

## Apuntes de Sedimentología

Dr. José M. Martín (Universidad de Granada)

**Tema 6.- Rocas sedimentarias detríticas: ruditas, arenitas y lutitas.** Elementos texturales de las rocas detríticas: tamaño de grano, esfericidad y redondeamiento. Descripción de los principales tipos: características y génesis de los mismos.

En la clasificación que se va a seguir, las rocas detríticas, en función del tamaño de grano, se subdividen en ruditas (grano grueso), arenitas (grano medio) y lutitas (grano fino). El término rudita lo hacemos aquí totalmente equivalente al de conglomerado y aplica tanto a sedimento como a roca sedimentaria. En las arenitas haremos distinción entre arena (sedimento) y arenisca (roca sedimentaria). El término lutita engloba al limo (limolita, si está compactado) y la arcilla (término referente tanto a sedimento como roca sedimentaria). Otras terminologías existentes no van a ser aquí consideradas.

Para clasificar las rocas detríticas es pues clave determinar el tamaño de grano medio del sedimento. Existen diferentes métodos cuyo uso viene condicionado por el tipo de roca de partida (rudita, arenita o lutita).

En el caso de los conglomerados el método más común es el de la medida directa. Se considera se necesitan un mínimo de 300 medidas y se toma como tamaño de la partícula el del clasto en la perpendicular al plano formado por la máxima y la mínima longitud del mismo. Una vez realizadas todas las medidas se obtiene la media y ese se considera el valor buscado.

En el caso de las arenitas el método utilizado es diferente según se trata de arena (sedimento) o arenisca (roca sedimentaria). Para las arenas se utiliza todo un cortejo de tamices con diferente luz de malla, ordenados verticalmente de mayor a menor, situados sobre una plataforma vibrante. Se vierte la muestra de sedimento (unos 200 gramos) sobre el más alto y se deja vibrar al menos un par de horas. Luego se recogen las muestras que permanecen en los diferentes tamices y se pesan. A partir de esos datos se elaboran una serie de curvas, fundamentalmente de dos tipos: acumulativas y de frecuencias, de las que se infieren una serie de parámetros mediante fórmulas más o menos complejas, entre ellos el del tamaño medio del sedimento.

Cuando se trata de areniscas se utiliza el microscopio petrográfico y se miden directamente con él los clastos en la lámina delgada. Esta última se desplaza a intervalos regulares utilizando un “contador de puntos”. Se considera se necesitan unas 300 medidas para que la media sea fiable. En el caso de los limos se utiliza la balanza de sedimentación haciendo decantar a los mismos (unos 0,5 gramos) y midiendo el sedimento que se concentra en el fondo a intervalos regulares y, por último, en el caso de las arcillas, se mide directamente el tamaño de los granos en el microscopio electrónico.

La clasificación concreta que se va a seguir es la de Wenworth (1922), modificada de la de Udden (1898), cuyo uso hoy día está prácticamente generalizado en Sedimentología. Con el centro en el valor 1 mm ( $2^0$  mm), los distintos intervalos se obtienen multiplicando o dividiendo por dos. El de los conglomerados corresponde a sedimentos detríticos con tamaño de grano por encima de los 2 mm ( $2^1$  mm). El intervalo arena se sitúa entre los 2 mm ( $2^1$  mm) y 1/16 mm ( $2^{-4}$  mm), y el de las lutitas define a los sedimentos detríticos con tamaño de grano por debajo de 1/16 mm ( $2^{-4}$  mm), diferenciándose a su vez entre limos,

con tamaños de grano entre 1/16 mm ( $2^{-4}$  mm) y 1/256 mm ( $2^{-8}$  mm), y arcillas, con tamaños por debajo de 1/256 mm ( $2^{-8}$  mm) ( $\sim 4\mu$ ).

En los conglomerados esta escala hace a su vez distinción entre “granules” (2-4 mm), “pebbles” (4-64 mm), “cobbles” (64-256 mm) y “boulders” ( $\geq 256$  mm). En las arenas se distingue entre muy gruesas (2-1 mm), gruesas (1-1/2 mm), medias (1/2-1/4 mm), finas (1/4-1/8 mm) y muy finas (1/8-1/16 mm).

