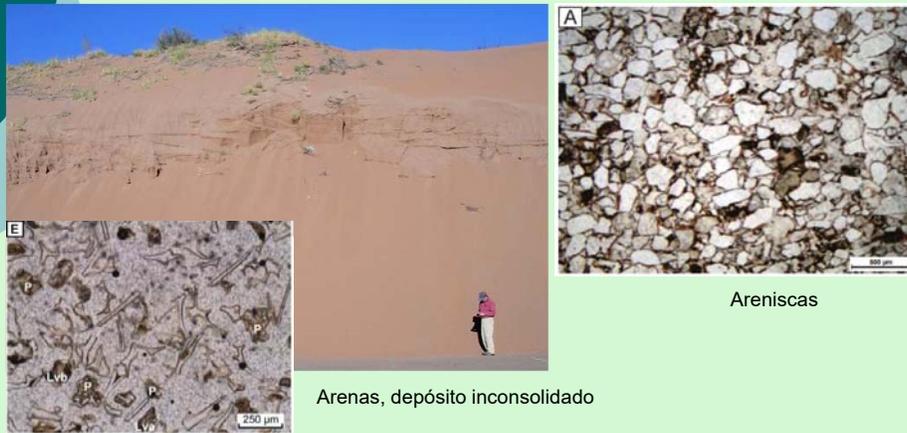


Análisis granulométricos de sedimentos y rocas sedimentarias

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



1

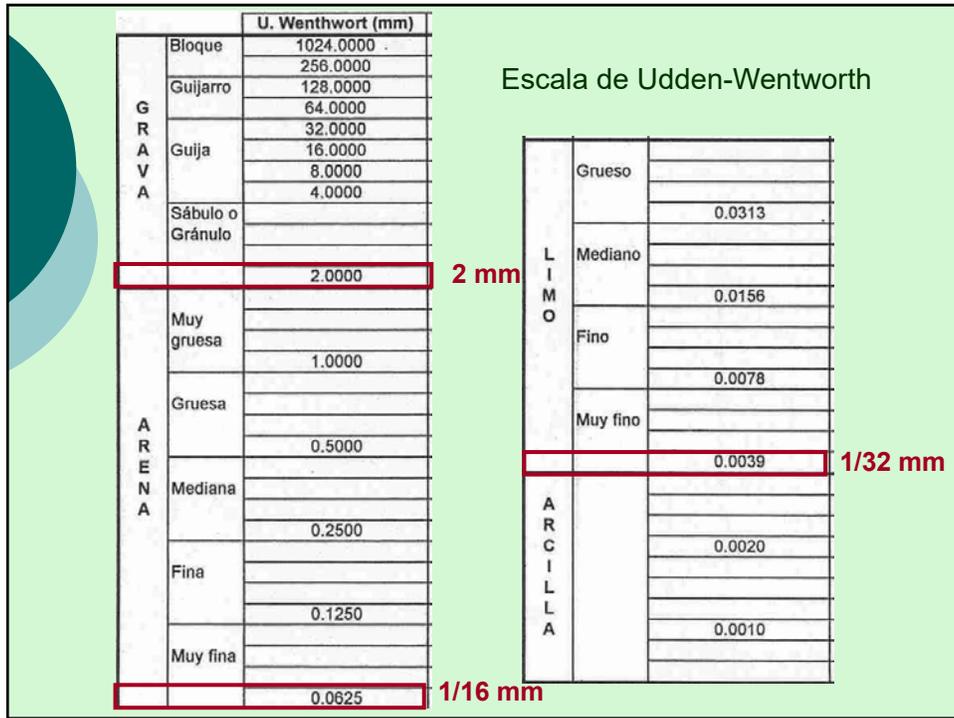
Escalas granulométricas

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

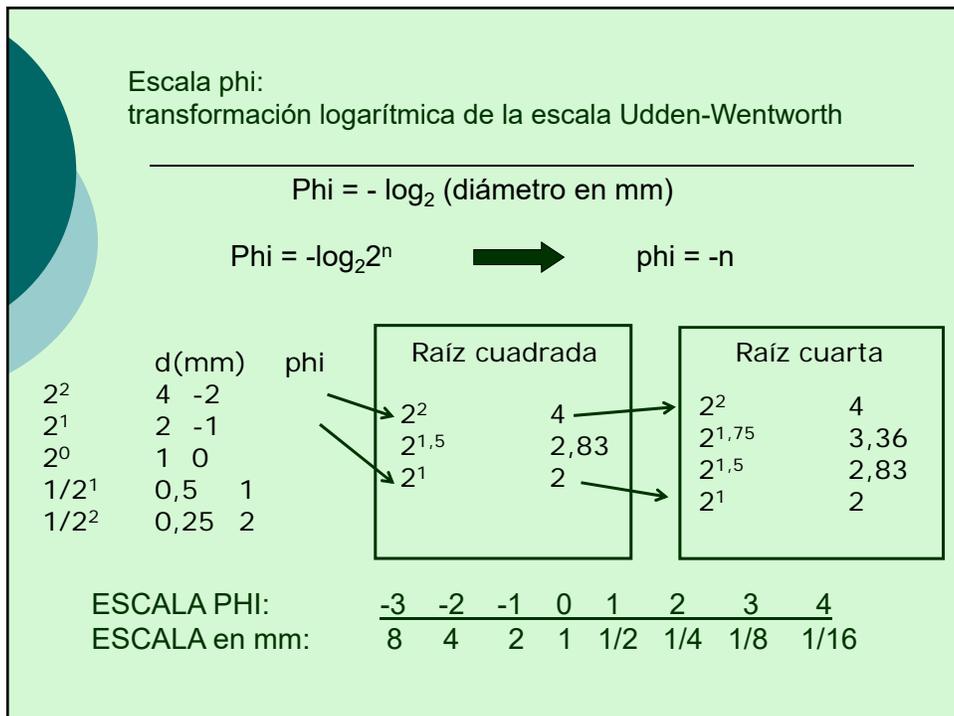
Escala de UDDEN-WENTWORTH

Escala phi

2



3



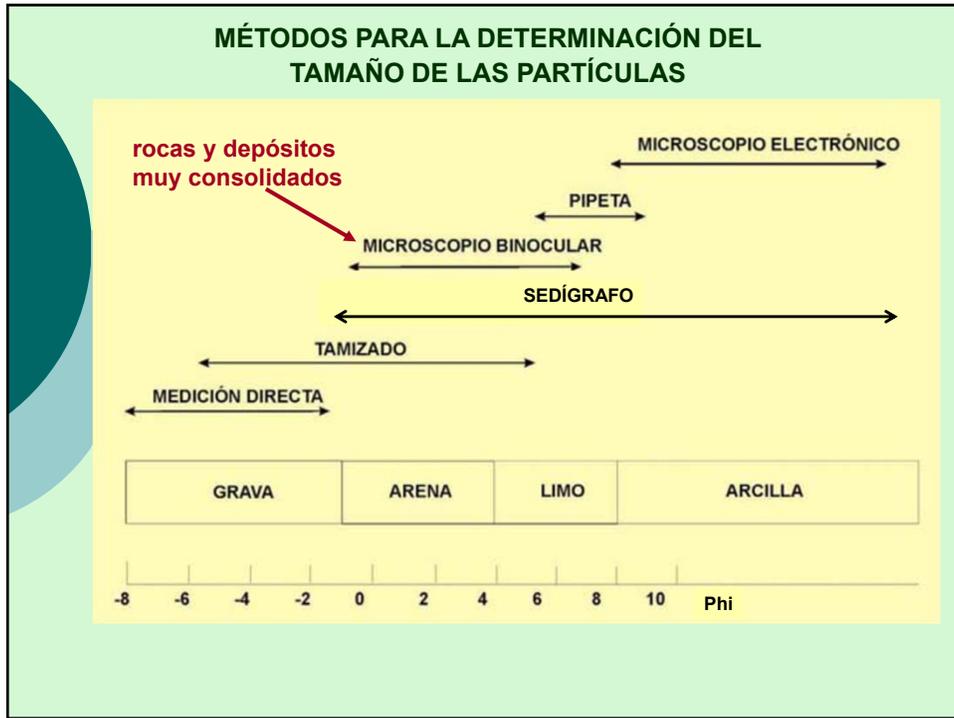
4

		U. Wentwort (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	
	Guija	32.0000			-5.00	
		16.0000			-4.00	
		8.0000			-3.00	4
	Sábulo o Gránulo	4.0000	4.00000	4.00000	-2.00	5
				3.36000	-1.75	6
			2.83000	2.83000	-1.50	7
			2.38000	-1.25	8	
2.0000		2.00000	2.00000	-1.00	10	
			1.68000	-0.75	12	
A R E N A	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
	Mediana			0.42000	1.25	40
			0.35400	0.35400	1.50	45
				0.29700	1.75	50
		0.2500	0.25000	0.25000	2.00	60
	Fina			0.21000	2.25	70
			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. Wentwort (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	
	Fino	0.0156	0.01560	0.01560	6.00	
				0.01330	6.25	
			0.01100	0.01100	6.50	
				0.00940	6.75	
	Muy fino	0.0078	0.00780	0.00780	7.00	
				0.00660	7.25	
			0.00550	0.00550	7.50	
			0.00470	7.75		
A R C I L L A		0.0039	0.00390	0.00390	8.00	
				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	9.50		
			0.00116	9.75		
	0.0010	0.00098	0.00098	10.00		
			0.00082	10.25		
		0.00069	10.50			

6



7

MEDICIÓN DE GRAVAS

Se usan las medidas de los ejes

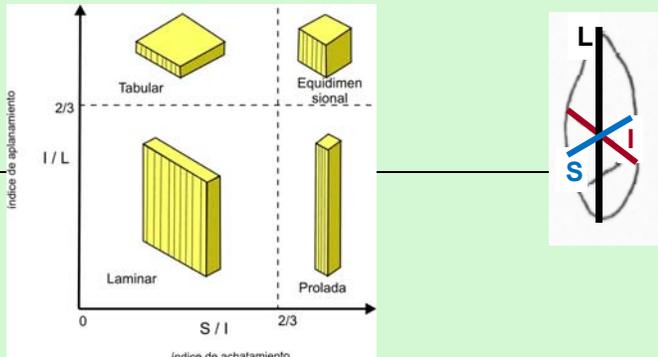
