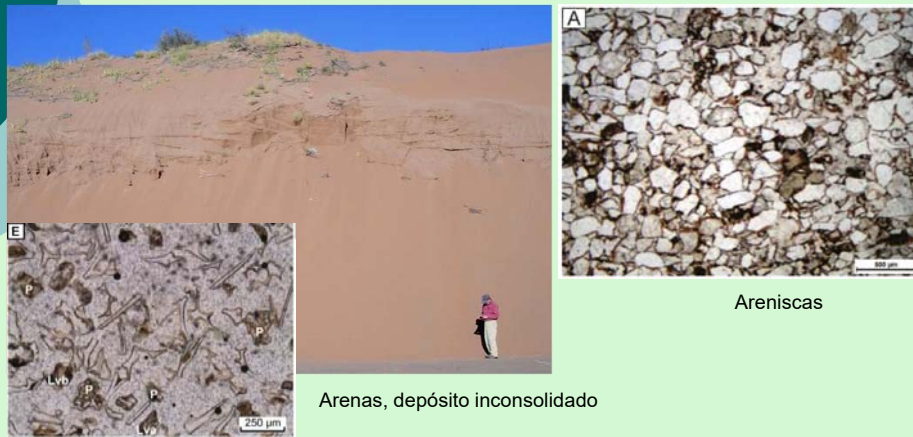


## Análisis granulométricos de sedimentos y rocas sedimentarias

Caracterizar a un sedimento a partir de la  
**DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS DE GRANOS**  
 de las partículas que lo componen



1

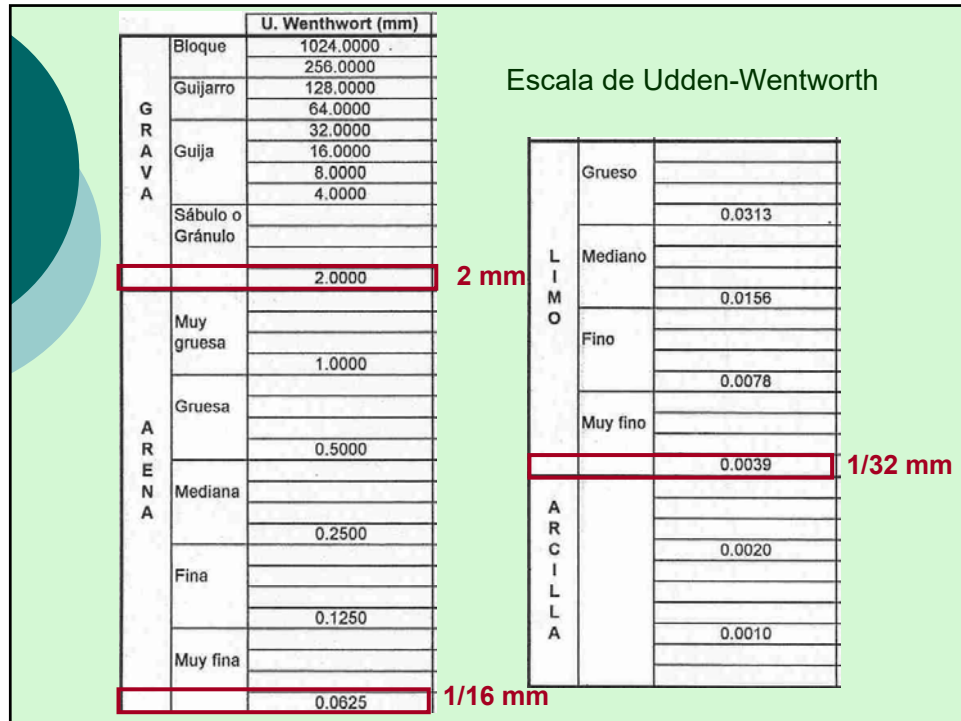
## Escalas granulométricas

- 1) Estandarizar la terminología sedimentológica
- 2) Simplificar los análisis estadísticos de los sedimentos

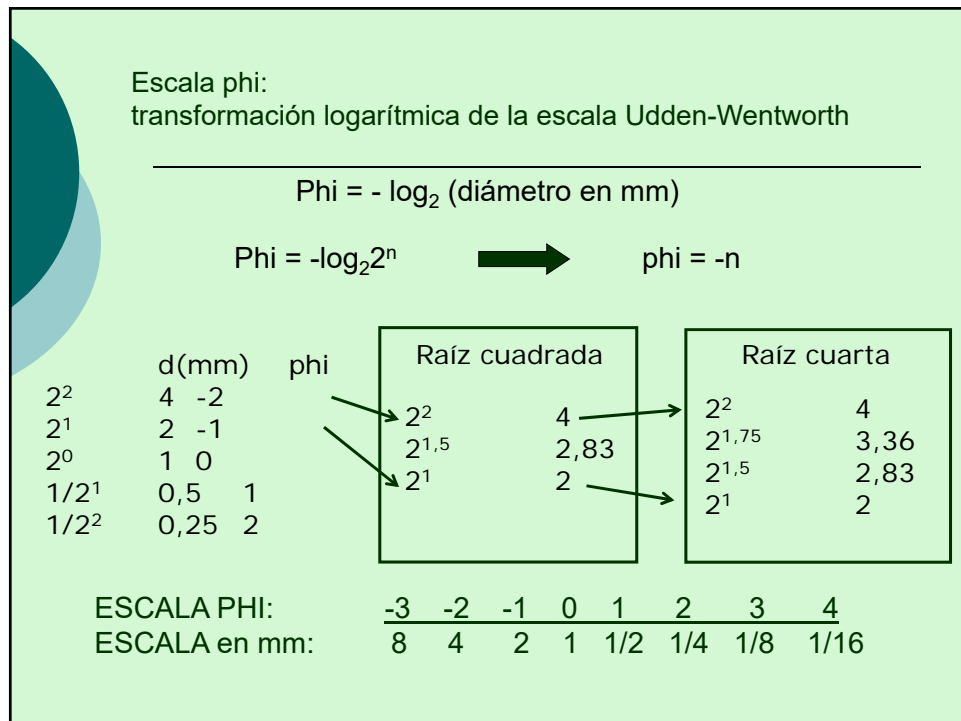
Escala de UDDEN-WENTWORTH

Escala phi

2



3



4

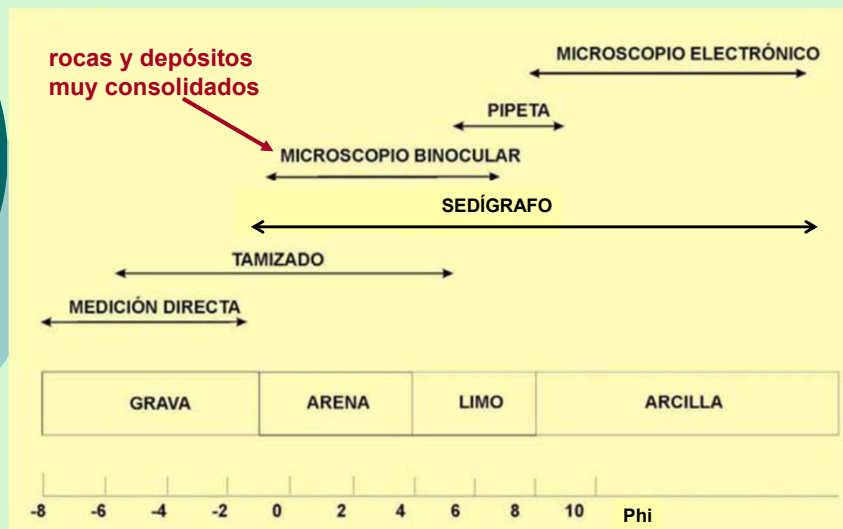
		U. Wentworth (mm)	2 (mm)	4 (mm)	phi	tamiz
G R A V A	Bloque	1024.0000			-10.00	
		256.0000			-8.00	
	Guijarro	128.0000			-7.00	
		64.0000			-6.00	
		32.0000			-5.00	
	Guija	16.0000			-4.00	
		8.0000			-3.00	4
		4.0000	4.00000	4.00000	-2.00	5
	Sábulo o			3.36000	-1.75	6
	Gránulo		2.83000	2.83000	-1.50	7
A R E N A				2.38000	-1.25	8
		2.0000	2.00000	2.00000	-1.00	10
				1.68000	-0.75	12
	Muy gruesa		1.41000	1.41000	-0.50	14
				1.19000	-0.25	16
		1.0000	1.00000	1.00000	0.00	18
				0.84000	0.25	20
	Gruesa		0.70700	0.70700	0.50	25
				0.59500	0.75	30
		0.5000	0.50000	0.50000	1.00	35
				0.42000	1.25	40
	Mediana		0.35400	0.35400	1.50	45
				0.29700	1.75	50
		0.2500	0.25000	0.25000	2.00	60
				0.21000	2.25	70
	Fina		0.17700	0.17700	2.50	80
				0.14900	2.75	100
		0.1250	0.12500	0.12500	3.00	120
				0.10500	3.25	140
	Muy fina		0.08800	0.08800	3.50	170
				0.07400	3.75	200
		0.0625	0.06200	0.06200	4.00	230

