

Petrología sedimentaria. Notas de teoría.

5. Rocas detríticas. Texturas

Ana M. Alonso Zarza

Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas.
Universidad Complutense de Madrid. José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid.
alonsoza@geo.ucm.es

Resumen: Este bloque se centra en el estudio de la textura de las rocas detríticas. El tamaño es el principal parámetro utilizado para la clasificación de las rocas detríticas y además su estudio aporta muchos datos para interpretar la génesis y su posible uso industrial. Por ello una gran parte de este bloque se dedica análisis del tamaño y se introducen unas breves nociones de estadística. La segunda parte del bloque se dedica al estudio de otros parámetros texturales como la morfología, textura superficial de los clastos y de fábrica de los sedimentos y rocas detríticas.

Palabras clave: Tamaño. Escala ϕ . Clasificación. Estadística. Morfología. Madurez textural.

TEXTURAS: EL TAMAÑO DE LOS CLASTOS

En este tema analizaremos el tamaño de los clastos de las rocas detríticas, cómo se mide, y que aplicaciones tiene. Por otra parte, el tamaño de los clastos es el principal criterio de clasificación de las rocas detríticas, veremos también en este tema esas clasificaciones.

Análisis del tamaño. Escalas clastométricas

El desgaste de los clastos sigue una ley geométrica, por lo que las escalas de tamaño deben ser también geométricas.

$$P_x = P_0 e^{-ax}$$

P_x = peso del clasto después de recorrer una distancia "x"

$e = N^{\circ} "e"$

a = constante que depende de las características del clasto y del fluido

La escala que se utiliza es la escala (ϕ), que se elabora a partir de la escala de Udden-Wentworth. Los intervalos de clase corresponden a una progresión geométrica de razón 2 para los términos superiores a 2 mm y $r = 0,5$ para los menores. De acuerdo con esto tendríamos como límites de clase los valores de la columna A, la marca de clase de

dichos intervalos sería una media geométrica y por tanto irracional. Dichos límites se pueden representar como potencias de 2 y si además consideramos el $-\log_2$ del tamaño en milímetros obtenemos los valores de la columna B, que constituyen los límites de clase de la escala (ϕ), y que como son números enteros que siguen una progresión aritmética su marca de clase será un número racional. Hemos obtenido valores de una escala geométrica representados en una escala aritmética. En el ejemplo que mostramos a continuación, se indica cómo se elabora la escala ϕ , para unos determinados intervalos de esa progresión geométrica, pero la escala ϕ , no se limita sólo a esos intervalos.

A(Udden) (mm)		$\log_2(\text{mm})$	B (escala $\phi = -\log_2 \text{mm}$)
16	2^4	4	-4
8	2^3	3	-3
4	2^2	2	-2
2	2^1	1	-1
1	2^0	0	0
0,5	2^{-1}	-1	1
0,25	2^{-2}	-2	2
0,125	2^{-3}	-3	3

Por tanto,

$$\phi = -\log_2 d$$

$$d = \text{tamaño en mm}$$

$$d = 2^{-\phi}$$

$$\log d = -\phi \log 2$$

$$\phi = -(\log d / \log 2) = -(\log d) / 0.301030$$

Clasificación de las rocas y sedimentos detríticos

Todas las clases definidas según la escala ϕ se agrupan en tres superclases clastométricas: **Rudáceas**, **Arenáceas** y **Lutáceas**. El criterio de división no es aleatorio sino que tiene un significado genético claro. Partículas superiores a 2 mm se depositan según la ley del Impacto ($v = k'd^{1/2}$), mientras que las menores de 0.063 mm siguen la ley de Stokes ($v = kd^2$) (k y k' = constantes, v = velocidad de sedimentación, d = diámetro del clasto). Los clastos de tamaños intermedios se depositan según ambas leyes proporcionalmente repartidas según los tamaños y proximidad a los límites 2 mm y 0,063.