El promedio de los tres ejes se usa para caracterizar la granulometría y la forma de las gravas

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

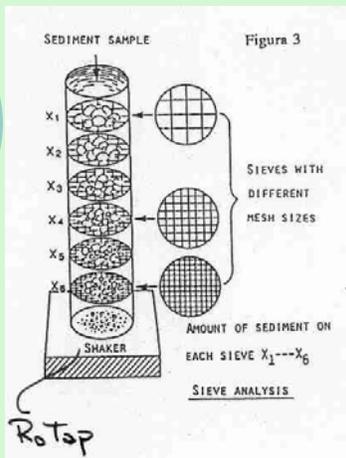
TAMIZADO y PIPETEO

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

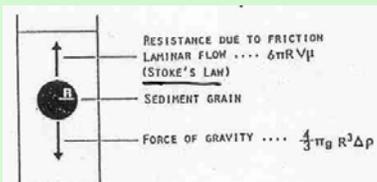
TAMIZADO



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

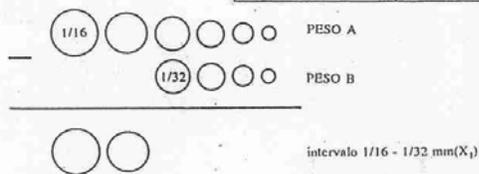
PIPETEO



Ley de Stokes

tiempos de extracción

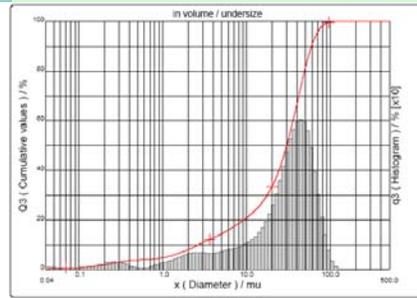
Diámetro en mm	Velocidad cm/seg	Profundidad cm/seg	Hora-minuto-segundo
0,0625	0,347	20	00 00 58
0,0442	0,174	20	00 01 56
0,0312	0,0869	10	00 01 56
0,0221	0,0435	10	00 03 52
0,0156	0,0217	10	00 07 44
0,0110	0,0109	10	00 15 --
0,0078	0,00543	10	00 31 --
0,0055	0,00272	10	01 01 --
0,0039	0,00136	10	02 03 --
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		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		
				Σ(PB-PV)	100			Σ(f.mi)

Parámetros granulométricos

Representaciones gráficas:

histogramas, curvas de frecuencia ←

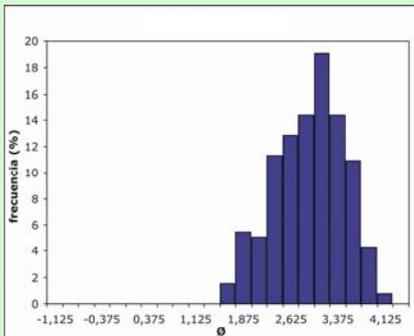
curvas acumulativas ←

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

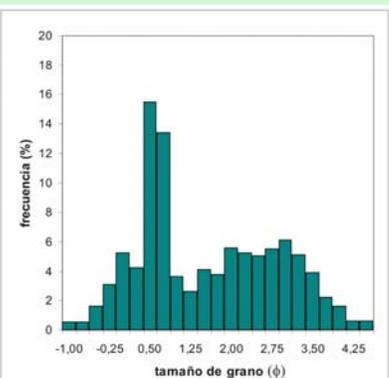
media

15

Histogramas



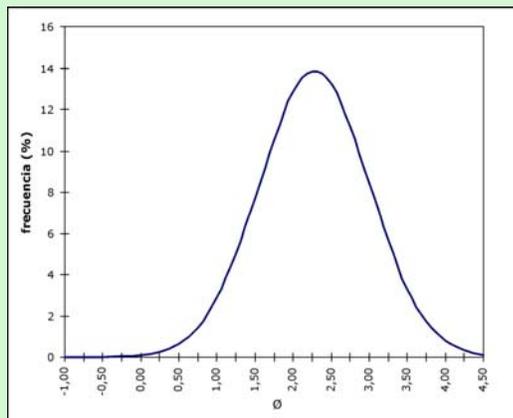
Poblaciones unimodales



Poblaciones bimodales

16

Curvas de frecuencia

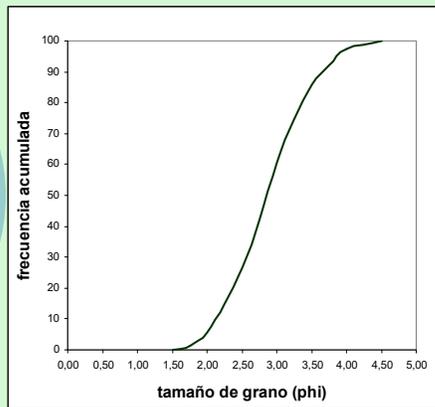


Distribución gaussiana

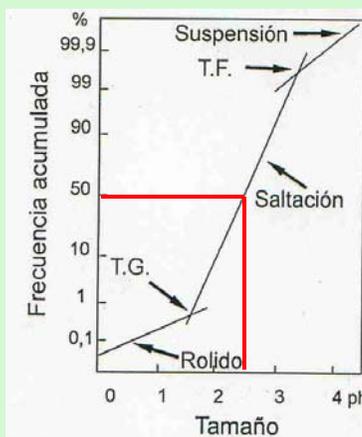
17

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

distribución de tamaños {

Media (*Mean*)

