



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

*INVESTIGACIÓN DE MINERALES DENSOS  
GALICIA*

INVESTIGACIONES GEOLÓGICO-MINERAS  
EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE OURENSE

*A N E X O - II*

1994




MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

11354

**INVESTIGACIONES GEOLÓGICO-MINERAS  
EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE OURENSE**

*ANEXO 2: TAMAÑO, LITOLÓGÍA Y FORMA DE LOS MATERIALES*



## ÍNDICE DEL ANEXO

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	4
<u>1. ESTUDIO DEL TAMAÑO DE GRANO</u> .....	5
1.1. DESMUESTRES Y TRATAMIENTO .....	5
1.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	8
1.2.1. FRACCIÓN DE GRAVAS .....	11
1.2.2. FRACCIÓN DE ARENAS .....	12
1.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL TODO UNO .....	16
1.3. CONCLUSIONES .....	26
<u>2. LITOLOGÍA</u> .....	41
2.1. LITOLOGÍA DE LAS GRAVAS .....	41
2.2. LITOLOGÍA DE LAS ARENAS .....	42
2.3. CONCLUSIONES .....	44
<u>3. ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DE LOS MATERIALES</u> .....	45
3.1. MORFOMETRÍA DE LAS GRAVAS DE CUARZO .....	45
3.2. FORMA DE LOS GRANOS DE CUARZO .....	54
3.3. FORMA DE LOS MINERALES DENSOS .....	56
3.4. CONCLUSIONES .....	57
<u>4. CONCLUSIONES GENERALES</u> .....	58
<u>5. BIBLIOGRAFÍA</u> .....	60

\*\*\* \* \*\*\*

*Este trabajo fue realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), como trabajo por Administración.*

**EQUIPO DE TRABAJO:**

Ángel Ferrero Arias (geólogo, I.T.G.E.): Realización del trabajo.

José González Pérez (ofic. 2<sup>a</sup>, I.T.G.E.): Granulometrías.

Alfonso Guerra Neira (delineante), I.T.G.E.): Delineación.

Marzo de 1994

# ÍNDICE PARA LA LOCALIZACIÓN DE FIGURAS

	págs.
Fig. 1: Esquema de tratamiento de muestras pequeñas	6
Fig. 2: ZARINAS. Clasificación de los materiales sedimentarios estudiados en la terraza y coluvio-eluviones de Lobás-Vilá (OURENSE).	9
Fig. 3: Distribución de frecuencias de las gravas. Zona Zarinas: Terraza QT1	10
Fig. 4: Distribución de frecuencias de las modas. Zona Zarinas: Terraza QT1	11
Fig. 5: Diámetro modal función del % de gravas. Zona Zarinas: Terraza QT1	12
Fig. 6: Distribución de frecuencias de las modas. Zona Zarinas: Terraza QT1. Todo uno	16
Fig. 7: Distribución de frecuencias de la media. Zona Zarinas: Terraza QT1	17
Fig. 8: Distribución de frecuencias de la desv. standard. Zona Zarinas: Terraza QT1	18
Fig. 9: Distribución de frecuencias de la asimetría. Zona Zarinas: Terraza QT1	19
Fig. 10: Distribución de frecuencias de la angulosidad. Zona Zarinas: Terraza QT1	19
Fig. 11: Relación media-desv. standard. Zona Zarinas: Terraza QT1	22
Fig. 12: Relación media-asimetría. Zona Zarinas: Terraza QT1	23
Fig. 13: Relación media-angulosidad. Zona Zarinas: Terraza QT1	24
Fig. 14: Relación asimetría-desv. standard. Zona Zarinas: Terraza QT1	24
Fig. 15: Relación desv. standard-angulosidad. Zona Zarinas: Terraza QT1	25
Fig. 16: Relación asimetría-angulosidad. Zona Zarinas: Terraza QT1	26
Fig. 17: Zona Zarinas. Granulometría de las gravas	33
Fig. 18: Zona Zarinas. Granulometría de las arenas (de ruditas arenosas)	34
Fig. 19: Zona Zarinas. Granulometría de las arenas (de arenitas rudíticas)	35
Fig. 20: Zona Zarinas. Granulometría de las arenas (de arenitas y arenitas (lutíticas))	36
Fig. 21: Zona Zarinas. Granulometría de las arenas (de arenitas lutíticas)	37
Fig. 22: Zona Zarinas. Granulometría de las arenas (coluvio-eluvión y pórfido)	38
Fig. 23: Zona Zarinas. Granulometría de las muestras (del todo uno)	39
Fig. 24: Zona Zarinas. Granulometría de las muestras (del todo uno)	40
Fig. 25: Zona Zarinas. Representación triangular de la litología de las arenas (Mina Zarinas y terraza QT1)	44
Fig. 26: Morfometría de las gravas de QT1. Esfericidad (distrib. de frecuencias)	46
Fig. 27: Morfometría de las gravas de QAL. Esfericidad (distrib. de frecuencias)	46
Fig. 28: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 29: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 30: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 31: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 32: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 33: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	48
Fig. 34: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 35: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 36: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 37: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 38: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 39: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	49
Fig. 40: Morfometría de las gravas. Esfericidad (formas de Zingg)	50
Fig. 41: Morfometría de las gravas de QT1. Desgaste (distrib. de frecuencias)	50
Fig. 42: Morfometría de las gravas de QAL. Desgaste (distrib. de frecuencias)	50
Fig. 43: Morfometría de las gravas de QAL. Desgaste (distrib. de frecuencias)	50
Fig. 44: Morfometría de las gravas de QT1. Aplanamiento (distrib. de frecuencias)	52
Fig. 45: Morfometría de las gravas de QAL. Aplanamiento (distrib. de frecuencias)	52

# ÍNDICE PARA LA LOCALIZACIÓN DE TABLAS

págs.

Tabla 1: Zona Zarinas: parámetros granulométricos de las gravas . . . . .	14
Tabla 2: Zona Zarinas: parámetros granulométricos de las arenas . . . . .	15
Tabla 3: Zona Zarinas: parámetros granulométricos del todo uno . . . . .	21
Tabla 4: Zona Zarinas: distribución del tamaño de grano. Granulometría del todo uno (%). Clasificación	28
Tabla 5: Zona Zarinas: distribución del tamaño de grano. Granulometría del todo uno (acumulado) . . . . .	29
Tabla 6: Zona Zarinas: distribución del tamaño de grano. Granulometría de las gravas . . . . .	30
Tabla 7: Zona Zarinas: distribución del tamaño de grano. Granulometría de las arenas . . . . .	31
Tabla 8: Contenido en gravas . . . . .	32
Tabla 9: Zona Zarinas: Terraza QT1. Litología de las gravas (%) . . . . .	41
Tabla 10: Zona Zarinas: litología de las gravas (%) del aluvión (QAL) . . . . .	42
Tabla 11: Zona Zarinas: Terraza QT1. Litología de las arenas (%) . . . . .	43
Tabla 12: Zona Zarinas: Terraza QT1. Esfericidad según el I. de Krumbein . . . . .	46
Tabla 13: Zona Zarinas (aluvión QAL). Esfericidad según el I. de Krumbein . . . . .	47
Tabla 14: Zona Zarinas (terrace QT1): índice de desgaste de Cailleux . . . . .	51
Tabla 15: Zona Zarinas (aluvión QAL): índice de desgaste de Cailleux . . . . .	51
Tabla 16: Zona Zarinas: muestras de la terraza QT1. Índice de aplanamiento . . . . .	53
Tabla 17: Zona Zarinas: muestras del aluvión QAL. Índice de aplanamiento . . . . .	53
Tabla 18: Zona Zarinas: morfometría de las arenas . . . . .	55

## **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

*La realización de estudios sobre la litología, tamaño y forma de los materiales que constituyen un depósito detrítico, se justifica en orden a su caracterización tecnológica.*

*El conocimiento de la litología y la distribución del tamaño de grano, es importante para cualquier planificación futura de aprovechamiento minero de un depósito detrítico, como, por ejemplo, la obtención de áridos y/o minerales densos.*

*La realización de una clasificación por tamaños, sistemática y con cierto detalle, facilita los estudios posteriores en relación con la caracterización de la distribución de tamaños, litologías predominantes, morfologías de gravas y arenas, distribución de los minerales densos, etc.*

*Estos estudios van a aportar datos respecto al origen de los materiales, pero también datos de interés minero. La presencia o no de una litología interesante y el tamaño de su moda (p.ej. una importante presencia de cuarzo en tamaños mayores a 40 mm puede indicar la posibilidad de aprovechar las gravas de cuarzo para ferroaleaciones), tamaño máximo y mínimo (aplicables a la elección del rango de la maquinaria a utilizar), rango de tamaños en los que se encuentran los diferentes minerales densos, proporcionando, por tanto, indicaciones útiles para la exploración y fases posteriores de investigación.*

*Como objetivos se plantearon:*

*1) Establecer una metodología básica de desmuestra, clasificación por tamaños y estudio de muestras directas pequeñas, útil en la fase de exploración de nuevos depósitos.*

*2) Clasificar y estudiar los materiales de 26 muestras pequeñas cogidas en la terraza QT1 y eluvio-colviones de la zona Zarinas.*

## 1. ESTUDIO DEL TAMAÑO DE GRANO

### 1.1. DESMUESTRES Y TRATAMIENTO

Se realizaron desmuestres directos, cogiendo muestras de pequeño tamaño en los afloramientos y en cortes del terreno realizados mediante retroexcavadora.

