

CLASIFICACION DE ROCAS SEDIMENTARIAS

PAUL D. KRYNINE.

Resumen por Manuel Alvarez Jr.

Con el objeto de que la clasificación de las rocas sedimentarias, tanto por los geólogos de campo como por los estacionados en los pozos, sea objetiva y reproducible, se preparó una tabla del artículo "The Megascopic Study and Field Classification of Sedimentary Rocks" de Paul D. Krynine, así como este texto que debe acompañarla, con el objeto de fijar y aclarar los términos conceptos y símbolos en ella usados.

En este resumen se pretende mostrar los fundamentos en que se basa esta clasificación así como la forma en que se puede usar dicha tabla.

No se creyó necesario entrar en detalle respecto a la textura de las rocas detríticas (tamaño, esfericidad, angularidad, etc. de los granos) ni tampoco por lo que respecta a la estructura y propiedades estructurales de los sedimentos, tales como lenticularidad, espesor de las capas, estratificación cruzada, etc., por suponerse que tales conceptos y términos eran bien conocidos y no ofrecían ninguna característica nueva que ameritara el ser tratados.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Una roca tiene dos propiedades básicas fundamentales: composición y textura, o sea que una roca está hecha de ciertos constituyentes (generalmente minerales) agrupados en cierta forma. Todas las demás propiedades, tales como color, densidad y propiedades de masa análogas, son sólo propiedades derivadas. Aún la estructura no es completamente una propiedad primaria sino más bien el reflejo de cambios (abruptos o graduales, horizontales o verticales) en textura y composición dentro de una formación o entre diferentes formaciones. Sin embargo, para fines prácticos la estructura puede ser considerada como una tercera propiedad primaria de los sedimentos al describir los cuerpos sedimentarios en conjunto.

Una clasificación de los sedimentos que sea objetiva y reproducible debe estar basada en la composición y textura para las muestras y en la composición, textura y estructura con posibles modificaciones por la adición de algunos subelementos de textura (tamaño, homogeneidad) y posiblemente algunas de las propiedades principales derivadas tales como color.

COMPOSICION DE LOS SEDIMENTOS

Aunque se han identificado más de 160 diferentes minerales en los sedimentos, menos de veinte minerales constituyen más del 99% del volumen de rocas sedimentarias. Es raro que ocurran más de cinco a seis minerales en cantidades apreciables en una roca cualquiera. La determinación de la composición exacta de los sedimentos (con excepción de las lutitas) no es particularmente difícil.

Los veinte minerales que forman la mayor parte de las rocas sedimentarias se conocen como constituyentes primarios o principales. Se define un constituyente primario como el que forma cuando menos el 1% de una roca. Puede establecerse una subdivisión de los constituyentes primarios en variedades más importantes, que forman más del 10% de las rocas comunes, y otras menos importantes, que forman del 1 al 10% solamente, como puede verse en la Tabla No. 1.

La comprensión de los sedimentos puede resumirse a la comprensión de las relaciones que existen entre los constituyentes primarios. La mayor parte de estas relaciones se establecen muy al principio de la "vida" de un sedimento y generalmente son una función de su modo de formación. Estos minerales no están distribuidos al azar en las rocas sedimentarias, sino que tienden a presentarse en ciertas asociaciones definidas, que forman una serie de grupos petrográficos extremos.

TABLA I

Los Minerales Comunes de los Sedimentos

	CONSTITUYENTES PRIMARIOS		MINERALES ACCESORIOS (1% de la roca)
	(10% de la roca)	(10% de la roca)	
MINERALES DETRITICOS	CUARZO Microclina MINERALES ARCILLOSOS (caolín-bauxita) NICAS DE GRANO FINO (illita, sericita, muscovita)	PERIDOTAL DETRITICO Plagioclasa sódica (albita-oligoclasa) NICAS DE GRANO GRUESO: muscovita, biotita, clorita, Hematita Limonita	MINERALES DE HIERRO: Magnetita, Ilmenita, Leucoceno detrítico. GRUPO ESTABLE: Apatita, Epidota, Gra- nate, Hornblenda, Cia- nita, Sillimanita, Es- tauroilita, Titanita, Zoisita. NICAS: frecuentemente ocurren como accesorios mas que como constitu- yentes primarios.
MINERALES AUTIGE- NICOS Y QUIMICOS	CALCITA DOLOMITA ANKERITA	PERIDOTAL y ópalo CUARZO "SECUNDARIO" YESO y anhidrita, halita. Algunas hidromicas de la serie illita- sericita-clorita. Fosfatos y glauconitas Siderita y algunos mi- nerales de hierro	OCTAHEDRITA; rutilo autigénico y leucoceno.

