capas cuarzo-feldespáticas que se segregan de capas máficas o más micáceas).

Los límites entre estos cuatro tipos de rocas son gradacionales.

-2- NATURALEZA DEL MATERIAL ORIGINAL: los nombres en función del material original pueden ser muy generales (ej. metasedimentos) o más específicos (ej. Metagrauvaca). Algunos de los nombres más comunes y sus formas adjetivas se dan en la siguiente tabla:

Material original	**Tipo de roca metamórfica**
Sedimento rico en arcilla o arcilloso	Pelita / pelítico
Sedimento rico en arena o arenoso	Samita / samítico o cuarzofeldespática
Sedimento mezcla de arcilla y arena	Semipelita
Sedimento arenoso (cuarzo)	Cuarcita
Marga	Calcosilicato / calcáreo
Caliza	Mármol
Basalto	Metabasita / máfico

-3- MINERALOGÍA METAMÓRIFCA: los minerales metamórficos significativos pueden ser utilizados como calificadores de rocas metamórficas (ej. mármol con forsterita). Hay dos posibilidades de utilización:

- los minerales pueden ser enunciados en orden de abundancia, lo que pone de manifiesto la composición modal de la roca (ej. micaesquisto con granate-sillimanita)
- los nombre de los minerales pueden ser enunciados cuando aparece algún **mineral índice** para poner de manifiesto las condiciones del metamorfismo (ej. gneis con distena)

Se denominan PORFIDOBLASTOS a los granos que son de mayor tamaño que la matriz (ej. los cristales de estaurolita en los esquistos)

-4- NOMBRES ESPECIALES:
- Corneana: rocas producida en el metamorfismo de contacto en ausencia de deformación, dando lugar a una fábrica aleatoria de granos intercrecidos que produce una roca muy dura

- Anfibolita: roca verde oscura esencialmente biminerálica compuesta de hornblenda y plagioclasa con un amplio rango de minerales accesorios.

Serpentinita: roca verdosa compuesta fundamentalmente por serpentina. Esta roca se forma por hidratación de peridotitas

Eclogita: metabasita compuesta por granate y clinopiroxeno sin plagioclasa

Granulita: roca caracterizada por una textura equidimensional, cuyos granos poseen límites rectos (poligonales) en todas las especies minerales y una mineralogía indicativa de metamorfismo de muy alta temperatura (feldespatos, piroxenos y anfíboles)

Migmatita: roca “mixta” compuesta por una porción gneísica o esquistosa (melanosoma) mezclada con venas de material cuarzofeldespático aparentemente ígneo (leucosoma). Se generan cuando comienza a fundirse una roca metamórfica en la que lo primero que funde son los minerales claros.

COLECCIÓN DE ROCAS

ROCAS PLUTÓNICAS

RP-1- GRANITO
RP-2- SIENITA
RP-3- DIORITA
RP-4- DIABASA
RP-5- GABRO
RP-6- PERIDOTITA
RP-7- PIROXENITA
RP-8- PEGMATITA
RP-9- PÓRFIDO
RP-10- APLITA

ROCAS VOLCÁNICAS

RV-1- PUMITA
RV-2- BASALTO
RV-3- RIOLITA
RV-4- TRAQUITA
RV-5- ANDESITA
RV-6- OBSIDIANA
RV-7- OFITA
RV-8- DACITA

ROCAS METAMÓRFICAS

RM-1- GNEISS
RM-2- ESQUISTO (MICACITA)
RM-3- MARMOL
RM-4- PIZARRA
RM-5- ECLOGITA
RM-6- CUARCITA
RM-7- ANFIBOLITA
RM-8- SERPENTINITA
RM-9- GRANULITA
RM-10- MIGMATITA

ROCAS SEDIMENTARIAS

RS-1- ALABASTRO
RS-2- CONGLOMERADO (PUDINGA)
RS-3- CONGLOMERADO (BRECHA)
RS-4- ARENISCA (GRAUVACA)
RS-5- ARENISCA
RS-6- LUTITA
RS-7- LUTITA (CAOLÍN)
RS-8- MARGA
RS-9- MUDSTONE (DOLOMICRITA)
RS-10- WACKESTONE (CORALES)
RS-11-BOUNSTONE (TOBA)
RS-12- PACKSTONE (GASTERÓPODOS)
RS-13- CALIZA RECRISTALIZADA (ENCRINITA)
RS-14- BAUXITA
RS-15- LIMONITA
RS-16- GRAINSTONE
RS-17- BOUNDSTONE (CORALES)
RS-18- BOUNDSTONE (ONCOLITOS)

ROCAS ORGÁNICAS

RO-1- ANTRACITA
RO-2- TURBA
RO-3- LIGNITO
RO-4- HULLA

BLOQUE III: FUNDAMENTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA

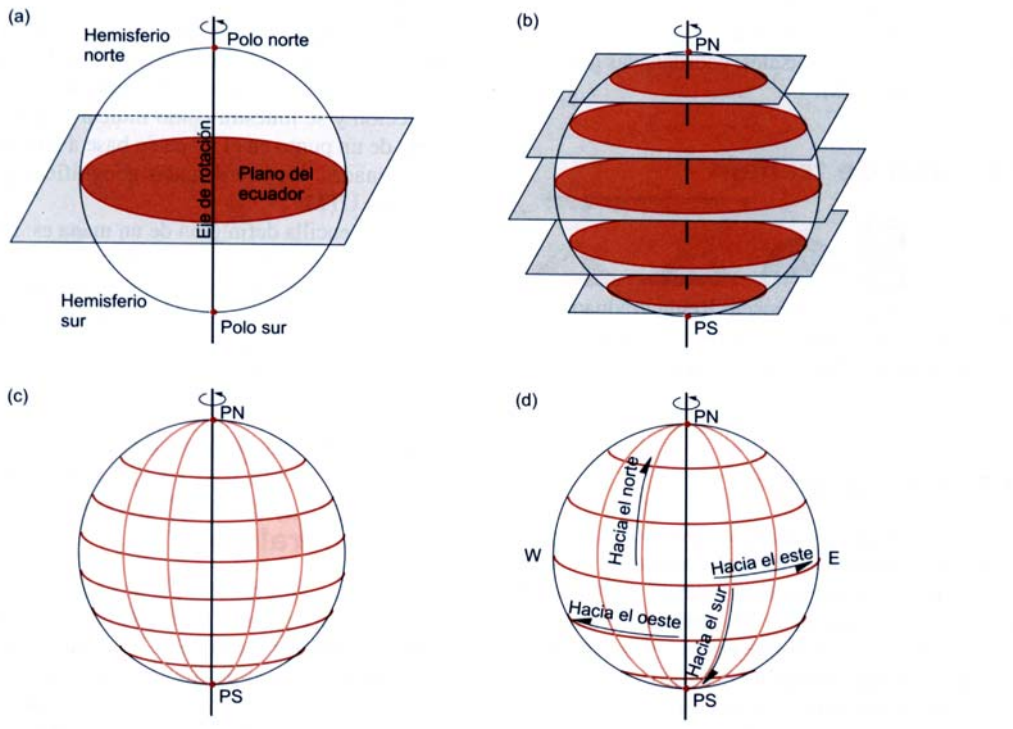
-1- PUNTOS Y LÍNEAS DE REFERENCIA EN LA TIERRA: POLOS, MERIDIANOS Y PARALELOS

La intersección del eje de rotación de la tierra con ésta define dos puntos singulares denominados **polos geográficos**. Al polo desde el que se ve a la estrella Polar se le denomina polo Norte mientras que su opuesto se le denomina polo Sur.

Un plano perpendicular al eje de rotación y situado a igual distancia de los polos nos divide a la tierra en dos mitades iguales denominadas hemisferios (norte o septentrional y sur o meridional). La intersección o área común entre este plano y la esfera terrestre nos define un círculo cuyo borde es una circunferencia denominada ecuador.

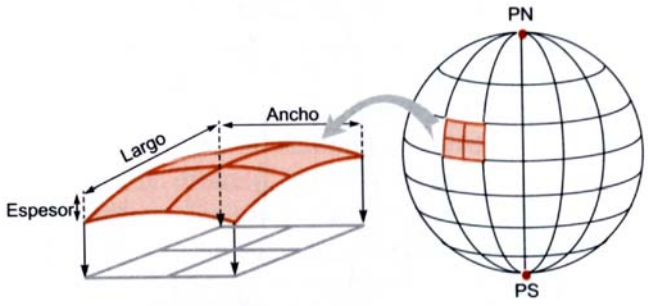
El círculo del Ecuador es el de mayor tamaño que podemos obtener mediante cortes perpendiculares al eje de rotación. Si hacemos intersectar la esfera terrestre con otros planos paralelos al del ecuador se consiguen otros círculos con circunferencias tanto más pequeñas cuanto más nos acercamos a los polos denominadas **Paralelos**.

Si trazamos círculos que pasen por los polos dibujamos lo que se denominan **meridianos** definidos como círculos máximos perpendiculares al plano que delimita el Ecuador.



(a) Representación de los polos, hemisferios y Ecuador. (b) Obtención de los paralelos. (c) Obtención de los meridianos. (d) Sentidos de desplazamiento.

-2- LOS MAPAS: SISTEMAS DE PROYECCIÓN

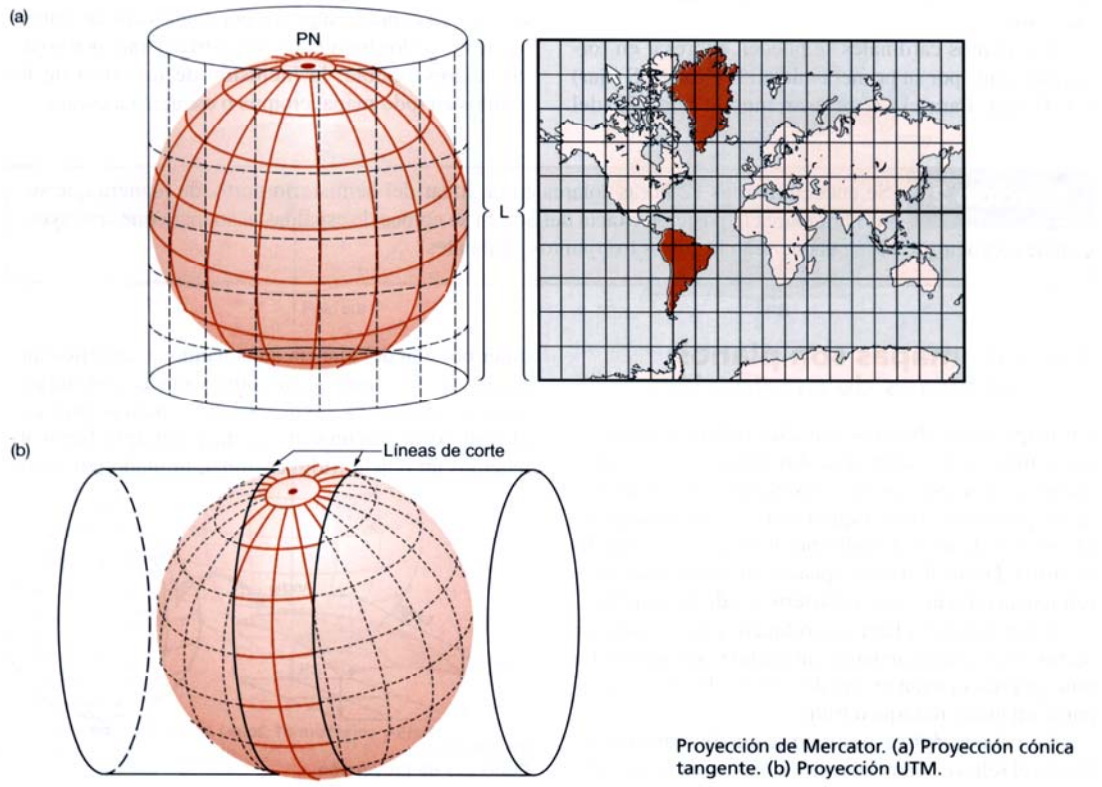


Concepto de proyección.

Un mapa es un objeto de carácter bidimensional mientras que la superficie terrestre es tridimensional y cualquier sector de ésta tiene un largo, un ancho y un espesor. Así para poderla convertir en un plano hace falta algún proceso que nos transforme, con la menor deformación posible, las líneas curvas del objeto tridimensional en líneas bidimensionales sobre un mismo plano. Esta es la función que hacen los sistemas de proyección.

Existen infinidad de sistemas de proyección, aunque ninguno es capaz de aportar una representación de la Tierra en la que no haya una deformación ya sea en superficies, en ángulos o en distancias.

Una de las proyecciones más utilizadas en mapas topográficos es la proyección UTM (Universal Transversa Mercator) en el que los meridianos y paralelos se proyectan sobre la superficie de un cilindro que envuelve la Tierra con el eje paralelo al eje Norte-Sur geográfico. Aquí las superficies se van deformando a medida que nos alejamos del ecuador. Esta proyección es la utilizada actualmente por el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Geográfico del Ejército que son los dos principales organismos que publican mapas topográficos en España.