— Las muestras cogidas, en el aluvión QAL, de forma indirecta (con retroexcavadora) no fueron tratadas con más detalle del que requiere el proceso de concentración a la batea o con mesa de sacudidas, por tanto, se realizó, esencialmente, un corte a 3 mm para conocer la proporción de gravas. No obstante, se estudia la composición y la forma de estas gravas para compararlas con las de la terraza más alta (QT1) —.

Para la toma de muestras se eligieron, por su disponibilidad y sencillo manejo por una sola persona, los que se muestran en la Fotografía 1.

La muestra debe ser representativa del espesor del nivel en el punto muestreado. Conviene que se ajuste a un nivel estratigráfico o a tramos (de  $\approx 1$  m) que puedan tener significación estratigráfica y sedimentológica, y aplicación a estudios mineros.

Una vez definido (sobre la columna estratigráfica realizada previamente) el nivel a muestrear, se hizo un roza perpendicular a las superficies limitantes para obtener unos 13 l a 25 l (unos 15 Kg a 50 Kg) en los materiales gruesos, y de 1,5 Kg a 4 Kg en las arenitas y lutitas.

El material se recogió directamente con un barreño apoyado en la base del nivel que se muestreaba, o bien se dejó caer sobre un plástico situado sobre el suelo para evitar contaminaciones.



Como norma general, los cantos de tamaños superiores a 128 mm, se pesan en el campo y se abandonan después de limpiarlos, con un cepillo de raíces, sobre el barreño, y de anotar su morfología y composición.

El resto del material se hizo pasar por una criba de 4 mm situada sobre el barreño (cuya capacidad es de unos 15 l). Por último, se ensacaron por separado las dos fracciones (mayor y menor de 4 mm) para su transporte al laboratorio de clasificación.

En la ficha de campo se recogieron los datos significativos de la operación y de las observaciones realizadas.

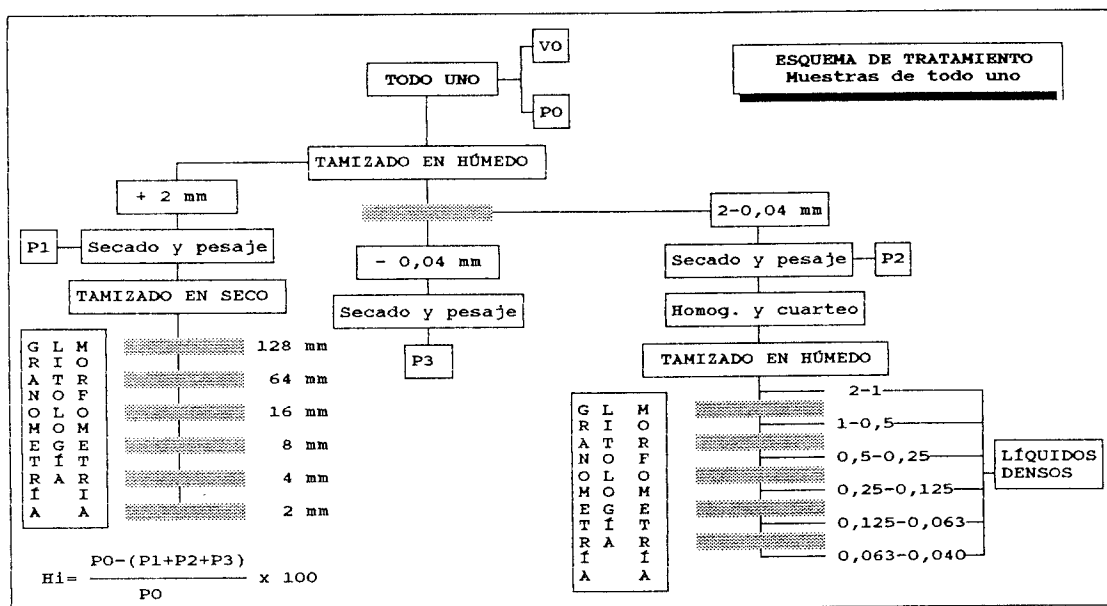


Fig. 1: Esquema de tratamiento de muestras pequeñas.

En la Fig. 1 se recoge el esquema general de tratamiento de este tipo de muestras.



Foto 1: Útiles utilizados para la toma directa de muestras.



Foto 2: Lavado de las muestras sobre un tamiz de 40  $\mu\text{m}$ .

Se trataron 24 muestras procedentes de la terraza QT1 y 2 muestras de eluvio-coluvión de la Zona Zarinas (la localización de las muestras puede verse en la Memoria de éste trabajo).

Una vez pesadas (Ph) y medido su volumen (Vh), las muestras se secaron al aire y pesaron (Ps), obteniéndose la humedad de imbibición ( $H_i = (Ph - Ps) \times 100 / Ph$ ) y su densidad aparente ( $Da = Ph / Vh$ ). Los valores de  $H_i$ , con un valor sólo indicativo, de las muestras (recogidas en verano), muestran una alta variabilidad dependiendo de si proceden de pocillos o de afloramiento y de gravas (con  $H_i < 10\%$ ) o arenas y limos y arcillas (con  $H_i$  hasta un 37%), pudiendo estimarse un valor del 16% para muestras de gravas tomadas en pocillos con agua y del 22% para muestras de arenas.

La densidad aparente media puede estimarse en  $1,75 \text{ g/cm}^3$ .

Las muestras se tamizaron en húmedo (Fotografía 2) a través de una serie de tamices desde -7 Phi (128 mm) a  $\approx$  5 Phi (40  $\mu\text{m}$ ) con intervalos de 1 Phi.

La fracción inferior a 4 mm se cuarteó hasta tener 3 o 4 Kg que se pasaron por el tamiz de 2 mm. Lo inferior a 2 mm se cuarteó hasta obtener unos 600 g a 800 g que fueron utilizados para realizar la granulometría de la muestra.

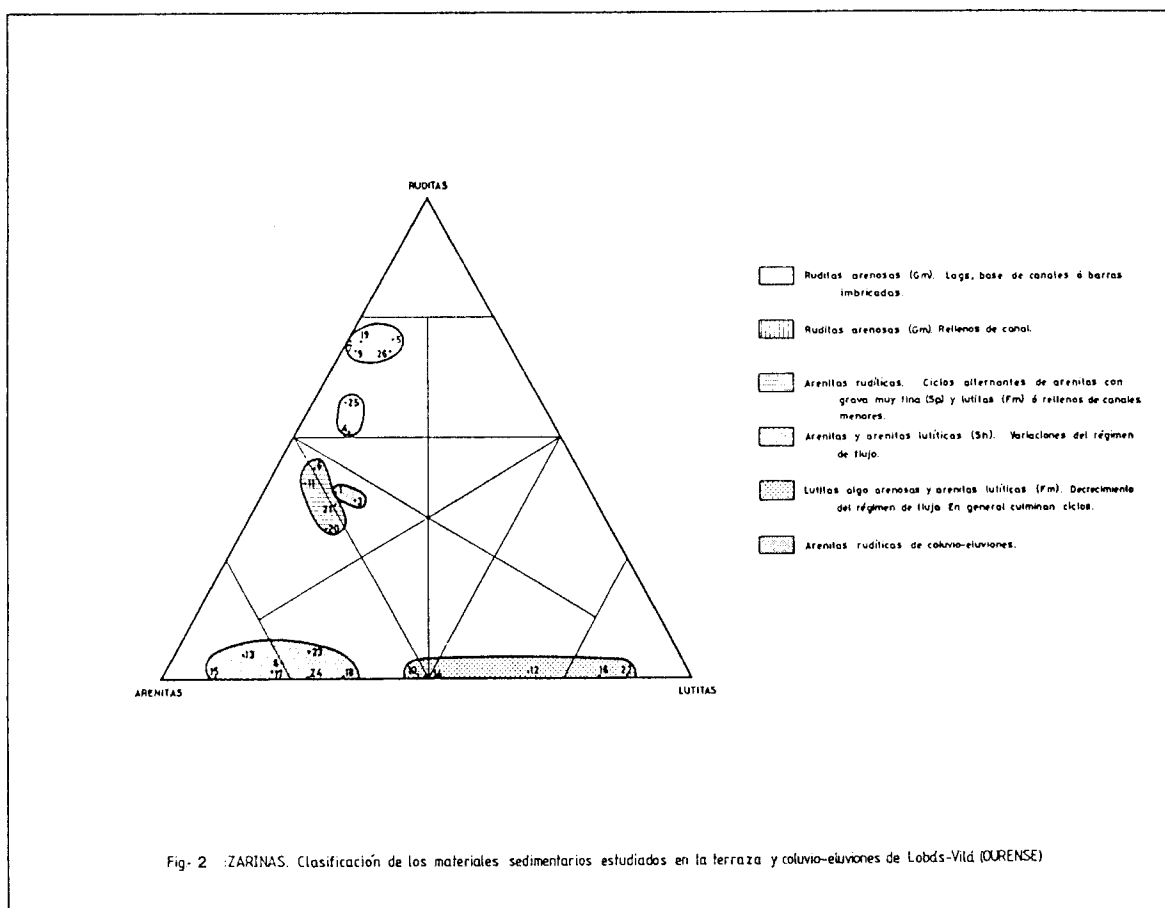
Cada fracción obtenida fue secada al aire, y lo inferior a 4 mm se secó a 45 °C en una estufa. El pesaje y conversión de los pesos obtenidos al todo uno, completó la operación de clasificación por tamaños.