Mediana (*Median*)

Moda (*Mode*)

↓

tamaño del sedimento

19

Parámetros estadísticos	Fórmulas del método de momentos	Fórmulas del método gráfico (de Folk y Ward, 1957)
media (x)	$\frac{\sum f \cdot m}{100}$	$\frac{(\phi 16 + \phi 50 + \phi 84)}{3}$
selección (σ)	$\sqrt{\frac{\sum f \cdot (m - x)^2}{100}}$	$\frac{(\phi 84 - \phi 16)}{4} + \frac{(\phi 95 - \phi 5)}{6,6}$
asimetría (SK_1)	$\frac{\sum f \cdot (m - x)^3}{100 \cdot \sigma^3}$	$\frac{(\phi 16 + \phi 84 - 2 \cdot \phi 50)}{2 \cdot (\phi 84 - \phi 16)} + \frac{(\phi 5 + \phi 95 - 2 \cdot \phi 50)}{2 \cdot (\phi 95 - \phi 5)}$
mediana (Md)		$\phi 50$
agudeza (K_0)	$\frac{\sum f \cdot (m - x)^4}{100 \cdot \sigma^4}$	$\frac{(\phi 95 - \phi 5)}{2,44 \cdot (\phi 75 - \phi 25)}$

Media valor promedio

Moda intervalo más representado

tamaño de grano (phi)

mediana divide a la muestra en dos poblaciones iguales

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

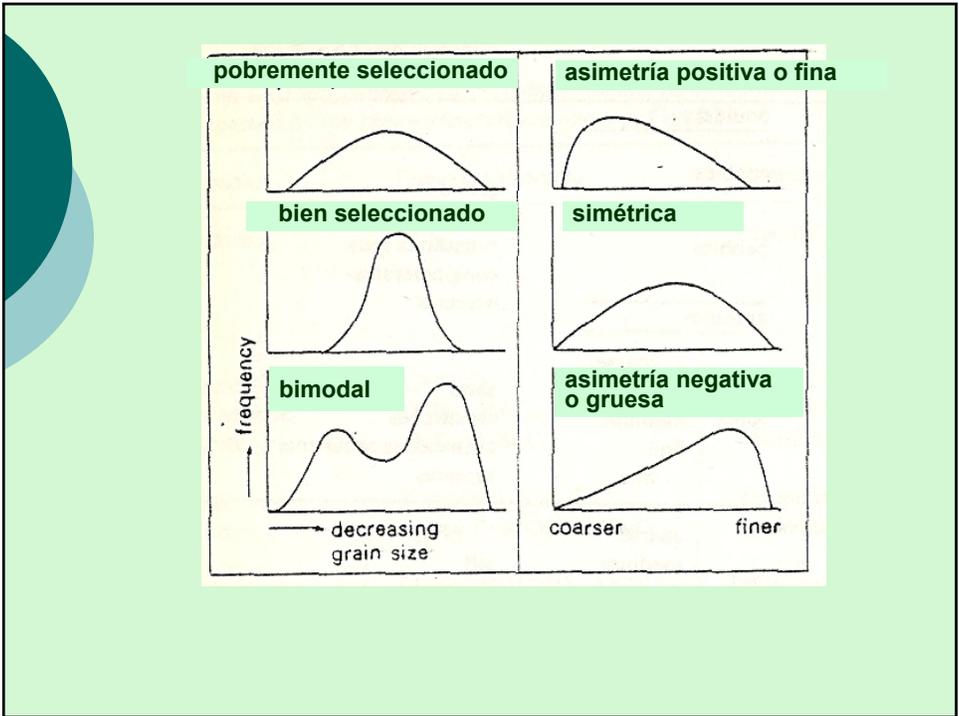
ASIMETRÍA	
asimetría muy positiva	+ 0,3 a +1,0
asimetría positiva	+0,1 a +0,3
simétrica	+0,1 a -0,1
asimetría negativa	-0,1 a -0,3
asimetría muy negativa	-0,3 a -1,0

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

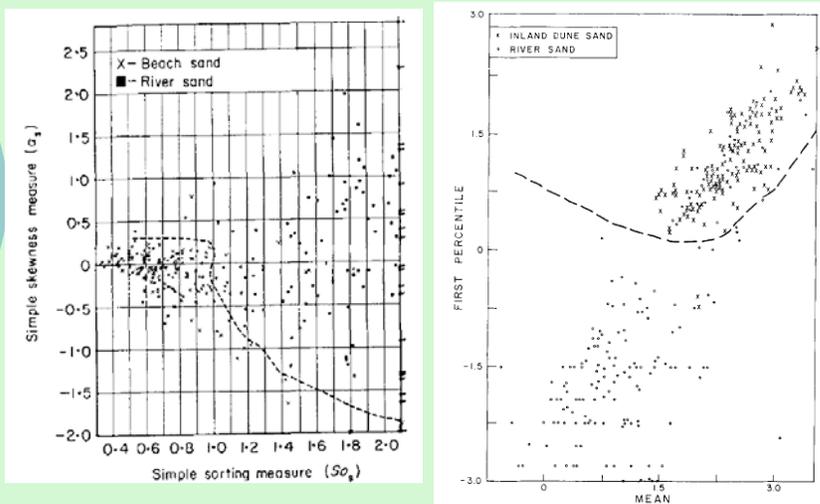
comparación entre la dispersión de la parte central y la dispersión de los extremos de la curva de frecuencia

21



22

Gráficos de dispersión



Friedman (1979)