Proyección de Mercator. (a) Proyección cónica tangente. (b) Proyección UTM.

-3- ESCALAS NUMÉRICAS Y GRÁFICAS EN LOS MAPAS

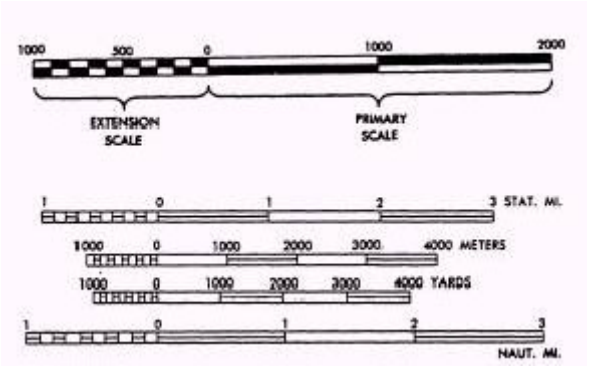
La escala se define como la relación entre una distancia cualquiera medida en el mapa y su equivalente en la realidad.

Las escalas numéricas se expresan como un cociente en el que el numerador siempre vale la unidad y el denominador nos indica la cifra que hay que multiplicar para obtener una distancia real a partir de una medida en el mapa. A Igualdad de un formato o tamaño de un mapa, éste abarca una superficie menor cuanto mayor es la escala, pero los objetos se representan con mayor detalle. Las representaciones cartográficas pueden clasificarse en función de la escala en:

- Planos o cartografías a gran escala, superiores a 1:10.000
- Atlas, cuando se trata de representaciones a muy pequeña escala, menores de 1:1.000.000 con el objeto de representar en un solo mapa grandes extensiones como países o continentes
- Mapas s.s. para los que están comprendidos entre esas dos escalas 1:10.000 y 1:1.000.000

En el lenguaje geológico se utiliza la expresión “trabajo a gran escala” para referirse a un estudio que abarca una gran extensión de terreno, como una cadena montañosa; en cambio, trabajar a pequeña escala es cuando se realiza un estudio muy detallado de una región de tamaño discreto, o bien se recurre a la toma de datos mediante técnicas de detalle como el uso de un microscopio. Sin embargo, se da la paradoja de que en el primer caso se utilizan mapas de pequeña escala, mientras que en el segundo se recurre a representaciones gráficas detalladas, o sea de gran escala.

Por otro lado las escalas gráficas, que suelen aparecer en la parte inferior de los mapas, consisten en una línea recta dividida en segmentos, sobre los límites de los cuales aparecen cifras. La longitud de los segmentos representan las distancias sobre el mapa mientras que los dígitos indican su equivalencia en la realidad.

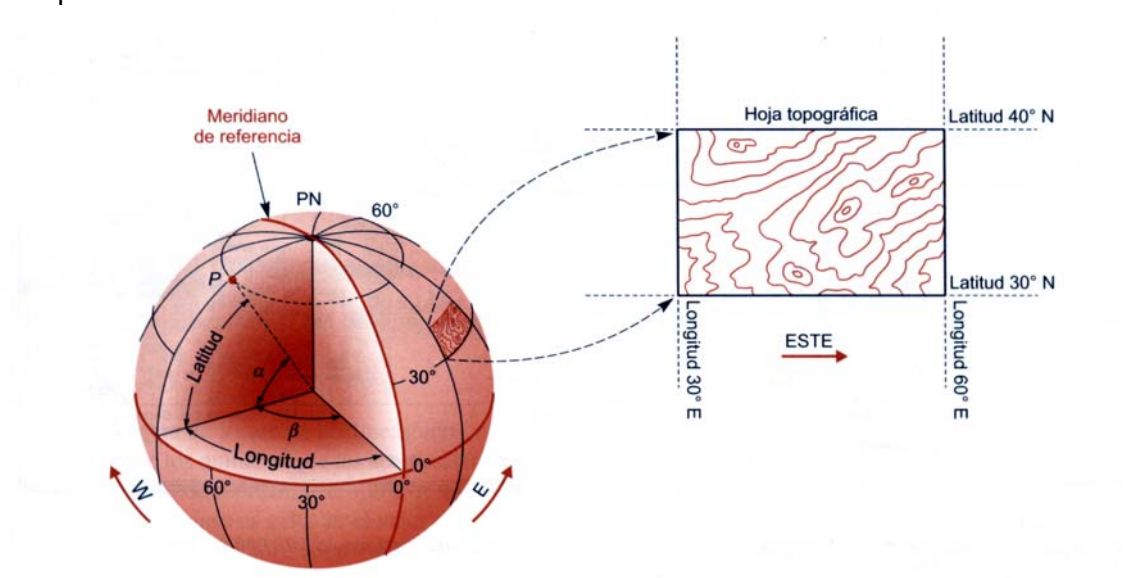


La escala gráfica es un elemento que nunca debería faltar en toda representación cartográfica, croquis, mapa, etc. En las fotografías geológicas de detalle suele aparecer una regla o un objeto de tamaño conocido que cumple la función de una escala. Cuando necesitamos ampliar o reducir un mapa (ej. al fotocopiarlo), si la representación de partida dispone de escala gráfica, ésta se modifica en la misma proporción que en el resto del mapa, permitiendo conocer directamente la escala numérica del nuevo mapa obtenido tras la reducción o ampliación.

-4- SITUACIÓN DE PUNTOS SOBRE EL MAPA: COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Las coordenadas geográficas son el sistema más general para referenciar un punto sobre el globo terráqueo. Se basan en la medida de la latitud y longitud, expresadas en forma ángulos, realizadas sobre los círculos que trazan los meridianos y paralelos.

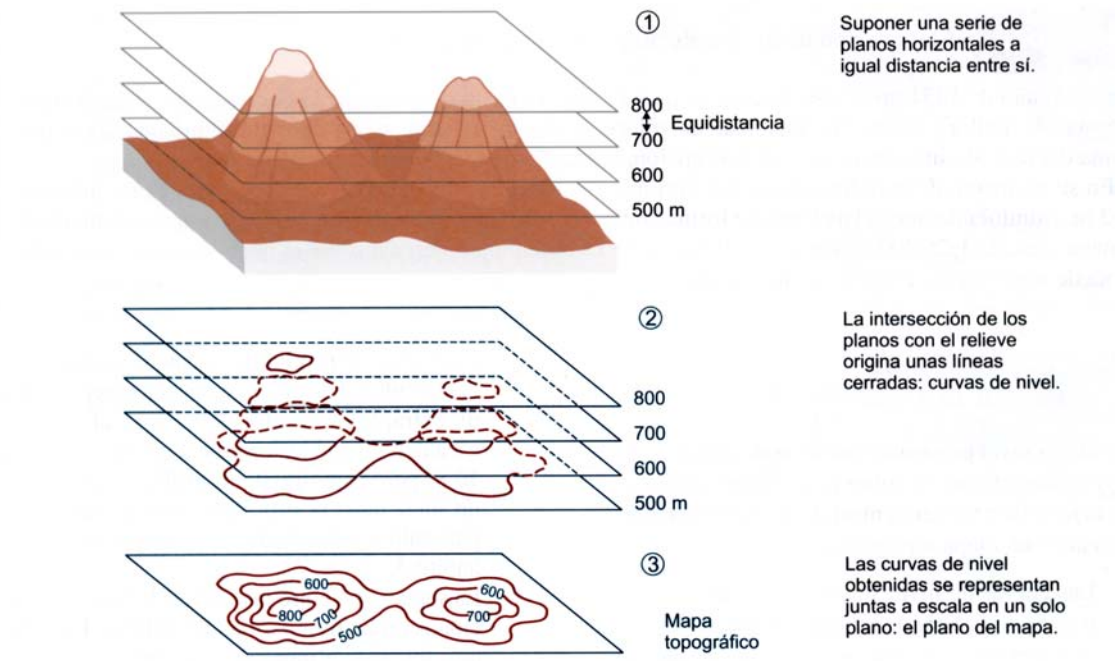
La **latitud** se define como la distancia de un punto al Ecuador expresada en unidades sexagesimales. Como la latitud se puede medir desde el ecuador hacia cada uno de los polos, hay que añadir un signo cardinal al valor angular (N o S). Indicar la latitud de un punto es equivalente a fijar en qué paralelo se sitúa. Para localizar en que punto del paralelo se encuentra un punto determinado se indica el meridiano que corta al paralelo en el punto o, lo que es equivalente, la coordenada geográfica de **longitud.**
La longitud se define como la distancia de un punto a un meridiano de referencia expresada en unidades sexagesimales. El meridiano de referencia es el de Greenwich (Londres). La longitud puede medirse desde el meridiano de referencia hacia el oeste o hacia el este, con lo que el valor completo de la longitud de un punto debe ir acompañado de las letras E o W.



Las coordenadas geográficas en la hoja de un mapa topográfico.

-5- SISTEMA DE REPRESENTAR EL RELIEVE EN EL MAPA TOPOGRÁFICO: CURVAS DE NIVEL

Las curvas de nivel son líneas sobre el mapa que señalan puntos de igual altitud. También se pueden definir como el lugar geométrico de los puntos de igual altura sobre el nivel del mar. Se obtienen por la intersección con el relieve de planos horizontales y separados entre si un mismo intervalo de altitud; este intervalo es constante a la hora de representar las curva se le denomina equidistancia. La proyección de esos cortes con la superficie del terreno sobre un plano constituye el mapa topográfico.



Obtención de las curvas de nivel.

Existen dos tipos de curvas de nivel:

- Curvas maestras: se las reconoce porque aparecen con un grosor mayor junto con unas cifras que indican el valor de su altitud
- Curvas auxiliares o simplemente curvas de nivel: aparecen con un trazado más fino y sin número que indique su cota.

Las curvas auxiliares se suelen disponer en grupos de cuatro entre dos curvas de nivel maestras de distinta altitud.

La equidistancia de las curvas está en función de la escala del mapa. Una equidistancia demasiado grande supone una pérdida de información sobre el relieve, pero equidistancias demasiado reducidas pueden llevar a un empaste de las curvas dificultando la visualización del mapa. Los valores que se utilizan habitualmente son los siguientes

ESCALA DEL MAPA	EQUIDISTANCIA (metros)
1:5.000	2 o 5
1:10.000	5
1:25.000	10
1:50.000	20
1:100.000	50
1:200.000, 1:250.000	100
1:400.000	200
1:800.000	500

Las curvas de nivel presentan una serie de características cuyo conocimiento es clave a la hora de conocer la morfología del terreno representada en un mapa topográfico

- Las curvas de nivel son siempre líneas cerradas. Si en la hoja del mapa no se cierran ya lo harán en la vecina
- Las curvas de nivel no se cortan, ya que esto significaría que en el punto de corte nos encontramos a dos alturas distintas
- Las curvas de nivel no se bifurcan
- La separación entre las curvas de nivel se relaciona con la irregularidad del relieve. En terrenos abruptos o montañosos aparecen muy juntas, mientras que en paisajes planos aparecen distanciadas
- Una curva de nivel engloba o incluye a la inmediata de mayor cota

-6- NOMENCLATURA, SIGNOS Y TRAMAS EN LOS MAPA TOPOGRÁFICOS

La cartografía topográfica a mayor escala que cubre todo nuestro país es la 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional (MTN). Este MTN se edita en hojas con un formato rectangular externo de 57 por 36 cm que en planta representa unos 500 Km^2. Como la superficie de España es de unos 500.000 Km^2 el MTN a escala 1:50.000 comprende 1.078 hojas.

