

# Granulometría y textura de los peloides españoles

Francisco ARMIJO CASTRO y Francisco MARAVER EYZAGUIRRE

Cátedra de Hidrología Médica - Facultad de Medicina - UCM  
farmijoc@med.ucm.es

## RESUMEN

El uso como método terapéutico de los peloides está complementado por su facilidad para aplicarlos sobre la zona de acción. La aplicación debe ser agradable para el paciente. Hemos determinado la granulometría y la textura de cinco peloides para ver su posible relación y obtener valores objetivos no influenciados por el parecer del usuario.

**Palabras clave:** Pelloide, granulometría, textura.

## Granulometry and texture of spanish peloids

### ABSTRACT

The use of Peloids as a therapeutic method must be complemented by their simple application on the active area. This application must be pleasant for the patient. This paper studies the granulometry and texture of five Spanish Peloids so as to know the possible relation between their application and objective values not influenced by personal appreciation.

**Key word:** Peloid, granulometry, texture

## INTRODUCCION

La última acepción de las que aparecen en el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española para el término textura es: la «disposición que tienen entre sí las partículas de un cuerpo».

En este trabajo nos encontramos con dos tipos de aplicaciones del término, una la Textura geológica, correspondiente a «la naturaleza física del material en relación a su composición y tamaño de las partículas que lo forman» y otra, una que llamaremos Textura sensorial, que puede definirse como la característica multidimensional formada por un conjunto de sensaciones táctiles, visuales y olfativas, que dan lugar a una manifestación de la estructura del material y de su comportamiento frente a las fuerzas aplicadas exteriormente.

Por tanto podemos obtener datos granulométricos, tamaño de partícula y de reacción a fuerzas aplicadas, penetración, de una serie de peloides españoles con el fin de disponer de valores objetivos y fáciles de reproducir con vistas a conocer las posibilidades de aceptación del material por parte de los usuarios.

En la bibliografía consultada no encontramos este tipo de determinaciones en los peloides por tanto haremos uso de técnicas que se utilizan para el estudio de materiales similares en la industria de la construcción, de la alimentación y de la cosmética<sup>1</sup>.

## Textura geológica

La propiedad más importante de un material sedimentario elástico es su distribución del tamaño del grano que se determina mediante el análisis granulométrico.

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes métodos para la obtención del tamaño de las partículas de un material. Los métodos ópticos como el conteo y medida microscópica, los métodos de sedimentación, los métodos de tamizado, se han utilizado por varios autores sin que ninguno de ellos haya resuelto totalmente los problemas que lleva aparejados la medida del tamaño de productos normalmente amorfos. En los últimos tiempos los métodos basados en difracción de láser con la utilización de patrones internacionales han resuelto de manera eficaz la obtención de tamaño de las partículas<sup>2</sup>.

A partir del análisis granulométrico obtendremos los porcentajes de arena, limo y arcilla que forman el peloide, y que siguiendo el sistema U.S.D.A. (Departamento de Agricultura de EEUU) nos permite clasificar los peloides en función de su textura.

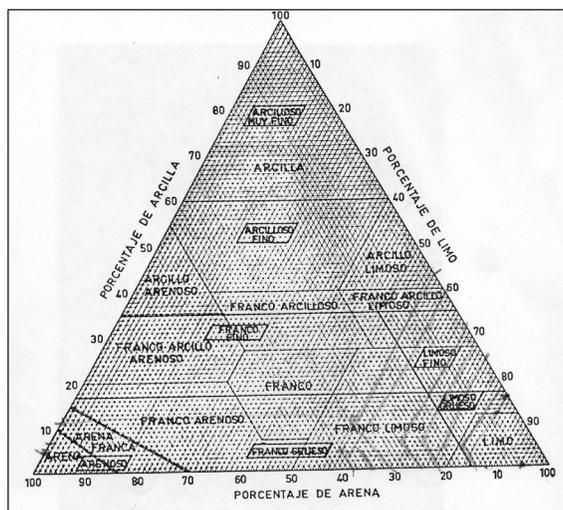
En la tabla siguiente, se muestran los nombres de las distintas fracciones en función de su diámetro<sup>3</sup>. (Tabla 1)

**Tabla 1: Denominaciones de las fracciones de suelo menor de 2 mm**

Sistema U.S.D.A		Sistema Internacional	
Nombre de la fracción	Diámetro mm	Fracción	Diámetro mm
Arena muy gruesa	2.0 – 1.0	I: arena gruesa	2.0 – 0.2
Arena gruesa	1.0 – 0.5		
Arena media	0.5 – 0.25		
Arena fina	0.25 – 0.10	II: arena fina	0.2 – 0.02
Arena muy fina	0.10 – 0.05		
Limo	0.05 – 0.002	III: limo	0.02 – 0.002
Arcilla	< 0.002	IV: arcilla	< 0.002

Llevando los porcentajes de los componentes a un diagrama triangular de clasificación podemos incluir el material en una de las 7 familias de texturales que nos permiten designar la textura del material. (Figura 1)

Figura 1: Triángulo de clasificación de suelos por texturas



## Textura sensorial

La textura sensorial resulta un criterio de calidad imprescindible para estudiar el comportamiento organoléptico de los barros y la mejor manera de eliminar el componente subjetivo del usuario es utilizar un aparato cuyas determinaciones puedan cuantificarse y así comparar los resultados de diferentes muestras.

Los Test empíricos miden parámetros normalmente poco definidos, pero que están relacionados con la calidad de la textura. Los más habituales son los de penetrometría y los de compresión.

Los parámetros fundamentales más utilizados son: la dureza, la adhesividad, la cohesividad y la elasticidad. La definición de cada uno de estos parámetros puede hacerse desde puntos de vista diferentes; el físico y el sensorial obtenido mediante un instrumento<sup>4</sup>.

La dureza se define desde el punto de vista de la física como la resistencia de un material a la fractura, a la penetración, al rayado, erosionado o cortado. Existen escalas artificiales como la de Mosh, para poder comparar materiales, dando el valor 10 al diamante y el 1 para el talco.