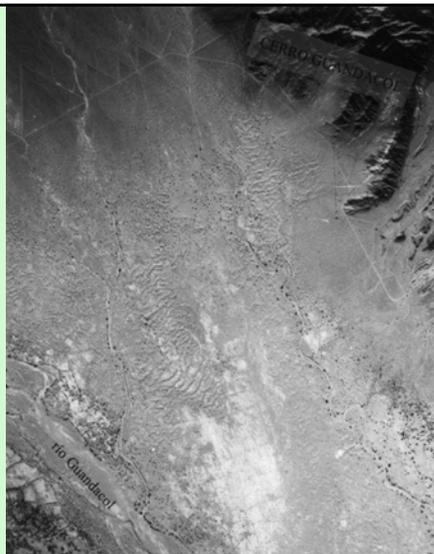
23



24

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

Geomorfos	Morfología	Depósitos
Áreas de canal		
Barras fluviales gruesas	Principalmente barras longitudinales, de 50 m de ancho (altura < 0.5 m). En menor medida, barras transversales y anchas.	Cuerpos tabulares a lentiformes, 35 cm de espesor, compuestos por arena (80-90%) y con estratificación entrecruzada planar.
Barras y formas de bajo relieve arenosas	Barras de pequeña escala (longitud < 5 m). Masas y microformas arenosas.	Arenas medianas a gruesas, mal seleccionadas y gravillas dispersadas, en bancos con estratificación entrecruzada. Arenas finas a limosas, con laminación horizontal u ondulada, en ocasiones alisadas.
Acumulaciones de paja de canal	Faldeo desorganizado del piso de canales.	Óxidas y grava arenosa masiva e imbricada.
Cortinas de lango	Acumulaciones limocitolosas de pocos cm de espesor, con huecos gratis de desecación.	Fangos limosos que puede exhibir grietas de desecación.
Geomorfos eólicos		
Faciles de arena	Acumulaciones arenosas (en ocasiones guijeros) de pocos cm de espesor, alargadas en la dirección del viento y rodeadas de dunas eólicas de arena y grava.	Depósitos de dunas de arena. Arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal u entrecruzada de muy bajo ángulo, en ocasiones con gradación inversa de estratificación.
Sombros de arena	Geomorfos de arena, no o grandes, asociados a la vegetación, 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 u entrecruzada de muy bajo ángulo, en ocasiones con gradación inversa de estratificación.
Taludes arenosos	Acumulaciones irregulares de arena desmenuada en los márgenes de los canales por colapso de arenas desde las planicies de intercanal.	Arenas finas a muy finas, moderadamente a bien seleccionadas, en bancos masivos a forma irregular.
Planicies de intercanal		
Manto de lango	Acumulaciones alargadas de limocitolos, con huecos gratis por grietas de desecación.	Fangos limosos que puede exhibir grietas de desecación.
Lóbulos de depósito arenoso-gravoso	Acumulaciones irregulares de arena y grava.	Arenas gruesas masivas en bancos lentiformes de pocos decímetros de espesor.
Geomorfos eólicos		
Manto de dunas eólicas	Sistemas y delgadas acumulaciones arenosas, principalmente de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas. Taludes de dunas eólicas de arena y, en menor medida, de grava.	Principalmente bancos tabulares de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con muy débil laminación horizontal u entrecruzada de muy bajo ángulo, en ocasiones con gradación inversa de estratificación. Algunos bancos de arenas finas a muy gruesas, en ocasiones tabulares, bien seleccionadas, con laminación horizontal u entrecruzada de muy bajo ángulo, con gradación inversa de estratificación.
Formas eólicas aisladas y la vegetación (sombra de arena y jilguero)	Geomorfos de arena de bajo relieve (1-2 m de altura), no presentan un perfil asimétrico, como lo que se observa en el perfil moderadamente natural al 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 u entrecruzada de muy bajo ángulo, en ocasiones con gradación inversa de estratificación. También pueden presentar laminación ondulada eólica con caras frontales preservadas.
Protuberancias y dunas bajas y de crestas salientes	Geomorfos de arena migratorias, de perfil irregular, con caras de taludamiento herbidas y caras de sotavento que muestran claramente el ángulo de reposo de la arena suelta.	Bancos tabulares a lentiformes, de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, con laminación entrecruzada.



Tribaldi, 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

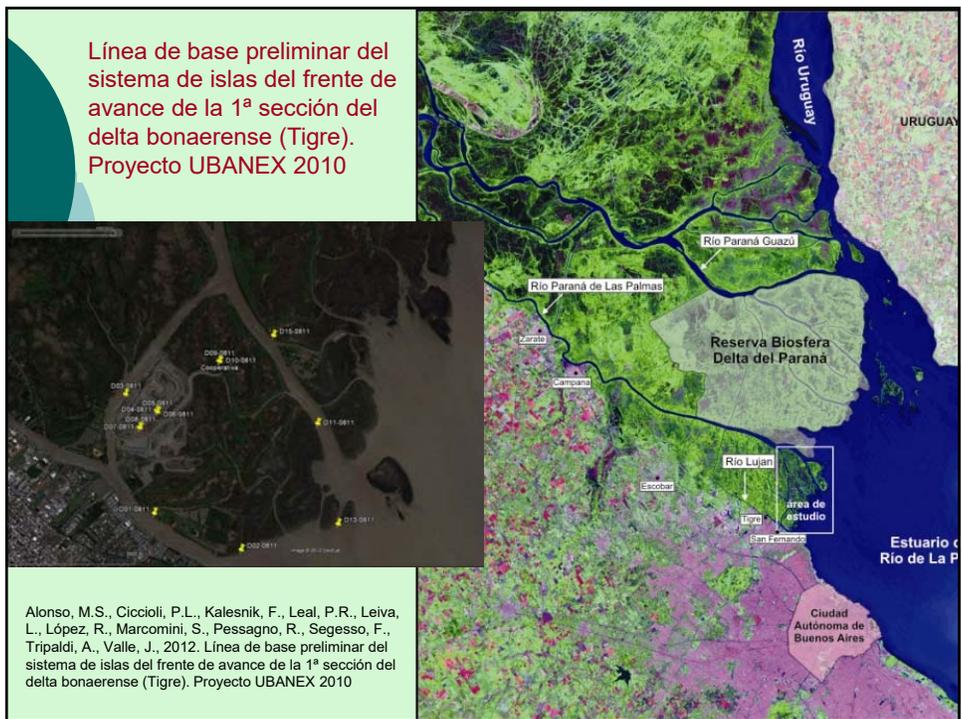


Valle del río Guandacol

Período seco

Período de lluvias (verano)

26



27

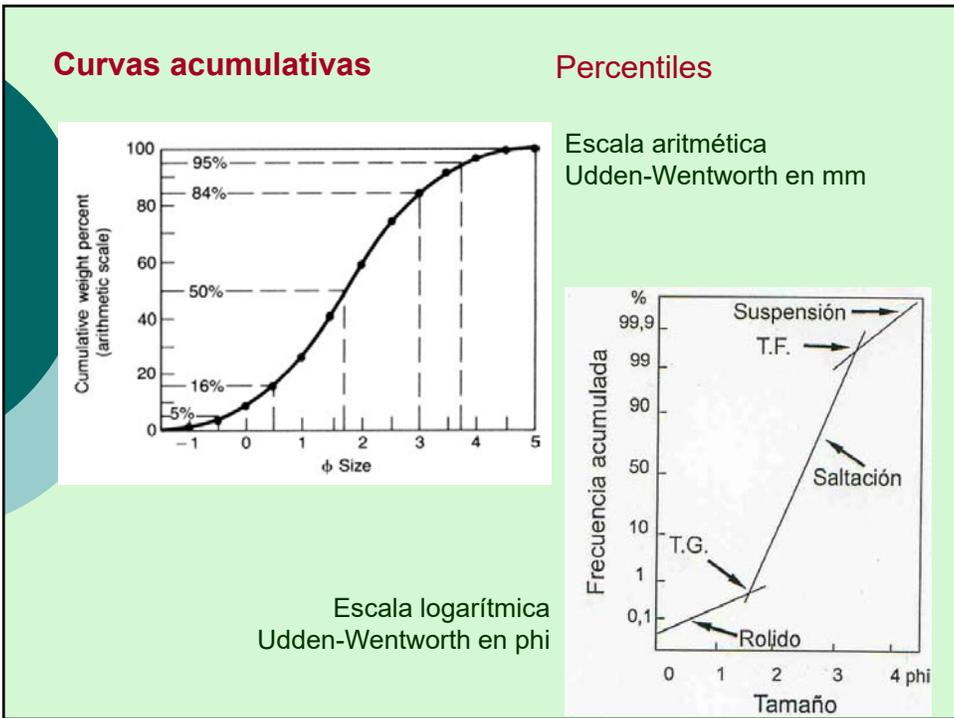


28

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



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

Water

Sliding Rolling

Suspension

Saltation

pocos cm

Viento

Air

Descending saltation

Suspension

Creep

Saltation

~50-100 cm

Frecuencia acumulada

%

99,9

99

90

50

10

1

0,1

Suspensión

T.F.