5

		U. Wentworth (mm)	2 (mm)	4 (mm)	phi	tamiz
L I M O	Grueso			0.05300	4.25	
			0.04400	0.04400	4.50	
				0.03700	4.75	
		0.0313	0.03120	0.03120	5.00	
	Mediano			0.02660	5.25	
			0.02200	0.02200	5.50	
				0.01880	5.75	
		0.0156	0.01560	0.01560	6.00	
	Fino			0.01330	6.25	
			0.01100	0.01100	6.50	
				0.00940	6.75	
		0.0078	0.00780	0.00780	7.00	
	Muy fino			0.00660	7.25	
			0.00550	0.00550	7.50	
				0.00470	7.75	
		0.0039	0.00390	0.00390	8.00	
A R C I L L A				0.00330	8.25	
			0.00276	0.00276	8.50	
				0.00232	8.75	
		0.0020	0.00195	0.00195	9.00	
				0.00164	9.25	
			0.00138	0.00138	9.50	
				0.00116	9.75	
		0.0010	0.00098	0.00098	10.00	
				0.00082	10.25	
				0.00069	10.50	

6

## MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS



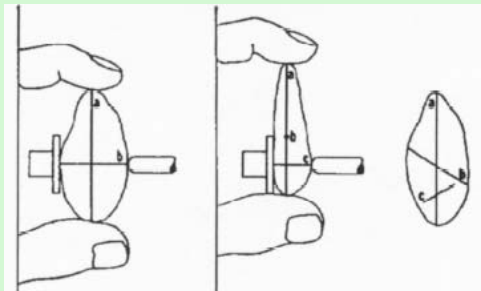
7

## MEDICIÓN DE GRAVAS

Se usan las medidas de los ejes

El promedio de los tres ejes se usa para caracterizar la granulometría y la forma de las gravas

MAYOR (L)  
INTERMEDIO (I)  
MENOR (S)



El **eje mayor L** une los dos puntos más distantes del clasto.

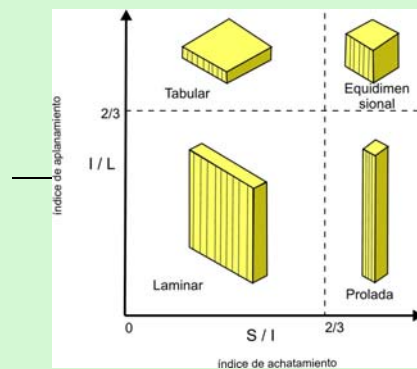
El **eje intermedio I** es aquel que siendo perpendicular a L une los dos puntos más lejanos del clasto. L e I definen el plano de máxima proyección.

El **eje menor S** es el que es perpendicular al plano de máxima proyección y une los dos puntos más lejanos del clasto

8

**Forma**

En base a la relación entre estos ejes (mayor L, intermedio I y menor S), Zingg (1935) distingue 4 clases de forma:



**Esfericidad:** Grado en que la forma de un clasto se asemeja a una esfera

**Redondeamiento:** Medida de la agudeza de los vértices y aristas que presenta un clasto

La forma, esfericidad y redondeamiento de los clastos dependen de varios factores: naturaleza de la roca madre (mineralogía, estructuras, etc.), grado de meteorización, abrasión durante el transporte y procesos diagenéticos.

9

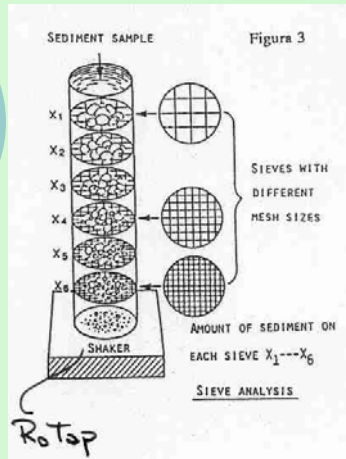
**TAMIZADO y PIPETEO**

Preparación de la muestra:

- ✓ Cuarteo
- ✓ Desagregación Mecánica
- ✓ Desagregación Química
  - a) Eliminación de materia orgánica (con peróxido de hidrógeno)
  - b) Eliminación de carbonatos (con ácido clorhídrico)
  - c) Eliminación de óxidos e hidróxidos de hierro (con ácido oxálico)
  - d) Eliminación de sales solubles (con agua destilada, al regular el pH)
- ✓ Secado y pesado de la muestra

10

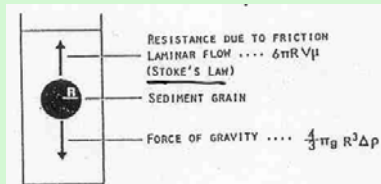
## TAMIZADO



mm	phi	Peso neto
2	-1,00	0,324
1,680	-0,75	3,235
1,416	-0,50	4,895
1,190	-0,25	4,814
1	0,00	4,220
0,840	0,25	2,156

11

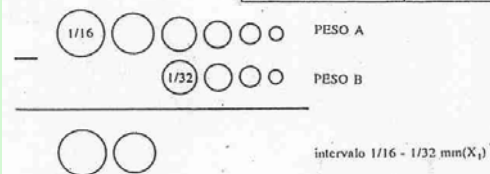
## PIPETEO



Ley de Stokes

tiempos de extracción

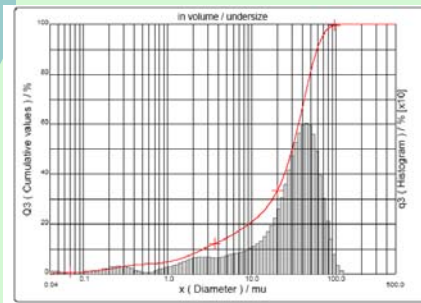
Diámetro en mm	Velocidad cm/seg	Profundidad cm/seg	Hora-minuto-segundo
0,0625	0,347	20	00 00 58
0,0442	0,174	20	00 01 56
0,0312	0,0869	10	00 01 56
0,0221	0,0435	10	00 03 52
0,0156	0,0217	10	00 07 44
0,0110	0,0109	10	00 15 --
0,0078	0,00543	10	00 31 --
0,0055	0,00272	10	01 01 --
0,0039	0,00136	10	02 03 --
0,00276	0,00068	10	04 05 --
0,00195	0,00034	10	08 10 --
0,00138	0,000168	10	16 21 --
0,00098	0,000085	5	16 21 --
0,00069	0,000043	5	32 42 --
0,00049	0,000021	5	65 25 --



12

## Sedígrafo o contador de partículas laser

El software del contador de partículas calcula la distribución de tamaño de granos según el **patrón de dispersión de la luz**, como un porcentaje en volumen de los rangos de tamaños, asumiendo que las partículas de sedimento tienen una geometría esférica



arenas, limos y arcillas



Customer defined classes											in volume / undersize	
x	0.69	0.98	1.38	1.95	2.76	3.90	5.50	7.80	11.00	15.60		
Q3	4.11	4.81	6.03	7.92	10.37	12.71	15.26	18.34	22.08	27.55		
x	22.00	31.20	44.00	62.00	88.00	125.0	177.0	250.0	354.0	500.0		
Q3	36.51	52.30	73.48	91.92	99.33	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

x : diameter / mu    Q3 : cumulative value / %    q3 : population density / %

13

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE DEPÓSITOS LITIFICADOS

Método de Friedman:

Medición del eje mayor del clasto ubicado en el cruce de hilos del microscopio



Ecuaciones de conversión propuestas por Harrell y Eriksson (1979):

$$X^* (\text{media corregida}) = 0,934 \cdot X (\text{media en sección delgada}) + 0,376$$

$$\sigma^* (\text{selección corregida}) = 0,880 \cdot \sigma (\text{selección en sección delgada}) + 0,122$$

14

## Que hacemos con los datos?

Tamiz micrones	Tamiz phi	Peso bruto	Peso del vaso	Peso neto	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Punto medio del intervalo (mi)	f.mi
					f (%)	% Acumulado		
2000	-1,00	PB	PV	PB-PV	x	=x	-1,13	
1680	-0,75				x1	x+x1	-0,88	
1416	-0,50				x2	x+x1+x2	-0,63	
1190	-0,25						-0,38	
1000	0,00						-0,13	
840	0,25						0,13	
					xn	100		
				$\Sigma(PB-PV)$	100			$\Sigma(f.mi)$