Cuando se utiliza un instrumento de medida como es el penetrómetro, se define como la fuerza necesaria para conseguir una deformación dada, se mide por el pico de fuerza en el primer ciclo de compresión que es cuando el material

alcanza la máxima deformación. Puede ser un pico o una meseta. La unidad de medida del equipo es el gramo (g) en el sistema MKS y formula dimensional F.

El parámetro denominado «adhesiviness» que puede asimilarse a adhesividad o agregación, viene definido como el trabajo necesario para superar las fuerzas atractivas entre la superficie del material y las superficies en contacto con él. Instrumentalmente viene dada por el área bajo la parte negativa de la curva en el primer ciclo que representa el trabajo necesario para extraer la sonda de la muestra, se mide en gramos por segundo (gs). Estas unidades en el sistema MKS corresponde al *impulso de fuerza* que se admite que es el impulso de una fuerza unidad actuando durante la unidad de tiempo.

El parámetro llamado «cohesiveness» se define como la fuerza de los enlaces internos que mantienen la forma del producto. Se relaciona con la cohesión que es la propiedad de los materiales de grano fino no consolidados, mediante la cual las partículas se mantienen unidas, debido a las fuerzas superficiales.

La definición instrumental viene dada por el cociente entre el área bajo la curva en el segundo ciclo y en el primer ciclo, es adimensional y a mayor valor más grande es la cohesiveness.

El parámetro llamado en inglés «springiness» podría asimilarse a elasticidad, velocidad a la que un material deformado vuelve a su condición una vez que desaparece la fuerza deformante.

La definición instrumental de springiness es la altura que el material recupera durante el tiempo que transcurre entre el final del primer ciclo y el comienzo del segundo. Se mide en milímetros.

## **MATERIAL Y METODO**

### **Materiales**

Para las determinaciones se ha utilizado material usual de laboratorio y como equipos:

Granulómetro, marca Cilas, modelo 1180, para la determinación del tamaño de partícula.

Penetrómetro, marca STEVENS, modelo QTS, para la determinación de la textura instrumental.

### **Muestras de peloides**

Se han utilizado muestras de cinco peloides españoles tomadas in situ y que denominaremos P1, P2, P3, P4 y P5.

### **Métodos analíticos**

#### *Toma de muestras y conservación*

En el lugar de origen se toma una porción homogénea de peloide y se introduce en un envase de plástico de 15 L de capacidad. Se conserva en nevera a 4°C hasta su análisis.

### *Preparación de muestras*

Previamente se retiran los materiales gruesos, hojas o piedras caídas accidentalmente, que consideramos no forman parte del peloíde. Las muestras se homogeneizan por agitación en el propio recipiente.

### *Determinación del tamaño de partícula*

Se toma una alícuota de la muestra y se suspende en agua, en un vaso de precipitados agitándose durante 15 minutos con un agitador magnético.

Cuando la muestra es homogénea se añade a la cubeta del equipo, que utiliza como líquido portador agua, sin ningún tipo de aditivos.

El equipo homogeneiza la muestra por agitación en la cubeta y por circulación con dos bombas peristálticas. La muestra pasa automáticamente a la celda de medida donde recibe la iluminación procedente de tres láser. La difracción obtenida la recoge el sistema de detección del equipo y la compara con unos patrones que tiene almacenados en la memoria. Los resultados se muestran en forma de un histograma (% concentración – diámetro en  $\mu\text{m}$ ) y en una curva de valores acumulados.

### *Textura geológica*

Partiendo de la distribución de tamaños obtenida en la granulometría anterior llevamos los porcentajes al triángulo de clasificación de la U.S.D.A. para conocer la familia textural a la que pertenece la muestra.

### *Medida de la textura instrumental*

Se toma una muestra de peloíde en un recipiente de plástico de 8 cm de alto y 6 cm de diámetro. Se homogeneiza la muestra y se enrasa para dejarla al nivel del recipiente.

Se realiza siguiendo el procedimiento internacional TPA, que consiste en la realización de dos ciclos completos consecutivos. Se utiliza una sonda modelo de bola de 1 cm, que se introduce 20 mm en la muestra a una velocidad de 30 mm/minuto y un trigger de 5 g.

## **RESULTADOS**

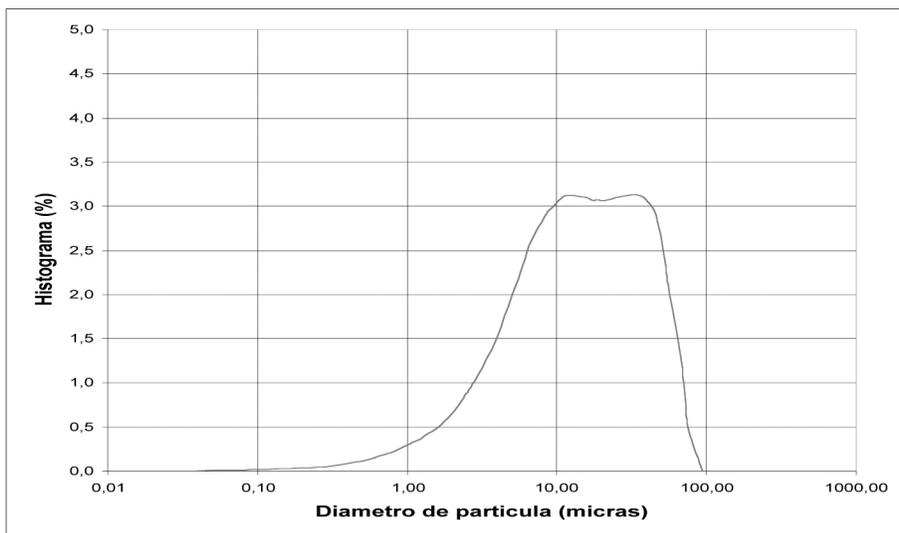
### *Análisis granulométrico*

En las tablas y gráficos siguientes se muestra la concentración de partículas para cada diámetro medio, el histograma y la curva de porcentajes acumulados de cada material.