Saltación

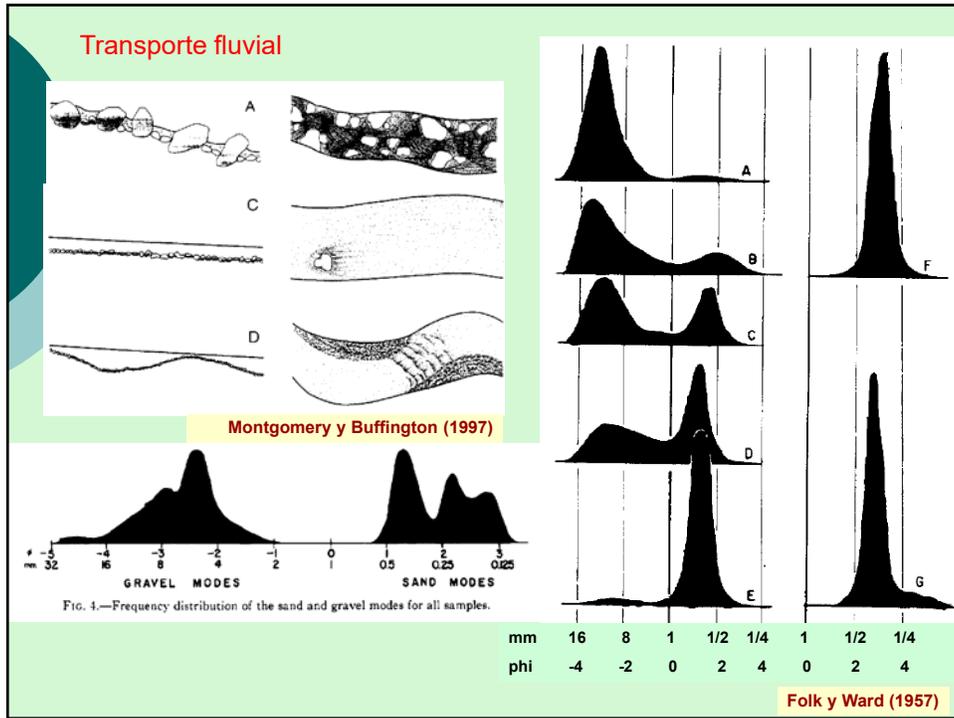
T.G.