Parámetros granulométricos

Representaciones gráficas:

histogramas, curvas de frecuencia

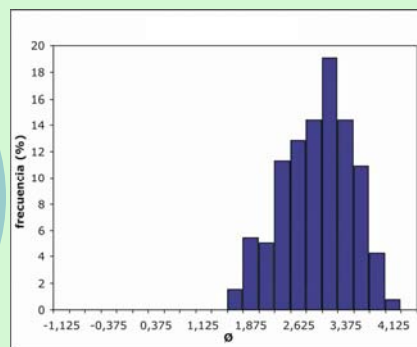
curvas acumulativas

$$\frac{\Sigma f \cdot m}{100}$$

media

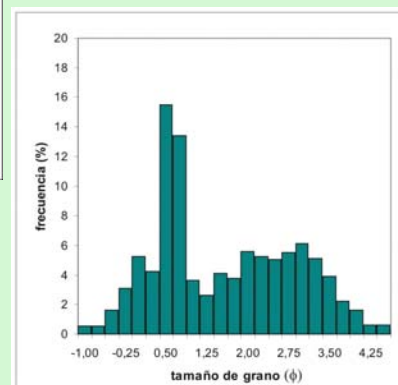
15

## Histogramas



Poblaciones unimodales

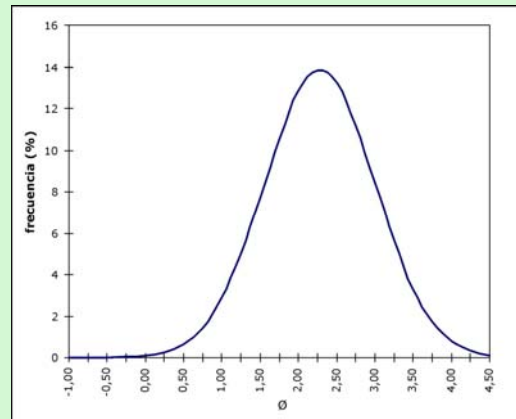
Poblaciones bimodales



16



## Curvas de frecuencia

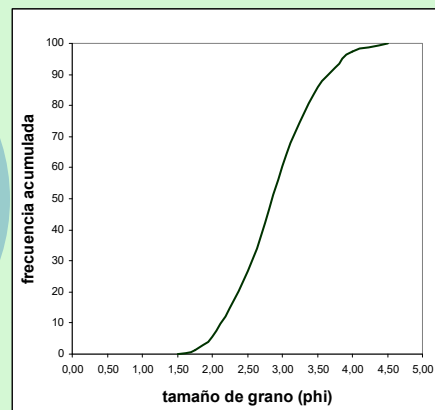


Distribución gaussiana

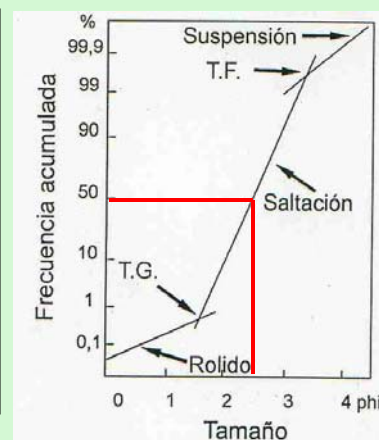
17

## Curvas acumulativas

escala aritmética



escala logarítmica



Usar papel de probabilidad de la guía TP o escala Logit del programa Origin

18

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### ✓ Representaciones gráficas

- Histograma
- Curva de frecuencia
- Curva acumulativa (escala aritmética, logarítmica)

### ✓ Parámetros estadísticos

distribución  
de tamaños

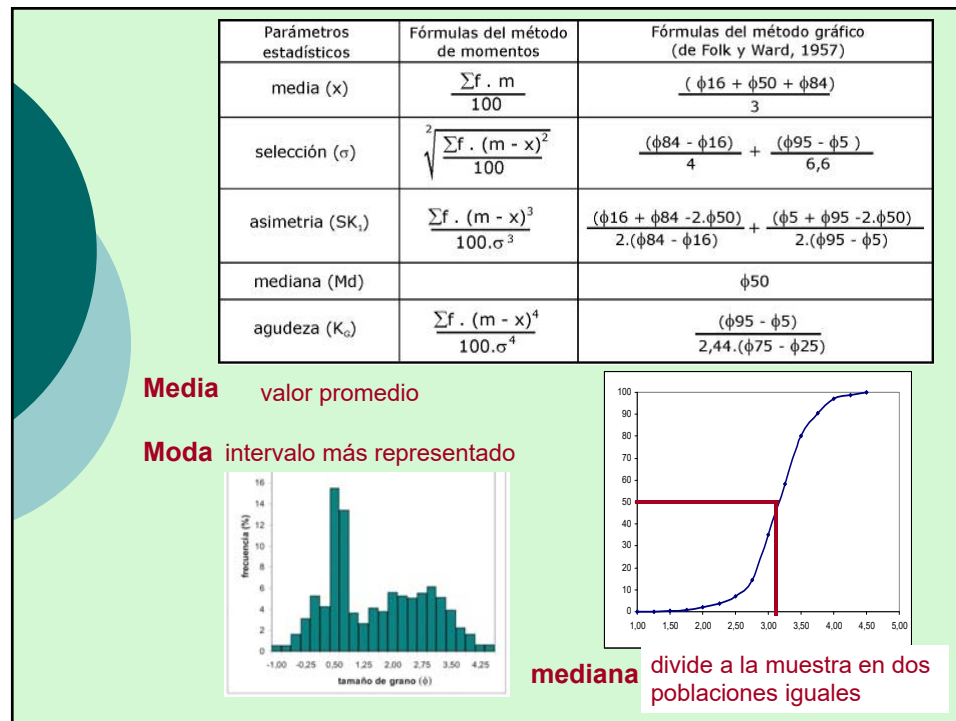
- Tendencia Central o Promedios
- Dispersión o Selección (*Sorting*)
- Asimetría (*Skewness*)
- Agudeza (*Kurtosis*)

Media (*Mean*)  
Mediana (*Median*)  
Moda (*Mode*)



tamaño del sedimento

19



20

## Parámetros estadísticos

SELECCIÓN	
muy bien seleccionado	< 0,35
bien seleccionado	0,35 - 0,5
moderadamente bien seleccionado	0,5 - 0,70
moderadamente seleccionado	0,7 - 1,00
pobremente seleccionado	1,00 - 2,00
muy pobremente seleccionado	2,00 - 4,00
extremadamente mal seleccionado	>4,00

grado de uniformidad de la distribución de tamaños del sedimento

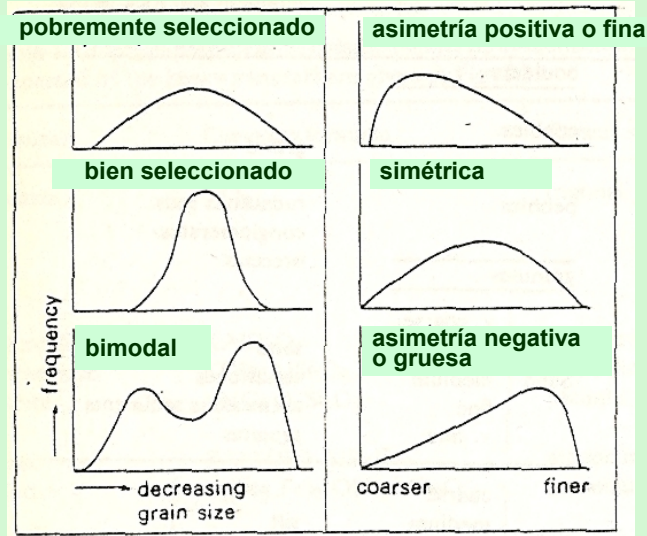
predominio de una población respecto a otra

AGUDEZA	
muy platicúrtico	< 0,67
platicúrtico	0,67 - 0,90
mesocúrtico	0,90 - 1,11
leptocúrtico	1,11 - 1,50
muy leptocúrtico	1,50 - 3,00
extremadamente leptocúrtico	> 3,00

ASIMETRÍA	
asimetría muy positiva	+ 0,3 a +1,0
asimetría positiva	+0,1 a +0,3
simétrica	+0,1 a -0,1
asimetría negativa	-0,1 a -0,3
asimetría muy negativa	-0,3 a -1,0

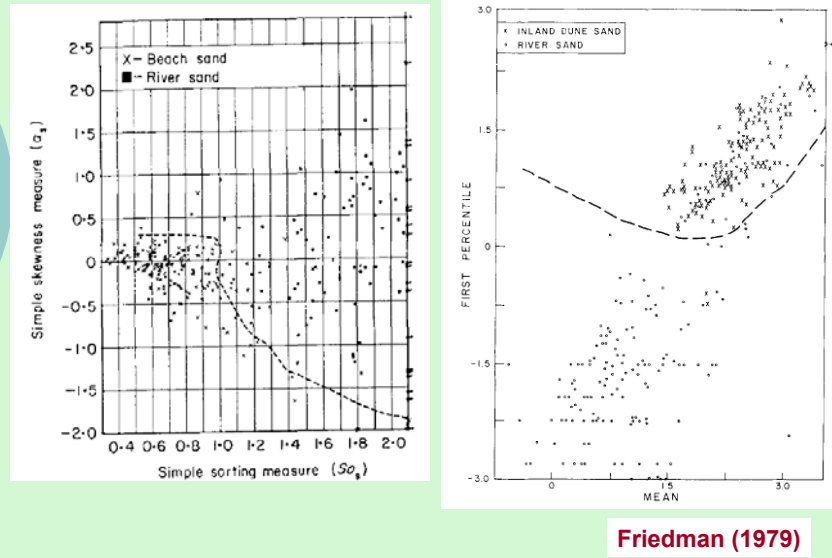
comparación entre la dispersión de la parte central y la dispersión de los extremos de la curva de frecuencia