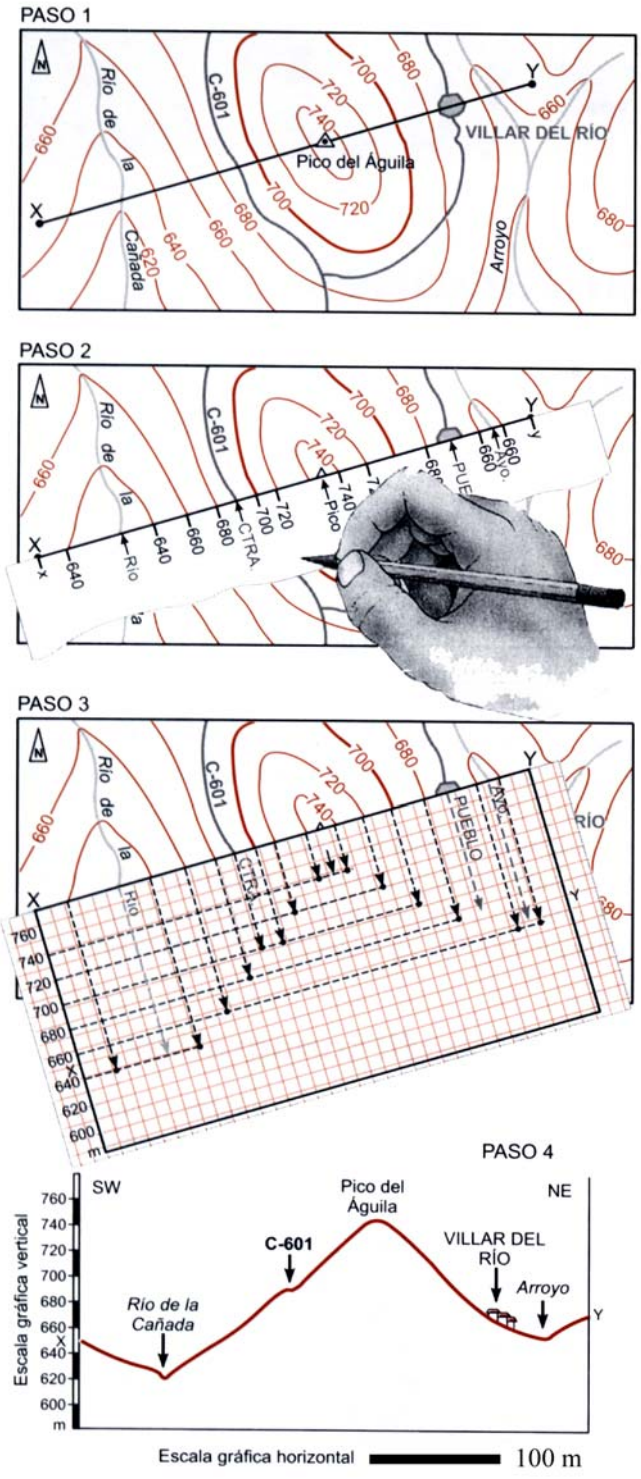
Los mapas topográficos reciben un nombre, normalmente de la localidad más importante que aparece en la hoja. Además los mapas tienen una doble numeración, una primera de dos cifras separadas por un guión (ej. 12-35) que indican fila y columna en un sistema matricial y otra numeración de una sola cifra dando el 1 a la hoja situada en la esquina más noroccidental de la matriz, el 2 a la siguiente en la fila y así hasta finalizar ésta. Al acabar una fila el siguiente número se asigna a la hoja más occidental de la siguiente fila inferior.

Además de la representación del relieve, en los mapas topográficos se recurre a una leyenda de signos, líneas, rellenos de colores y tramas que representan o simbolizan elementos del paisaje. Los signos se utilizan para indicar la posición de elementos de carácter puntual como un edificio aislado, un estanque o un puente. Líneas de diferentes colores y formas indican el trazado de vías de comunicación y límites administrativos. Las tramas son dibujos que se repiten de forma sistemática sobre una zona concreta del mapa, indicando que se encuentra cubierta por un tipo de vegetación, de cultivo o bien un tipo de forma del paisaje como dunas, barras de arena en ríos, etc. El significado de los signos, líneas y tramas en principio aparece indicado en la leyenda situada en alguno de los bordes del mapa.

-7- EL PERFIL O CORTE TOPOGRÁFICO

El perfil topográfico consiste en una representación a escala de las altitudes, siguiendo una línea concreta de un mapa. El perfil nos muestra en un gráfico bidimensional cuál es la forma del relieve siguiendo una dirección determinada. La palabra “corte” nos indica que vemos la morfología que se obtendría si, hipotéticamente, pudiésemos cortar verticalmente la superficie del terreno con un cuchillo.

Para realizar un perfil o corte se procede de acuerdo con los siguientes pasos:



Etapas para la realización de un perfil topográfico.

Paso 1: marcar sobre el mapa los dos puntos (X e Y) que señalan los extremos del perfil y trazar la línea que los une.

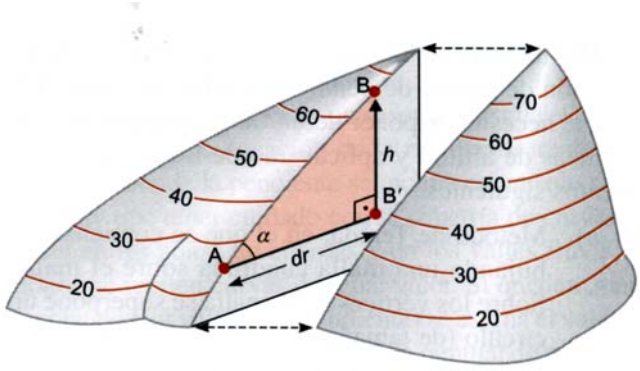
Paso 2: coloca una hoja de papel milimetrado con el borde sobre la traza del perfil. Si tu hoja tiene un reborde blanco dóblala de manera que puedas apoyar la zona milimetrada sobre la línea que dibujaste en el paso anterior (el papel milimetrado debe quedar como se ve en el paso 3). Marca sobre el papel la posición de los puntos X e Y (conviene que X coincida con una de las líneas más gruesas del papel milimetrado) y a continuación, marca la intersección de las curvas con el borde del papel. Además de las marcas de intersección es conveniente anotar el valor de altitud de las curvas (con las maestras es suficiente).

Paso 3: perpendicularmente al extremo X del perfil se dibuja una escala gráfica, denominada vertical por que nos servirá para representar las altitudes. Esta escala deber ser la misma que la horizontal que aparece en el mapa porque si variamos las escalas el perfil las pendientes que obtengamos no serán las reales sino que aparecerán aumentadas o disminuidas.

A continuación se sigue la línea vertical sobre la que cae cada una de las marcas de las curvas de nivel, hasta que coincida con la línea horizontal a la que corresponde su altitud (pero no se dibujan), y en la intersección de ambas se marca un punto. La escala horizontal de comprender los puntos de máxima y mínima altitud a lo largo del perfil, para lo cual, antes de construirla hay que mirar las curvas que cortan por la dirección del perfil.

Paso 4: enlazar todos los puntos anteriores con una línea continua de curvatura suave a mano alzada, los puntos no deben unirse con una regla ya que el aspecto del corte sería muy abrupto y no refleja la superficie real del terreno. Este perfil topográfico está a escala tanto para las distancias horizontales como para las verticales.

-8- CÁLCULO DE LA PENDIENTE DEL TERRENO



$h = \overline{BB'}$ = Cota B − Cota A = 65 − 25 m

$dr = \overline{AB'} \Rightarrow dr$ = distancia AB en el mapa × denominador de la escala

$\text{tg}\ \alpha = \frac{h}{dr} \Rightarrow \alpha = \text{arctg}\ \frac{h}{dr}$

Elementos para el cálculo de la pendiente entre dos puntos A y B.

La pendiente se define como la inclinación que tiene el terreno con respecto a un plano horizontal. Puede expresarse en forma de ángulo aunque es más corriente su expresión como porcentaje.

Para calcular una pendiente hay que conocer dos variables:

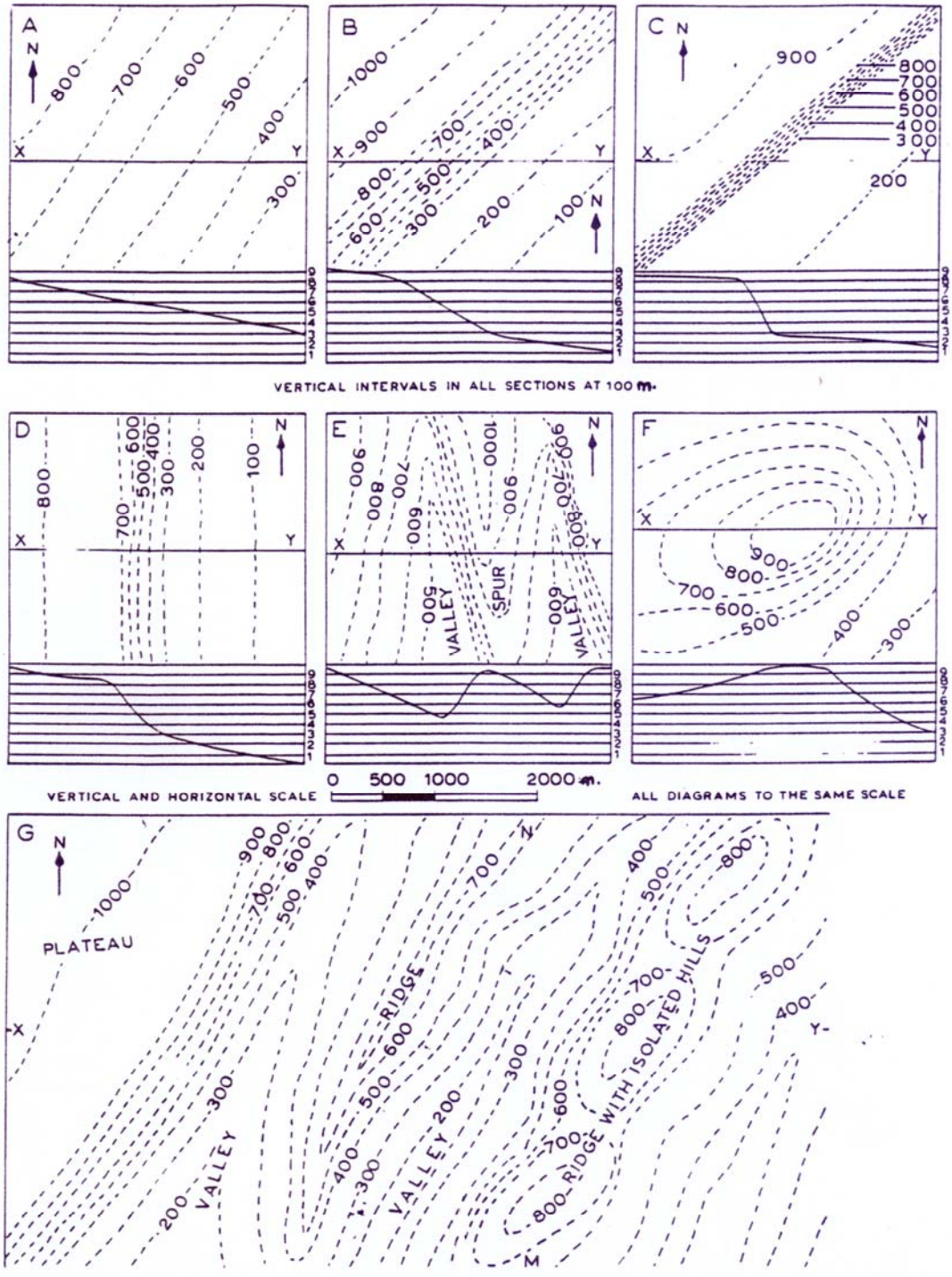
- la distancia real entre los dos puntos, medida con una regla y convertida a distancia real multiplicando por el denominador de la escala.
- La diferencia de cota entre los dos puntos, restando las altitudes.

En el esquema de arriba se indica como calcular el ángulo de la pendiente entre los puntos A y B. Si en vez de expresar el valor de la pendiente en unidades angulares se quiere conocerla en porcentaje, el cálculo se realiza mediante la siguiente regla de tres:

Pendiente (%) ----------h
100 (%) ----------dr

De manera que la Pendiente (%) = (h/dr) x 100

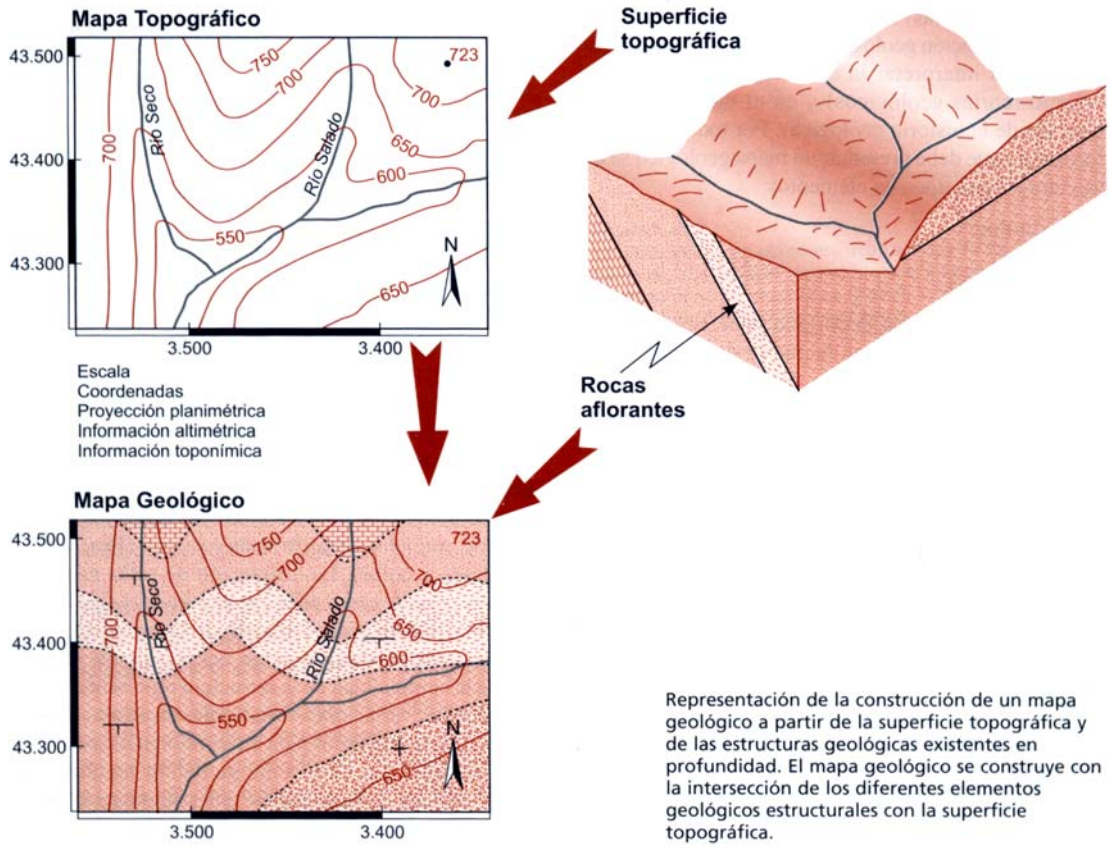
Realizar el corte topográfico desde X a Y y desde M a N



BLOQUE IV: MAPAS Y CORTES GEOLÓGICOS

-1- INTRODUCCIÓN

Un mapa geológico es la representación en dos dimensiones de la intersección de los diferentes elementos geológicos con la superficies terrestre. Por lo tanto, un mapa geológico debe presentar dos tipos de información: la información topográfica y la información geológica.