Rolado

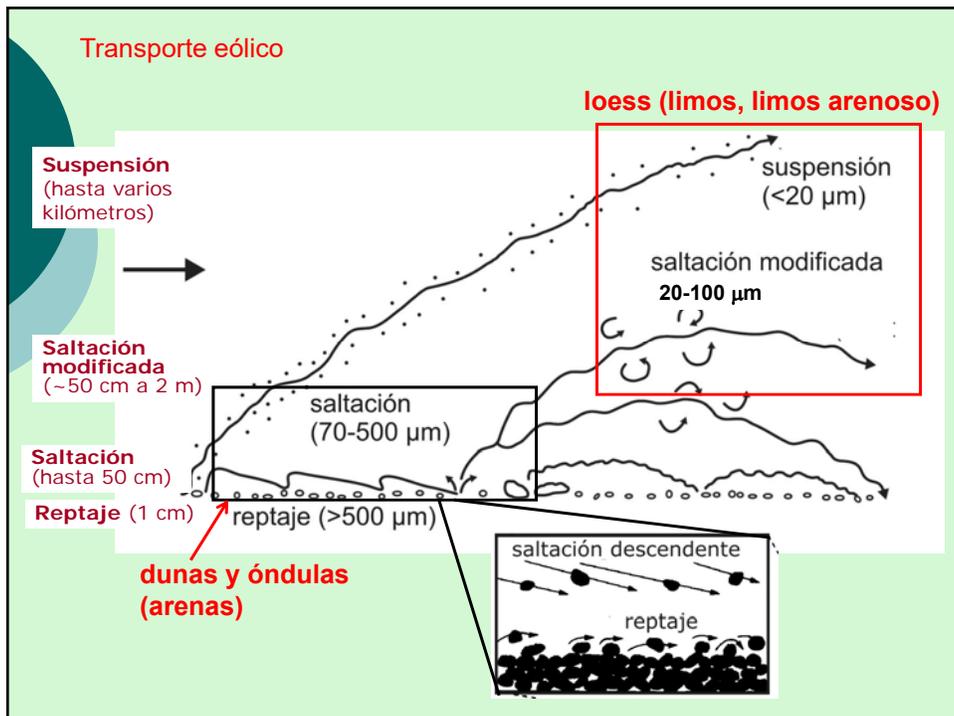
0 1 2 3 4 phi

Tamaño

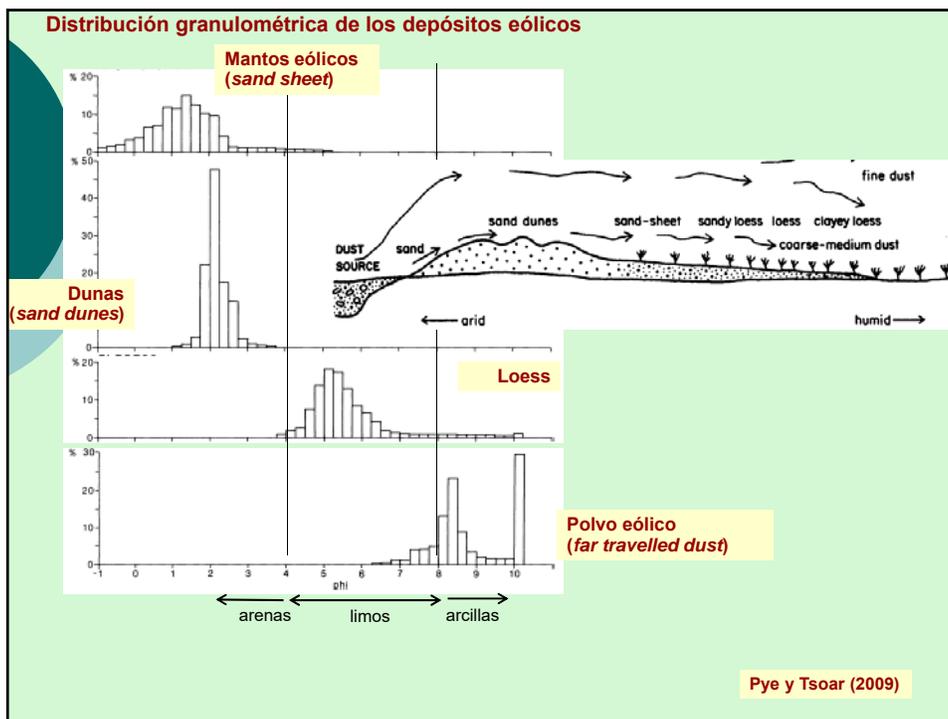
32



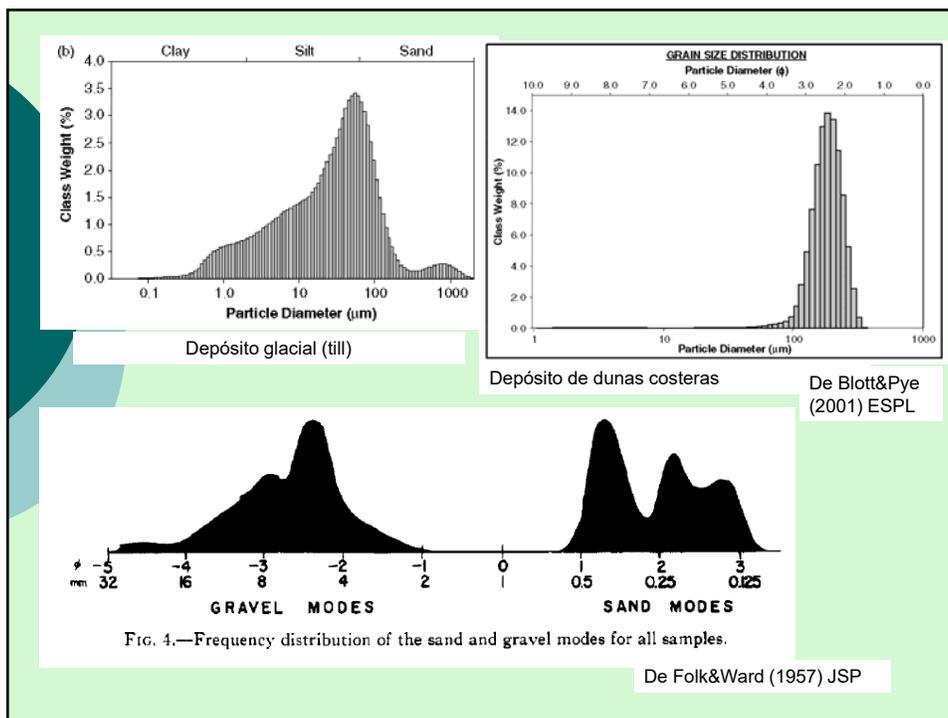
33



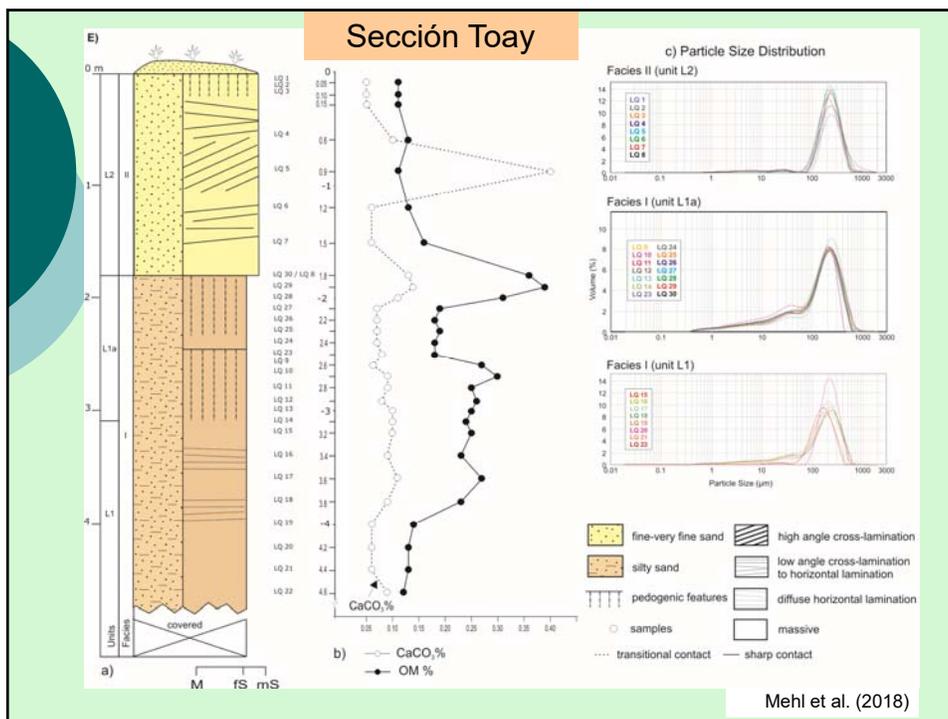
34



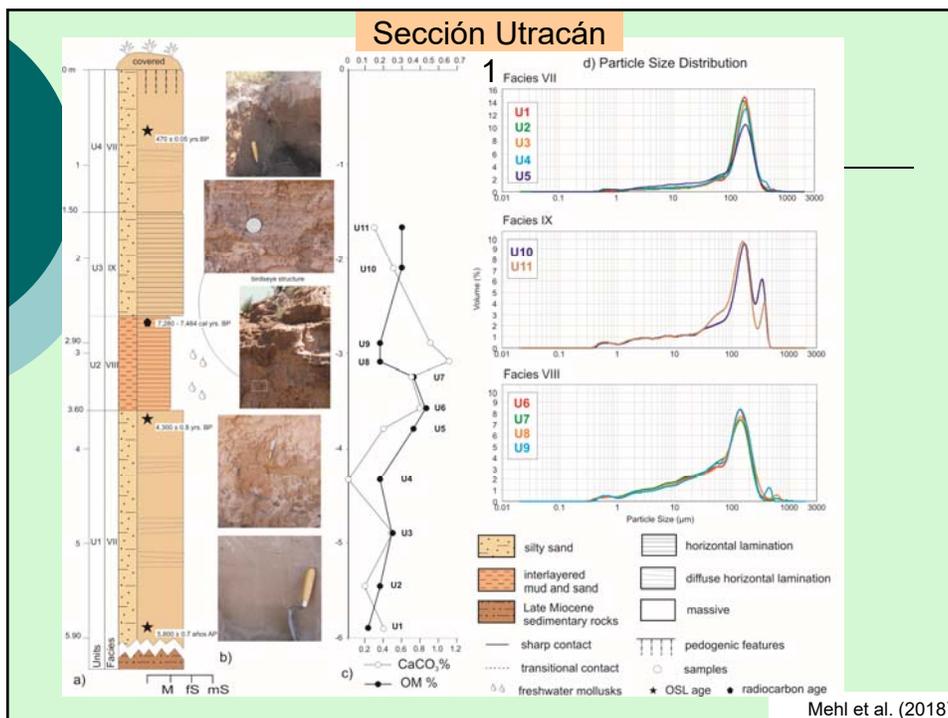
35



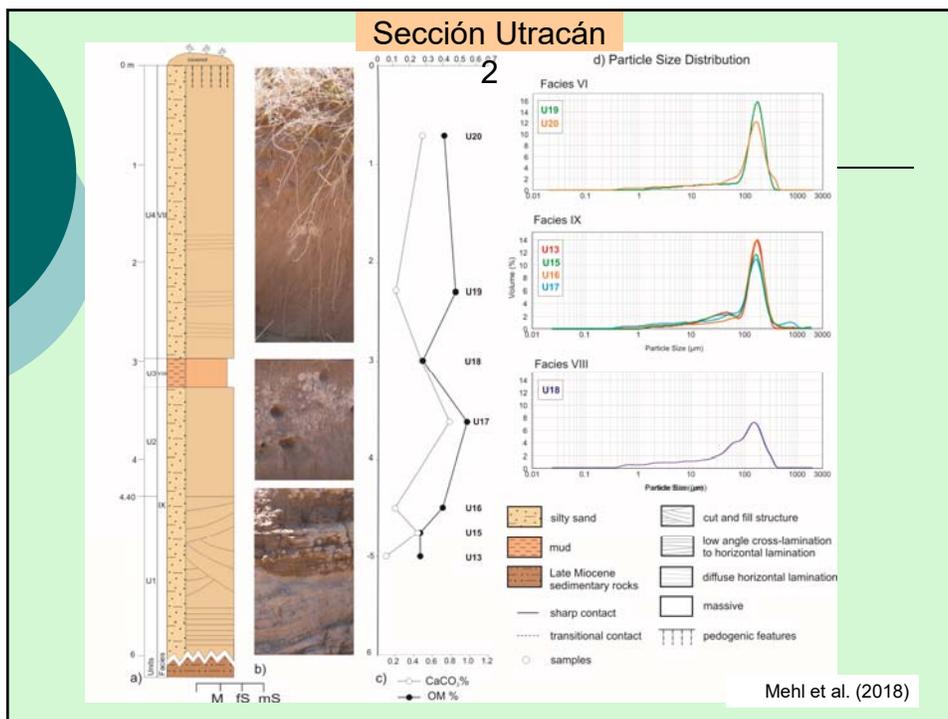
36



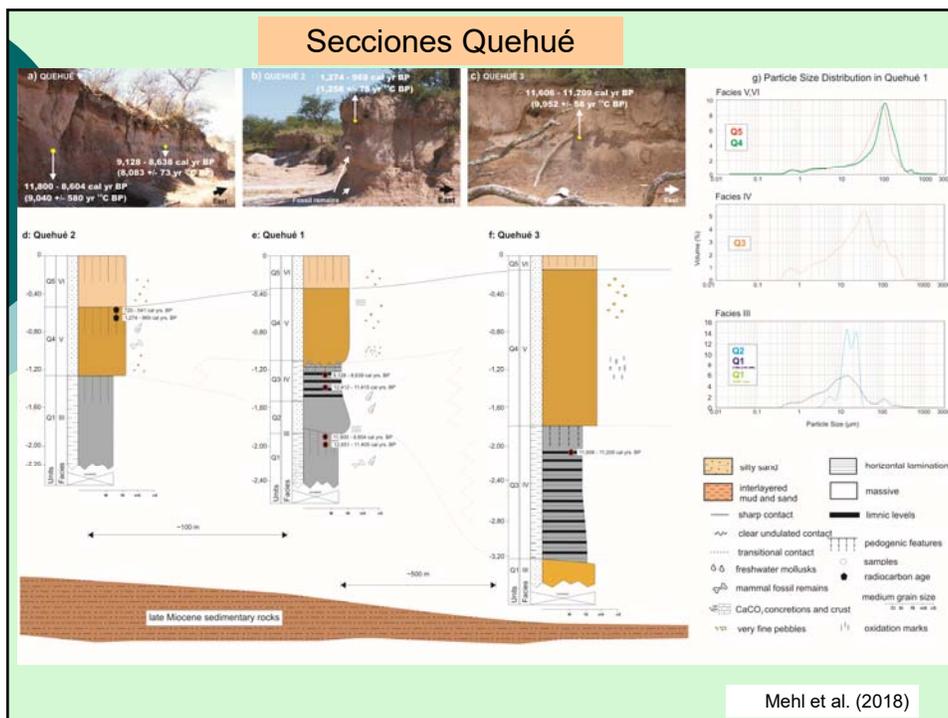
39



40



41



42



43

Línea de base preliminar del sistema de islas del frente de avance de la 1ª sección del delta bonaerense (Tigre). Proyecto UBANEX 2010

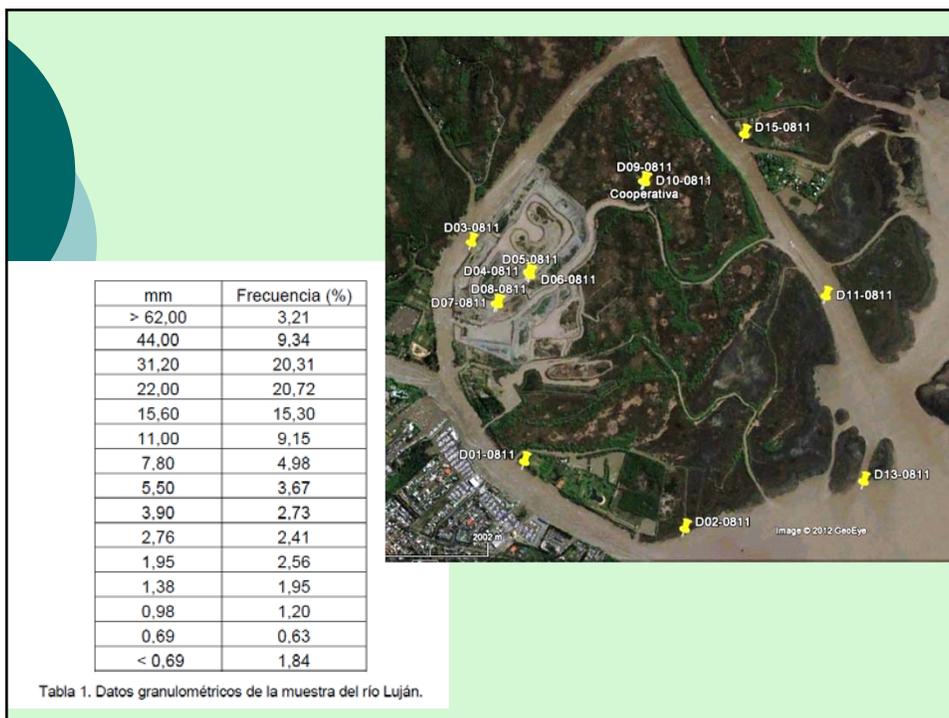
Alonso, M.S., Cicioli, P.L., Kalesnik, F., Leal, P.R., Leiva, L., López, R., Marcomini, S., Pessagno, R., Segesso, F., Tripaldi, A., Valle, J., 2012. Línea de base preliminar del sistema de islas del frente de avance de la 1ª sección del delta bonaerense (Tigre). Proyecto UBANEX 2010.

Marcomini, S., Tripaldi, A., Leal, P., López, R., Alonso, M.S., Cicioli, P., Quesada, A., Bunicontro, P., 2018. Morfodinámica y sedimentación de un sector del frente deltaico del Paraná entre los años 1933 y 2016, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 75 (1): 589-604.