21



22

## Gráficos de dispersión



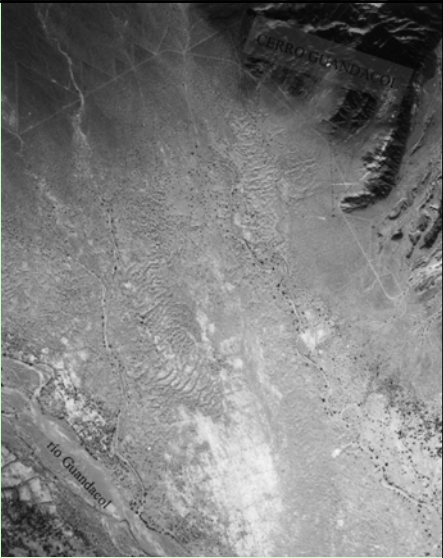
23



24

Depósitos de interacción eólica-fluvial  
Valle del río Guandacol, La Rioja

Geomorfos		Morfología	Depósitos
Áreas de canal			
Conformados fluviales	Barras fluviales gruesas	Principalmente barras longitudinales, de 50 a 100 m. En raras ocasiones barras transversales y anexas	Cuerpos tabulares a lentiformes, 30 cm espesor, compuestos por grava bien seleccionada masiva o con estratificación entrecruzada planar
	Barras y formas de bajo relieve arenosas	Barras de pequeña escala (longitud < 5 m)	Arenas medianas a gruesas, mal seleccionadas y gravilla dispersas, en bancos con estratificación entrecruzada. Arenas finas a limosas, con laminación horizontal o ondulada, en situaciones aisladas
	Acumulaciones de fós de canal	Resaca desorganizada del tipo de canchales	Gravas y grava arenosa masiva o imbricada
Conformados eólicos	Cortinas de largo	Acumulaciones lineales de arena, con frentes de arena de desecación	Fangos masivos que pueden exhibir grietas de desecación
	Panoles de arena	Acumulaciones arenosas (en ocasiones guijeros) de poca cm de espesor, alargadas en la dirección del viento y rodeadas de dunas eólicas de arena y grava	Depósitos de lóbulos de arena. Arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal o entrecruzada de muy bajo ángulo, en masas con gradación inversa de mediana
	Sombros de arena	Geomorfos de arena, no mayores de 1 m de altura, alargados respecto a la dirección del viento y menos de 1 m de altura	Bancos lentiformes de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal o entrecruzada de muy bajo ángulo, en masas con gradación inversa de mediana
Conformados eólicos	Taludes arenosos	Acumulaciones irregulares de arena desmenuzada en los taludes de las dunas por efecto de arena desde las bocanillas de marcanal	Arenas finas a muy finas, moderadamente a bien seleccionadas, en bancos masivos y forma irregular
Planicies de intercanal			
Conformados fluviales	Manto de largo	Acumulaciones irregulares de limos, con frentes de arena de desecación	Fangos masivos que pueden exhibir grietas de desecación
	Lóbulos de desbordamiento arena-granuloso	Acumulaciones irregulares de arena y grava	Arenas gruesas masivas en bancos lentiformes de poca espesor de 10 cm de espesor
Conformados eólicos	Extensas y delgadas acumulaciones arenosas	Extensas y delgadas acumulaciones arenosas, principalmente de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas. Gradación de lóbulos eólicos de arena y grava, en menor medida, de arena	Principalmente bancos tabulares de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal o entrecruzada de muy bajo ángulo, en masas con gradación inversa de mediana. Algunos bancos de arenas finas a muy finas, en situaciones tabulares, mal seleccionadas, con laminación horizontal o entrecruzada de muy bajo ángulo, con gradación inversa de mediana
	Formas eólicas aisladas y la vegetación (sombra de arena y viento)	Geomorfos de arena de bajo relieve (1-2 m de altura), no mayores de 1 m de altura, presentan un perfil asimétrico, como la cara de un cono, con el viento que sopla desde el ángulo de reposo de la arena suelta	Bancos tabulares a lentiformes, que pueden presentar techo convexo. Están compuestos por arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal o entrecruzada de muy bajo ángulo, en masas con gradación inversa de mediana. También pueden presentar laminación ondulada eólica con caras frontales preservadas
	Protuberancias y dunas bajas y de cresta salientes	Geomorfos de arena migratoria, de perfil irregular, con cara de hallazgo lenticular y cara de hallazgo de arena suelta	Bancos tabulares a lentiformes, de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con laminación entrecruzada



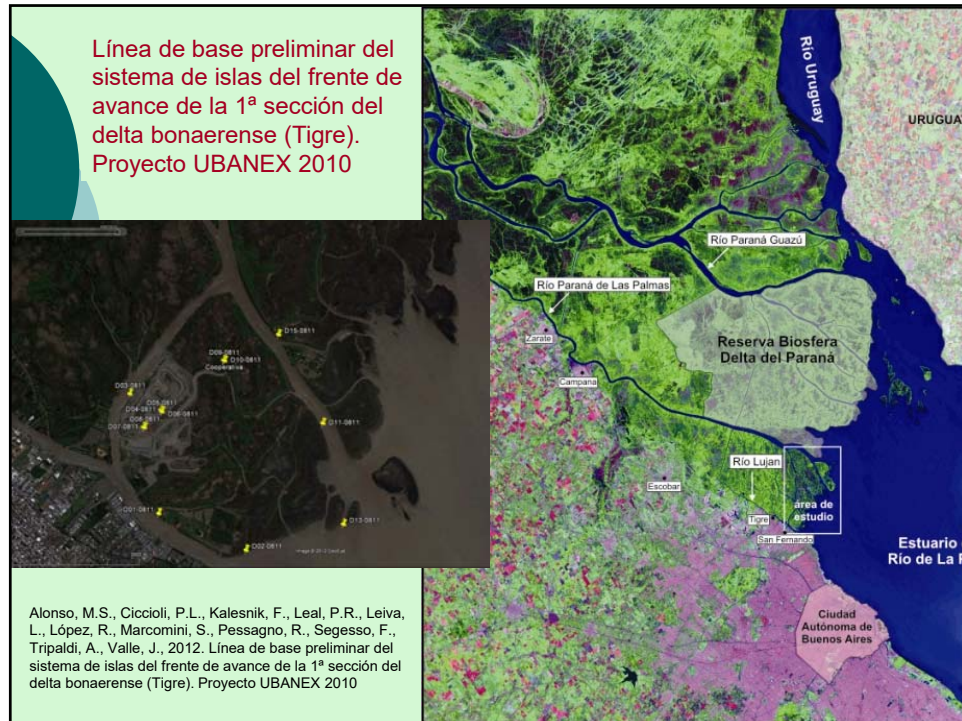
Tripaldi, A. y Limarino, C.O., 2008. Ambientes de interacción eólica-fluvial en valles intermontanos: ejemplos actuales y antiguos. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis 15 (1): 43–66.

25



26





27



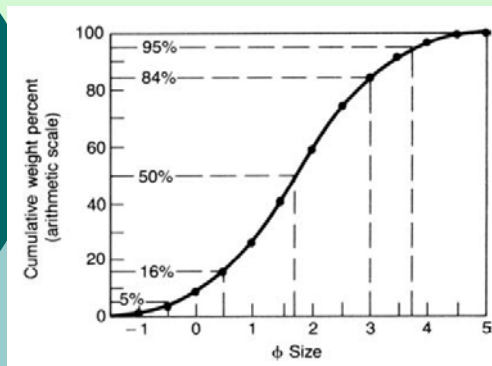
28

mm	Frecuencia (%)
> 62,00	3,21
44,00	9,34
31,20	20,31
22,00	20,72
15,60	15,30
11,00	9,15
7,80	4,98
5,50	3,67
3,90	2,73
2,76	2,41
1,95	2,56
1,38	1,95
0,98	1,20
0,69	0,63
< 0,69	1,84

Tabla 1. Datos granulométricos de la muestra del río Luján.

29

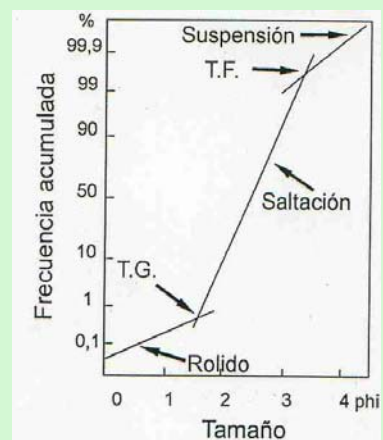
## Curvas acumulativas



Escala logarítmica  
Udden-Wentworth en phi

## Percentiles

Escala aritmética  
Udden-Wentworth en mm



30

Por sí solos los parámetros texturales  
**NO** permiten interpretar el paleoambiente de deposición,  
 ya que la distribución granulométrica  
**NO** es función exclusiva del ambiente de sedimentación.

De que dependen las  
 características texturales?

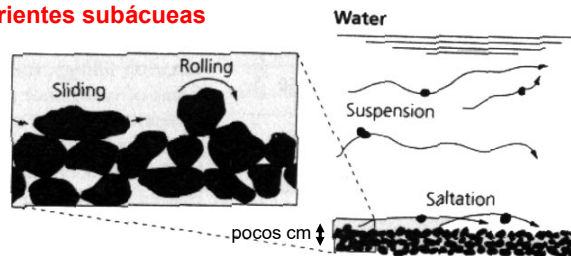
- ✓ Procesos de transporte y deposición
- ✓ Material disponible para el transporte  
 (*sediment supply*)

Las características texturales de los depósitos sedimentarios  
**PERMITEN** hacer inferencias sobre el tipo de mecanismo de  
 transporte, las condiciones del medio de sedimentación (ej.  
 energía del flujo, etc.), de los procesos de transporte, y de cuál  
 fue el tipo de sedimento disponible para ser transportado.