GRUPOS PETROGRAFICOS EXTREMOS

La composición de **todas** las rocas sedimentarias puede reducirse a dos grupos básicos extremos, los cuales pueden mezclarse en todas proporciones en una forma puramente mecánica:

1. Una fracción detrítica consiste de material sólido acarreado como **detritus sólido** desde el exterior de la cuenca de sedimentación y precipitado a través de asentamiento dentro de esta cuenca. En el 99% de los casos esta fracción detrítica está hecha de silicatos. La composición de la fracción detrítica depende de la petrografía de las áreas de suministro y la intensidad (y efectividad) del intemperismo químico y erosión dentro del área de suministro, más algunas modificaciones durante el transporte.

2. Una fracción química existente como **solución** dentro de la cuenca de depósito y precipitada químicamente. El material químicamente precipitado puede no ser movido en el fondo del mar después de su precipitación, y entonces desarrolla una tex-

tura cristiana, o puede ser removido por las corrientes del fondo (particularmente en el caso de rocas de precipitación orgánica compuestas de fragmentos de concha), y entonces, aunque su origen es químico, su textura será clástica. Más de las tres cuartas partes de esta fracción química está hecha de carbonatos, y la mayor parte del resto de sílice. Otros constituyentes (glauconita, fosfatos, óxidos de hierro) pueden ser muy abundantes localmente, pero son relativamente raros considerando el volumen total en conjunto.

TRES GRUPOS DE ROCAS DETRITICAS

La fracción detrítica puede dividirse en tres grupos basados en su composición. Se ha encontrado que esta división es válida para rocas de todas edades, de todas partes del mundo.

1. Cuarzo, con o sin granos detríticos de pedernal (liberados de calizas erosionadas).

2. Cuarzo más granos de pedernal detrítico más abundancia de fragmentos de roca (generalmente rocas metamórficas micáceas de bajo rango) más abundancia de micas y clorita, ya sea en grandes láminas o más comúnmente como una arcilla micácea, o clorítica o pasta arcillosa. Se pueden encontrar presentes feldespatos.

3. Cuarzo más una cantidad grande de feldespato con una cantidad subordinada (20%) de impurezas (generalmente análogas a los fragmentos de rocas descritos bajo el rubro 2.) más o menos algo de arcilla. En este caso la arcilla es generalmente caolínica más que micácea (prueba de olor).

Estos tres conjuntos minerales se usan como el esquema básico de clasificación y corresponden respectivamente a las series de sedimentos de cuarcita, grauvaca y arcosa.

TEXTURA DE LOS SEDIMENTOS

Textura es la interrelación de las partículas individuales de una roca

La textura depende en parte de la composición (esto es, del tipo de partículas y sus propiedades inherentes) y en parte del

arreglo mutuo de las partículas. La textura puede ser clásica o cristalina.

ELEMENTOS DE TEXTURA

Los constituyentes minerales de una roca pueden agruparse en tres elementos de textura principales que constituyen la roca y le dan apariencia determinada. Este agrupamiento está basado en el tamaño **relativo** (no absoluto) y en la distribución espacial de los constituyentes.

1. **Granos.**—Los granos o partículas individuales son las unidades básicas de la textura. Si las partículas son de diferentes tamaños, presentándose en distintos órdenes de magnitud, el término **granos** es restringido a las partículas **mayores**.

2. **Matriz.**—Si las partículas son de diferentes órdenes de magnitud, el término "matriz" se usa para las unidades individuales menores que llenan los intersticios entre los granos mayores. Por lo tanto "matriz" es sólo un término relativo, y la "matriz" por sí misma no existe sin la presencia de los granos mayores.

3. **Cemento.**—El cemento es el precipitado químico autigénico que se infiltra alrededor de los granos y matriz. En las rocas clásicas los granos y matriz siempre son clásicos y el cemento siempre es químicamente autigénico. En los sedimentos cristalinos los períodos de los granos, matriz y cemento pueden traslaparse, aunque frecuentemente es posible hacer la distinción entre esas generaciones separadas.

LAS TRES SERIES PRINCIPALES DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Aunque esta clasificación es puramente descriptiva y apropiada para uso megascópico objetivo de campo, sucede que esta clasificación es también genética, puesto que cada serie sedimentaria principal está relacionada a un grado definido de intensidad de la deformación de la corteza terrestre (diastrofismo) operante durante el depósito de esta serie de rocas.