Todas las clasificaciones de sedimentos y rocas sedimentarias tienen unos límites e intervalos comunes, en los que hacer las divisiones, pero los nombres o algunos límites secundarios no son iguales en todas las escuelas. Como ejemplo incluyo una de las clasificaciones, que los alumnos deben completar (Fig. 1). Es importante tener en cuenta que en la mayor parte de los grandes grupos (arenáceas, por ejemplo) estén comprendidas 5 unidades ϕ , esto permite la clasificación precisa en arena muy gruesa, gruesa, media, fina y muy finas.

mm	phi	Nombre de los clastos	NOMBRE DE LA ROCA	
256	-8	Bloque		
128	-7	Canto		
64	-6			
32	-5	Guijarro		
16	-4			
8	-3			
4	-2	Guija		
2	-1			
1	0	Arena		
0.5	1			Muy gruesa
0.25	2			Gruesa
0.125	3			Media
0.062	4			Fina
0.031	5	Limo o Aleurita	ALEURITAS	
0.016	6			Grueso
0.008	7			Medio
0.004	8			Fino
		Arcilla	ARCILLAS	
			LUTITAS	

Se trata de que en esta parte de la columna los alumnos pongan los nombres correspondientes

Figura 1.

Análisis del tamaño de las Rocas Sedimentarias

Como ya hemos visto el método más adecuado para medir el tamaño, dependerá de cuál sea el tamaño de los componentes que queremos medir.

- **Clastometría de Rudáceas: Cantometrías**

Las medidas del tamaño se hacen de forma directa mediante el calibre. Si los clastos son menores de 16 mm es aconsejable utilizar tamices. Se miden tres dimensiones ortogonales del clasto:

Longitud =dimensión más larga.

Anchura = máxima dimensión perpendicular a l.

Espesor = máxima dimensión perpendicular a (a y l).

Normalmente se expresa como tamaño medio (T_m) la media de esas tres dimensiones, que necesariamente han de ser ortogonales, pero que no tienen por qué coincidir en un punto.

$$T_m = (l+a+e) / 3$$

Las medidas se hacen en todos los clastos separándolos por su composición aunque, a veces, sólo se realizan sobre los clastos más resistentes.

Una vez obtenidas las tres medidas de los bloques y cantos que se estudien y su tamaño medio, se dividen en clases y se pesan. Los resultados se expresan en tanto por ciento en peso, ya sea como frecuencias relativas o acumuladas.

Clastos	1	2	3	4	5
l					
a					
e					
T_m (mm)					
Comp					
Peso					

CLASES (mm)	Peso	F.rel	F.ac
(16-8)			
(8-4)			
(4-2)			

- **Clastometrías de arenas: granometrías**

Se utilizan columnas de tamices con aperturas que siguen la escala (ϕ).

- ✓ Secado y pesado de la muestra.
- ✓ Tamización en tamiz de agua de apertura 0.063 mm (4ϕ), nos desprendemos así de la fracción lutácea. También se coloca un tamiz de 16 mm de apertura por si hubiera clastos mayores.
- ✓ Secado y Pesado de la muestra que queda, por diferencia podemos conocer el porcentaje de fracción lutácea.
- ✓ Se coloca la muestra en la columna de tamices y ésta en un vibrador mecánico durante un tiempo aproximado de 20 minutos (hasta que no pasen clastos de un tamiz a otro).
- ✓ Se pesa el material que ha quedado retenido en cada tamiz, obteniéndose así el peso de las fracciones granométricas de cada tamiz.

- ✓ Los pesos se pasan a porcentajes, frecuencias relativas y acumuladas y a partir de estos datos podremos obtener los parámetros estadísticos del sedimento que estudiamos.

CLASES	Peso	%peso= Fr	F.ac.
> 4 mm			
4-2			
2-1			

Una vez realizado el tamizado de la muestra sobre las distintas fracciones se pueden hacer estudios específicos sobre su composición como es la separación de minerales ligeros y pesados por medio de líquidos densos. La **fracción lutítica** obtenida en el paso 2 se puede conservar y aplicar las técnicas con las que se estudia su tamaño e incluso su composición.