Representación de la construcción de un mapa geológico a partir de la superficie topográfica y de las estructuras geológicas existentes en profundidad. El mapa geológico se construye con la intersección de los diferentes elementos geológicos estructurales con la superficie topográfica.

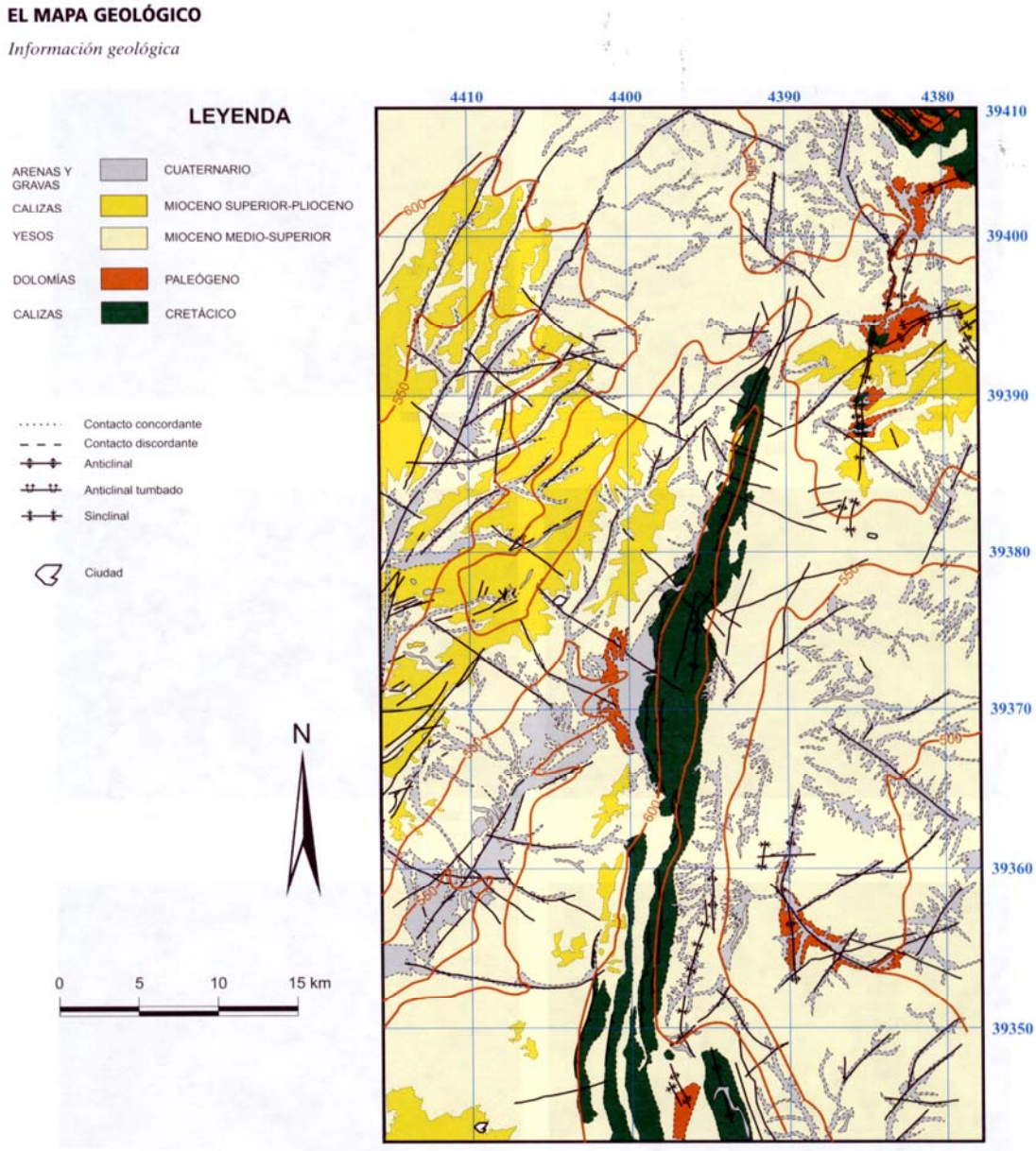
La base de un mapa geológico siempre debe ser un mapa topográfico; por lo tanto, las proyecciones, escalas y coordenadas utilizadas en los mapas geológicos son las mismas que se utilizan en los mapas topográficos.

Los elementos geológicos normalmente son volúmenes (un estrato o capa) o planos (contactos entre materiales, fallas). Al representar la intersección de estos elementos sobre un plano (superficie topográfica), estos elementos quedan definidos bien por superficies (capas), o bien por líneas (por ejemplo, fallas).

La información geológica presente en un mapa debe permitirnos interpretar la estructura geológica en el espacio (cortes geológicos) y en el tiempo (reconstrucción de la historia geológica). Así, la información que debe presentar un mapa geológico se estructura en tres tipos de elementos:

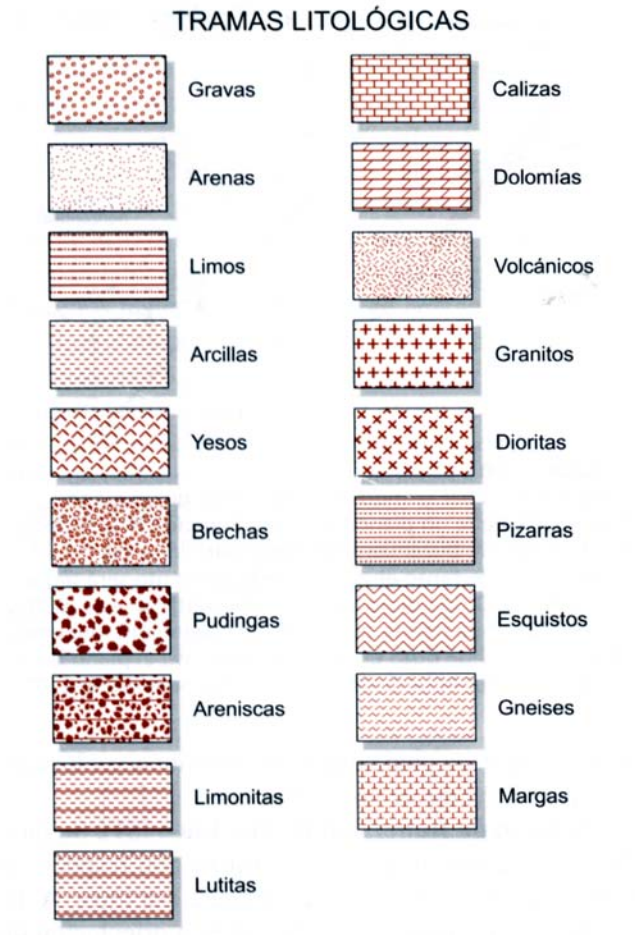
- Litología
- Edad
- Estructura

Además, un mapa geológico debe acompañarse siempre de una leyenda en la que se defina la correspondencia entre los símbolos, tramas y colores utilizados, y los diferentes elementos geológicos que representan.



Ejemplo de un mapa geológico en el que se muestran los diferentes elementos que lo componen y complementan.

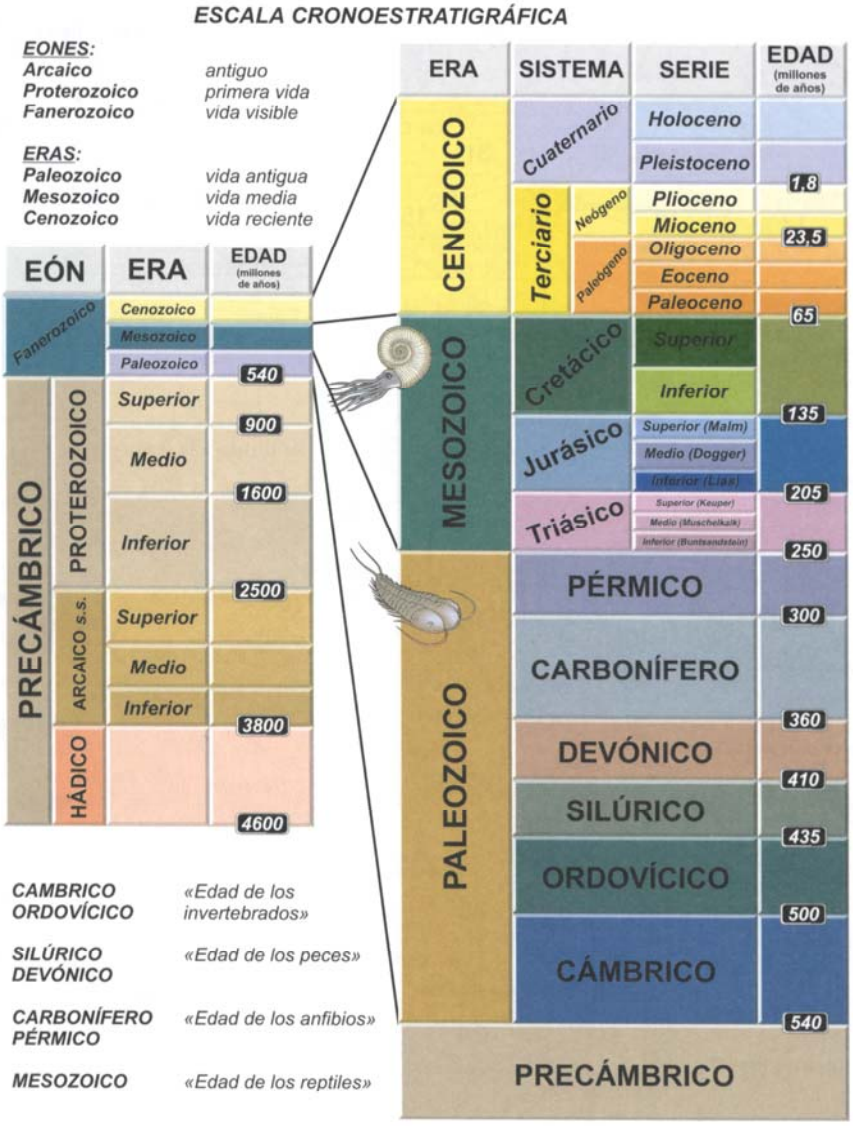
En muchos casos un mapa geológico presenta una columna cronoestratigráfica en la que se representan las litologías, edades y relaciones de yacencia de cada una de las unidades litoestratigráficas definidas. En la mayoría de los casos también se acompaña de una serie de cortes geológicos que permiten interpretar la estructura.



Tramas más comunes utilizadas en la representación de litologías en los mapas y cortes geológicos. Estas tramas son orientativas y en cada mapa geológico deben incluirse en la leyenda.

Las capas o estratos en un mapa geológico aparecen representados como superficies. Para representar las diferentes litologías se suelen rellenar esas superficies con tramas que pueden variar de un mapa a otro, por lo que deben aparecer en la leyenda.