## 1.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, se recogen en las tablas y gráficos que se incluyen al final de este capítulo.

Las muestras se clasificaron según la propuesta de CORRALES *et al.* (1977) y se representan en el diagrama triangular de la Fig. 2.

Quedan bien discriminados los materiales que corresponden a los canales principales y a los cuerpos imbricados de gravas, los canales menores, y los materiales que representan menor régimen de flujo. No se obtiene discriminación entre las muestras de canales menores de la terraza y la de eluvio-coluvión de la Mina Zarinas (Z-1). La muestra Z-3 corresponde, probablemente, al relleno algo removilizado de un canal menor.



Los sedimentos de las ruditas y ruditas arenosas, consisten en una mezcla marcadamente bimodal de gravas con arenas de tamaño muy grueso a medio, pudiendo establecerse el cambio de tamaño de grano entre gravas y arenas en  $-2 \Phi$  (4 mm).

Utilizando un corte a 4 mm se ha representado en la Fig. 3 la distribución de la proporción de gravas de las muestras de terraza.

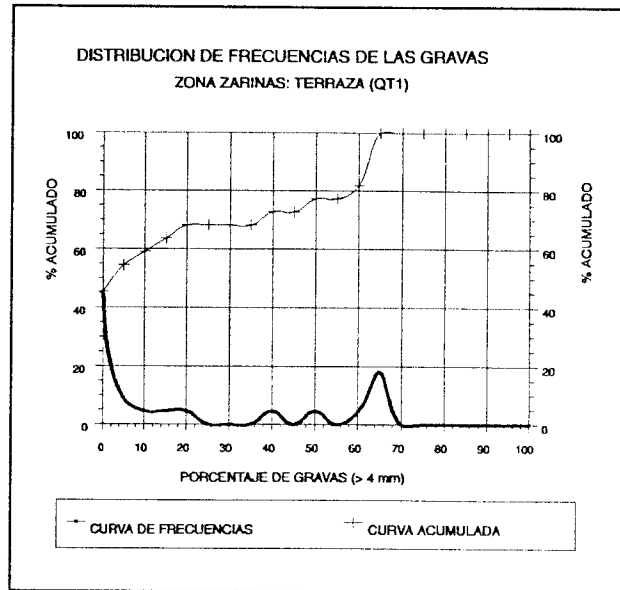


Fig. 3

Se observa que un 48 % de las muestras no tienen tamaños superiores al límite establecido, y que un 20 % contienen entre 60 % y 63 % de gravas mayores de 4 mm.

Las muestras con menos del 5 % de gravas corresponden a niveles arenosos con alguna grava dispersa, con 5 % a 10 % a un nivel arenoso erosivo, y entre el 15 % y el 20 % a rellenos de canales por arenas con gravas dispersas y con gravas en la base. Con 35 % a 50 % son rellenos de canales menores, y con el 60 % al 63 % son canales mayores o cuerpos imbricados de gravas. Son pocas las muestras que tienen entre 0 % y el 60 % de gravas.

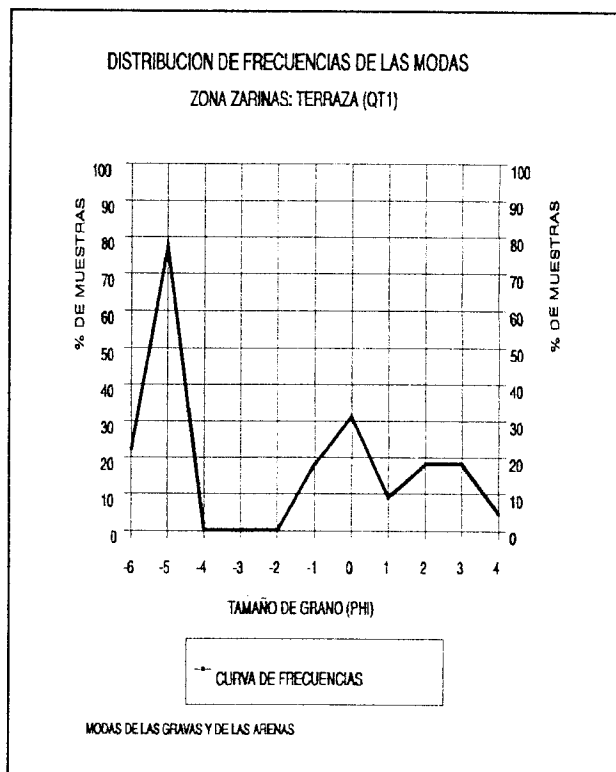
Al no haberse recogido muestras específicamente de *lags*, no se han obtenido porcentajes mayores de gravas. Según Kentucky, Potter, y otros (en FOLK y WARD, 1957), sedimentos con menos del 70 % de gravas deben haber sido producidos por la deposición conjunta de gravas y de arenas, es decir que la arena no se infiltró después, y, además, la infiltración debió ser escasa como lo demuestran la existencia de gravas *openwork* y la presencia de gravas dispersas en los rellenos arenosos de los canales menores.

### 1.2.1. FRACCIÓN DE GRAVAS

La moda más frecuente de las gravas se sitúa (un 78 %) en - 5 Phi (63-32 mm) como puede verse en el gráfico de la Fig. 4.

Si consideramos solo las muestras de terraza con más del 10 % de gravas, se obtiene el cuadro de parámetros granulométricos de la Tabla 1.

Para las muestras de terraza, la moda media se sitúa en -5,2 Phi (fracción entre 63 mm y 32 mm). La media gráfica (Mz) se sitúa entre -3,97 Phi y -7,03 Phi, con una media de -4,98 Phi (próxima a 32 mm). La desviación gráfica inclusiva ( $\sigma_1$ ) varía entre 1,03 Phi y 2,54 Phi, con media en 1,44 Phi. Se trata, por tanto, de gravas mal a muy mal clasificadas (FOLK y WARD, *op. cit.*).



Las muestras Z-4, Z-6, Z-20, Z-25 y Z-26 tienen distribuciones de la asimetría gráfica inclusiva (SKi) prácticamente simétricas. El resto tienen asimetría positiva. La angulosidad gráfica (Kg) indica distribuciones platicúrticas a mesocúrticas (tendencia aplanada); la muestra Z-20 es muy platicúrtica (0,55).

En la Fig. 5, en la que se han representado las modas frente al % de gravas, se observa que no existe correlación entre los diámetros modales de las fracciones de gravas y de arenas de la terraza y el % de gravas de las muestra. Es ilustrativo el hecho de que muestras

con modas de -5 Phi para la fracción de gravas, pueden tener valores entre el 20 % y el 65 % de gravas.

La constante moda de las gravas en -5 Phi, independientemente del % de gravas, nos indica que la distribución de tamaños de las gravas estaría esencialmente controlada por el tamaño de grano en el área fuente, y depende poco de las condiciones hidráulicas del medio de sedimentación.