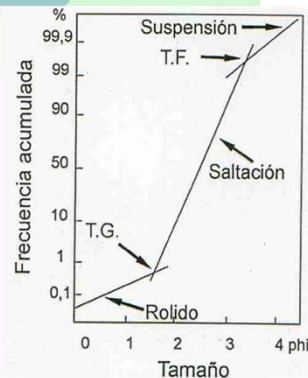
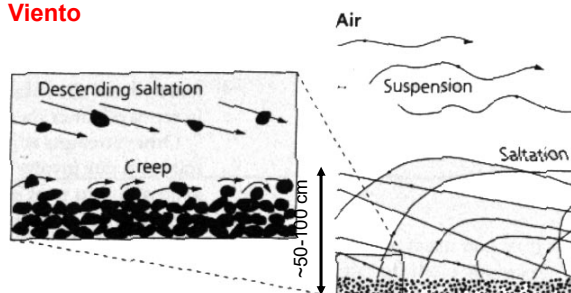
31

### Modos de transporte del sedimento

#### Corrientes subácueas

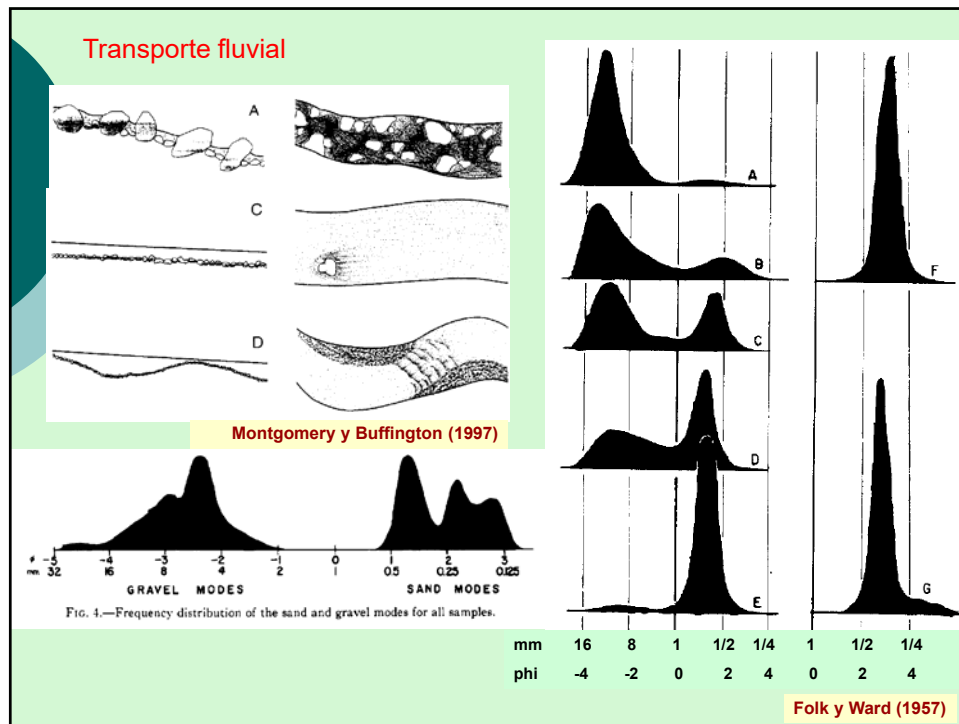


#### Viento

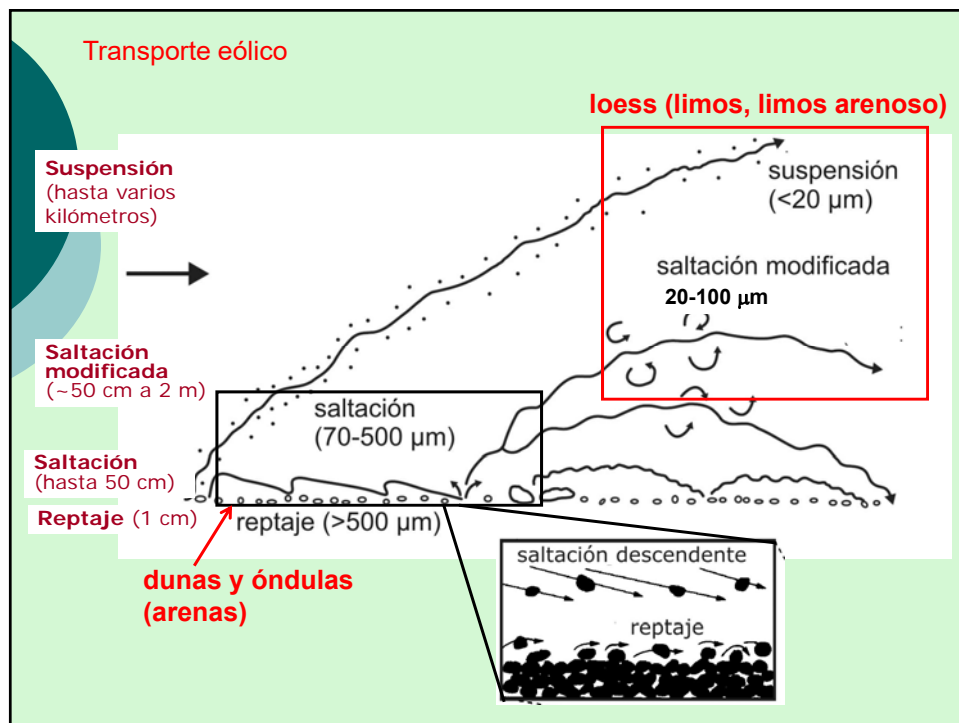


32

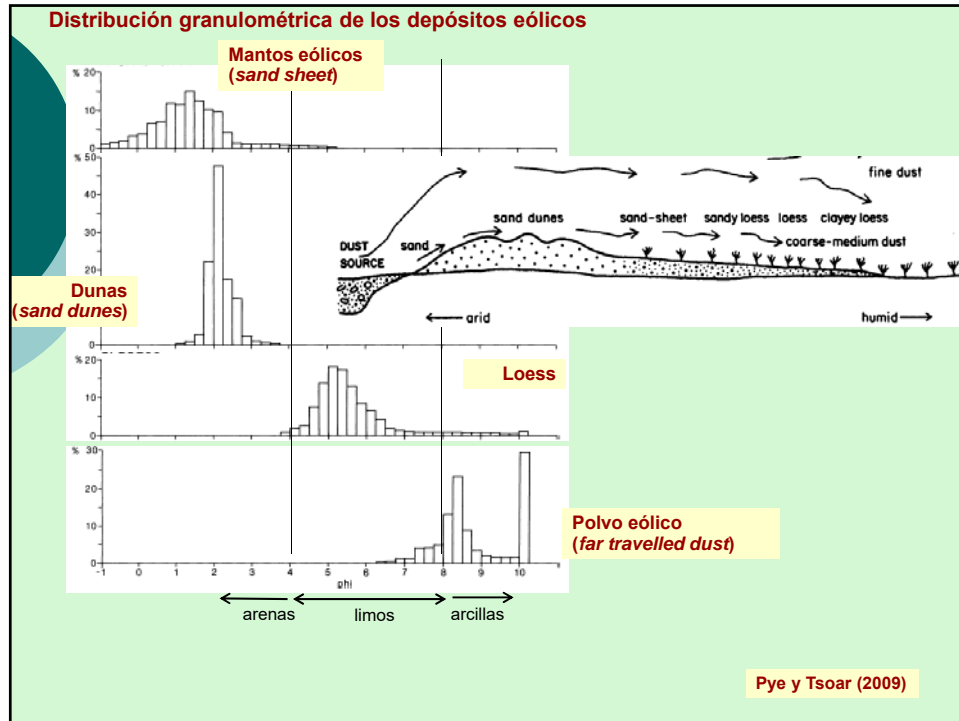