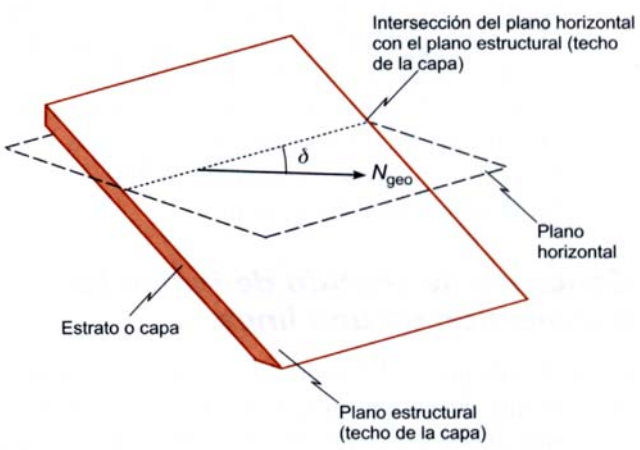
Las edades de los materiales suelen representarse mediante tonos de colores. Existe un cierto acuerdo para usar una serie de colores específicos que hacen referencia a los diferentes periodos geológicos.



Escala cronoestratigráfica en la que se muestran los diferentes colores que suelen ser utilizados para determinar la edad de un material. Estos colores pueden variar en función del país o de la serie cartográfica.

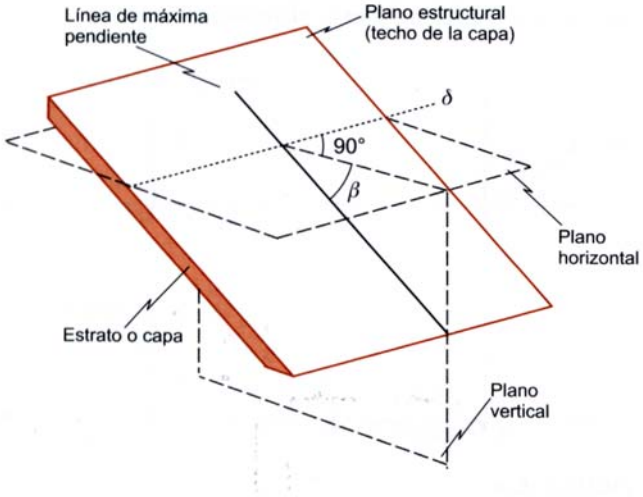
-2- CONCEPTO DE DIRECCIÓN, BUZAMIENTO Y SENTIDO DE BUZAMIENTO DE UN PLANO

Para situar la posición de un plano en el espacio necesitamos conocer su “dirección” y “buzamiento”. Mediante planos vamos a representar una gran cantidad de estructuras geológicas como planos de estratos, fallas etc.



La dirección de un plano estructural (δ) (en este caso el techo de una capa) se define como el ángulo que forma con respecto al norte geográfico (Ngeo), la línea de intersección de un plano horizontal con el plano estructural.

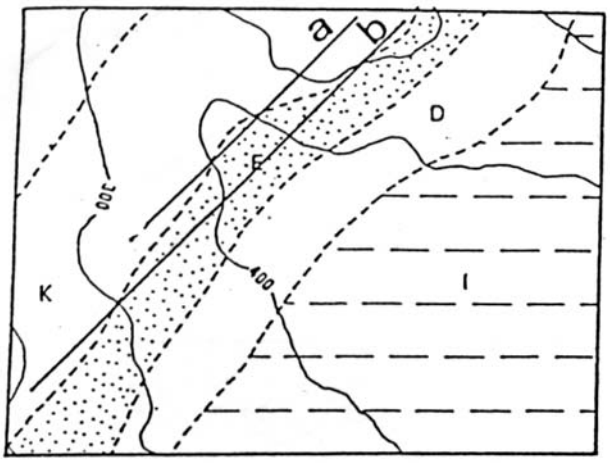
- Dirección de un plano (δ): es el ángulo que forma con el norte geográfico la intersección del plano estructural con un plano horizontal. El valor de la dirección se suele dar de 0º a 90º, añadiendo se ese ángulo con respecto al norte es hacia el oeste o hacia el este.



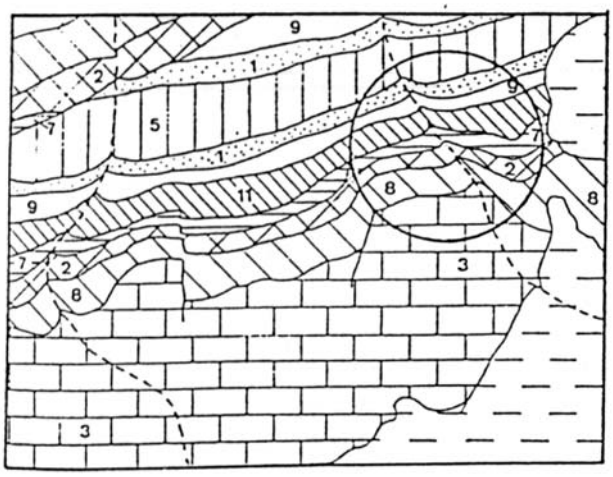
El buzamiento de un plano se puede definir como el ángulo que forma la línea de máxima pendiente contenida en ese plano con respecto a un plano horizontal (el valor del buzamiento se mide de 0 a 90º).

- Buzamiento de un plano (β):es el ángulo que forma la línea de máxima pendiente contenida en dicho plano con respecto a la horizontal. La línea de máxima pendiente en un plano es siempre perpendicular a la dirección del mismo. El valor del buzamiento varía entre 0º y 90º.

-3- DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE UNA CAPA EN UN MAPA GEOLÓGICO

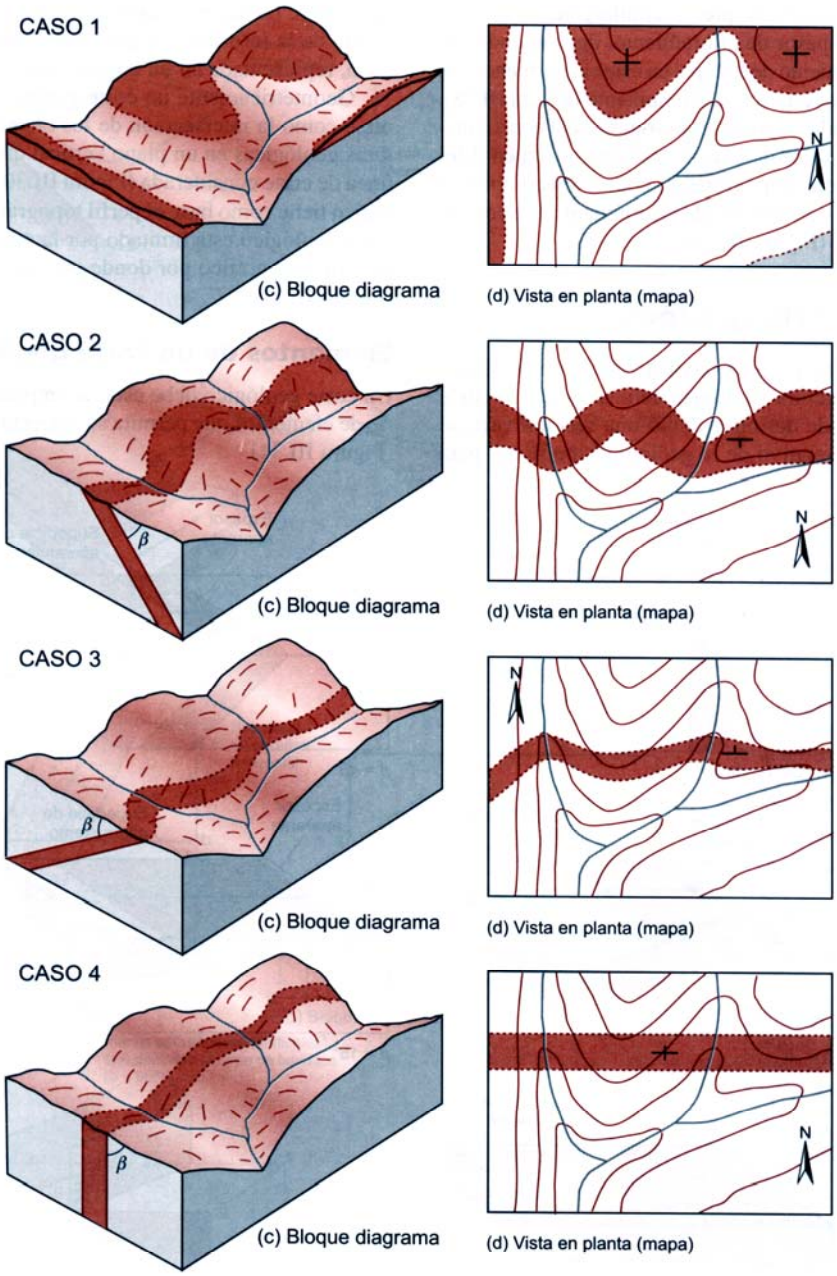


La dirección se determina uniendo puntos de igual cota, es decir, buscando dos puntos de intersección de la superficie problema con una misma curva de nivel. En el ejemplo de la derecha la línea “a” es el resultado de unir los puntos de intersección de la curva de nivel 400 con el plano que limita el estrato K del E. La línea “b” es la horizontal del mismo plano, pero a cota 300. Así la dirección de la capa resulta de medir el ángulo de la línea “a” o “b” con el norte geográfico. El sentido de buzamiento se determina a partir de dos direcciones, en nuestro caso la línea “a” está a cota 400 y la “b” a cota 300, luego el estrato buza hacia el SE.



Una forma más rápida de determinar la dirección y buzamiento de una capa es mediante la “REGLA DE LAS UVES”. Según esta regla la intersección de un plano con un valle forma un V cuyo vértice apunta hacia el sentido de buzamiento

En el siguiente esquema podemos observar una representación tridimensional de la regla de las uves con los cuatro casos más comunes en bloque diagrama y mapa geológico

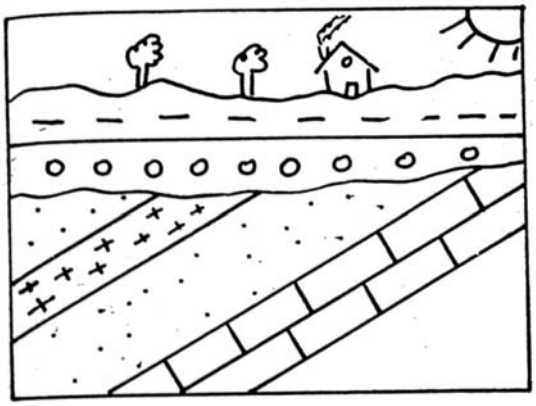


Esquemas de los cuatro casos más comunes de la regla de la «V», en bloque diagrama y una vista del mapa geológico correspondiente (vista en planta). Caso 1 (capas horizontales), caso 2 (capas buzando aguas arriba del valle), caso 3 (capas verticales) y caso 4 (capas buzando aguas abajo del valle).

-4-IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DISCORDANTES EN MAPAS GEOLÓGICOS

Los elementos discordantes se caracterizan por la falta de conformidad entre distintos estratos encontrándose en serie suprayacente o discordante sobre una serie infrayacente.

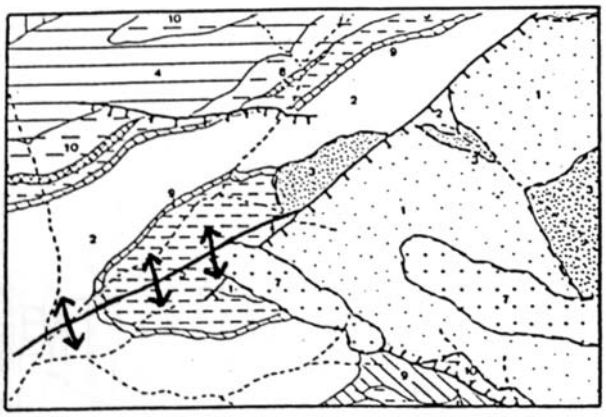
El elemento discordante se caracteriza por estar situado indistintamente encima de varios elementos distintos. En el ejemplo de abajo el material 4 se encuentra sobre y "tapando" a los materiales 8, 2, 7, 11, 9, 1 y 5. El material 4 es discordante sobre la serie infrayacente.