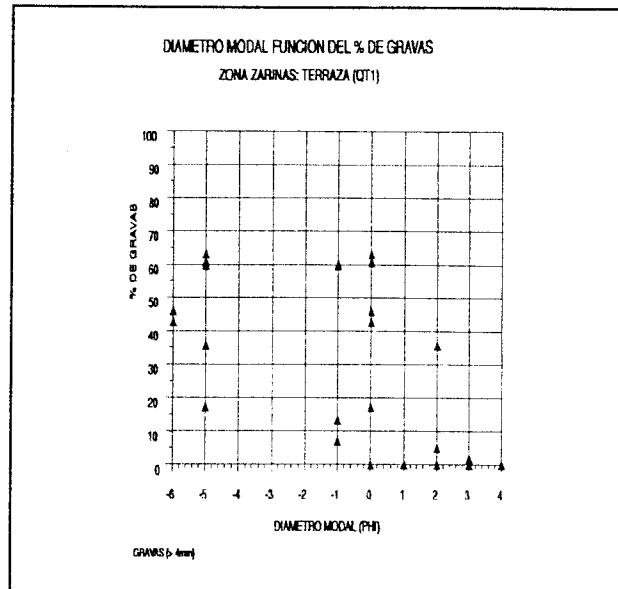


Fig. 5

La no existencia de modas entre -4 Phi (32-16 mm) y - 2 Phi (4 mm), grava media, nos indica la falta de estos tamaños en el área fuente.

### 1.2.2. FRACCIÓN DE ARENAS

La moda más frecuente (un 30 % de las muestras) de las arenas se sitúa en 0 Phi (entre 2 mm y 1 mm), con modas secundarias en 2 Phi y 3 Phi (Fig. 3). El rango total es de - 1 Phi a 4 Phi con media en 1,17 Phi.

En las muestras con menos del 5 % de gravas, las modas corresponden a 0 Phi hasta 4 Phi, con media en 2,27 Phi. Para las muestras con más del 5 % de gravas, las modas van desde -1 Phi a 3 Phi, con media en 0,23 Phi (Fig. 5).

En la Tabla 2 se recogen los parámetros granulométricos para la fracción arena.

Para las muestras de terraza la moda media se sitúa en 1,17 Phi (entre 0,5 mm y 0,25 mm), la media gráfica (Mz) entre -0,05 Phi y 2,21 Phi, con una media de 0,87 Phi y

la desviación gráfica inclusiva ( $\sigma_1$ ) varía entre 0,68 Phi y 1,98 Phi, con media en 1,26 Phi. Se trata, por tanto, de arenas mal clasificadas (FOLK y WARD, *op. cit.*).

La asimetría gráfica inclusiva (SKi) indica que hay muestras tanto con asimetría positiva (Z-9, Z-15, ...) como negativa (Z-22, Z-16, ...). Los datos obtenidos para la angulosidad gráfica (Kg) responden a distribuciones platicúrticas a mesocúrticas.

En la Fig. 5 se observa que no existe correlación entre los diámetros modales de las arenas y el % de gravas. Modas de 0 Phi en la fracción arena pueden no contener gravas hasta tener un 63 %.

Esta independencia nos indica algo similar a lo ya señalado para las gravas, es decir, la dependencia de los tamaños preexistentes en el área fuente; sin embargo, el amplio rango de variación de las modas (0 Phi a 4 Phi) con 0 % de gravas, parece indicar la existencia de episodios donde las condiciones hidráulicas (régimen de flujo, distancia de transporte, etc.) han tenido una influencia importante en la distribución de tamaños.



Tabla 1

ZONA ZARINAS: PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS DE LAS GRAVAS						
REF.	MODA	MEDIA	D. ST.	ASIM.	ANG.	OBSERV.
Z-1	-4,00	-4,52	1,21	0,10	0,88	Eluv.-coluv.
Z-3	-5,00	-4,79	1,40	0,13	0,89	Terraza(QT1)
Z-4	-6,00	-7,03	2,54	0,01	1,01	Terraza(QT1)
Z-5	-5,00	-4,77	1,14	0,21	0,98	Terraza(QT1)
Z-6	-5,00	-4,46	1,34	0,07	0,80	Terraza(QT1)
Z-7	-5,00	-5,05	1,34	0,14	1,00	Terraza(QT1)
Z-9	-5,00	-5,01	1,27	0,22	0,97	Terraza(QT1)
Z-19	-5,00	-4,91	1,26	0,29	0,96	Terraza(QT1)
Z-20	-5,00	-3,97	1,03	-0,07	0,55	Terraza(QT1)
Z-25	-6,00	-4,97	1,81	-0,07	0,88	Terraza(QT1)
Z-26	-5,00	-4,82	1,25	0,27	0,81	Terraza(QT1)
MEDIA <sub>(Z3-Z26)</sub>	-5,20	-4,98	1,44	0,12	0,88	Total terraza
DESV. ST.	0,42	0,79	0,44	0,13	0,14	

Tabla 2

ZONA ZARINAS: PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ARENAS						
REF.	MODA	MEDIA	D. ST.	ASIM.	ANG.	OBSERV.
Z-1	2,00	0,91	1,71	-0,19	0,89	Eluv.-coluv.
Z-2	2,00	1,23	1,33	-0,06	1,01	Pórfido alt.
Z-3	2,00	0,46	1,58	-0,08	0,96	Terraza (QT1)
Z-4	0,00	0,24	1,44	0,02	0,99	Terraza (QT1)
Z-5	-1,00	-0,17	1,98	-0,16	0,92	Terraza (QT1)
Z-6	2,00	0,87	1,65	-0,11	0,88	Terraza (QT1)
Z-7	0,00	0,16	1,46	0,12	1,09	Terraza (QT1)
Z-8	3,00	2,21	0,68	-0,08	0,98	Terraza (QT1)
Z-9	0,00	0,08	1,43	0,30	0,95	Terraza (QT1)
Z-10	3,00	2,29	1,04	-0,36	1,02	Terraza (QT1)
Z-11	-1,00	-0,56	1,34	0,21	1,30	Terraza (QT1)
Z-12	3,00	1,72	1,39	-0,30	0,76	Terraza (QT1)
Z-13	1,00	0,60	0,99	0,05	0,95	Terraza (QT1)
Z-14	3,00	2,50	0,74	-0,26	0,89	Terraza (QT1)
Z-15	0,00	0,18	0,76	0,44	1,25	Terraza (QT1)
Z-16	4,00	2,03	1,29	-0,40	0,75	Terraza (QT1)
Z-17	1,00	0,93	1,16	0,18	0,88	Terraza (QT1)
Z-18	2,00	1,52	0,99	0,28	0,98	Terraza (QT1)
Z-19	0,00	-0,08	1,45	0,03	1,05	Terraza (QT1)
Z-20	0,00	0,27	1,58	0,06	1,01	Terraza (QT1)
Z-21	-1,00	-0,13	1,70	0,06	0,96	Terraza (QT1)
Z-22	4,00	2,75	0,73	-0,53	1,16	Terraza (QT1)
Z-23	2,00	1,56	0,99	0,07	0,87	Terraza (QT1)
Z-24	2,00	1,67	0,84	0,10	1,22	Terraza (QT1)
Z-25	0,00	-0,05	1,38	0,19	1,05	Terraza (QT1)
Z-26	-1,00	-0,15	1,59	0,01	0,94	Terraza (QT1)
MEDIA <sub>(Z3-Z26)</sub>	1,17	0,87	1,26	-0,01	0,99	TOTAL
DESV.ST.	1,63	1,00	0,36	0,24	0,14	terrazza

### 1.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL TODO UNO

Con objeto de caracterizar en detalle los materiales y de obtener indicaciones sobre el medio de sedimentación, se estudiaron los parámetros granulométricos del todo uno de cada muestra (Tabla 3), y sus correlaciones siguiendo la metodología utilizada por FOLK y WARD (*op. cit.*)

#### 1.2.3.1. Parámetros granulométricos

##### Moda

La moda (Fig. 6) de las ruditas se sitúa en -5 Phi, la de las arenitas rudíticas y arenitas en 2 Phi y 0 Phi, y la de las arenitas lutíticas y lutitas en más de 5 Phi (sin poder precisar más con la clasificación realizada).

No existen modas entre - 4 Phi (32-16 mm) y - 2 Phi (4 mm), grava media; ni entre 4 Phi (0,125-0,063 mm) y  $\approx$  5 Phi (0,040 mm), arena muy fina a limo grueso.