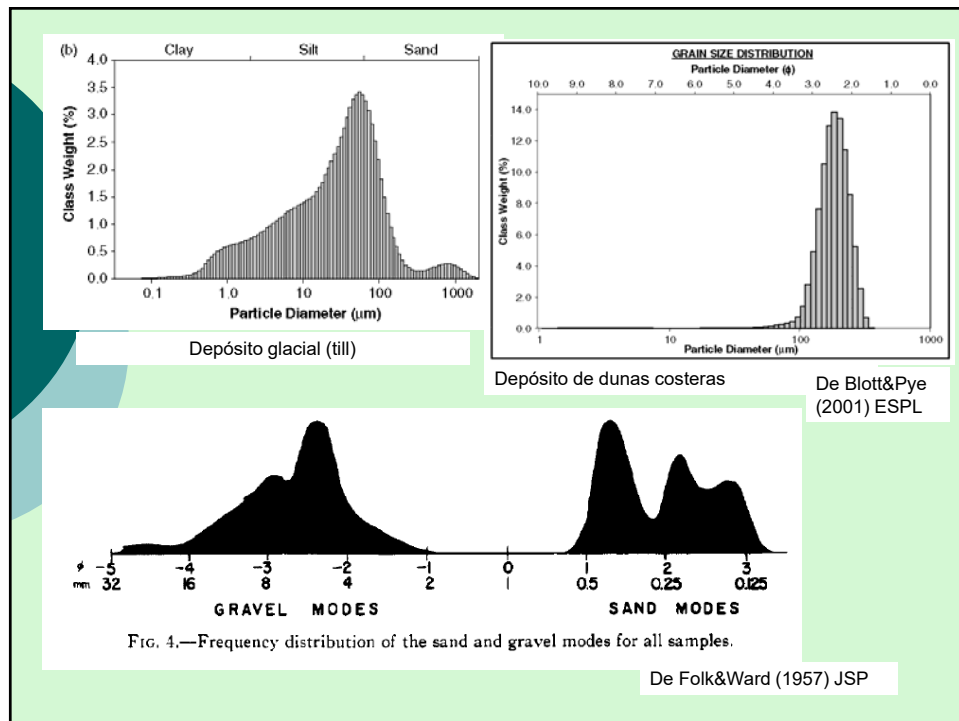
33



34



35



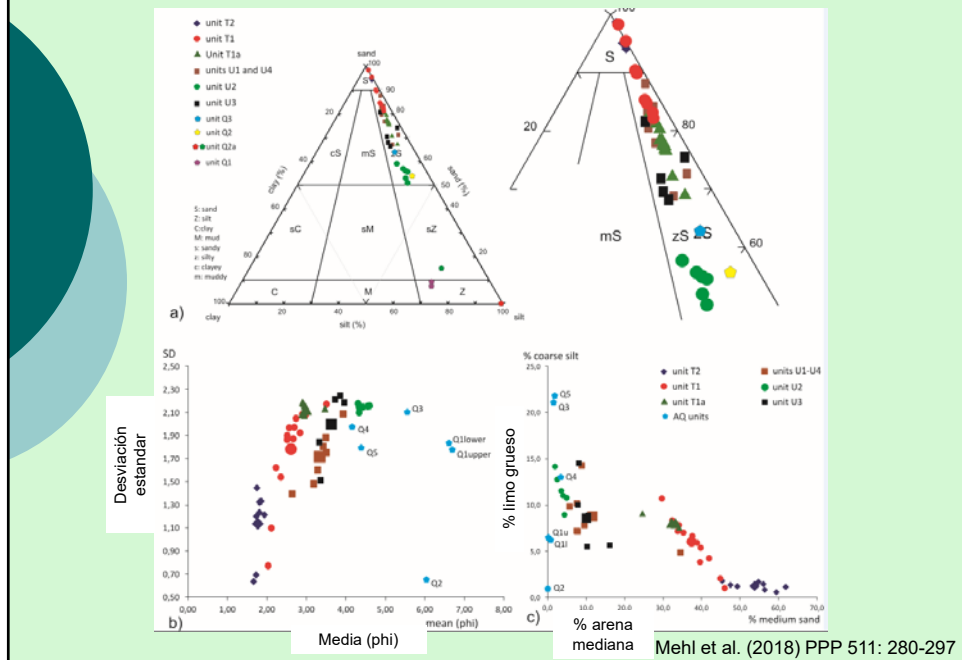
36

### Ejemplo de aplicación de datos texturales granulométricos

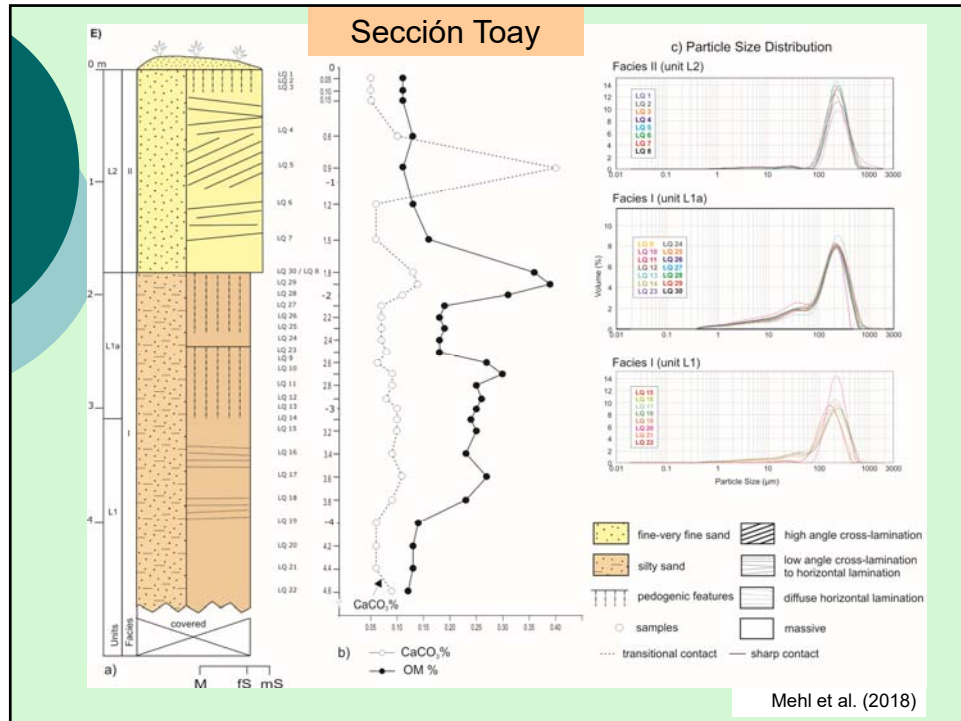


37

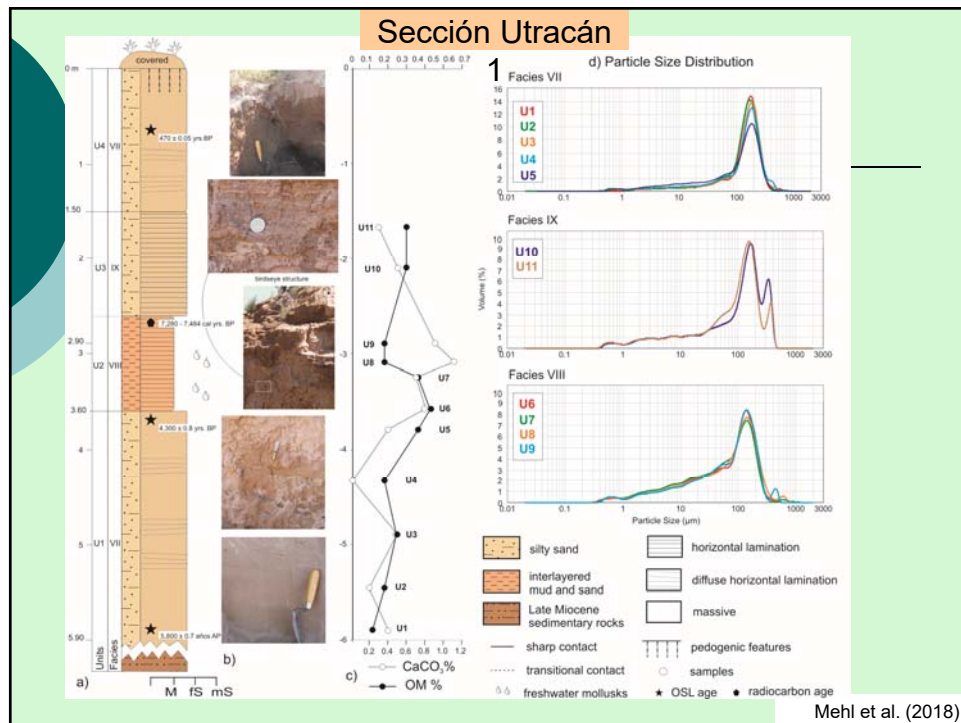
### Clasificación y comparación de depósitos sedimentarios