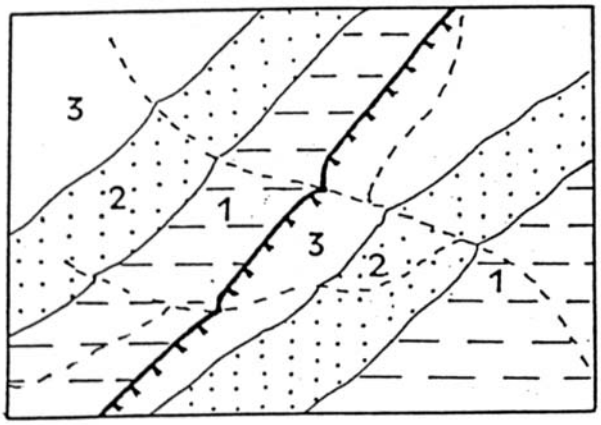


-5-IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN LOS MAPAS GEOLÓGICOS

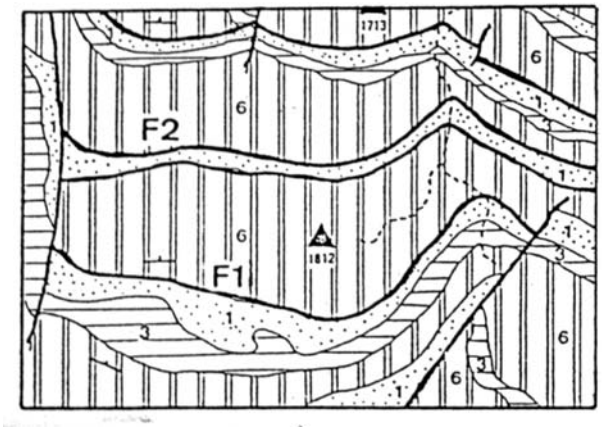
Las fallas se pueden detectar cartográficamente de varias formas:



- Discontinuidades en las estructuras: en el ejemplo de la derecha el pliegue formado por los materiales 5,9,2 etc, está bruscamente cortado por una línea que lo pone en contacto con el material 1, esto indica que esa línea marca la presencia de una falla.

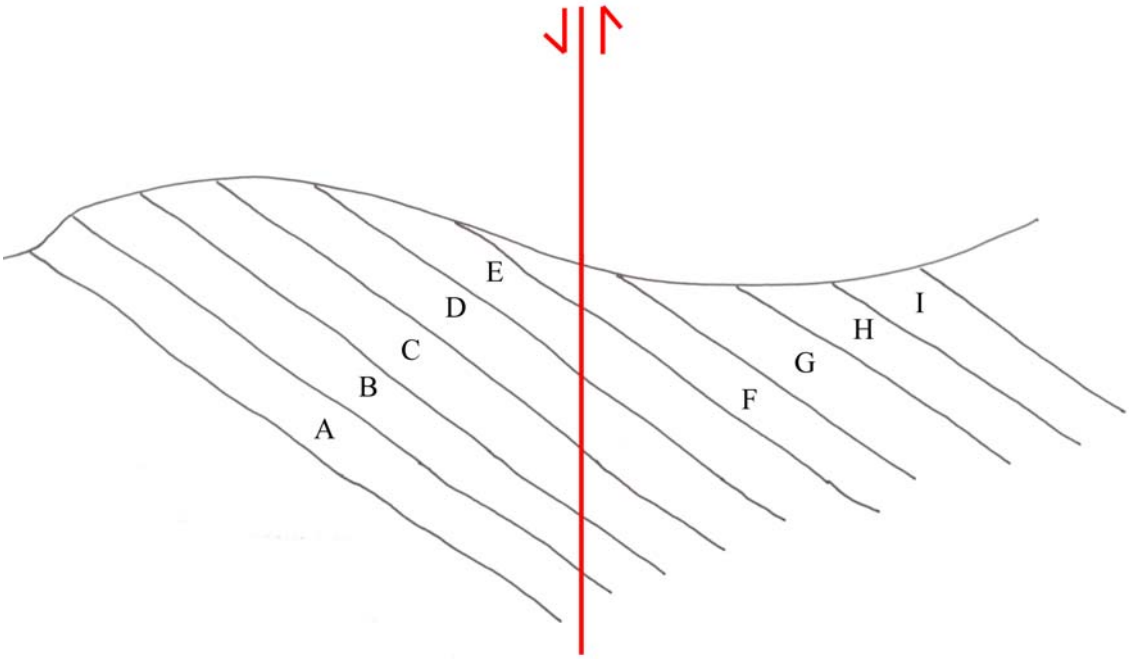


- Repeticiones de estratos: en el ejemplo de la derecha de sur a norte se ve una repetición no simétrica de estratos 1, 2, 3, 1, 2, 3. El contacto del estrato 3 con el 1 no puede ser normal por lo que se trata de una falla.

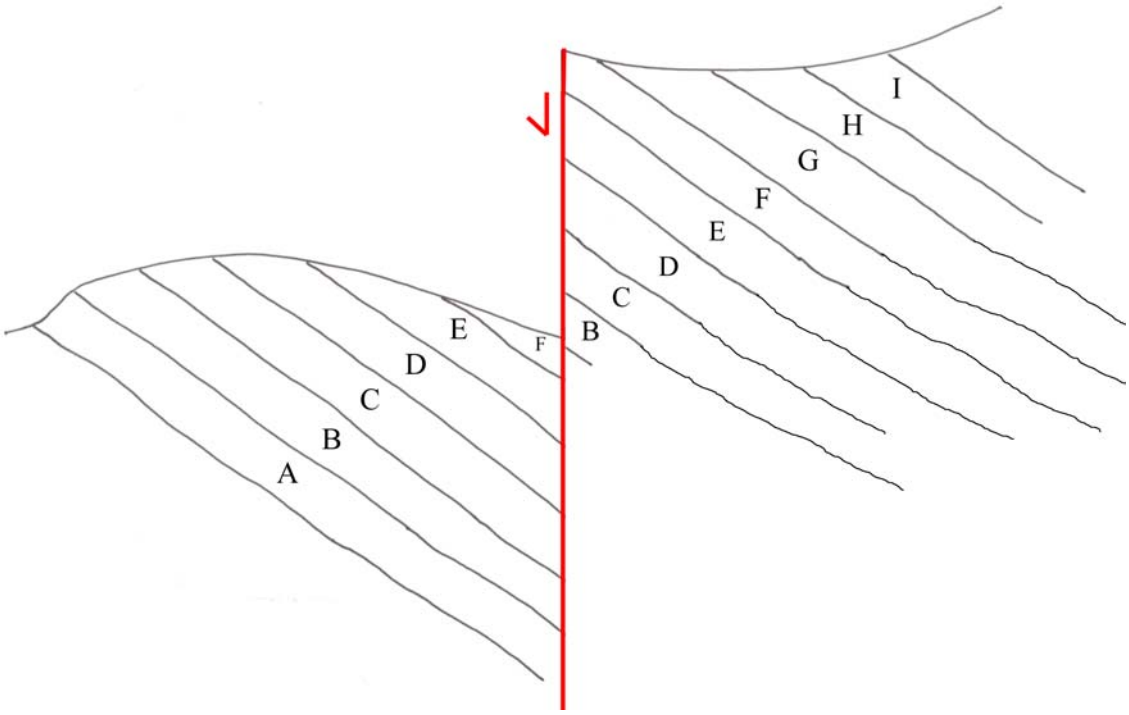


- Omisión de estratos: en el ejemplo de la derecha el material más antiguo es el 6 seguido del 3 y del 1. El contacto F2 es una falla porque se omite el estrato 3. El contacto F1 es una falla por la misma razón.

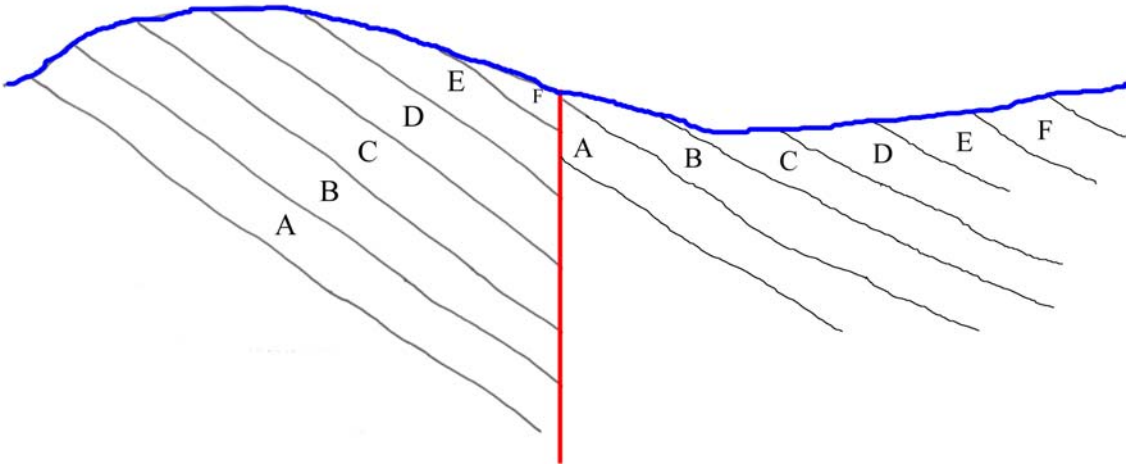
Estas relaciones son difíciles de visualizar sin un corte geológico, en los siguientes gráficos vamos a representar como actúa una falla para producir una repetición no simétrica de estratos con omisión de alguno de ellos.



En el esquema de arriba tenemos una serie de estratos concordantes plegados denominados con letras desde la A hasta la I. Esta serie de estratos se ve afectada por una falla (en rojo) que mueve el bloque de la derecha hacia arriba con respecto al bloque de la izquierda. Una vez efectuado el movimiento la nueva situación quedaría representada en el bloque de abajo:



Después de esta situación la erosión afectaría el bloque de la derecha erosionándolo hasta alcanzar un perfil como el de la siguiente figura:

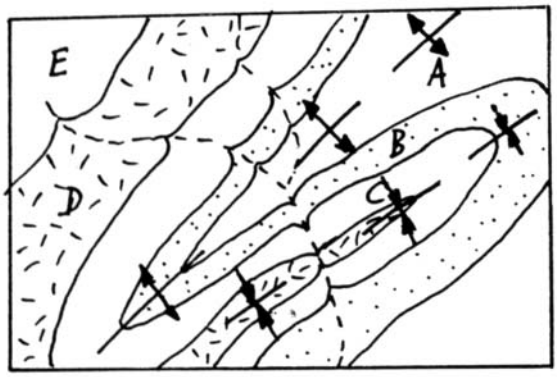


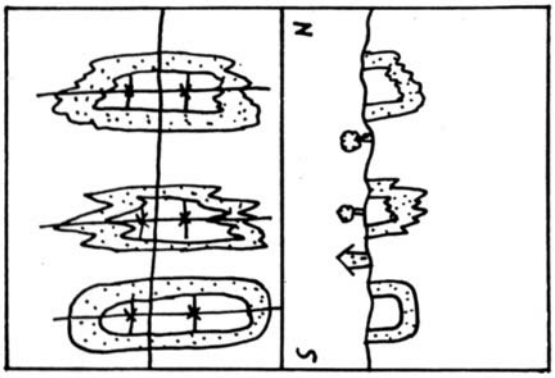
Como puede observarse en el gráfico de arriba, si recorremos el terreno de izquierda a derecha encontramos la sucesión de estratos ABCDEF y a partir de la falla encontramos una repetición de la secuencia BCDEF, el estrato A no se repite porque ha quedado por debajo de la superficie del terreo, si la falla hubiera producido un salto mayor el estrato A también se repetiría en la secuencia.

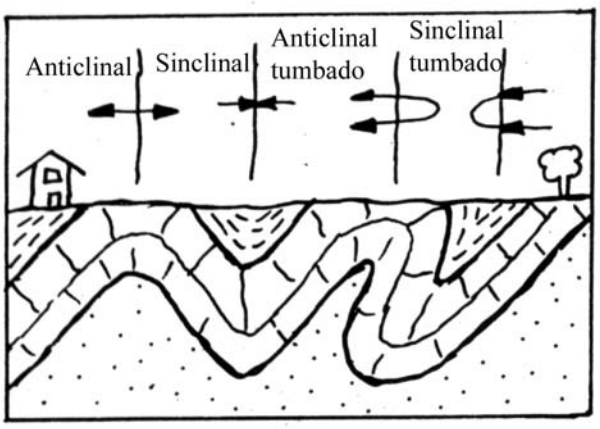
-6- IDENTIFICACIÓN DE PLIEGUES EN LOS MAPAS GEOLÓGICOS

Los pliegues se distinguen en cartografía por deliniar líneas concéntricas. Según sean los materiales más antiguos o más modernos los que ocupan el núcleo del pliegue, serán anticlinales o sinclinales. Como normalmente no encontramos un pliegue entero en el mapa lo que vamos a observar es una repetición simétrica de los

estratos a partir del eje del pliegue. No debe confundirse con la repetición asimétrica que presentaban los estratos afectados por fallas.