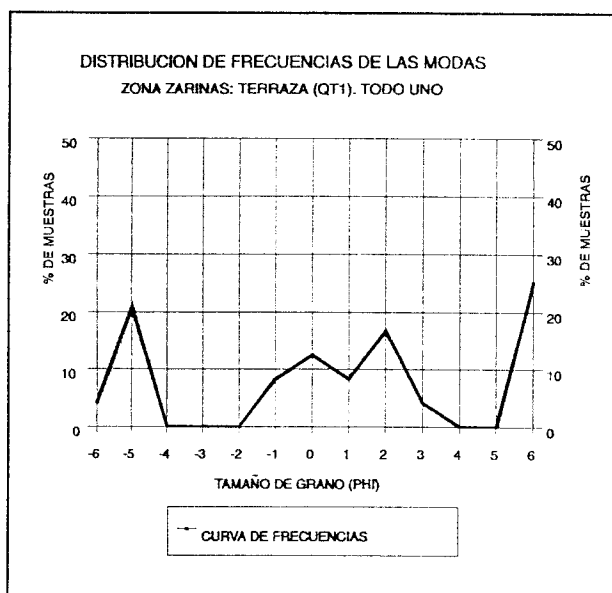


Fig. 6

##### Media

El tamaño medio varía desde 3,15 Phi a 5,08 Phi para todas las muestras de la terraza.

Para las ruditas arenosas este rango de variación se sitúa entre -3,15 Phi y -2,10 Phi.

La media en las arenitas rudíticas varía entre -0,82 Phi y 0,66 Phi, correspondiendo los tamaños más gruesos a la base de los canales, y a cuerpos imbricados de gravas; y los menores al relleno de canales menores.

Las arenitas y arenitas lutíticas tienen medias entre 0,52 Phi y 3,07 Phi.

El tamaño medio en las lutitas algo arenosas y lutitas varía entre 3,67 Phi y 5,08 Phi.

El gráfico de la Fig. 7 muestra la distribución de frecuencias de las medias con intervalos de 0,5 Phi. Un 12,5 % de las muestras tienen medias situadas entre -2,5 y -2 Phi. Las ruditas arenosas tienen un tamaño medio muy próximo, lo que nos indica la influencia del tamaño inicial en el área fuente en su distribución de tamaños. Sin embargo, el resto de las muestras no presentan un rango estrecho, lo que apunta, junto con lo ya señalado al discutir los valores de las modas de las arenas, hacia una cierta influencia de las condiciones hidráulicas.

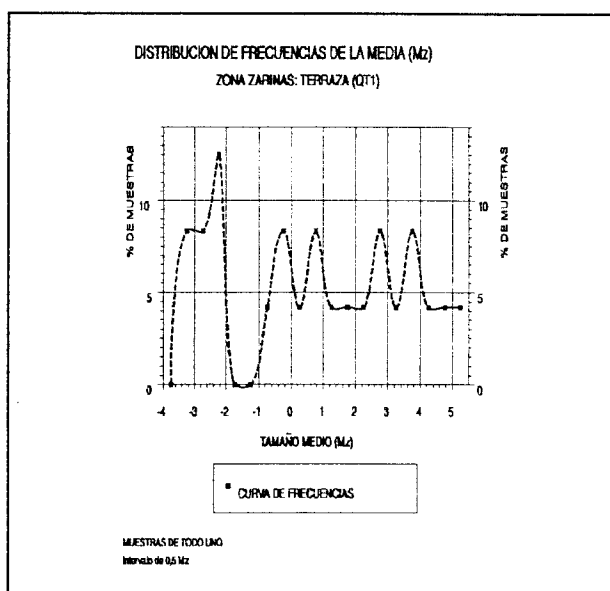


Fig. 7

### Desviación Standard ( $\sigma$ 1)

Sus valores corresponden a muestras muy mal a pobremente clasificadas, con excepción de la muestra Z-22 (lutitas poco arenosas) moderadamente clasificada.

Su distribución (ver la Fig. 8), es prácticamente unimodal y aproximadamente normal. El rango de variación se sitúa entre 0,64 Phi y 5 Phi con media en 2,4 Phi. Un mayor agrupamiento (un 46 %) se produce entre 1 Phi y 2 Phi (arenitas lutíticas a lutitas),

un segundo agrupamiento (25 %) se tiene entre 2 Phi y 3 Phi (arenitas rudíticas y ruditas arenosas), y un tercero entre 3 Phi y 4 Phi (un 21 %) que corresponde a las ruditas arenosas. Así pues, a medida que los tamaños finos predominan, la clasificación es mejor, indicando una mayor influencia de las condiciones hidráulicas del medio.

Las muestras mejor clasificadas son las lutitas poco arenosas: Z-22 ( $\sigma_1=0,64$ ) y Z-16 ( $\sigma_1=1,09$ ). Se trata, en la mayoría de los casos, de muestras moderada a pobremente clasificadas.

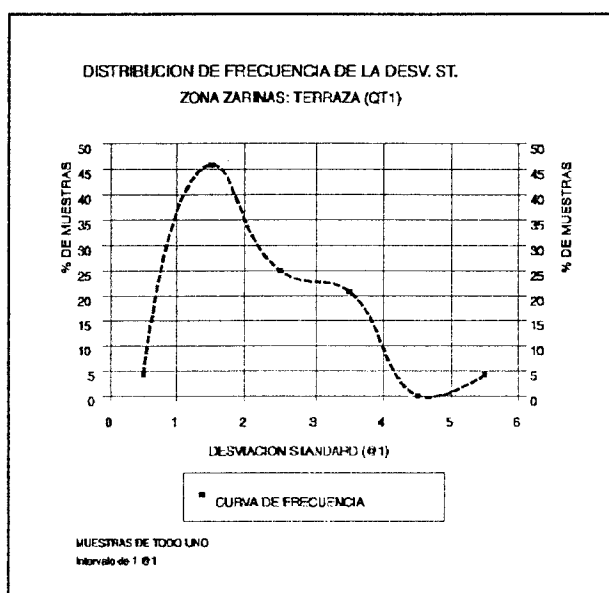


Fig. 8

Esto podría explicarse por una falta de clasificación en el área fuente y/o por falta de eficacia en el medio de sedimentación (FOLK y WARD, *op. cit.*). Ya se estableció la mala clasificación individual de las gravas y de las arenas, y se obtuvieron indicaciones sobre la presencia de las modas ya en el área fuente y, sobre la probable sedimentación conjunta de las gravas y las arenas en los términos más gruesos (ruditas a arenitas rudíticas). Tampoco parece que las condiciones hidráulicas, aún habiendo influido más en la deposición de los materiales arenosos, hayan sido eficaces para lograr una buena clasificación.

### Asimetría (SKi)

En la Fig. 9 se representa la distribución de frecuencias de este parámetro.

Las ruditas arenosas tienen asimetría positiva a muy positiva (la Z-25 es casi simétrica), excepto la de la muestra Z-4 que es muy negativa (seguramente debido a la deficiencia en el muestreo, por no haberse podido coger muestra hacía la base).

Las distribuciones de las arenitas rudíticas, varían desde casi simétricas a tener una asimetría muy positiva.

Las arenas y arenas lutíticas suelen tener cola de finos, es decir asimetría positiva a muy positiva, con excepción de las muestras Z-10 y Z-14 que la tienen negativa.

Las lutitas arenosas tienen asimetría muy negativa entre -0,9 y -0,7.

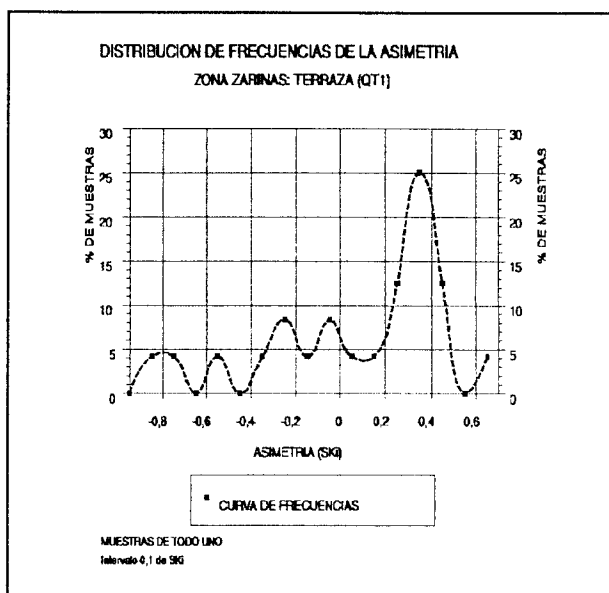


Fig. 9

La curva de distribución de frecuencias de la asimetría tiene tendencia unimodal, con una cola larga hacia los valores de asimetría negativa y un máximo (1/4 de las muestras entre 0,3 y 0,4) de asimetría positiva. La media se sitúa en  $0,09 \pm 0,4$  (2/3 de las muestras entre -0,31 y 0,49).