Las representaciones gráficas del tamaño de grano se toman según escalas logarítmicas o geométricas, nunca en escala aritmética, puesto que no podemos considerar por ejemplo la misma diferencia en cuanto a implicaciones hidrodinámicas entre granos de 3 y 4 mm que entre granos de 343 y 344 mm. En la conversión de los valores de tamaño de grano de aritméticos a geométricos es clave el uso del número  $\phi$  (“phi”) (Krumbein, 1934), correspondiente al logaritmo negativo en base 2 del tamaño de grano en mm. En dichas gráficas, los tamaños de grano superiores a 1 mm, expresados en números  $\phi$  (“phi”) y recogidos en el eje de abscisas, se sitúan a la izquierda de la escala y tienen valores negativos, mientras que los más pequeños, situados a la derecha, tienen valores positivos mayores cuanto más chica es la partícula. Los valores de tamaño de grano expresados en potencias de dos (exponenciales) que definen los distintos tipos y subtipos de sedimentos/rocas detríticas se convierten así en “saltos” aritméticos.

Existen además toda una serie de parámetros que definen características intrínsecas de los granos de los sedimentos/rocas detríticas. De todos ellos los más significativos quizá en cuanto a su trascendencia en la interpretación de los acontecimientos involucrados en el transporte de los mismos son la esfericidad y el redondeamiento. La esfericidad mide el grado en que la partícula se aproxima a la forma esférica. El redondeamiento es una medida de la agudeza de las aristas y vértices de la partícula. Para determinar sus valores, aunque existen métodos diversos con fórmulas matemáticas más o menos complejas, en la práctica son muy útiles las gráficas visuales donde se combinan ambas medidas.

La variación del grado de redondez en función del transporte sufrido se ajusta mucho a una curva exponencial. La redondez sufre un rápido aumento al comienzo del transporte para tener después cambios muy suaves. La esfericidad en cambio se ajusta más en su variación a una función lineal, dado que muestra una tendencia muy lenta de aumento prácticamente constante en función de la distancia de transporte. Lo que dicho de un modo simple se traduce en que la esfericidad se consigue rápidamente con muy poca distancia de transporte, mientras que la redondez, por el contrario, se obtiene de un modo mucho más lento, tras sufrir un largo proceso de transporte la partícula.

## Ruditas

Dentro de los conglomerados se hace frecuentemente distinción entre los que son de cantos angulosos (brechas) y los de cantos redondeados (pudingas). Los depósitos de naturaleza conglomerática son comunes y significativos en abanicos aluviales, ríos trezados y morrenas glaciares, así como en playas y deltas conglomeráticos, y a ellos nos referiremos en detalle cuando consideremos dichos ambientes sedimentarios.

Existen, no obstante, otros contextos en la naturaleza donde también aparecen o pueden aparecer conglomerados, o rocas de “apariencia” conglomerática, con características muy concretas:

## Brechas periglaciares

En el ambiente periglacial, la temperatura diurna externa oscila normalmente por encima y por debajo de los 0°C. Ello hace que el agua que se introduce en las grietas de las rocas se hiele con frecuencia. El agua al congelarse aumenta de volumen y el hielo presente en las grietas ejerce presiones de hasta 2.000 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que conduce rápidamente a la rotura de las rocas en superficie y se genera una brecha. Dichas brechas periglaciares son muy comunes, por ejemplo, en la Alta Montaña de Sierra Nevada (fotos abajo), donde recubren gran parte de la superficie montañosa como un gran manto continuo de derrubios y son también las que alimentan los grandes canchales que se localizan en la base de los resaltes rocosos más resistentes.

## BRECHAS PERIGLACIARES



## Brechas de acantilados

En los acantilados marinos es donde se concentra gran parte de la energía de las olas que bate las zonas costeras. En la destrucción del acantilado por el oleaje se genera una brecha que queda selectivamente abandonada en la base del acantilado. En esa brecha se mezclan cantos de tamaños muy diferentes (incluyendo grandes bloques) con una matriz de sedimento arenoso/microconglomerático. Los clastos más pequeños (de tamaño limo/arcilla) son “aventados”, y transportados mar adentro, arrastrados por el propio oleaje. En los bloques de la brecha del acantilado son frecuentes las perforaciones de litofagas, sobre todo si son de naturaleza carbonatada. El ejemplo ilustrado (foto inferior) es del Tortoniense (Mioceno superior) del Corredor del Río Almanzora, en Almería).

# BRECHAS DE PALEOACANTILADOS



## Brechas intraformacionales

Están genéticamente conectadas con los “slumpings”. Cuando se genera un “slumping” si la deformación progresa pendiente abajo los pliegues del mismo llegan finalmente a desagregarse y romperse, generándose una brecha que se conoce como brecha intraformacional (foto inferior izquierda). Los “cantos” de esa brecha tienen formas extremadamente irregulares (en muchos de ellos se adivina aún que corresponden a “trozos” de los primitivos pliegues) (fotografía inferior derecha). El ejemplo ilustrado es de la Cuenca de Tabernas (Almería) y la brecha forma parte de la “sismita” conocida como “Gordo Megabed”.