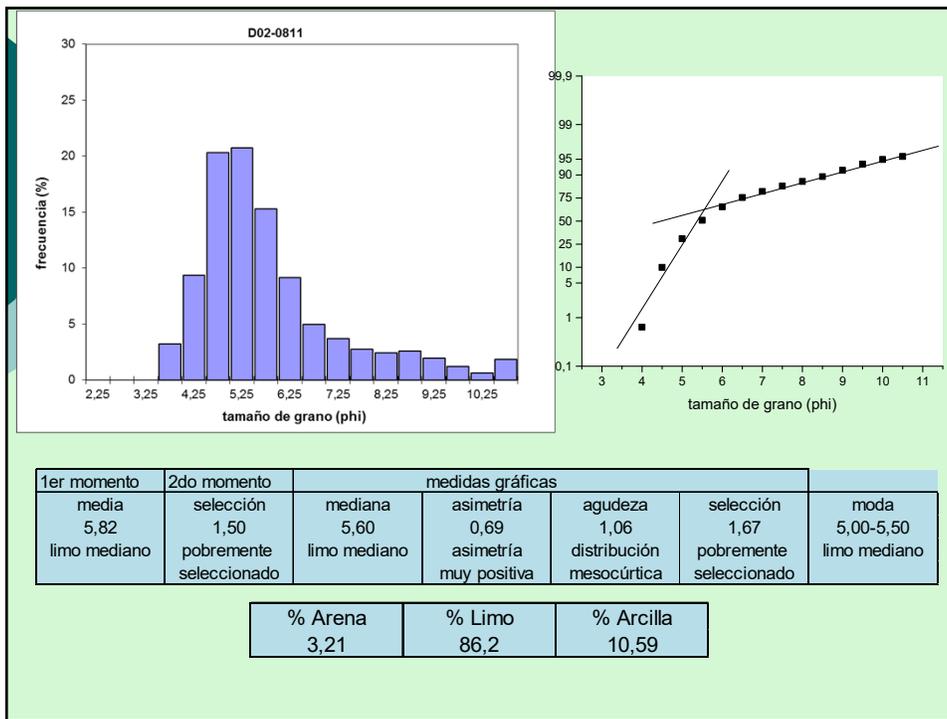
44



45



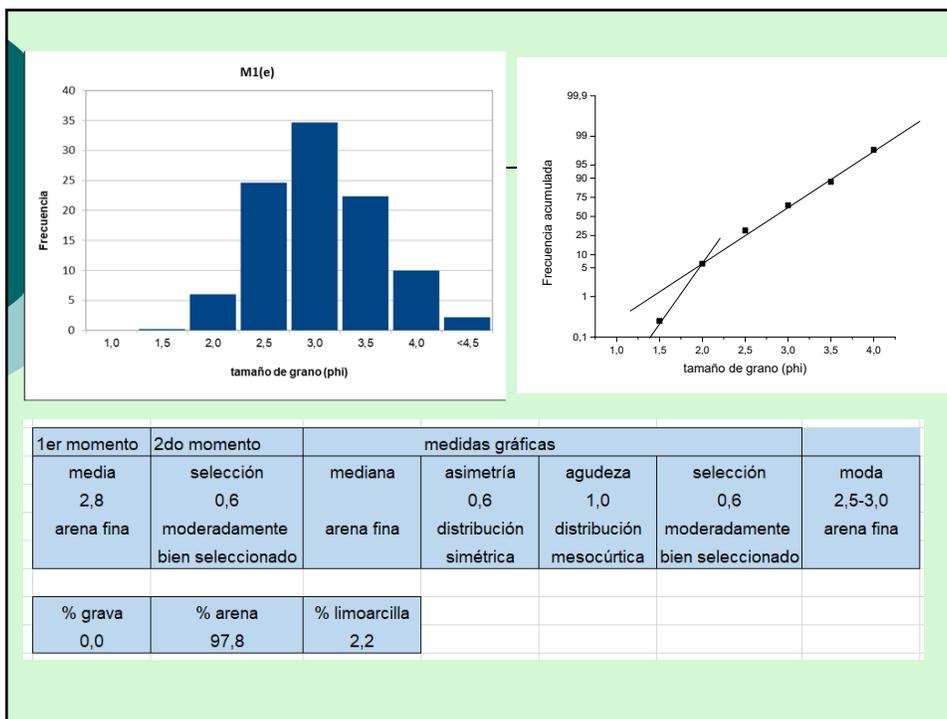
46



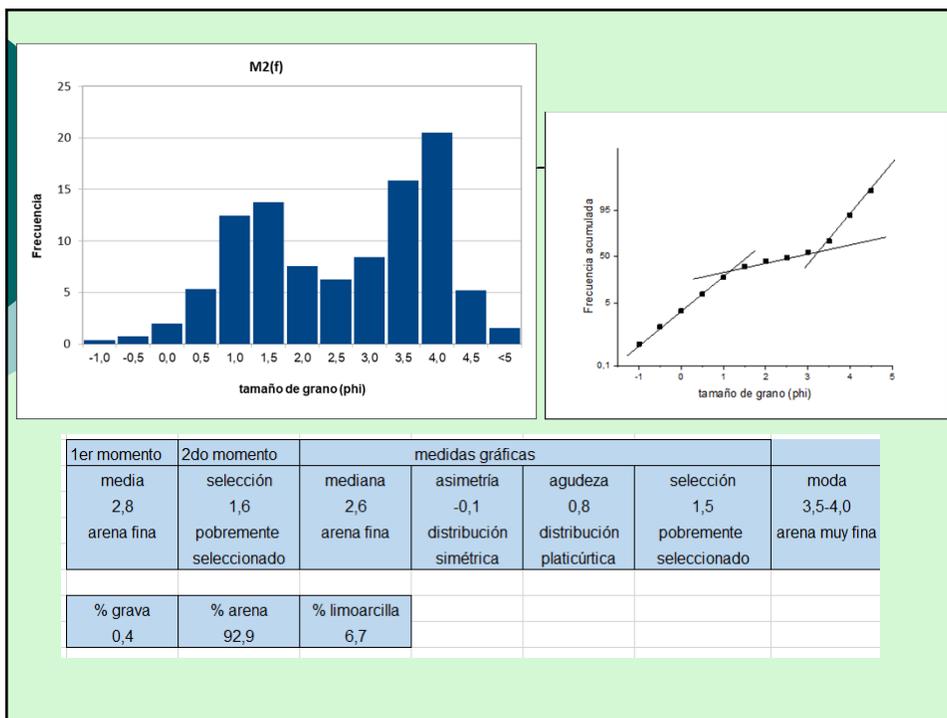
47



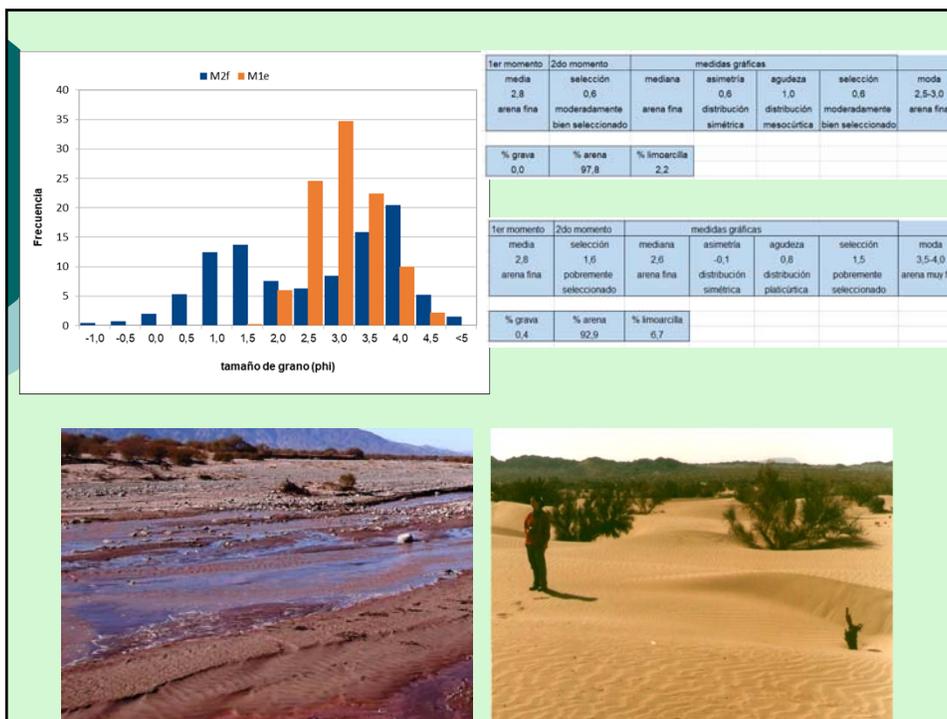
48



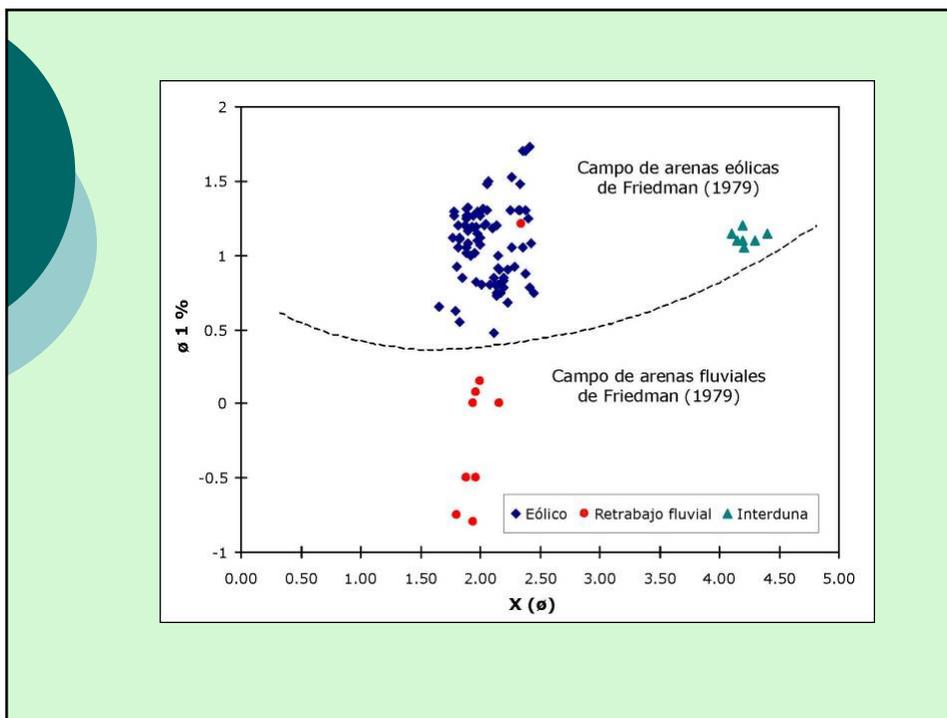
49



50



51



52