### Angulosidad (Kg')

Su distribución es prácticamente normal con cierta asimetría positiva (Fig. 10).

Los valores de Kg' varían entre 0,34 y 0,84 con un máximo entre 0,4 y 0,5 (media de  $0,51 \pm 0,12$ ), por lo que las muestras son fundamentalmente platicúrticas a mesocúrticas, con distribución similar para

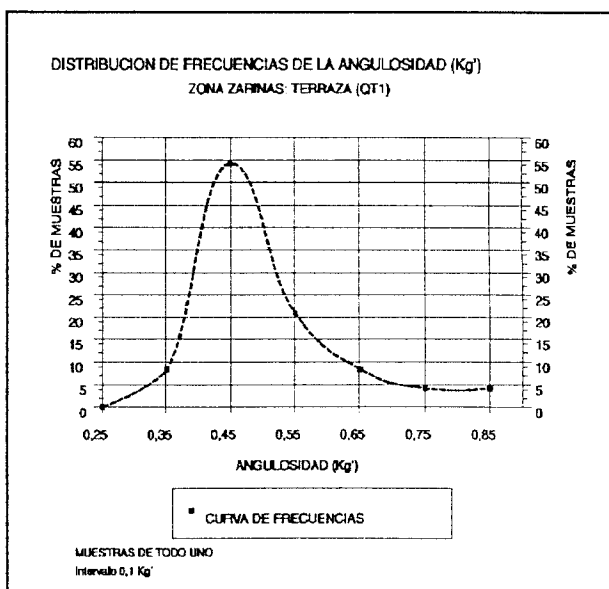


Fig. 10

las distintas clases; siendo las muestras de tamaño más fino (lutitas poco arenosas) fundamentalmente leptocúrticas.

Tabla 3

ZONA ZARINAS: PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS DEL TODO UNO						
REF.	MODA(PHI)	MEDIA	D. ST.	ASIM.	ANG.	KG'
Z-1	2,00	-0,10	3,68	-0,15	0,78	0,44
Z-2	6,00	2,32	2,34	0,18	0,80	0,45
Z-3	2,00	-0,02	3,99	-0,08	1,00	0,50
Z-4	-6,00	-2,38	5,00	-0,32	0,96	0,49
Z-5	-5,00	-2,48	3,43	0,44	0,89	0,47
Z-6	2,00	-0,82	3,51	-0,13	0,79	0,44
Z-7	-5,00	-3,15	2,92	0,35	0,74	0,43
Z-8	3,00	3,07	1,53	0,37	1,06	0,51
Z-9	-5,00	-3,00	2,98	0,28	0,80	0,44
Z-10	6,00	3,67	1,57	-0,24	0,72	0,42
Z-11	-1,00	-0,23	1,82	0,49	1,62	0,62
Z-12	6,00	4,17	1,69	-0,82	1,07	0,52
Z-13	1,00	1,09	1,69	0,37	1,38	0,58
Z-14	6,00	3,82	1,39	-0,21	0,66	0,40
Z-15	0,00	0,52	1,42	0,61	2,01	0,67
Z-16	6,00	4,83	1,09	-0,74	5,15	0,84
Z-17	1,00	1,86	2,00	0,38	0,88	0,47
Z-18	6,00	2,66	1,93	0,28	0,52	0,34
Z-19	-5,00	-2,95	2,84	0,29	0,73	0,42
Z-20	0,00	0,66	2,92	0,06	1,03	0,51
Z-21	-1,00	0,48	2,34	0,36	0,85	0,46
Z-22	6,00	5,08	0,64	-0,56	3,28	0,77
Z-23	2,00	2,33	2,13	0,18	0,94	0,48
Z-24	2,00	2,70	1,72	0,47	0,71	0,41
Z-25	0,00	-2,10	3,57	-0,07	1,00	0,50
Z-26	-5,00	-2,55	3,45	0,39	0,93	0,48
MEDIA(Z3-Z26)	0,67	0,72	2,40	0,09	1,24	0,51
DESV. ST.	4,15	2,70	1,06	0,40	1,01	0,12



1.2.3.2. Interrelación entre los parámetros granulométricos

**Media-Desviación standard**

La tendencia de esta relación puede expresarse con una M tal y como indicaron FOLK y WARD (*op. cit.*) para distribuciones con amplio rango de tamaños.

Estos autores, señalan que "el mínimo de mejor clasificación coincide con modas prominentes en los sedimentos, y el máximo (clasificación más pobre) corresponde a tamaños medios entre diámetros modales".

El primer mínimo (Fig. 11), que correspondería a la moda de -5 Phi, no aparece representado por no haberse muestreado niveles de gravas limpias. El segundo mínimo se sitúa en torno a 0 Phi (la moda de las arenitas más limpias), y el tercero tiende hacia 6 Phi, que es la moda de las lutitas.

El primer máximo corresponde a muestras de ruditas arenosas, cuya clasificación empeora a medida que aumenta la proporción de material fino (paso de Z-9,

Z-7 y Z-19 a Z-5, Z-26 y Z-25), para tener la peor clasificación en Z-4 con una proporción similar de gravas y de arenas. Al disminuir el contenido en gravas mejora la clasificación hasta tener el mínimo en la muestra Z-15 (moda de 0 Phi). La mezcla cada vez mayor de arena con limo y arcilla, vuelve a empeorar la clasificación, la cual alcanza el siguiente máximo en el tamaño medio de 2 Phi. De nuevo, se observa que el menor contenido en arena mejora la clasificación hasta alcanzar el siguiente mínimo en la muestra Z-22 de lutita.

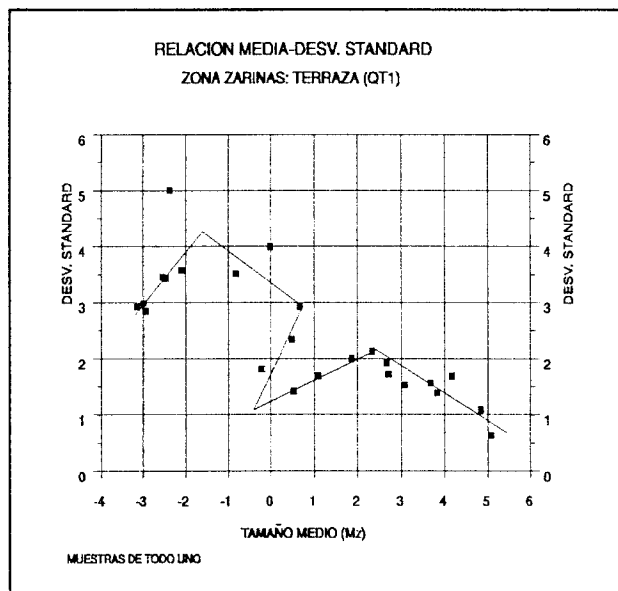


Fig. 11

Los cambios significativos de la clasificación con el tamaño de grano, ilustrados por el alejamiento de cero de las pendientes de las ramas de la M, nos indican la importancia que tienen las distribuciones preexistentes en el área fuente en la distribución final y/o la ineficacia del medio de sedimentación para producir una buena clasificación de los sedimentos.

La mala clasificación de las gravas y de las arenas ya ha sido puesta de manifiesto en el análisis individualizado realizado sobre estos dos tipos de materiales. También, se indicó la importancia de la distribución de tamaños preexistentes en el área fuente en la distribución final. El incremento de la influencia de las condiciones hidráulicas en relación con la de los tamaños preexistentes, parece quedar indicada para los tamaños más pequeños (lutitas arenosas y lutitas) al tender a un mínimo menor que el de los materiales más gruesos; lo mismo sucede con los términos arenosos en relación con las ruditas, que tienen un máximo mucho mayor.

Pero también la ineficacia del medio queda puesta de manifiesto por la sedimentación conjunta de gravas y arenas (ya indicada anteriormente); y de arenas, limos, y arcillas, para dar términos intermedios entre ruditas y arenitas, y entre estas y lutitas, siempre mal clasificadas.

**Media-Asimetría**

No se observa (Fig. 12) una tendencia clara en esta relación. Solamente se pone de manifiesto el valor positivo de la asimetría en los materiales gruesos y su valor negativo en las lutitas, al tratarse de gravas y de lutitas no totalmente limpias.