## BRECHAS INTRAFORMACIONALES



### Brechas de falla (“pseudoconglomerados”)

En las fallas, la fricción entre los dos bloques involucrados al moverse esta provoca la rotura de las rocas afectadas y se genera una “brecha de falla”. Los fragmentos resultantes son tremendamente irregulares y presentan con frecuencia superficies pulidas y estrías. Su composición es la de las rocas desplazadas por la falla y se limitan a la “zona de falla”. Su origen es claramente tectónico.



*Arriba: falla del Cerro de las Pipas (Sierra Nevada).  
Abajo: detalle de la brecha de falla*



## Ruditas volcánicas (“pseudoconglomerados”)

### *Aglomerados volcánicos*

En regiones de vulcanismo ácido es frecuente que el magma que intenta salir a superficie consolide en las propias chimeneas volcánicas taponando las mismas. Una nueva extrusión, rompe a través de ellas e incorpora fragmentos que arrastra el nuevo magma. Cuando este consolida en superficie la roca resultante (de origen ígneo) tiene el aspecto de un conglomerado (foto inferior). Los “cantos” del conglomerado son los de los fragmentos de la antigua chimenea y la “matriz” corresponde a la pasta creada por el magma de última generación una vez consolidado. Son los llamados aglomerados volcánicos. El ejemplo ilustrado es del “Cerro del Ángel” entre Mojácar y Carboneras (Almería).

## AGLOMERADOS VOLCÁNICOS



### *Lapilli*

Depósitos conglomeráticos de tamaño de grano fino (“grava” fina) de origen volcánico. En este caso, el magma al extruir explosivamente se disgrega en el aire en pequeños trozos que solidifican rápidamente y se acumulan en la ladera del volcán.

### *Arenitas*

Las arenas son sedimentos muy abundantes en ríos, desiertos, playas, deltas y abanicos submarinos (todos estos ambientes sedimentarios serán detallados más adelante). Aquí nos vamos a referir exclusivamente a la Petrología de las arenitas.

La clasificación que vamos a utilizar es la de Pettijohn (1957), con las modificaciones introducidas posteriormente por Pettijohn et al. (1972). No es la más moderna de todas

las existentes, pero sí muy útil y sencilla de aplicar, sobre todo a la hora de inferir connotaciones genéticas. La distinción entre los diferentes tipos y subtipos se hace en función de los siguientes criterios:

- a) Presencia o no significativa de matriz intersticial (limo/arcilla) entre los granos de arena (mayor o menor del 15%).
- b) Abundancia relativa de granos de feldespato y de fragmentos de rocas.
- c) Proporción de granos de cuarzo (menos del 75%, entre 75-95% o mayor del 95%).

Los diferentes tipos y subtipos son los siguientes:

Grauvacas: con abundante matriz y menos del 75% de granos de cuarzo. Distinguiendo a su vez entre G. feldespáticas y G. litíticas, según dominen los granos de feldespatos o los de fragmentos de rocas.

Con menos del 15 % de matriz detrítica fina:

Arenitas Arcósicas: con predominio de los granos de feldespato sobre los de fragmentos de rocas y proporciones de granos de cuarzo menores del 75% (Arcosas), o entre el 75-95% (Subarcosas).

Arenitas Litíticas: con predominio de los granos de fragmentos de rocas sobre los de feldespato y proporciones relativas de granos de cuarzo inferiores al 75% (Subgrauvacas/Litarenitas), o con proporción de granos de cuarzo entre el 75-95 % (Protocuarцитas/Sublitarenitas).

Ortocuarцитas (Cuarciarenitas): con más del 95 % de granos de cuarzo.

Las connotaciones genéticas, simplificando, son las siguientes:

Las Grauvacas son arenas “sucias”, con abundante matriz fina (limo/arcilla), que han sido depositadas rápidamente y por lo tanto están “mal clasificadas”. La gran mayoría de los depósitos arenosos ligados a corrientes de turbidez (turbiditas) petrológicamente clasifican como grauvacas.