Representaciones gráficas y parámetros estadísticos

La representación gráfica más simple es el **histograma**. En los histogramas el tamaño de clasto es la variable independiente y por ello se representa en el eje horizontal. Los tamaños se representan de más gruesos a más finos, es decir de números ϕ inferiores a superiores. Los infinitos tamaños existentes han de agruparse en **clases** que comprenden todos los tamaños incluidos entre los **límites de clase o intervalos** (inferior y superior). A todos los tamaños de una clase se les asigna un tamaño medio que es la media de sus límites y se denomina **marca de clase**. En el eje de ordenadas se representa el valor de la frecuencia relativa o el de la frecuencia acumulada (% en peso). El histograma queda formado al levantar sobre cada clase una columna con la altura correspondiente a la frecuencia de clastos de esa clase.

Al unir los puntos medios de las distintas columnas que forman el histograma obtenemos el **polígono de frecuencias** y si se suaviza, la **curva de frecuencias**, como si se tomaran todos los tamaños (curva diferencial). En las distribuciones normales la unión de los puntos medios de cada barra del histograma da lugar a la obtención de una curva en forma de campana que se denomina campana de Gauss (para más datos ver Mingarro y Ordóñez, pag. 230-233). El polígono de frecuencias acumuladas se obtiene acumulando las frecuencias relativas hacia el límite de clase que representa el tamaño más fino en sucesivos intervalos. **Siempre se acumula hacia finos**. Suavizando el polígono obtenido sacamos la curva de frecuencias acumuladas (curva integral). Lo que sabemos con toda certeza es que todos los tamaños de una clase son mayores que el límite inferior de esa clase, por eso se acumula hacia finos.

Las frecuencias acumuladas pueden representarse según una escala aritmética o según una escala probabilística. Al representar los datos según una escala probabilística ya no obtenemos una curva sino una **recta**.

Parámetros estadísticos clastométricos

Los parámetros clastométricos empleados se estiman gráficamente a partir de los llamados genéricamente **cuartiles** que expresan el tamaño de clastos correspondiente a una proporción concreta de individuos de tamaño superior a él. Normalmente la curva de frecuencias se divide en cien partes de ahí que normalmente se utilicen **percentiles**. Los percentiles se expresen con el signo ϕ_i , indicando el subíndice "i" el porcentaje utilizado. Así ϕ_5 corresponderá a aquél tamaño que tiene un 5% de individuos superiores a él. Estos percentiles se pueden calcular gráficamente a partir de la curva de frecuencias relativas acumuladas.

El percentil más característico es el ϕ_1 o **centil**, que indica que el 1% del efectivo es mayor que ese tamaño y equivale al mayor tamaño transportado. Otros percentiles (5, 16, 50, 84, 95) son también muy útiles para calcular los distintos parámetros estadísticos de las distribuciones.

Índices estadísticos clastométricos

En este curso utilizaremos básicamente los índices propuestos por Folk y Ward (1957).

- **Estadísticos de centralización**

a) **Moda** (M_o). Es el valor en escala ϕ (o en mm) del punto medio del intervalo o clase más frecuente (la marca más frecuente).

b) **Mediana** (M_d). Es el tamaño de grano para el cual la frecuencia acumulada es del 50%.

$$M_d = \phi_{50}$$

c) **Media** (\bar{x}). Es el parámetro más representativo.

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

- **Estadísticos de dispersión.** Los más utilizados son:

Selección (σ). Es una medida de cómo se distribuyen los clastos en todas las clases y no sólo en la clase modal o en las proximales, por ello debería hablarse más de clasificación que de selección.

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

En función del resultado se clasifican las muestras como:

σ	< 0,35	Muy bien seleccionada o distribuida
$0,35 < \sigma$	< 0,50	Bien seleccionada
$0,50 < \sigma <$	0,71	Moderadamente bien seleccionada
$0,71 < \sigma$	< 1,0	Moderadamente seleccionada
$1,0 < \sigma$	< 2,0	Pobrememente seleccionada
$2,0 < \sigma <$	4,0	Mal seleccionada
$\sigma >$	4,0	Muy mal seleccionada.