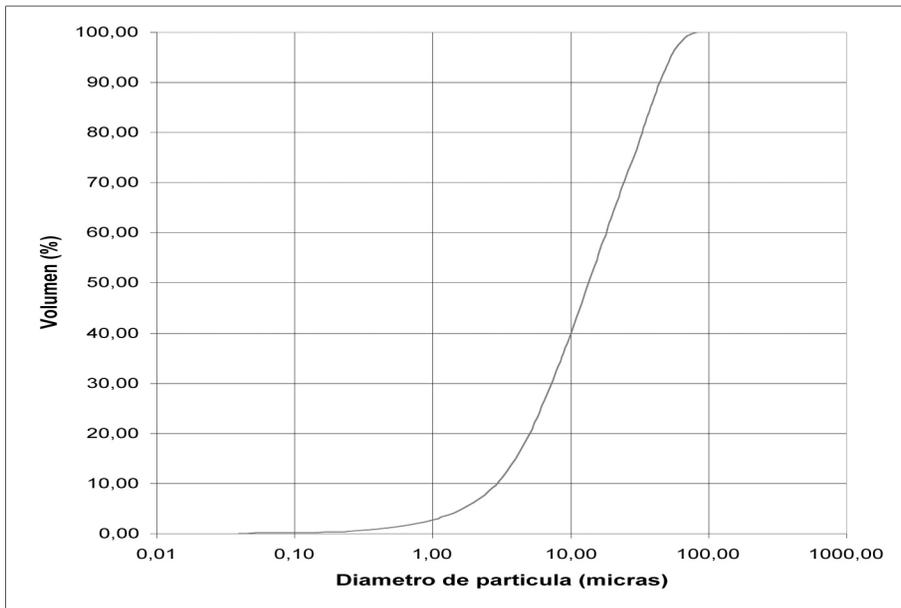
Tabla 2. Granulometría peloïde P1

<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>
<b>0.10</b>	0.02	<b>2.00</b>	0.64	<b>12.00</b>	3.12
<b>0.20</b>	0.03	<b>3.00</b>	1.08	<b>13.00</b>	3.12
<b>0.30</b>	0.05	<b>4.00</b>	1.49	<b>20.00</b>	3.06
<b>0.40</b>	0.08	<b>5.00</b>	1.98	<b>32.00</b>	3.13
<b>0.50</b>	0.11	<b>6.00</b>	2.33	<b>40.00</b>	3.07
<b>0.60</b>	0.14	<b>7.00</b>	2.64	<b>50.00</b>	2.68
<b>0.70</b>	0.18	<b>8.00</b>	2.81	<b>71.00</b>	1.00
<b>0.80</b>	0.21	<b>9.00</b>	2.95	<b>80.00</b>	0.36
<b>0.90</b>	0.25	<b>10.00</b>	3.03	<b>90.00</b>	0.10
<b>1.00</b>	0.29	<b>11.00</b>	3.10	<b>95.00</b>	0.00

Gráfico 1. Histograma peloïde P1



**Gráfico 2. Acumulados peloide P1**



**Tabla 3. Granulometría peloide P2**

<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>
<b>0,10</b>	0,02	<b>2,00</b>	1,03	<b>12,00</b>	4,16
<b>0,20</b>	0,03	<b>3,00</b>	1,81	<b>13,00</b>	4,12
<b>0,30</b>	0,05	<b>4,00</b>	2,2	<b>20,00</b>	2,95
<b>0,40</b>	0,1	<b>5,00</b>	2,48	<b>32,00</b>	2,41
<b>0,50</b>	0,15	<b>6,00</b>	2,69	<b>40,00</b>	1,85
<b>0,60</b>	0,17	<b>7,00</b>	3,01	<b>50,00</b>	1,06
<b>0,70</b>	0,18	<b>8,00</b>	3,36	<b>71,00</b>	0,09
<b>0,80</b>	0,18	<b>9,00</b>	3,75	<b>80,00</b>	0
<b>0,90</b>	0,2	<b>10,00</b>	3,93	<b>90,00</b>	
<b>1,00</b>	0,25	<b>11,00</b>	4,09	<b>95,00</b>	