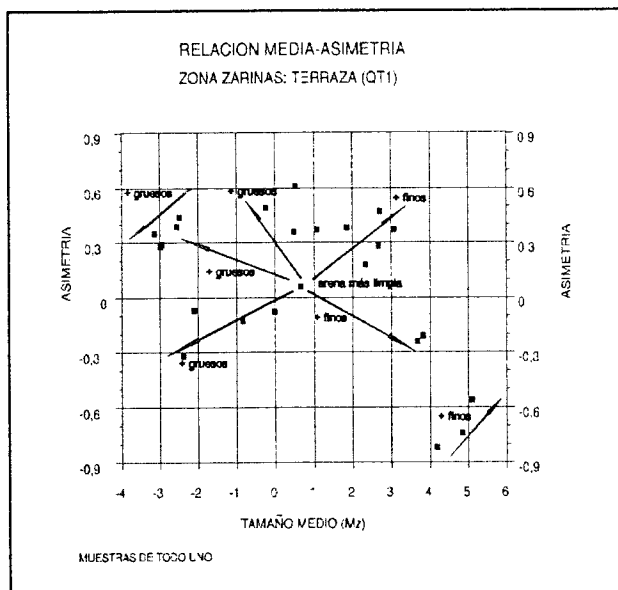


Fig. 12

La parte central esta ocupada tanto por muestras con distribuciones con poca asimetría (arenas más limpias) como por otras con fuerte asimetría, positiva a negativa, por la mezcla irregular de los diferentes tamaños. ¿Tendencia radial a partir de las arenas más limpias?.

**Media-Angulosidad**

Solo aparece clara (Fig. 13) la tendencia extremadamente leptocúrtica de las lutitas más limpias, la muy leptocúrtica de la muestra de arenitas más limpia (Z-15), y la tendencia platicúrtica de las ruditas más limpias. El resto de las muestras quedan mal discriminadas en función de su tamaño medio, aunque se observa una tendencia de las mezclas a situarse en la zona platicúrtica a mesocúrtica.

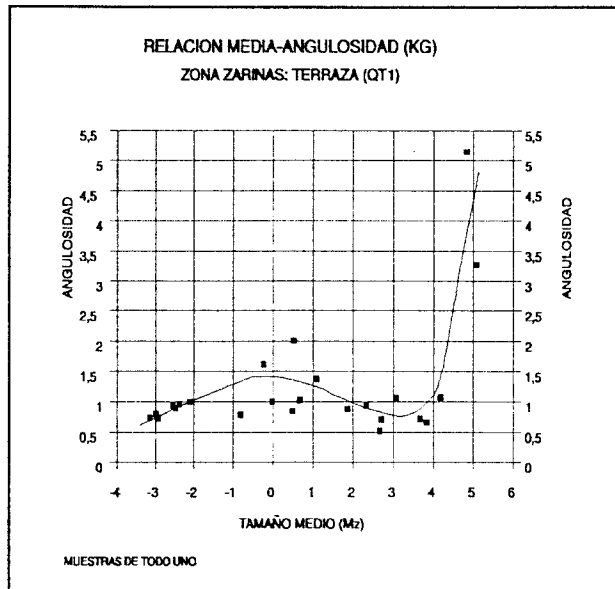


Fig. 13

**Desviación standard-Asimetría**

Podrían aventurarse (Fig. 14) dos ramas semicirculares, una de ellas uniría las muestras de lutitas, desde el mínimo de desviación standard, hacia términos más arenosos; y la otra, que desde un mínimo de desviación standard, en las arenas limpias, se iría hacia las ruditas. Algunas muestras de arenitas rudíticas y ruditas arenosas quedan fuera, en la parte intermedia de estas ramas.

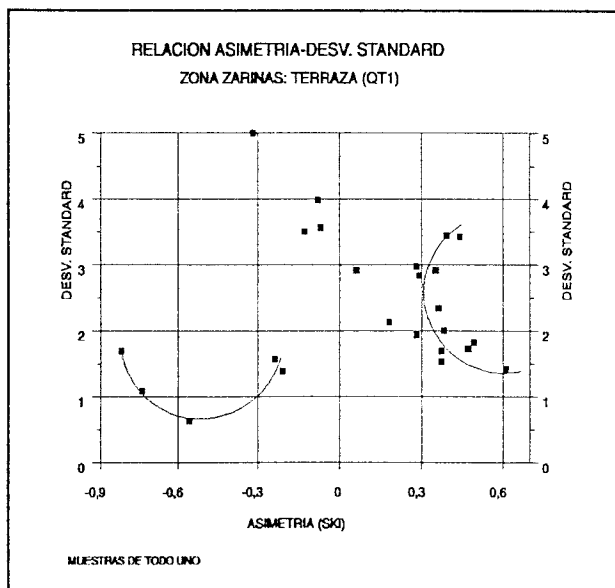


Fig. 14

Esta tendencia parece indicar que a medida que aumenta la mezcla de lutitas o de arenas con otras modas, la clasificación empeora independientemente de la proporción entre ellas, y de forma más acusada cuando se produce con una moda de gravas.

**Desviación standard-Angulosidad**

La tendencia observada (Fig. 15) puede representarse mediante una L en cuya rama vertical se sitúan las muestras de lutitas y de arenas más limpias — con algún empeoramiento de la clasificación al aumentar el tamaño de grano — muy lepticúrticas y las mejor clasificadas, y en la rama horizontal se tiene un fuerte empeoramiento de la clasificación a medida que se incorporan otras modas y, sobre todo, en

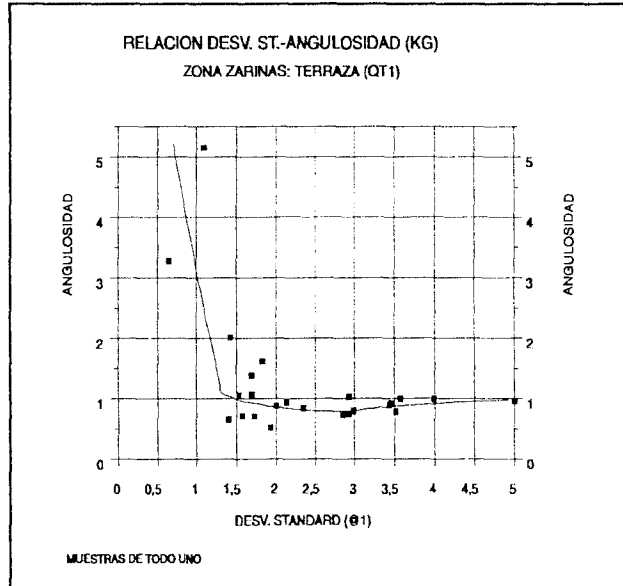


Fig. 15

aquellas mezclas con tres modas y donde los contenidos en las dos modas secundarias están más igualados, siendo las gravas o las arenas la moda principal.

**Asimetría-Angulosidad**

La tendencia podría representarse (Fig. 16) con una U con la rama derecha más corta debido a la peor clasificación de la moda secundaria en las arenitas. Su rama horizontal se sitúa en la zona platicúrtica.

La angulosidad varía de forma muy importante hacia términos muy a extremadamente lepticúrticos cuando existe una moda de arenas o lutitas claramente predominante (más del 75 %) sobre el resto. En el caso estudiado, las muestras con predominio de una moda de gravas (65 % a 70 %) se sitúan en la rama horizontal de la U (zona platicúrtica a mesocúrtica).

A medida que se tienen contenidos más próximos entre las dos modas principales, las muestras se sitúan en la zona mesocúrtica.

### 1.3. CONCLUSIONES

FOLK y WARD (*op. cit.*) concluyen que los cuatro parámetros granulométricos fundamentales (media, desviación standard, asimetría y angulosidad) están relacionados con la relativa abundancia de las dos modas presentes en los sedimentos, marcadamente bimodales, de las barras fluviales que estudiaron. Esto parece también claro para los sedimentos estudiados aquí, respecto a la abundancia relativa de las tres modas presentes.

El tamaño máximo, para los materiales de la terraza, se sitúa en 128 mm y puede establecerse el límite entre las gravas y las arenas en 4 mm. La existencia de gravas *openworks* y la presencia de gravas dispersas en los rellenos arenosos de canales menores apoya la hipótesis de sedimentación conjunta de gravas y de arenas, para dar niveles de ruditas con menos del 70 % de gravas.

Puede concluirse la escasa presencia en el área fuente de tamaños entre 32-16 y 4 mm (grava media) y entre 125-64  $\mu\text{m}$  y 40  $\mu\text{m}$  (arena muy fina a arcilla).