Para determinar rápidamente la selección de una muestra (al microscopio) se pueden utilizar ábacos comparativos. La rapidez y el número de determinaciones reducen el error de la comparación.

Simetría o **sesgo** (S_k). Es el grado de asimetría de una distribución, por lo tanto establece la relación entre las mezclas gruesas y las finas. Se determina por:

$$Sk_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Curtosis (K_G). Representa un índice de dispersión que relaciona las clases proximales con las distales, es un auténtico índice de la selección.

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

El método de los momentos

Los parámetros estadísticos se pueden también calcular por el método de los momentos. El **momento** se define como el sumatorio producto del porcentaje en peso (frecuencia) de una determinada clase y la marca de clase, todo ello dividido por 100. El momento de orden 1 o primer momento equivale a la media. Una vez definida la media esta se puede utilizar como un punto arbitrario de referencia. Así se pueden comparar los valores de cualquier marca de clase con la media.

En el momento de orden 1 la diferencia entre la marca de clase y la media está elevada a 1. En el momento de orden 2 a 2 y así sucesivamente se obtienen los momentos de órdenes mayores.

$(m_\phi - x)$ es la distancia que se usa.

El valor del momento de orden 2 es el cuadrado de la desviación estándar de la distribución. El momento de orden 3 mide la simetría de la distribución y da un valor que es el cubo de la simetría. El momento de orden 4 da un valor para la curtosis a la cuarta potencia. Buenos para selección y curtosis, no tanto para la simetría (angulosidad).

Problema 1

Del tamizado de un sedimento arenoso se ha obtenido la siguiente distribución clastométrica:

CLASE	FREC. ABS
0-1 ϕ	20
1-2 ϕ	60
2-3 ϕ	160
3-4 ϕ	220
4-5 ϕ	40

A) Dibujar:

El histograma.

El polígono y curva de frecuencias relativas.

La curva de frecuencias acumuladas en escala de frecuencias aritmética y probabilística.

B) Calcular gráficamente los parámetros clastométricos de la distribución.

Problema 2

Dada la siguiente distribución de tamaños:

Clase	Frec. rel.
>4mm	0%
4-3 mm	0,02 %
3-2 mm	0,03%
2-1,5 mm	0,02%
1,5-1 mm	0,13%
1-0,71mm	0,6%
0,71-0,5 mm	2,2 %
0,5-0,35mm	7 %
0,35-0,25mm	15 %
0,25-0,16mm	23 %
0,16-0,12 mm	22 %
0,12-0,08 mm	10 %
0,08-0,063 mm	4%
0,063-0,032mm	2 %
< 0,032 mm	14 %

Representar en papel probabilístico.

En caso de que existan varias poblaciones separarlas indicando el porcentaje de cada una de ellas.

Calcular el porcentaje de fracción lutítica que hay en el sedimento.

Clasificar la muestra texturalmente.

Problema 3

Representar en papel probabilístico la distribución granométrica (son las frecuencias acumuladas) de los sedimentos detríticos (A, B, C, D) del cuadro adjunto y calcular gráficamente sus parámetros clastométricos más característicos. Señala cuales son:

- Las muestras mejor seleccionadas.
- Las muestras que correspondan a sedimentos rudáceos.
- La muestra-s que pueden corresponder a una cuarzoarenita ¿Por qué?

	A %	B%	C%	D%
-3φ	16,00			
-2φ	31,60		1,75	
-1φ	52,00		30,00	1,50
0φ	74,90	1,50	84,20	8,50
1φ	90,00	40,00	99,50	28,30
2φ	96,60	94,80		60,10
3φ	99,25	99,80		86,00
4φ	99,85			96,50
5φ	99,88			99,60
6φ				99,85

Interpretación hidrodinámica de las distribuciones clastométricas. Aplicaciones

Las distribuciones clastométricas obtenidas y sus parámetros son muy útiles para interpretar las condiciones hidrodinámicas en las que se han formado esos sedimentos o rocas. Veremos sólo algunos ejemplos.