Esta clasificación está basada esencialmente en la composición mineral (reforzada por la textura) y se presenta en la tabla de Clasificación Megascópica de las Rocas Sedimentarias

Normales. Está basada primero en la división de los sedimentos en dos clases principales —detríticos y químicos— y, segundo, en la división fundamental de la fracción detrítica de cada clase en tres tipos principales de conjuntos minerales que corresponden a las tres series sedimentarias principales.

1. La serie ortocuarcita, constituida por cuarzo con o sin granos de pedernal detrítico. La mayor parte de las rocas químicas también pertenecen a esta serie, que puede extenderse a una serie cuarcita-caliza. Estructuralmente las arenas cuarcíticas se presentan más comúnmente en extensas pero delgadas capas. Generalmente están relacionadas a la etapa de reposo (peneplano o casi peneplano) del diastrofismo.

2. La serie grauvaca, constituida de cuarzo más granos de pedernal más abundantes fragmentos de rocas (generalmente rocas metamórficas de bajo rango, tales como pizarras, filitas y esquistos y algunas veces rocas ígneas superficiales y volcánicas) más una abundancia de micas y cloritas ya sea en grandes capas o más comúnmente como arcilla micácea o clorítica. Puede o no haber feldespato. Estructuralmente, las grauvacas ocurren en cuerpos sedimentarios muy grandes, de gran espesor y extensión, aunque los miembros individuales arenosos o arcillosos puedan ser muy delgados y cambiar rápidamente. Extrema lenticularidad, acanalamiento y acuñaamiento son notables. Las grauvacas se forman durante el estado de deformación moderada del ciclo diastrófico, etapa de hundimiento y depósito, y deformaciones muy tempranas de los geosinclinales. Grauvacas comunes o de bajo rango, no feldespáticas, están relacionadas con geosinclinales amplios, suaves y hundientes. Grauvacas de alto rango o feldespáticas se forman en geosinclinales angostos que se hunden rápidamente, frecuentemente conectados con actividad volcánica. Las grauvacas son con mucho, la clase más importante de areniscas y el tipo individual de roca más abundante dentro de la sección sedimentaria.

3. La serie arcósica, hecha de cuarzo más grandes cantidades de feldespato con una cantidad subordinada (20%) de impurezas, generalmente análogas al material de las grauva-

cas. La arcilla en las arcosas es generalmente caolinítica más bien que micácea o clorítica, determinándose esto fácilmente por el olor. Estructuralmente las arcosas ocurren en cuerpos sedimentarios de gran espesor, con miembros individuales extremadamente gruesos. Lenticularidad y acanalamientos son comunes, pero menos que en las grauvacas. Muchos cuerpos arcósicos están limitados geográficamente en extensión, y por lo tanto, puesto que su espesor puede ser extremo, a menudo asumen una forma prismática. Las arcosas están relacionadas con la etapa de máxima deformación del ciclo diastrófico (etapa orogénica) y se forman durante o inmediatamente después de esa etapa. Normalmente ocurren al finalizar un geosinclinal y pueden ser contemporáneos a fallamientos en bloques a grande escala.

CLASIFICACION PETROGRAFICA DE LOS SEDIMENTOS: EL NOMBRE Y SUS CALIFICANTES

Es posible aplicar la siguiente secuencia descriptiva típica establecida para las rocas sedimentarias: nombre, cemento, minerales accesorios, textura secundaria y estructura y color.

Ejemplo, grauvaca calcárea, siderítica, limosa, finamente laminada, gris clara.

El nombre del sedimento debe reflejar tanto la textura dominante como la composición mineralógica típica.

FRECUENCIA DEL MATERIAL AGLUTINANTE Y CEMENTANTE EN LAS ROCAS DETRITICAS

Teóricamente cualquiera roca detrítica puede poseer cualquiera clase de cemento, pero en la práctica no sucede así. Se ha encontrado empíricamente que ciertos conjuntos minerales de las fracciones detríticas tienen una tendencia definida a poseer cierto tipo de cementos químicos o a no poseer cementos químicos.

Las asociaciones simpatizantes o antoganísticas de ciertas fracciones detríticas con ciertos tipos de cemento químico se muestran con los signos (+) más cuando comunes y con los signos (—) menos cuando raras. Estos signos indican el grado de

probabilidad de la existencia de una roca dada con un tipo dado de aglutinante y cemento químico.