Gráfico 3. Histograma peloide P2

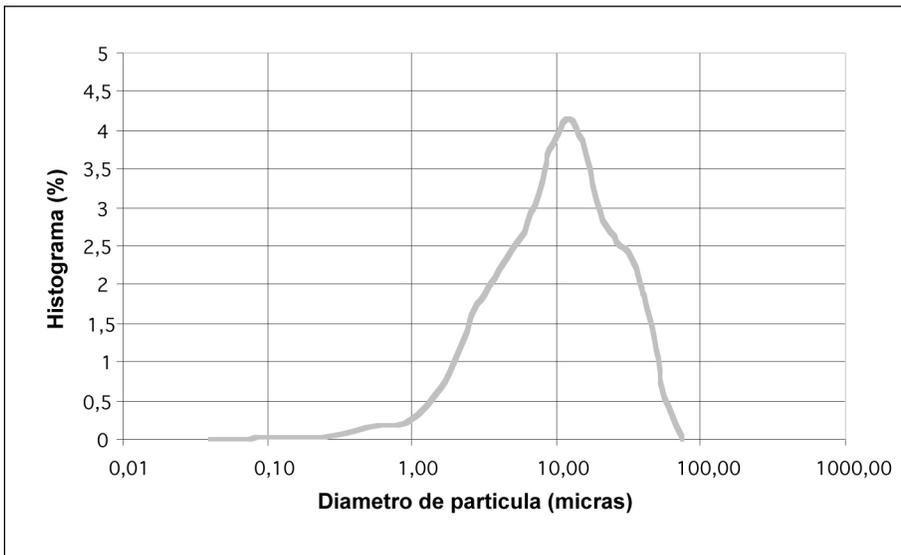


Gráfico 4. Acumulados peloide P2

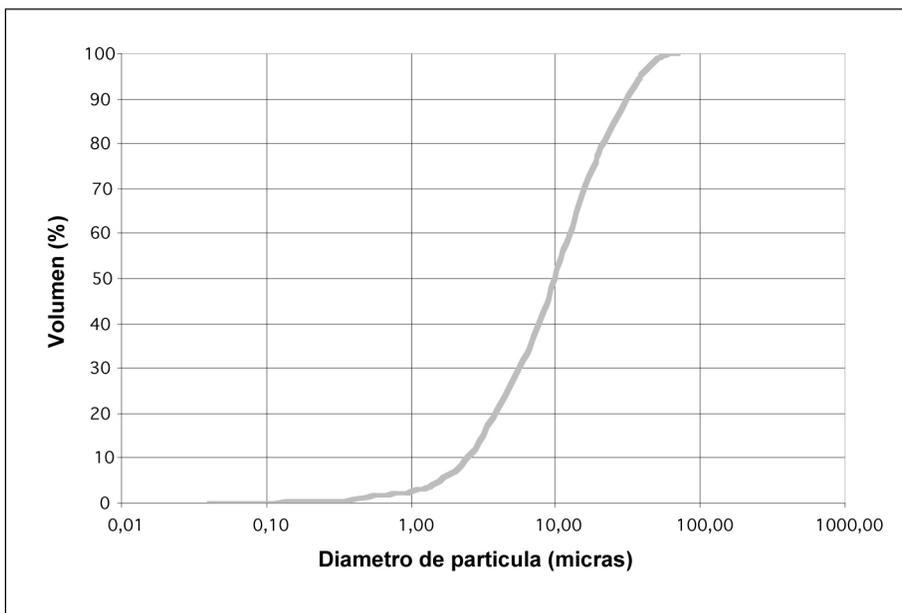
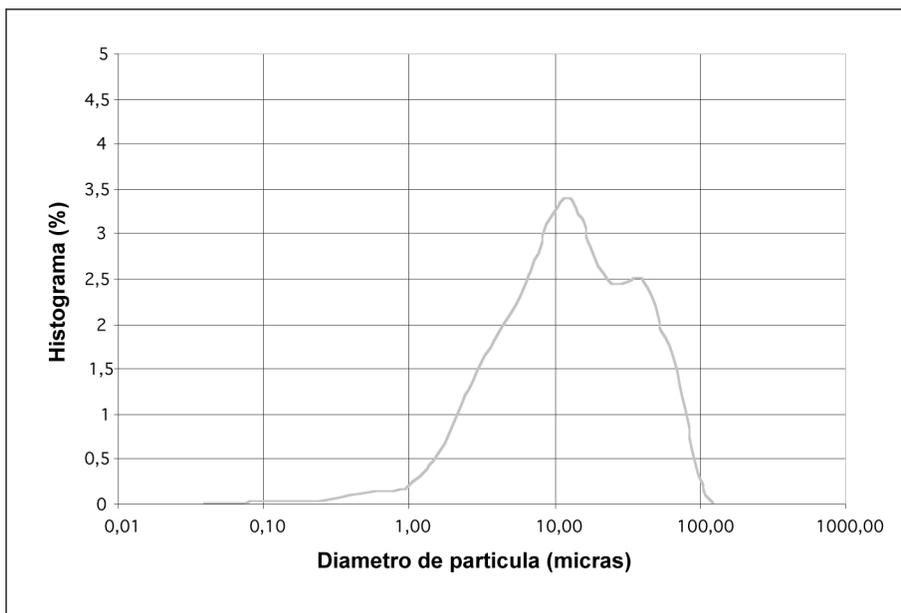


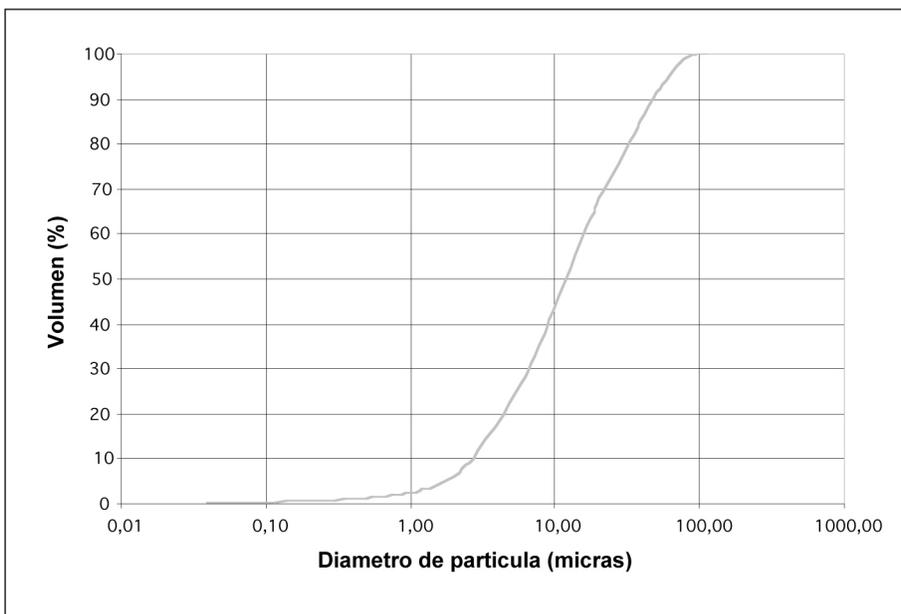
Tabla 4. Granulometría peloïde P3

Diámetro (µm)	Densidad	Diámetro (µm)	Densidad	Diámetro (µm)	Densidad
<b>0,10</b>	0,02	<b>4,00</b>	1,82	<b>32,00</b>	2,46
<b>0,20</b>	0,02	<b>5,00</b>	2,11	<b>40,00</b>	2,49
<b>0,30</b>	0,04	<b>6,00</b>	2,31	<b>50,00</b>	2,18
<b>0,40</b>	0,08	<b>7,00</b>	2,57	<b>71,00</b>	1,47
<b>0,50</b>	0,12	<b>8,00</b>	2,83	<b>80,00</b>	1,03
<b>0,60</b>	0,14	<b>9,00</b>	3,1	<b>90,00</b>	0,63
<b>0,70</b>	0,14	<b>10,00</b>	3,23	<b>95,00</b>	0,44
<b>0,80</b>	0,13	<b>11,00</b>	3,35	<b>100,00</b>	0,29
<b>0,90</b>	0,15	<b>12,00</b>	3,39	<b>106,00</b>	0,19
<b>1,00</b>	0,18	<b>13,00</b>	3,38	<b>112,00</b>	0,08
<b>2,00</b>	0,82	<b>20,00</b>	2,63	<b>125,00</b>	0
<b>3,00</b>	1,47				