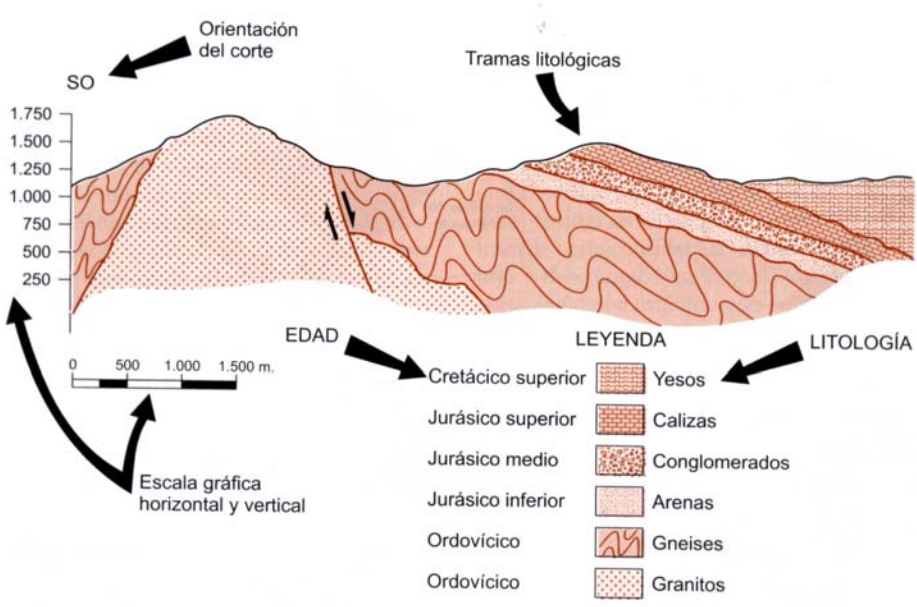
Los símbolos cartográficos más frecuentes para representar los pliegues son los que encontramos en el esquema de la izquierda.

-7-EL CORTE GEOLÓGICO

Un corte geológico es la reconstrucción en profundidad de la estructura geológica de una zona. Un corte geológico puede definirse como una sección vertical o perfil interpretativo de la geología superficial, para cuya realización se utilizan los datos obtenidos del mapa geológico. El corte geológico tiene como base el perfil topográfico, es decir el corte geológico está limitado por la parte superior por el corte topográfico por donde para el corte a realizar.

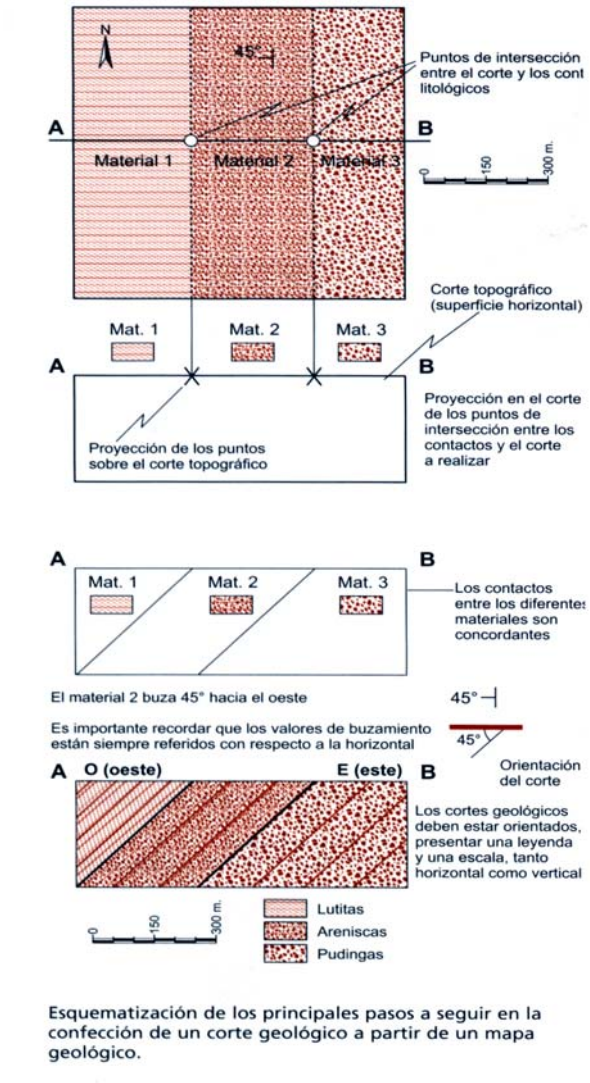
Un corte geológico debe estar acompañado de una serie de elementos que permitan su correcta interpretación:

- Debe presentar una escala (normalmente gráfica), tanto vertical como horizontal.
- El corte debe estar orientado, es decir se tiene que referenciar sus dos extremos con respecto a los puntos cardinales (N, SO, NNE etc)
- Debe presentar una leyenda, en la que se especifique los diferentes colores y tramas utilizados para representar la edad y la litología de los materiales que aparecen en el corte.



Formato de presentación de un corte geológico: un corte geológico siempre debe estar orientado con respecto al norte, debe poder situarse en el mapa, debe presentar escala vertical y horizontal, y debe mostrar una leyenda que permita identificar los símbolos, tramas y colores utilizados en su representación.

Pasos a realizar para la construcción de un corte geológico:



Esquematización de los principales pasos a seguir en la confección de un corte geológico a partir de un mapa geológico.

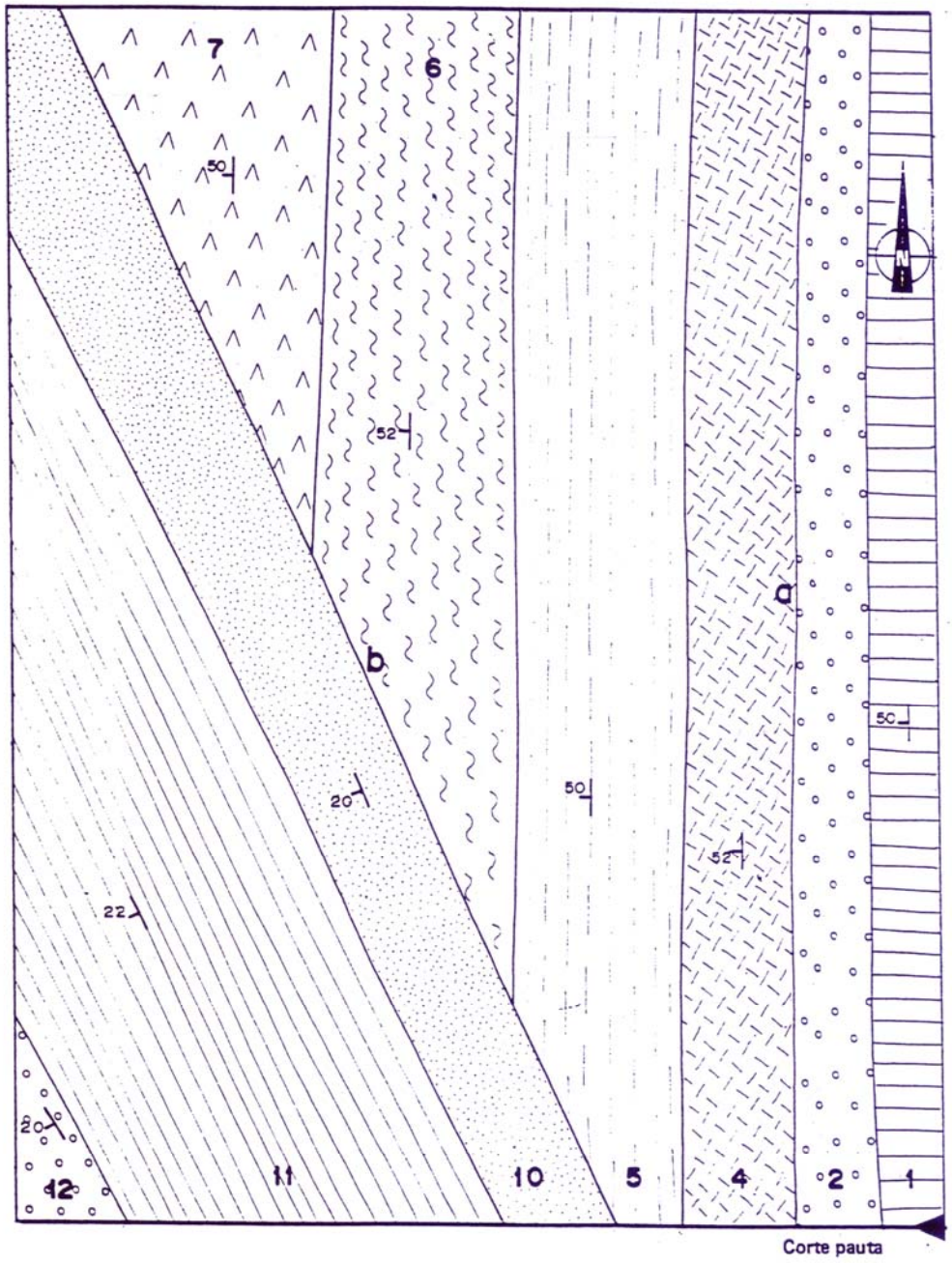
Para realizar un corte geológico se emplea la misma técnica que para realizar un perfil topográfico, partimos de un mapa geológico en el que se traza el corte a realizar:

- Realizar el perfil topográfico de la línea de corte. Este perfil es el límite superior del corte geológico
- La línea del perfil corta los diferentes elementos estructurales representados en el mapa geológico, ya sean contactos entre materiales, planos de falla etc.
- Se proyectan sobre el perfil topográfico las intersecciones de nuestra línea de corte con los diferentes elementos estructurales.
- En primer lugar se deben pintar los elementos estructurales más importantes como planos de falla, discordancias o planos axiales de pliegues. Normalmente estos elementos son planos, así que en nuestro corte estarán representados por líneas. Estas líneas deben pasar por los puntos de intersección correspondientes definidos sobre el perfil topográfico, y deben dibujarse con el ángulo de buzamiento

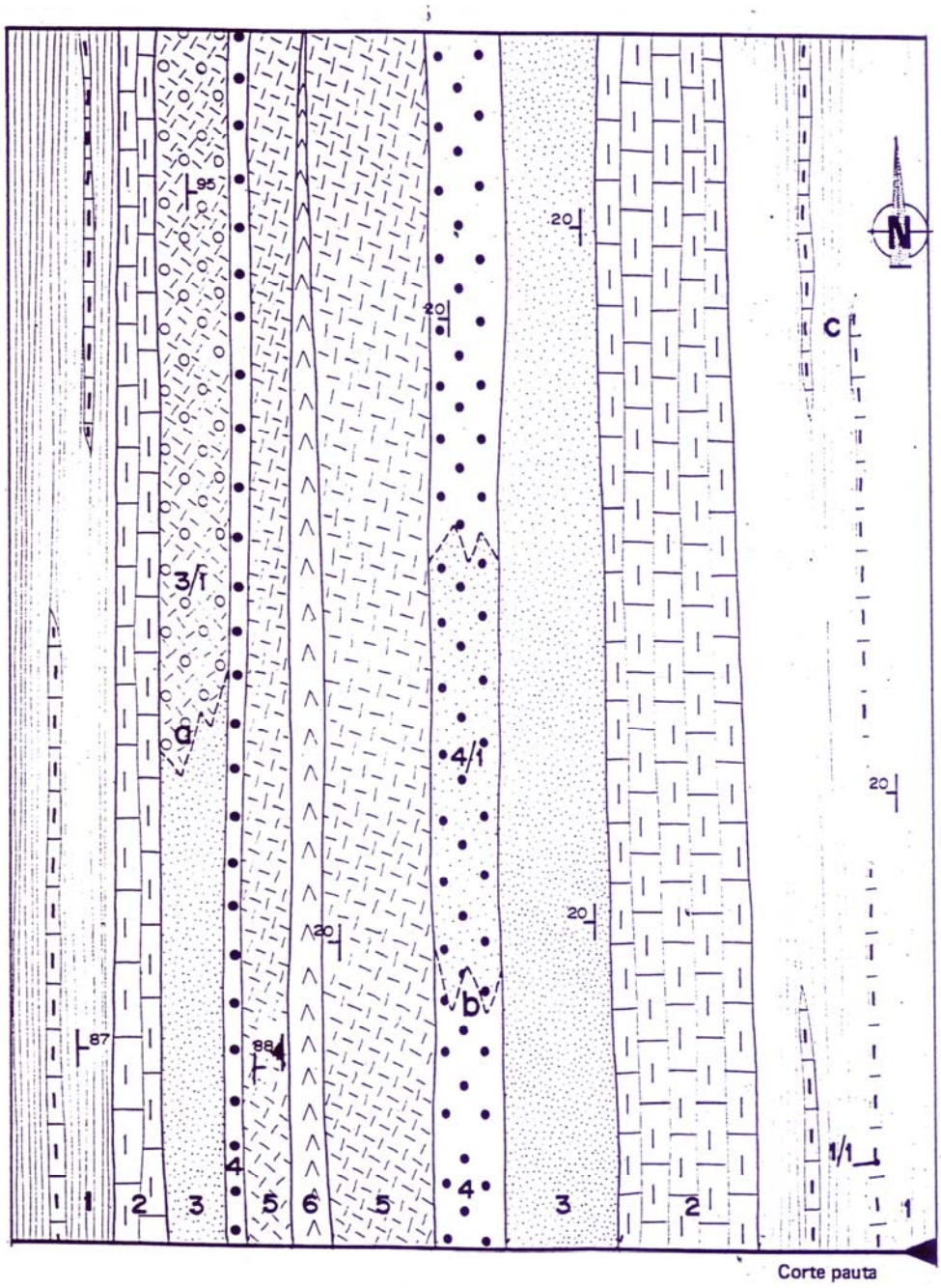
correspondiente a cada una de esas estructuras.
- En segundo lugar se pintan los contactos concordantes entre los diferentes materiales (planos de estratificación). Se sigue el mismo proceso utilizado en el trazado de las estructuras: se traza una línea, con el ángulo de buzamiento adecuado, que pase por la intersección definida en el perfil topográfico. Todas las líneas que se trazan en un corte geológico deben tener “estilo geológico”, es decir es conveniente trazarlas a mano alzada y evitar los trazos completamente rectos.
- Después se deben rellenar con tramas y colores las superficies definidas en el corte en función del tipo litológico y edad correspondiente.