- **Modelos establecidos en base a la distribución de tamaños de una sola muestra**

Modelo de Doeglas. Cada muestra puede estar formada por tres poblaciones:

- ✓ Población R, corresponde a los tamaños gruesos (> 0,34 mm), corresponde a materiales gruesos transportados por Tracción-deslizamiento.
- ✓ Población S, representa los tamaños transportados por Saltación. (0.34 y 0.2mm).

- ✓ Población T, (tamaños inferiores a 0.2 mm) es la de suspensión.

Modelo de Visher

Este autor también considera que las distribuciones tamaño-frecuencia de una muestra no corresponden a una sola población lognormal, sino que la distribución de tamaños pueden ser mezclas de distintas distribuciones lognormales, cada una de estas poblaciones al representarla en papel probabilístico, estará representada por una rectas. Las distintas rectas se cortan entre sí, y permiten definir los límites de cada una de ellas. Las distribuciones más complejas muestran tres rectas principales: La recta C o de población por tracción, la recta/s A y A' que representan la población de saltación, en ocasiones esta población está constituida por dos segmentos con pendiente ligeramente diferente. La recta C corresponde a la población de Saltación. El porcentaje que representan cada una de estas poblaciones, su selección, grado de mezcla y puntos de corte o truncación entre las rectas representativas de cada una de las poblaciones puede ser característico de determinados medios de sedimentación Las distribuciones más complejas muestran tres rectas principales. Analizar el gráfico completo y ver si podéis separar las distintas poblaciones.

Pregunta: ¿La pendiente de la recta puede reflejar algún parámetro importante?

Modelo de Rivière

Las distribuciones de tamaño de los sedimentos finos no siempre siguen una distribución lognormal, pues están curvadas en sus extremos, obteniendo distinto tipos de curvas. Cada curva se puede caracterizar por el Índice de evolución granulométrica ($N = n + 1$), siendo n el exponente de la ecuación general de todas las curvas granométricas:

$$Y' = a x^n$$

- ✓ **Facies lineares** $N = 1$, corresponden a sedimentos no evolucionados, como suelos, productos de alteración, en general a materiales poco seleccionados.
- ✓ **Facies logarítmicas** $N = 0$, formadas por sedimentos bien elaborados propios de ríos, estuarios dunas, playas, etc.
- ✓ **Facies parabólicas** $0 < N < 1$, es característica de sedimentos fluviales, con rasgos intermedios entre los dos anteriores.
- ✓ **Facies hiperbólicas** $0 > N > -1$, corresponden a depósitos tranquilos a partir de suspensiones uniformes por floculación o decantación.

- **Modelos establecidos en base a la distribución de tamaños de varias muestras.**

- ✓ Friedman (1961), analizó la relación entre la simetría (momento de orden 3) y la desviación estándar (selección) en numerosas arenas de playa y fluviales.
- ✓ Passega (1964) sugiere que la relación del percentil más grueso (ϕ_1) con el diámetro medio, puede ser indicativo del modo de transporte. El percentil 1, se denomina **centil** y, a veces se sustituye por el máximo tamaño de la muestra. El diámetro medio se puede calcular gráficamente como la mediana ($Md = \phi_{50}$). El gráfico es una representación bilogarítmica, en abcisas se representa el logaritmo del valor de la mediana y en ordenadas el logaritmo del centil. Según esta representación se diferencian perfectamente los distintos modos de transporte. El tramo A representa los clastos transportados por tracción-deslizamiento. El tramo B representa depósitos de fondo con corrientes capaces de llevarse o ventear el material fino (intermedio entre tracción y rólido). El tramo C corresponde al transporte por rólido. En el tramo D se representan los sedimentos transportados por "suspensión gradada" formada por clastos pequeños que no pueden moverse por rólido, pero que son demasiado grandes para permanecer en suspensión homogénea, es decir los que se transportan por saltación. En el tramo E se sitúan los clastos transportados por suspensión real, es decir a partir de decantación uniforme. En el círculo se sitúan las suspensiones pelágicas.