Gráfico 5. Histograma peloïde P3



**Gráfico 6. Acumulados peloide P3**



**Tabla 5. Granulometría peloide P4**

<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Densidad</b>
<b>0,10</b>	0,05	<b>2,00</b>	1,33	<b>12,00</b>	2,67
<b>0,20</b>	0,12	<b>3,00</b>	2,1	<b>13,00</b>	3
<b>0,30</b>	0,17	<b>4,00</b>	2,43	<b>20,00</b>	3,8
<b>0,40</b>	0,2	<b>5,00</b>	2,57	<b>32,00</b>	2,23
<b>0,50</b>	0,27	<b>6,00</b>	2,66	<b>40,00</b>	2,33
<b>0,60</b>	0,33	<b>7,00</b>	2,57	<b>50,00</b>	2
<b>0,70</b>	0,47	<b>8,00</b>	2,5	<b>71,00</b>	0,37
<b>0,80</b>	0,57	<b>9,00</b>	2,37	<b>80,00</b>	0,07
<b>0,90</b>	0,65	<b>10,00</b>	2,33	<b>90,00</b>	0,001
<b>1,00</b>	0,67	<b>11,00</b>	2,4	<b>95,00</b>	0

Gráfico 7. Histograma peloide P4

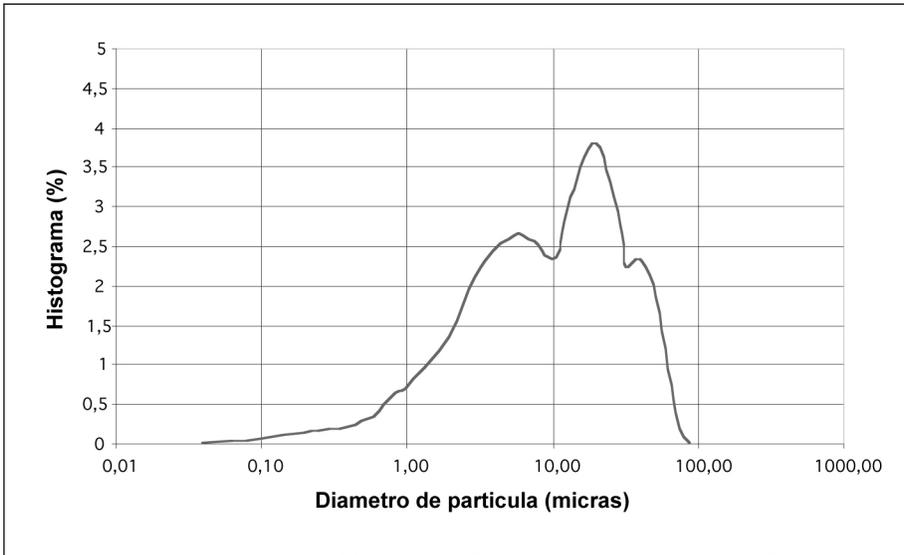


Gráfico 8. Acumulados peloide P4

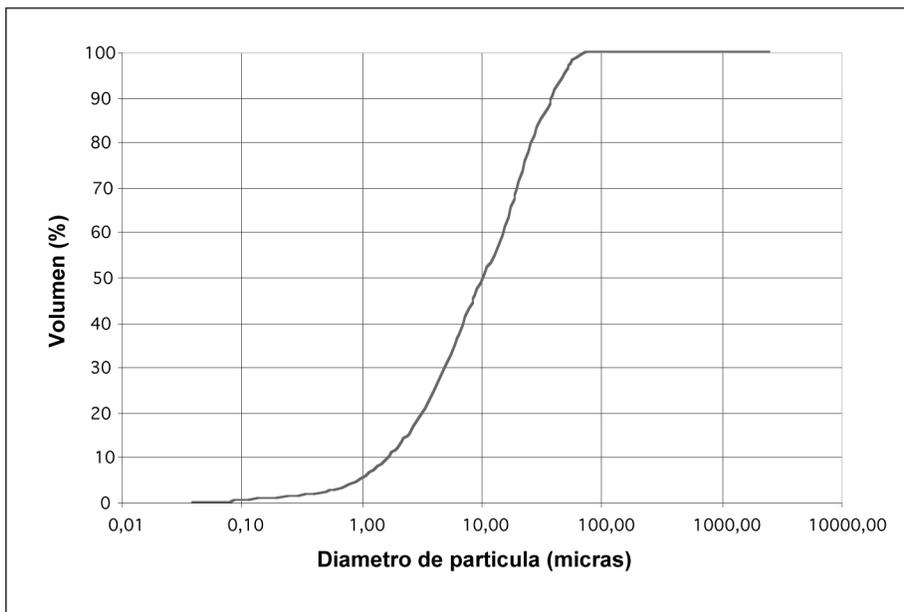
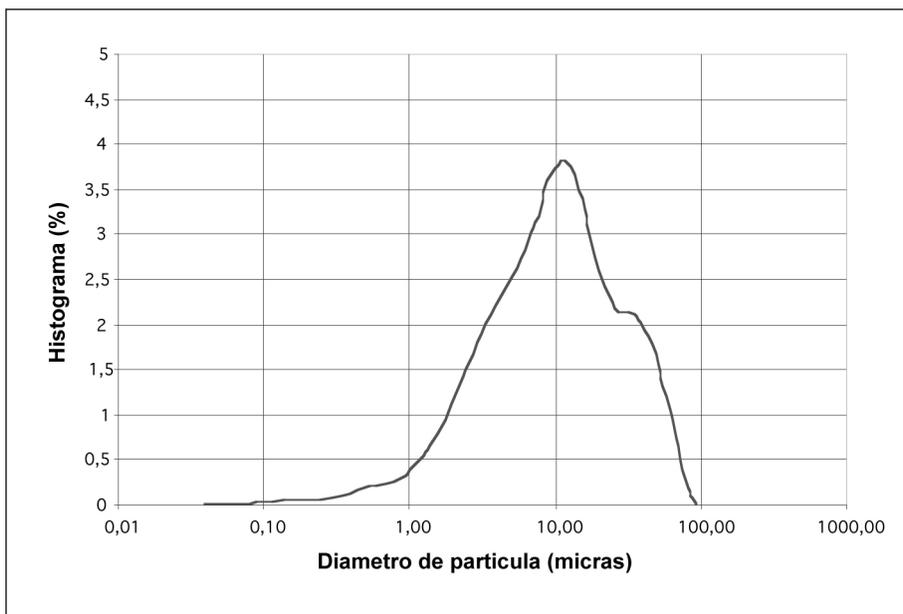