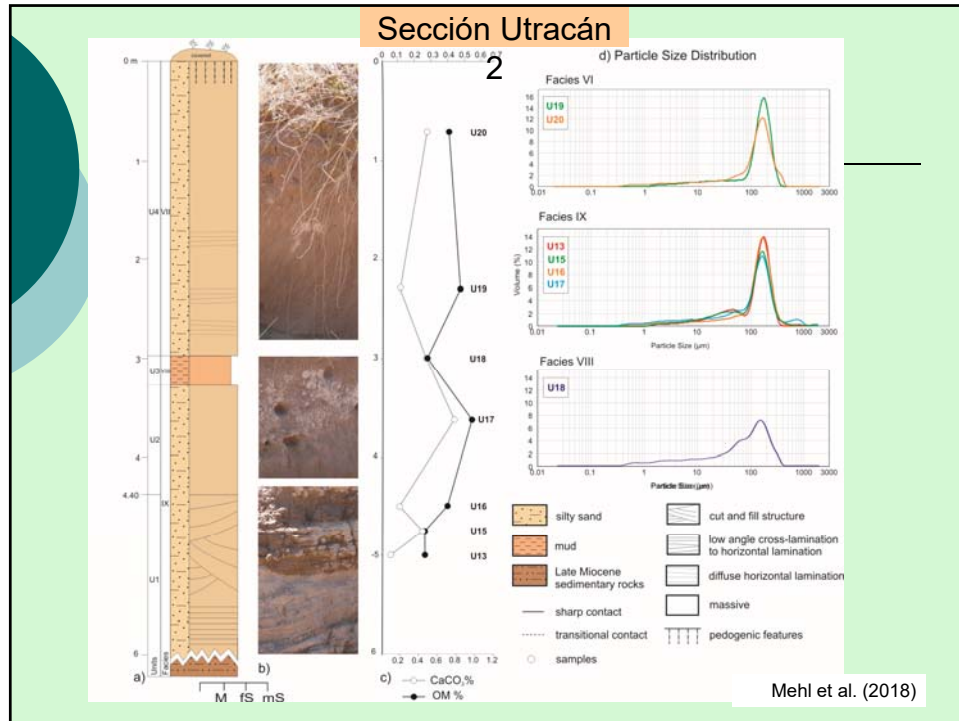
38



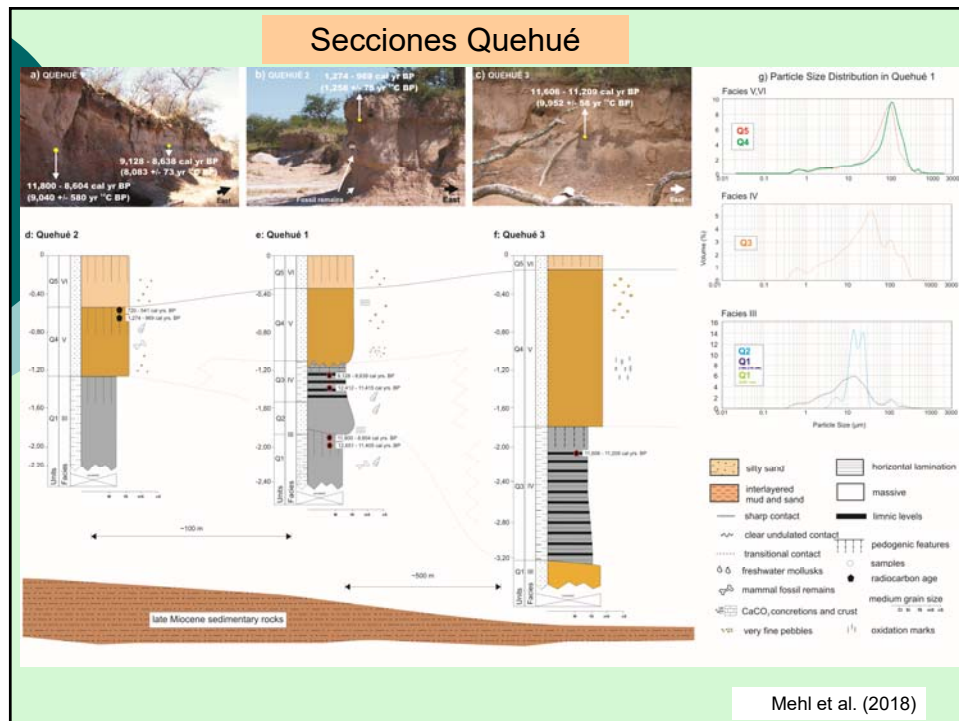
39



40

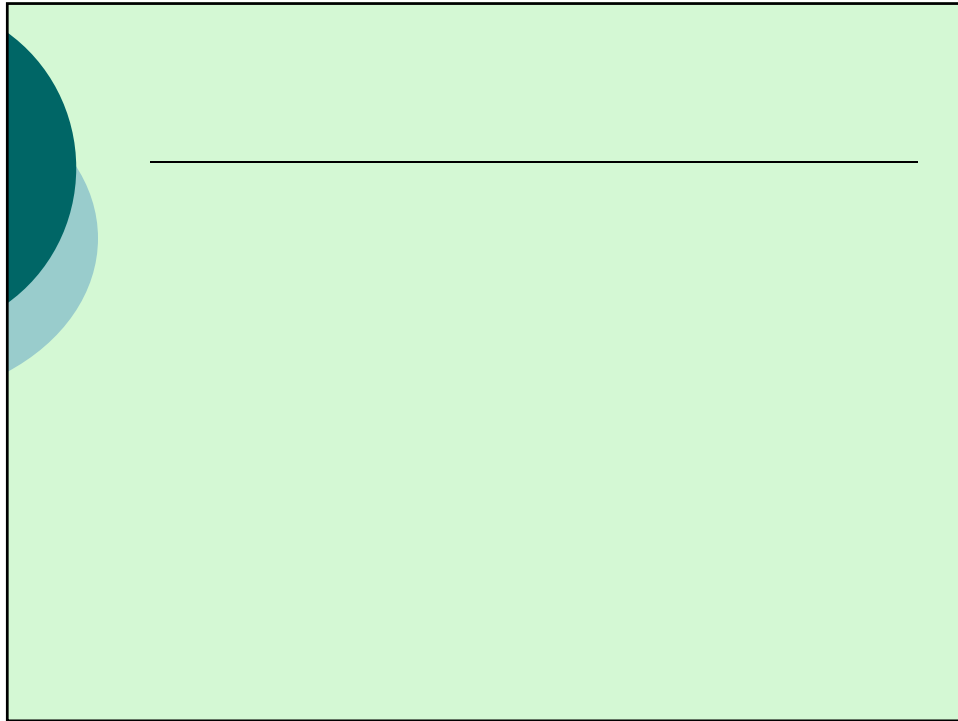


41

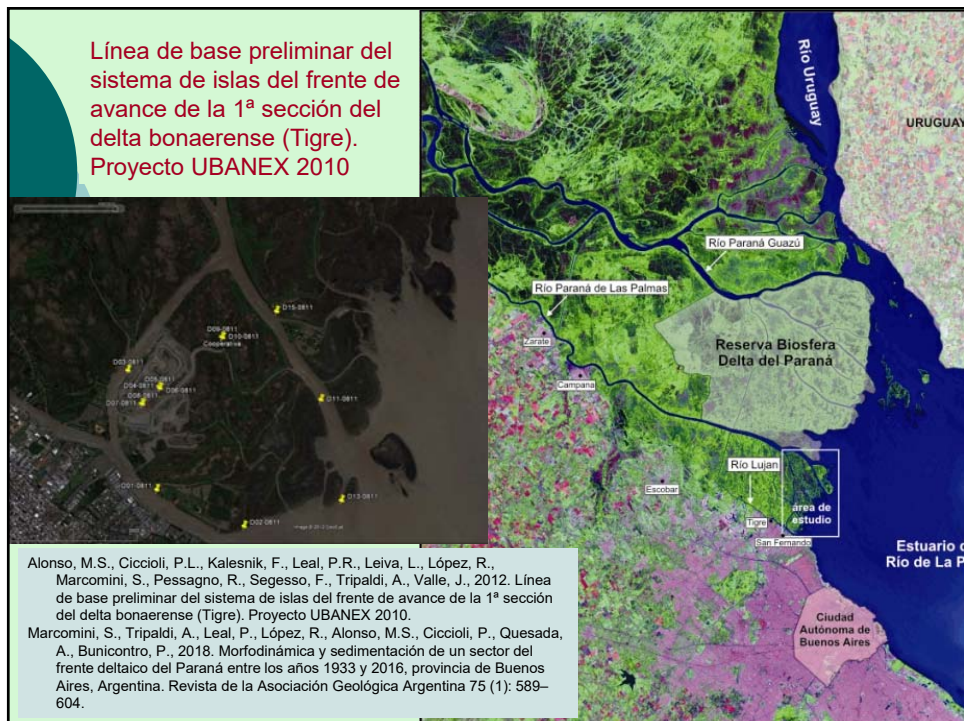


42





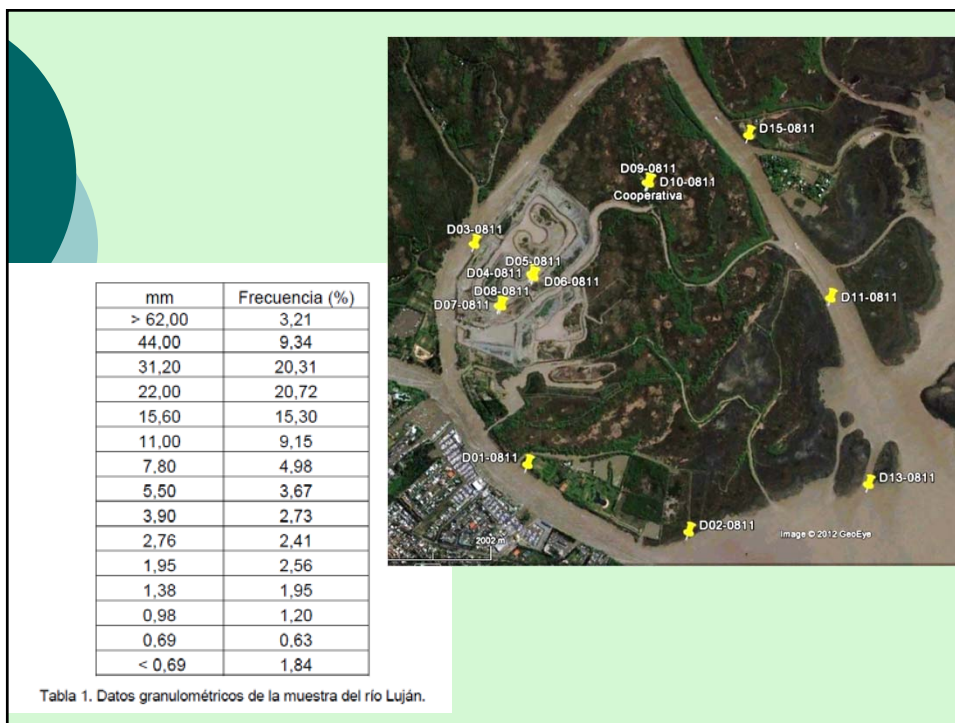
43



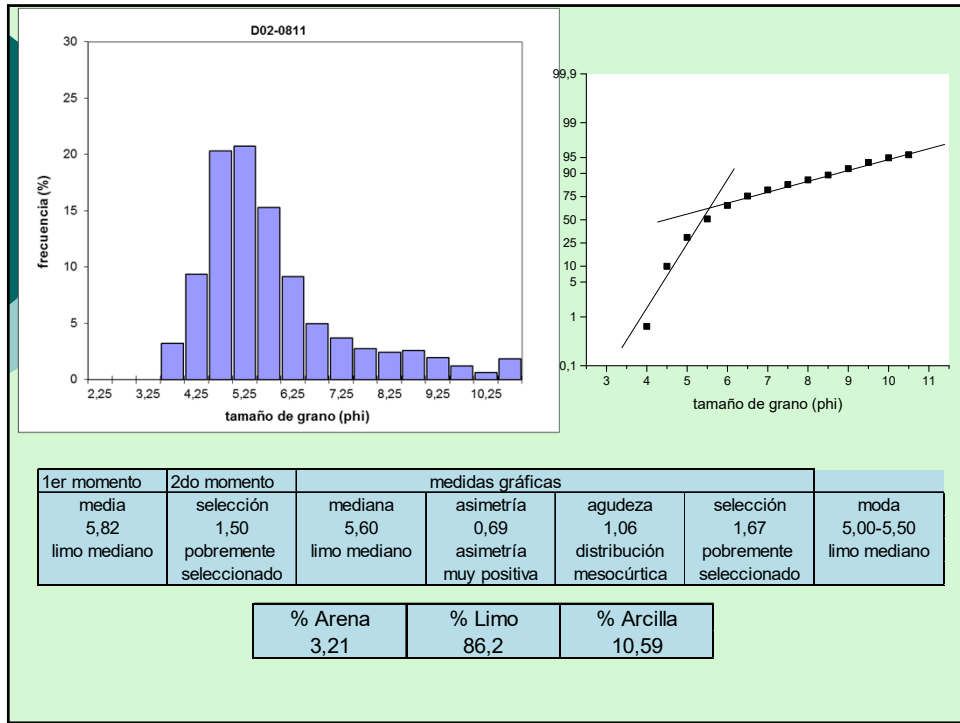
44



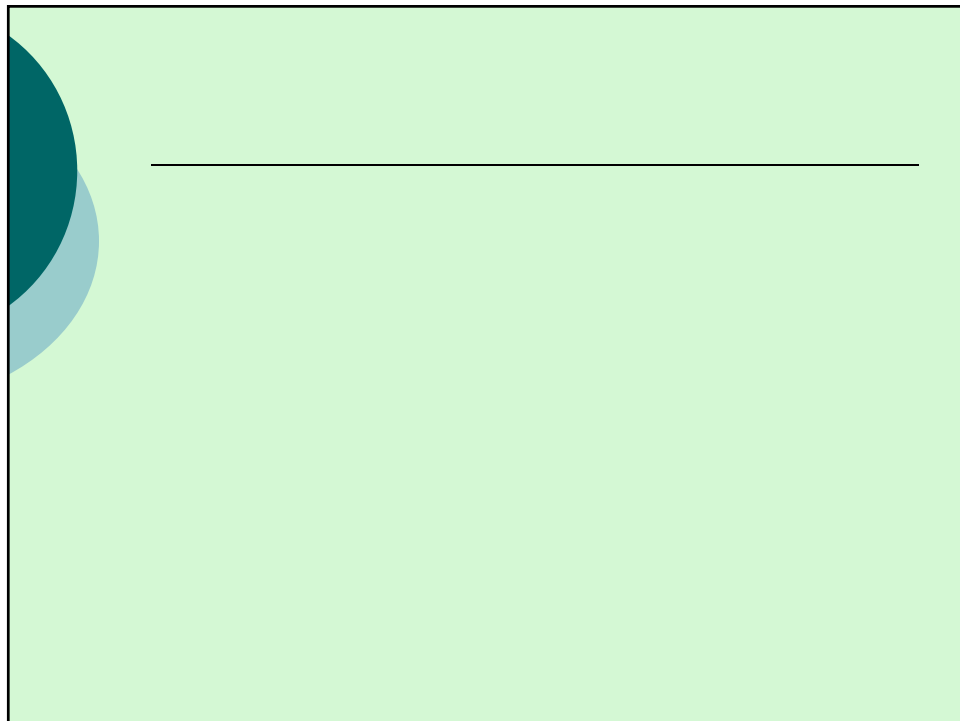
45



46

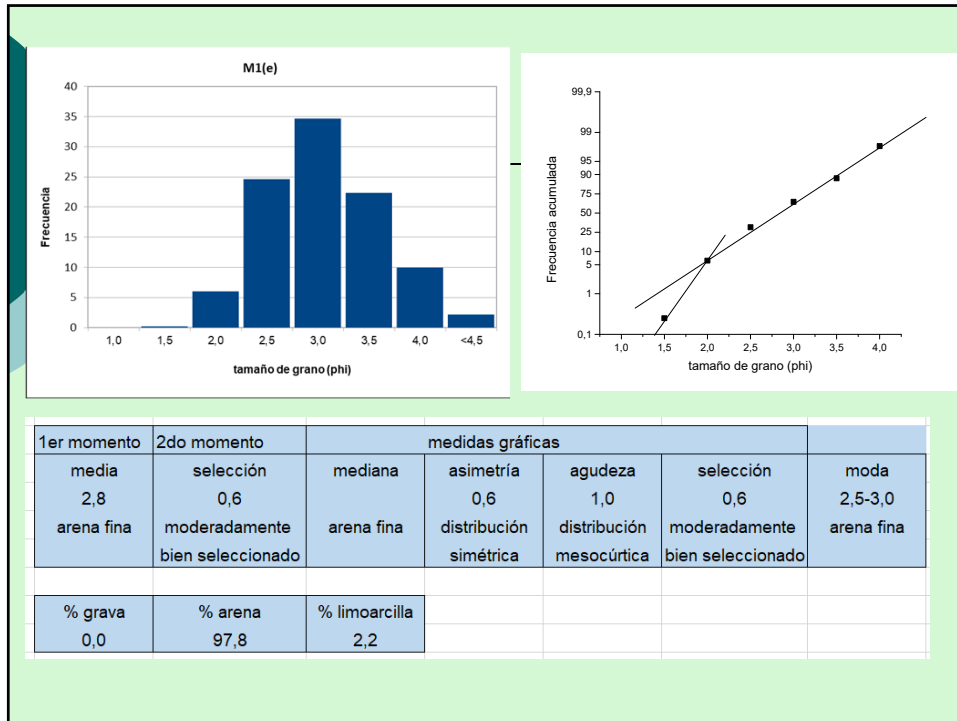


47

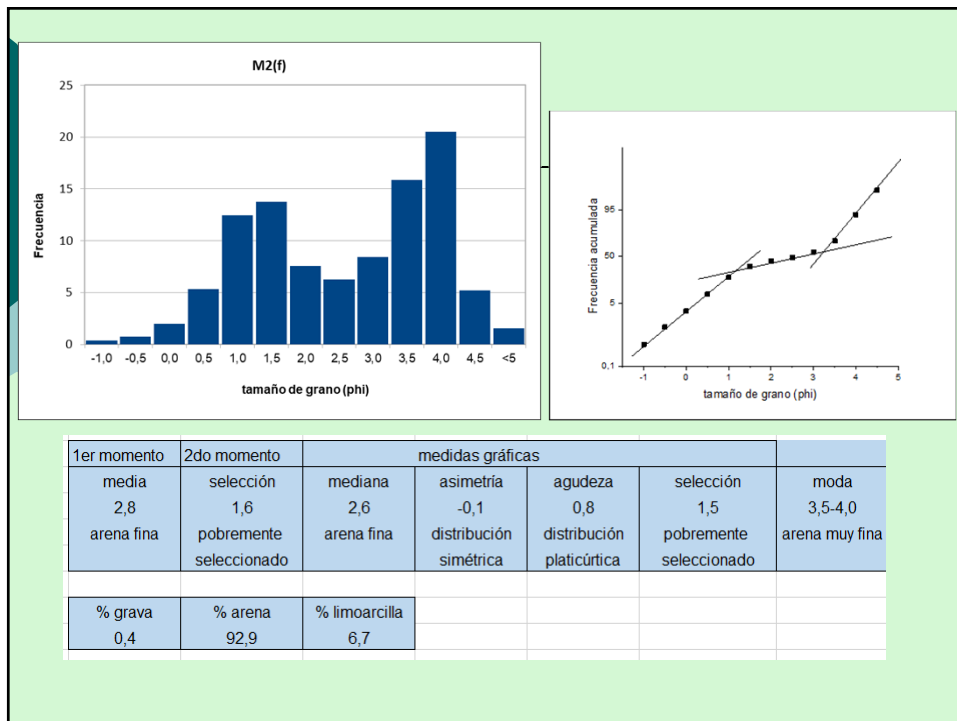


48





49



50

Scatter plot showing the relationship between  $\phi_1$  (%) on the Y-axis and  $X(\phi)$  on the X-axis, based on Friedman (1979) data. The plot identifies three distinct fields:

- Campo de arenas eólicas de Friedman (1979):** Represented by blue diamonds, clustered in the upper left region (approx.  $X(\phi)$  1.8 to 2.5,  $\phi_1$  0.5 to 1.8).
- Campo de arenas fluviales de Friedman (1979):** Represented by red circles, clustered in the lower left region (approx.  $X(\phi)$  1.8 to 2.2,  $\phi_1$  -0.8 to 0.2).
- Interduna:** Represented by green triangles, clustered in the upper right region (approx.  $X(\phi)$  4.1 to 4.5,  $\phi_1$  1.0 to 1.3).

A dashed curve separates the eolic and fluvial fields, showing a minimum around  $X(\phi) \approx 1.8$  and increasing towards the right.

26