Los símbolos tienen el siguiente valor aproximado u orden de magnitud:

- ‡ Siempre presentes, cerca del 90% de probabilidades que ocurran.
- + Tipo normal, excelente probabilidad de que ocurran, de 70 a 90% de probabilidades.
- ± Oportunidades regulares a buenas de ocurrir, 50 a 70% de probabilidades.
- ≡ Pocas oportunidades de ocurrir, 20 a 50% de probabilidades.
- Muy pocas oportunidades de ocurrir, menos del 20% de probabilidades.

USO DE LA TERMINOLOGIA PROPUESTA Y TABLA DE CLASIFICACION

En resumen, se sugieren los siguientes pasos en el procedimiento adecuado para la descripción megascópica y clasificación de una roca sedimentaria:

1. Se clasifica la roca como detrítica o química, dependiendo de la proporción relativa del material detrítico (en la práctica casi completamente restringido a silicatos **clásticos**) y material químico.

2. La roca es clasificada además como perteneciendo a la serie cuarcita, grauvaca o arcosa, de acuerdo con la composición de la fracción de silicatos clásticos. Esta división puede llevarse a cabo prácticamente siempre cuando se trata de rocas clásticas de grano medio; pero puede no ser posible cuando se trate de rocas clásticas de grano fino o con rocas químicas puras sin fracción de silicatos reconocible. Se usarán entonces los términos "caliza", "limolita" y "lutita" en la misma forma que se usa el término "felsita" en las rocas ígneas.

3. Si la roca es detrítica, después de ser colocada en la serie que le corresponde, se determina si está aglutinada por una matriz de grano fino o un cemento químico. Esto puede conse-

guirse también sin demasiada dificultad, observando el carácter granular y clástico de una matriz comparado con el carácter densamente cristalino de un cemento químico. En esta etapa los signos más y menos servirán de guía para que la identificación sea correcta.

4. Si la roca es química, obsérvese si es arenosa (más de 5% de silicatos clásticos) o pura. Si es pura determínese si la textura es arenística (clástica) o cristalina. Si la roca química es arenística determínese la serie detrítica a que pertenece. Esto puede hacerse con poco esfuerzo en muchas, o la mayor parte, de las rocas químicas arenosas, si son de grano mediano o grueso. Si la roca química es pura, esto podrá ser imposible, pero siempre debe intentarse. De nuevo los signos más y menos servirán de guía. Si es necesario disuélvase una pequeña cantidad de roca en ácido y examínese el residuo insoluble con un lente de mano.

5. Procédase a la identificación y descripción de la roca, como se sugirió en párrafos anteriores, siguiendo el esquema de: nombre — afinidad genética — cemento y matriz (o, por el contrario, el material detrítico en una roca química) — minerales accesorios — textura accesoria — estructura — color.

CONCLUSIONES

Puesto que todas las rocas son observadas en el campo y la mayor parte de ellas nunca pasa la etapa de la descripción con lente de mano, se sigue que una considerable mejoría en la calidad de esta descripción será de lo más útil. Proveería, entre otras cosas, de material adecuado (la llamada evidencia sedimentaria) para una mejor interpretación de los acontecimientos paleogeográficos y estructurales, una interpretación que en buena parte debe llevarse a cabo en el campo.

APLICACIONES PRACTICAS

Ya se había sentido desde hace mucho tiempo la necesidad de que un geólogo vigilara la perforación de los pozos de exploración, y últimamente los éxitos alcanzados prueban la utilidad y verdadera necesidad que había de esta vigilancia,

Ahora bien, gran parte de la labor que desempeñan estos geólogos puede considerarse como un curso de laboratorio de petrología elemental con lente de mano, de modo que es conveniente mejorar la precisión y exactitud de dicho trabajo.

La exploración en busca de las llamadas "trampas estratigráficas" se sirve principalmente de la petrografía, la cual si se lleva a cabo en el campo o en el laboratorio, casi siempre es con datos megascópicos. Las trampas estratigráficas son esencialmente una función de las relaciones existentes entre los granos por un lado y ya sea la matriz (la lenticularidad común detrítica arena — lutita) o el cemento (cambios igualmente comunes en los constituyentes químicos) por el otro. El carácter de estos cambios es muy diferente en las diferentes series de rocas, y por lo tanto es deseable un conocimiento adecuado de los elementos sedimentarios y la habilidad de reconocerlos rápidamente en el campo.