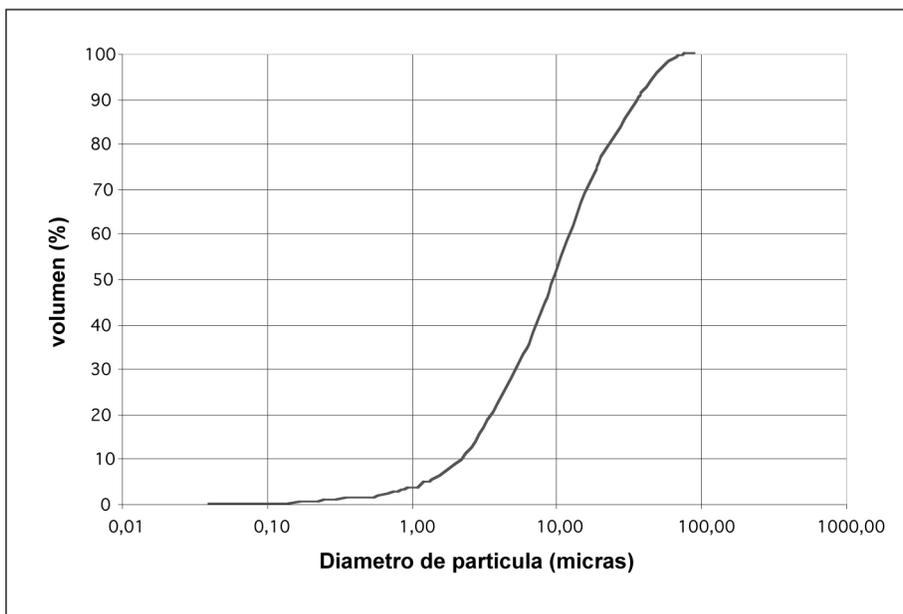
Tabla 6. Granulometría peloïde P5

Diámetro (µm)	Densidad	Diámetro (µm)	Densidad	Diámetro (µm)	Densidad
0,10	0,02	2,00	1,1	12,00	3,81
0,20	0,04	3,00	1,8	13,00	3,75
0,30	0,07	4,00	2,18	20,00	2,58
0,40	0,12	5,00	2,51	32,00	2,12
0,50	0,17	6,00	2,73	40,00	1,97
0,60	0,2	7,00	3	50,00	1,66
0,70	0,22	8,00	3,28	71,00	0,65
0,80	0,24	9,00	3,58	80,00	0,25
0,90	0,28	10,00	3,71	90,00	0,07
1,00	0,33	11,00	3,8	95,00	0

Gráfico 9. Histograma peloïde P5



**Gráfico 10. Acumulados peloide P5**



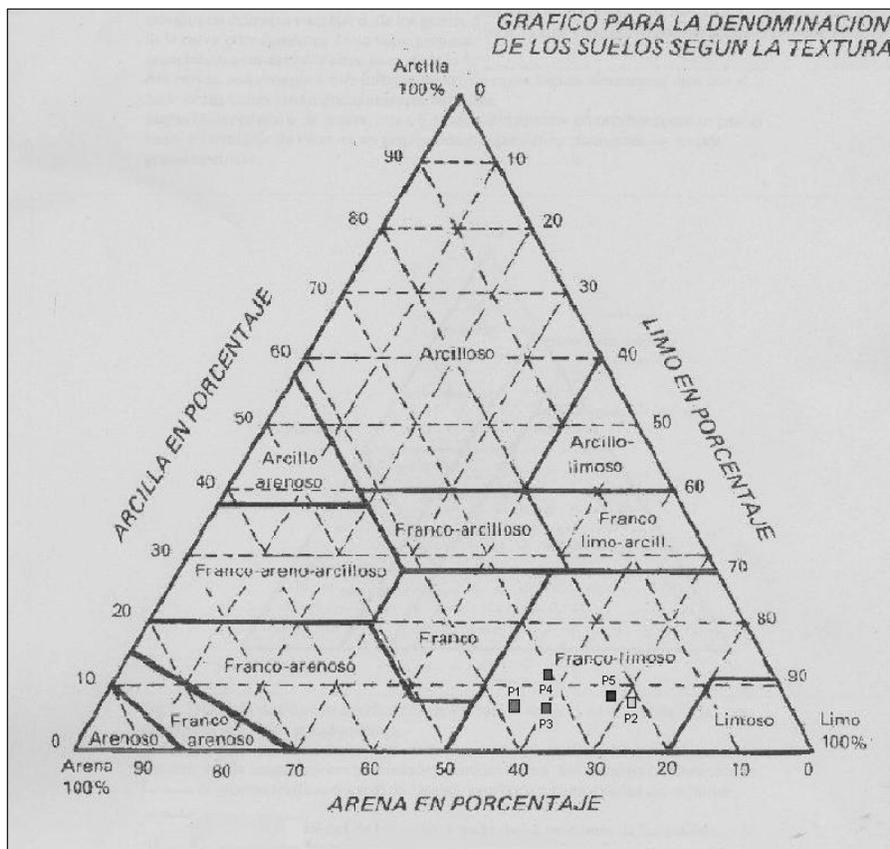
Textura Geológica

La tabla siguiente presenta los porcentajes de cada tipo de componente obtenidos a partir de los datos granulométricos y la clasificación según el sistema U.S.D.A.