CORTES GEOLÓGICOS A REALIZAR

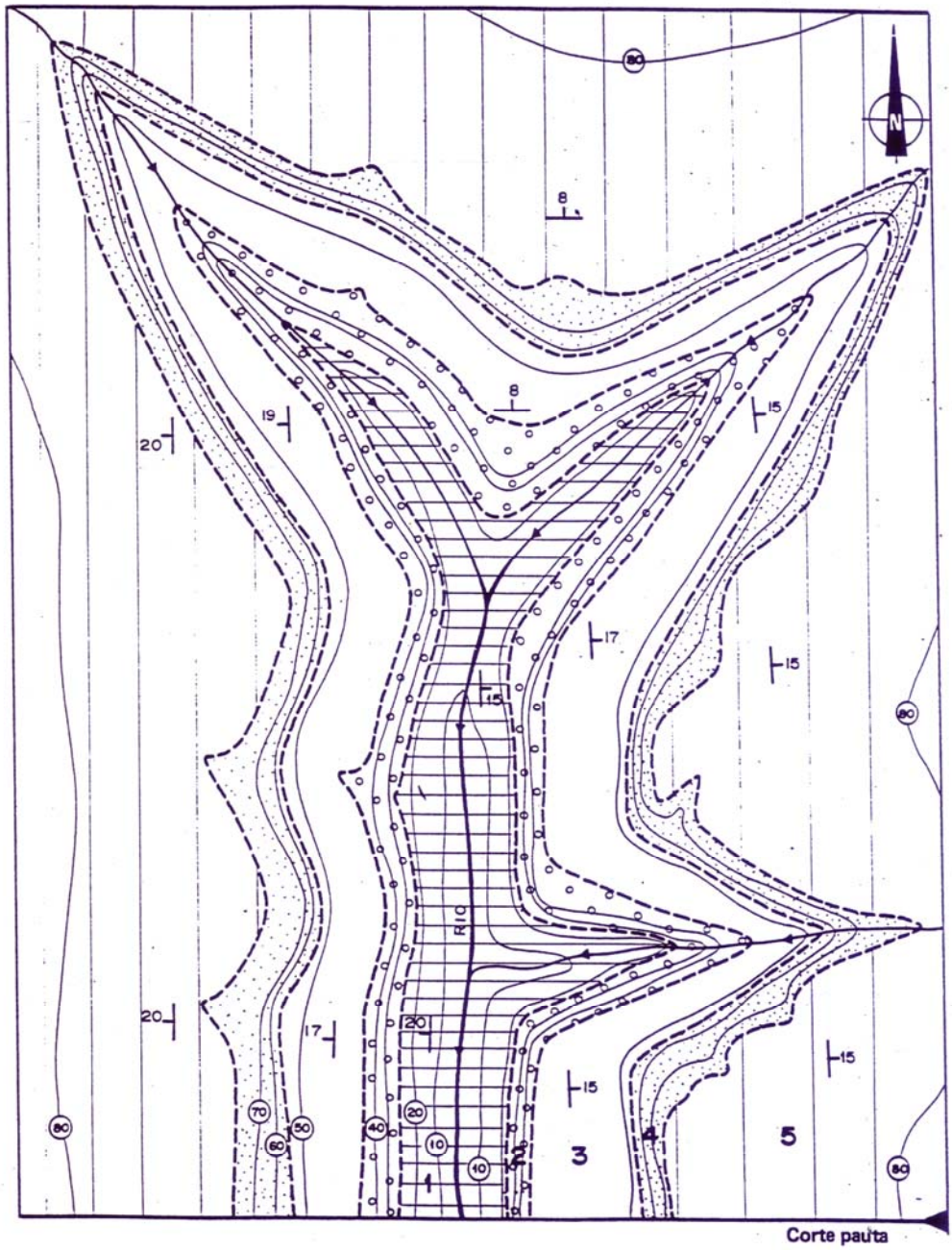
CORTE 1



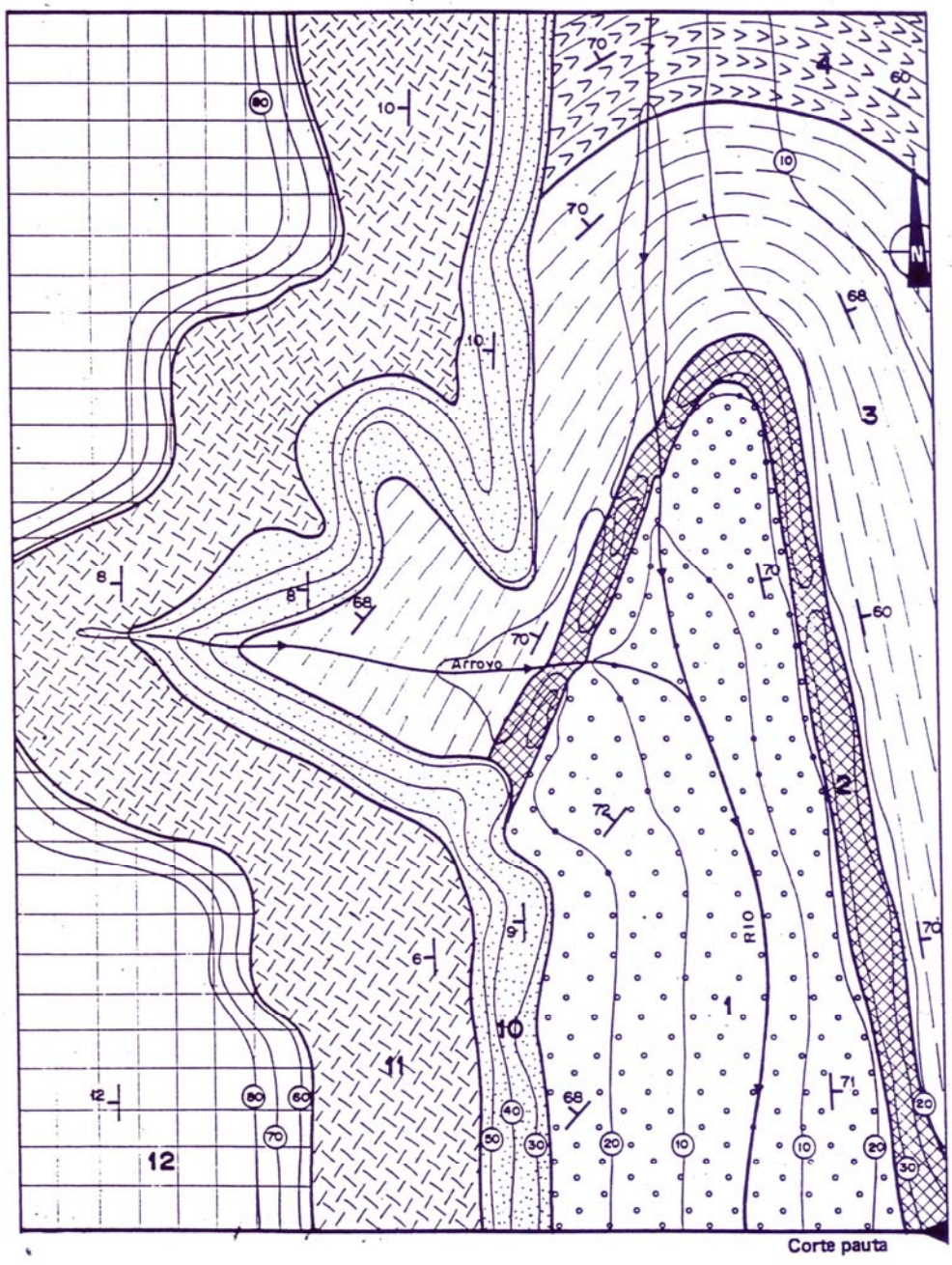
CORTE 2



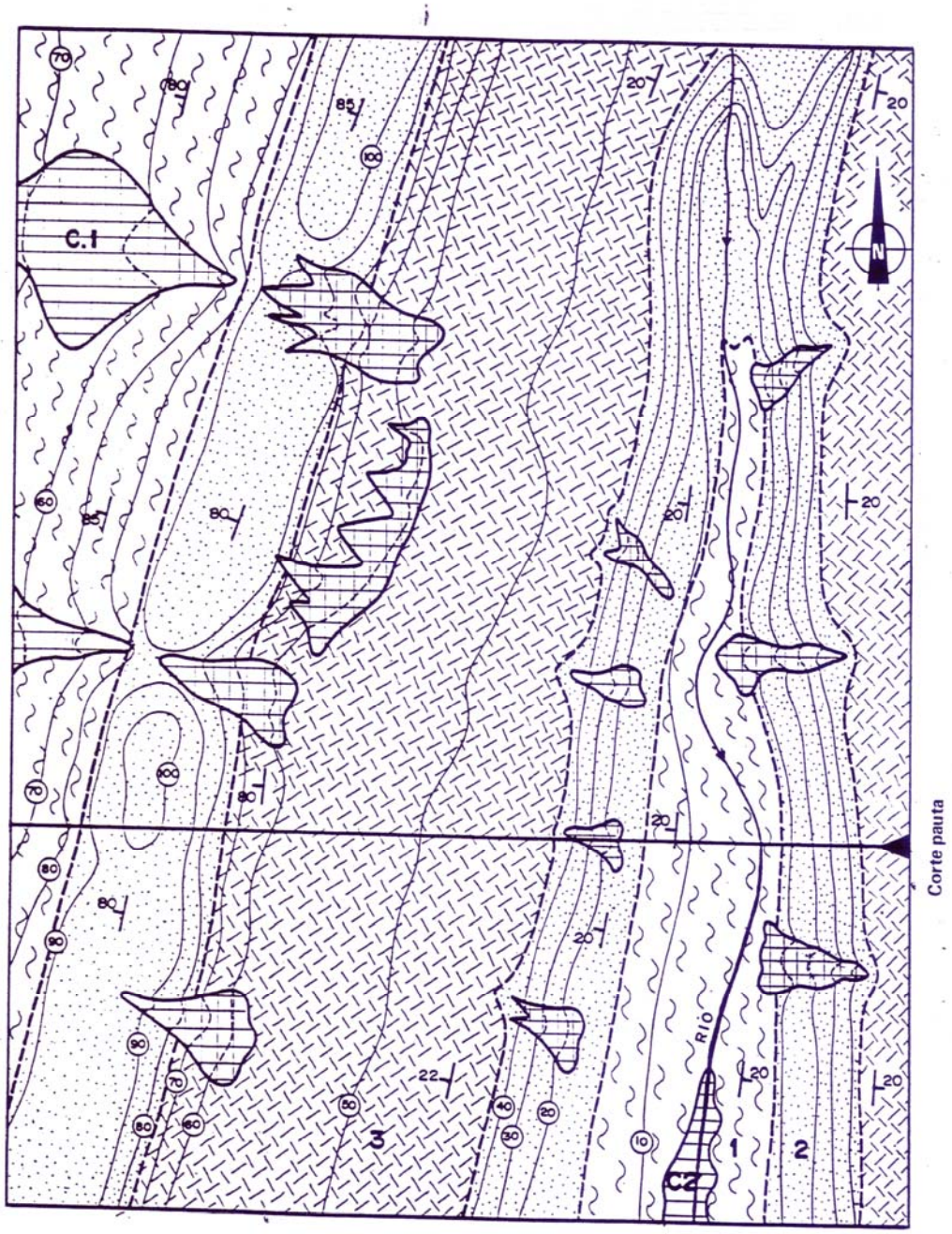
CORTE 3



CORTE 4



CORTE 5



BIBLIOGRAFÍA

E. Kirsten Peters y L.E. Davis (2001): Geology from Experience: Hands-on Labs and Problems in Physical Geology. W.H. Freeman and Company. New York. 295 pp.

M. Pozo Rodríguez, J. González Yélanos y J. Giner Robles (2004): Geología Práctica: Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Pearson Prentice Hall. 305 pp.