La línea Cr representa el tamaño mínimo del transporte por deslizamiento-rolido. Cs representa el tamaño máximo transportable por suspensión gradada y Cu el tamaño máximo transportado por suspensión uniforme. Las líneas oblicuas corresponden a relaciones C/M que nos marcan condiciones hidrodinámicas y dan una idea de la selección. Cuanto más nos acercamos a la línea C=Md, el medio es más fluido y selectivo. Se aconseja utilizar este gráfico cuando el número de muestras sea superior a 30.

- **Aplicaciones**

El estudio de la distribución del tamaño de los clastos tiene numerosas aplicaciones para distintos tipos de industrias. Indicaremos aquí dos de ellas.

Dosificación de áridos. Mientras que los geólogos sedimentarios han desarrollado numerosos criterios para conocer e interpretar las distribuciones clastométricas de materiales clásticos, la ingeniería civil ha hecho una aproximación distinta al conocimiento y utilización de estos materiales, pues ambos se usan en la industria de la construcción para hormigones, áridos para firmes de carretera, morteros... Para su uso como hormigón lo más adecuado es lo que se denomina agregados gradados es decir en los que están representados muchos tamaños de partícula, es lo que se define como

agregado ideal, pues las pequeñas partículas rellenan los espacios intergranulares, relleno parcialmente los huecos que quedan entre las grandes, lo que permite la reducción de proporciones importantes de agua y cemento requeridas para obtener el grado de fuerza y dureza potencial del hormigón. Materiales sedimentarios naturales mal seleccionados pueden ser considerados como bien gradados. De hecho, los agregados gradados se obtienen mezclando agregados finos y gruesos naturales u obtenidos a través de molienda.

Porosidad y permeabilidad determinan la capacidad de un fluido para pasar a través de un medio poroso. La permeabilidad depende del grado de selección del sedimento, de la presencia de cementos y también del tamaño de grano. En general, la permeabilidad disminuye con el tamaño de grano. Porosidad y permeabilidad varían en función del tamaño de grano y de la selección.

TEXTURAS: MORFOLOGÍA, TEXTURA SUPERFICIAL Y FÁBRICA

En este tema analizaremos los parámetros de forma y la textura superficial de los clastos, pero también su fábrica dentro del sedimento o roca sedimentaria.

Morfología de los clastos

El parámetro morfología se define teniendo en cuenta otros tres parámetros: forma, esfericidad y redondez.

- **Forma.** Es la relación entre las tres dimensiones de los clastos.
 - ✓ Zingg (1935) utilizó los valores "M" y "N". longitud (l), la anchura (a) y el espesor (e), de manera que $l > a > e$.

$$M = a/l$$

$$N = e/a$$

- ✓ Sneed y Folk (1958)
 - i) e/l
 - ii) $(l-a)/(l-e)$
 - iii) **Esfericidad.** Es un parámetro que mide cuanto se aproxima la forma del clasto estudiado a la de una esfera. Se compara la máxima proyección de un clasto con la proyección de la esfera de igual volumen que él.

Esfericidad efectiva de sedimentación. $E = (e^2/l \cdot a)^{1/3}$

- **Redondez.** Se refiere a la curvatura de los bordes de los granos.

r_i = radio de las circunferencias que coincidentes con la curvatura de los bordes de los clastos.

R_o = radio de la circunferencia máxima inscrita en el clasto

N_i = Nº de circunferencias menores o de vértices.

¿De qué depende la forma de los granos? ¿Qué puede indicar?