**Tabla 7. Textura Geológica**

Fracción	P1	P2	P3	P4	P5
<b>Arcillas</b>	6.14	7.24	5.83	11.97	8.66
<b>Limos</b>	56.82	70.61	60.40	57.47	67.07
<b>Arenas</b>	37.04	22.15	33.77	30.56	24.27
<b>Clasificación</b>	Franco limoso				

Figura 2. Textura Geológica



Textura instrumental

En la tabla y gráficos siguientes se muestran los datos obtenidos con el Texturómetro

Tabla 8. Parámetros textura

PARAMETRO	P1	P2	P3	P4	P5
Dureza (g)	132	462	263	461	394
Cohesión	0.804	0.500	0.658	0.500	0.797
Adherencia (gs)	2491	4962	3284	6966	7102
Springiness (mm)	18.730	17.560	19.680	19.680	19.620

Gráfico 11. Penetrometría peloide P1

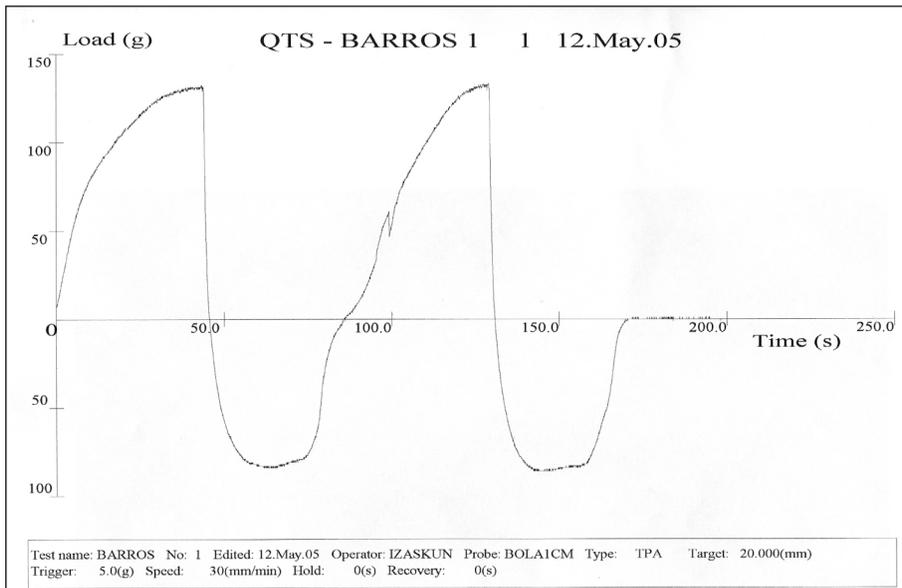


Gráfico 12. Penetrometría peloide P2

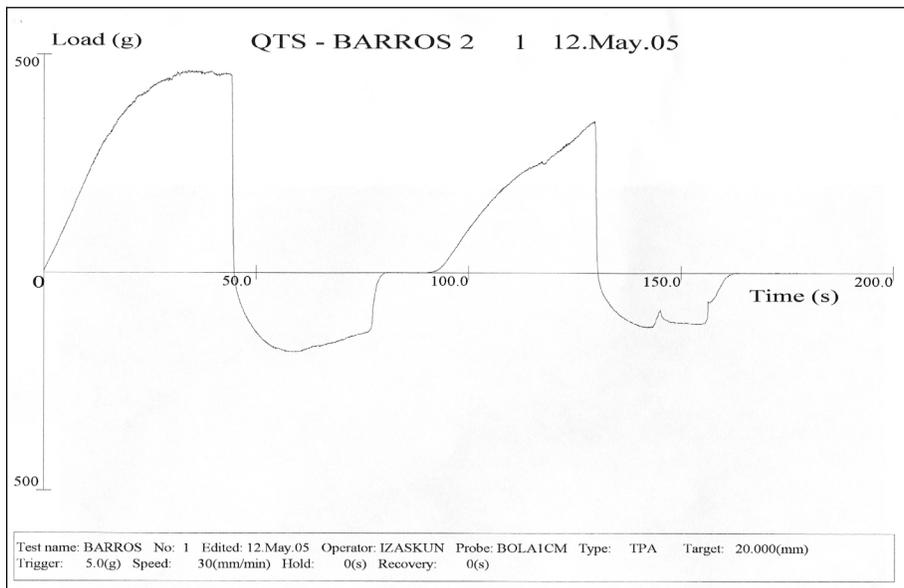


Gráfico 13. Penetrometría peloide P3

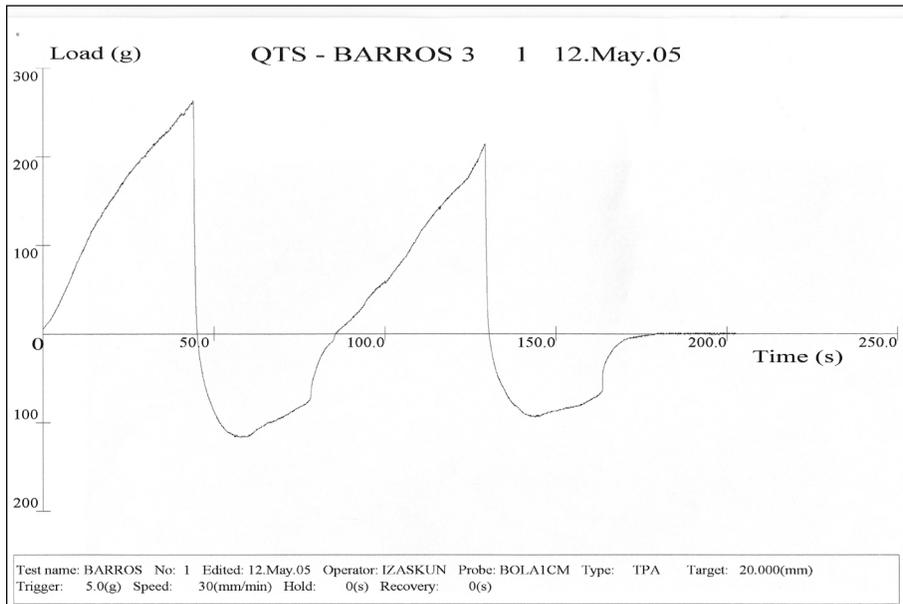


Gráfico 14. Penetrometría peloide P4

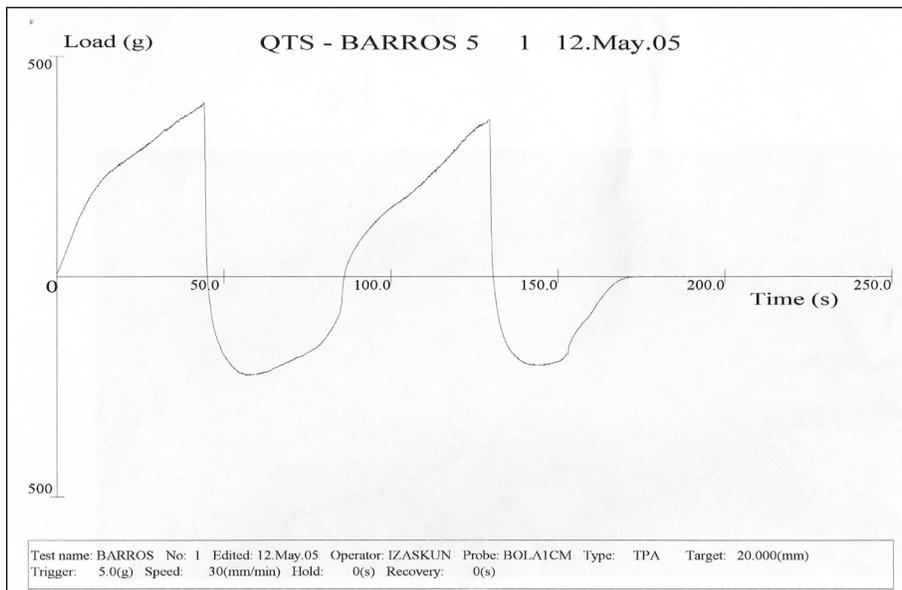
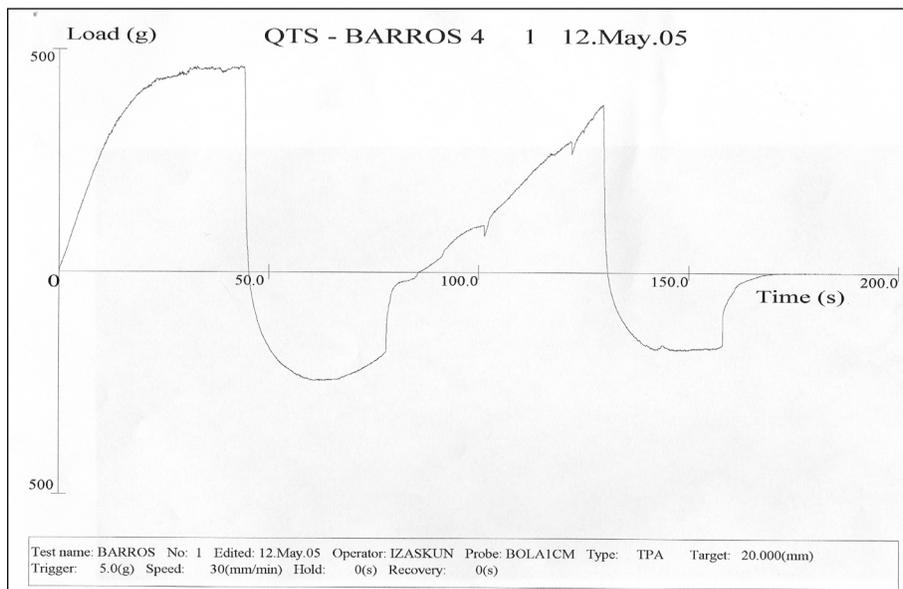


Gráfico 15. Penetrometría peloide P5



## COMENTARIOS

Todos los peloides presentan un contenido mayor (57-70%) de partículas de tamaño comprendido entre 2 y 20  $\mu\text{m}$  y la clasificación los incluye dentro de la definición de franco limosos.

Los peloides P2, P5 y P3 muestran una distribución de tamaño más homogénea con un máximo alrededor de 12  $\mu\text{m}$  los peloides 1 y 4 presentan una distribución más irregular con indicios de mezclas de hasta tres tipos de familias distintos.

Los peloides P1 y P5 presentan una mayor cohesión mientras que la adherencia que puede interpretarse como su mayor o menor dificultad a la hora de retirarlo de la piel, es mayor en los peloides P2 y P4.

No hemos encontrado una relación entre la granulometría y la textura instrumental, quizás debido al escaso número de productos examinados, pero ambos parámetros son de gran importancia para caracterizar a los peloides de manera cuantitativa.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Armijo F. Propiedades físicas de los peloides. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. 1992; VII: 3, 147-149.
- 2 Planz P.E. Particle size measurement from 0.1 to 1000  $\mu\text{m}$  based on light scattering and diffraction. En Barth H.G. Modern Methods of Particle Size Analysis. New York: Wiley-Interscience Publication, 1984.
- 3 Müller G. Methods in Sedimentary Petrology. Stuttgart: Hafner Publishing Company, 1967.
- 4 Roudot A. Reología y análisis de la textura de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 2004.