En las Arenitas Arcósicas la característica más significativa que las diferencia es la gran abundancia de granos de feldespato, que está además sin alterar. Ello indica que proceden de zonas (áreas madre) donde afloraban rocas ricas en feldespato (por ejemplo, granitos) y que estas rocas no fueron meteorizadas (“descompuestas químicamente”) por los agentes meteóricos. Áreas madre de clima árido y seco (desértico).

Las Arenitas Litíticas son las arenas más frecuentes resultantes de la erosión/meteorización. Son las típicas arenas que se encuentran en playas, deltas, etc. en la Zona Climática Templada.

Y por último en las Ortocuarцитas (Cuarciarenitas) su característica esencial es que son extremadamente ricas en cuarzo (más del 95 % de los granos). El cuarzo es un mineral

muy resistente, que se va concentrando (enriqueciendo) en la arena, como componente residual, en el curso del proceso sedimentario, al ir desapareciendo paulatinamente (alterándose y/o disociándose iónicamente) el resto de la mayoría de los componentes. De hecho, el cuarzo sólo se solubiliza (disuelve también) en la Zona Climática Ecuatorial. En las Ortocuarzitas es frecuente la presencia de concentraciones de minerales pesados relativamente abundantes que acompañan al cuarzo. Las Ortocuarzitas reflejan dos cosas: a) un proceso sedimentario extraordinariamente largo y duradero; o b) reciclado sedimentario (el depósito arenoso ha experimentado más de un ciclo sedimentario).

## Lutitas

En las lutitas se hace distinción entre limos (limolitas) y arcillas, en función del tamaño de grano del sedimento como se ha indicado anteriormente.

### Limos (limolitas)

Los limos son sedimentos especialmente abundantes en ríos (llanuras de inundación), frentes deltaicos (parte frontal de los deltas en transición a la cuenca adyacente), márgenes de desiertos, lagos, etc. En la periferia de las zonas desérticas el depósito limoso característico es el Loess. Este se forma por caída de las partículas de sedimento que el viento levanta en suspensión a la alta atmósfera y arrastra fuera del desierto (ver Tema 15). Este es de tamaño limo, ya que el viento no tiene fuerza suficiente como para poder en suspensión partículas de mayor tamaño (arena/conglomerado), ni más pequeñas (arcilla), por el efecto Hjulström.

Los depósitos de limos lacustres es muy frecuente que estén internamente laminados. Cada lámina corresponde a un episodio concreto de sedimentación, en condiciones de muy baja energía (el depósito del limo se produce a partir de la suspensión).

### Arcillas

Para el estudio de los minerales de la arcilla, dado su pequeñísimo tamaño, se utilizan desde hace tiempo técnicas especiales (difracción de Rayos X, Análisis Térmico Diferencial, Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido, etc.). Genéticamente, los minerales de la arcilla son de tres tipos: heredados (resultado de la meteorización y arrastrados como tales), de neoformación (resultado de la floculación de geles) y de transformación (diagenéticos). En las arcillas sedimento/roca sedimentaria además de los minerales de la arcilla existen otros componentes tales como granos de cuarzo y otros minerales, de fragmentos de rocas, etc. todos ellos de origen detrítico y de minúsculo tamaño.

Las arcillas son sedimentos que se concentran de un modo residual en las áreas madre (por ejemplo, el caolín en el techo de macizos graníticos meteorizados en la Zona Templada), o que depositan y se acumulan en contextos de baja energía como zonas profundas de cuenca de lagos y mares. En estos últimos es frecuente su mezcla con carbonato de “grano fino” (micrita) formando un sedimento mixto muy común (al 50-50%) que se conoce como “marga”. En algunos de estos contextos, cuando el fondo es de carácter anóxico, la materia orgánica se preserva y se forman los denominados “sapropeles”, arcillas negras potenciales rocas madre de petróleo/gas natural. En el



ambiente marino abisal son también frecuentes las “arcillas rojas”, estas últimas características de medios oxidantes, y de las que se hablará más adelante (ver Tema 22). En contextos lacustres una arcilla común, rica en Mg, es la Sepiolita, que se explota comercialmente y tiene numerosas aplicaciones, siendo quizá la más conocida, la de “absorbente de micciones y excrementos de animales domésticos (perros y gatos)”.

Los depósitos particulados de tamaño lutita de origen volcánico reciben el nombre de “cineritas”. Se ligan a vulcanismo ácido explosivo y corresponden a las cenizas arrojadas a la atmósfera por el volcán. Se intercalan normalmente interestratificadas como capas finas muy extensas entre los depósitos sedimentarios y, una vez datadas radiométricamente, ayudan enormemente a precisar la edad de los sedimentos con ellas relacionados.