Textura superficial de los granos

Son los rasgos que se reconocen en la superficie de un determinado clasto detrítico. Requieren en muchos casos un estudio detallado mediante SEM, algunos de los rasgos característicos son:

Cantos de depósitos glaciares: estrías en su superficie.

Granos de playa y canales fluviales: marcas en forma de media luna.

Los granos de las arenas de desiertos se caracterizan por presentar fractura concoidal como resultado de la descamación mecánica.

Los granos de origen glacial suelen presentar también fractura concoidal y morfologías angulosas.

Los granos de las arenas de río suelen presentar pequeñas marcas de percusión con forma de "V" (SEM).

¿Y la diagénesis? Puede modificar algunos de estos rasgos y generar otros, como con las huellas de presión-disolución.

Fábrica de los clastos

La fábrica de los clastos en una roca sedimentaria se refiere a su orientación y empaquetamiento y al tipo de contactos entre los clastos.

- **Orientación:** Es la alineación del eje mayor de los clastos según una determinada dirección. Se observa esencialmente en clastos alargados. ¿Depende del tipo de transporte?
- **Imbricación,** es la superposición de unos clastos con otros formando cierto ángulo (buzamiento aguas arriba).
- **Grado de empaquetamiento** de los clastos es la relación entre el volumen de granos y el volumen total de la roca.
- **Fábricas clasto y matriz soportadas y tipo de contactos.**

Pregunta

¿Existe alguna relación de la fábrica con el ambiente deposicional?. ¿Y del tipo de contactos con enterramiento?.

Madurez textural. Son sedimentos super-maduros las areniscas sin matriz, y que presentan muy buena selección y granos muy bien redondeados. Son areniscas maduras las que tienen poca matriz, selección moderada a buena y granos redondeados a subredondeados. Son sedimentos texturalmente inmaduros los que tienen mucha matriz, selección baja y granos angulosos.

BIBLIOGRAFÍA

Friedman, G. M. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, 31, 737-753.

Passega, R. 1964. Grain size representation by CM patterns as a Geological tool. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34, 830-847.

Zingg, Th., 1935. Beiträge zur Schottenanalyse: Schweiz.Mineral. *Petrog. Mitt.*, 15, 59, 162-164.

Sneed, E. D., y Folk, R. L. 1958. Pebbles in the lower Colorado River, Texas: a study in particle morphogenesis. *Journal of Geology*, 114-150.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Blatt, H., Middleton, G. y Murray, R. 1980. Origin of Sedimentary Rocks. 2nd Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Boggs, S. 2009. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Cambridge University Press, Cambridge. 600 pp.

Friedman, G.M.; Sanders, J.E. y Kopaska-Merkel, D.C. 1992. *Principles of Sedimentary Deposits. Stratigraphy and Sedimentology*. Macmillan Publ. Co., New York, 717 pp.

Mingarro, F. y Ordóñez, S. 1982. *Petrología Exógena I*. Ed. Rueda, Madrid, 387pp.

Pettijohn,, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. 3rd ed. Harper y Row Publ. New York. 628 pp.

- Pettijohn, F.J.; Potter, P.E., y Siever, R. 1987. *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag, New York.
- Prothero, D.R. y Schwab, F. 2004. *Sedimentary Geology. An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy*. W.H. Freeman and Co. New York. 557 pp.
- Scholle, P.A. y Spearing, D. (Eds), 1982. *Sandstone Depositional Environments*. Memoir 31, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, OK, 410 pp.
- Selley, R.C. 2000. *Applied sedimentology*. Academic Press. London. 523 pp.
- Tucker, M.E. (Ed) 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Sci. Publ, Oxford, 394 pp.
- Tucker, M.E. 2001. *Sedimentary Petrology. An Introduction to the origin of sedimentary rocks*. (3ª Ed). Blackwell Sci. Publ, Oxford, 262 pp.
- Visher, G.S. 1969. Grain size distributions and depositional processes. *Journal of Sedimentary Petrology*, 39, 1074-1106.

Recibido: 28 abril 2009.

Aceptado: 25 enero 2010.