La independencia de las modas de las arenas y de las gravas con respecto al porcentaje de estas nos indica una importante influencia de la distribución por tamaños preexistente en el área fuente en la distribución en el sedimento, siendo más acusada esta influencia para las gravas.

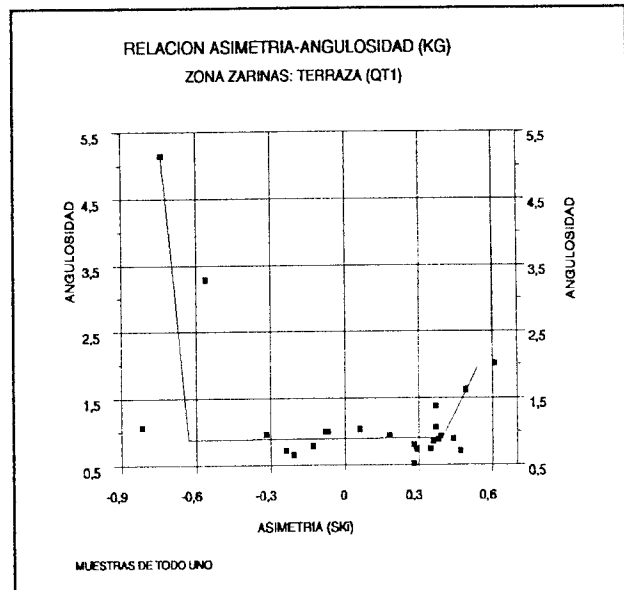


Fig. 16

La mayor dispersión de las modas de las arenas en relación con el porcentaje de gravas nos muestra un aumento de la influencia de las condiciones hidráulicas del medio, actuando sobre la moda arenas preexistente en el área fuente.

La clasificación de las gravas es de mala a muy mala y la de las arenas de moderada a mala. Esto nos indica la existencia en origen de gravas y arenas mal clasificadas.

El análisis de la distribución de los tamaños y las relaciones entre los diferentes parámetros granulométricos, nos advierten de la importante influencia que las cantidades relativas en las que entran las diferentes modas en el sedimento, tienen sobre dicha distribución.

La clasificación del sedimento mejora cuando existe un predominio fuerte de una de las modas y a medida que predominan los tamaños más pequeños; esto último apunta, también, hacia una cierta influencia de las condiciones hidráulicas en la distribución final del sedimento, solo patente en relación con los materiales de tamaño arena e inferior, y en ningún caso suficientemente eficaces como para producir buena clasificación.

Un transporte corto y descensos bruscos en el régimen de flujo, eventualmente con alta energía capaz de mover importantes cantidades de gravas medias a gruesas, junto con la presencia de las modas de gravas, arenas y finos, con mala clasificación en el área fuente, se proponen como los principales factores que influyeron en la distribución final de los materiales.

Tabla 4

ZONA ZARINAS: DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO																
GRANULOMETRÍA DEL TODO UNO (Escala phi)														CLASIFICACIÓN		
REF.	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	RUDITAS	ARENITAS	LUTITAS
Z-1	3,18%	8,43%	9,18%	5,05%	4,20%	8,17%	8,42%	9,75%	13,66%	10,35%	5,58%	4,31%	9,71%	38,21%	47,76%	14,03%
Z-2	0,00%	0,00%	0,43%	0,59%	0,92%	6,26%	8,44%	18,09%	20,01%	14,43%	5,99%	4,20%	20,64%	8,20%	66,96%	24,84%
Z-3	5,53%	7,86%	6,66%	3,12%	3,93%	9,92%	11,03%	12,46%	12,56%	6,38%	2,61%	5,45%	12,49%	37,02%	45,03%	17,95%
Z-4	27,78%	5,59%	4,61%	1,56%	3,15%	8,84%	12,26%	11,69%	9,68%	4,25%	1,41%	3,09%	6,09%	51,53%	39,29%	9,18%
Z-5	7,04%	22,51%	15,95%	7,32%	7,24%	9,95%	5,96%	5,45%	6,48%	3,08%	0,91%	3,06%	5,06%	70,01%	21,88%	8,12%
Z-6	4,77%	9,76%	9,09%	5,67%	6,32%	8,17%	9,34%	11,60%	11,76%	11,52%	4,80%	2,32%	4,88%	43,78%	49,02%	7,20%
Z-7	14,75%	22,38%	12,58%	7,86%	5,56%	6,91%	10,86%	8,67%	5,24%	3,01%	1,47%	0,45%	0,25%	70,04%	29,26%	0,70%
Z-8	0,00%	0,00%	0,20%	0,62%	1,03%	1,42%	0,54%	1,32%	24,19%	39,39%	10,04%	3,68%	17,58%	3,27%	75,48%	21,25%
Z-9	13,50%	22,39%	11,94%	7,01%	5,80%	7,90%	13,64%	5,47%	6,02%	2,67%	1,77%	0,45%	1,43%	68,54%	29,57%	1,88%
Z-10	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,92%	2,32%	3,00%	12,01%	18,65%	16,03%	8,52%	38,55%	0,92%	52,01%	47,07%
Z-11	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,99%	33,49%	31,41%	8,80%	6,74%	4,61%	1,43%	2,38%	4,17%	40,47%	52,99%	6,54%
Z-12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,20%	3,72%	5,22%	6,09%	8,32%	7,25%	5,25%	62,96%	1,20%	30,59%	68,21%
Z-13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,36%	21,25%	32,90%	20,66%	6,41%	1,40%	6,19%	6,83%	4,36%	82,62%	13,02%
Z-14	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	0,39%	1,92%	10,06%	22,01%	16,08%	9,46%	39,90%	0,19%	50,45%	49,36%
Z-15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,66%	44,40%	31,59%	8,63%	3,25%	1,60%	2,73%	7,15%	0,66%	89,47%	9,88%
Z-16	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	1,48%	2,71%	3,06%	3,67%	6,41%	3,38%	78,99%	0,30%	17,33%	82,37%
Z-17	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,80%	17,01%	27,00%	18,21%	11,51%	4,68%	8,04%	11,76%	1,80%	78,40%	19,80%
Z-18	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	1,75%	23,22%	23,28%	7,96%	9,78%	5,08%	28,66%	0,27%	65,99%	33,74%
Z-19	11,31%	25,31%	10,24%	7,09%	6,93%	9,22%	9,81%	9,14%	5,76%	1,81%	0,73%	1,84%	0,81%	70,10%	27,24%	2,66%
Z-20	0,00%	4,67%	3,79%	3,20%	5,59%	13,77%	16,59%	15,85%	10,87%	6,77%	2,99%	5,69%	10,21%	31,02%	53,07%	15,90%
Z-21	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	12,45%	22,44%	17,63%	12,80%	11,15%	4,94%	3,03%	4,63%	10,07%	35,76%	49,55%	14,70%
Z-22	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,04%	0,59%	1,22%	4,38%	5,92%	7,68%	80,04%	0,14%	12,14%	87,72%
Z-23	0,00%	0,00%	0,00%	1,29%	3,69%	0,74%	2,82%	20,30%	27,01%	13,27%	6,60%	12,17%	12,11%	5,72%	70,00%	24,27%
Z-24	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,28%	1,67%	11,86%	38,00%	15,36%	5,73%	10,39%	16,72%	0,28%	72,62%	27,10%
Z-25	13,53%	10,59%	8,26%	6,21%	7,17%	11,50%	15,99%	10,13%	6,06%	3,01%	1,54%	0,91%	5,08%	57,27%	36,73%	5,99%
Z-26	9,69%	22,97%	11,54%	8,53%	6,89%	9,08%	8,23%	5,95%	5,30%	2,23%	0,65%	3,20%	5,74%	68,71%	22,36%	8,94%

Tabla 5

ZONA ZARINAS: DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO													
GRANULOMETRÍA DEL TODO UNO (ACUMULADO)													
REF.	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
Z-1	3,18%	11,61%	20,79%	25,84%	30,04%	38,21%	46,63%	56,38%	70,04%	80,39%	85,97%	90,29%	100%
Z-2	0,00%	0,00%	0,43%	1,02%	1,94%	8,20%	16,64%	34,73%	54,74%	69,17%	75,16%	79,36%	100%
Z-3	5,53%	13,39%	20,05%	23,17%	27,10%	37,02%	48,05%	60,51%	73,07%	79,45%	82,05%	87,51%	100%
Z-4	27,78%	33,37%	37,98%	39,54%	42,68%	51,53%	63,79%	75,47%	85,15%	89,40%	90,82%	93,91%	100%
Z-5	7,04%	29,55%	45,50%	52,82%	60,06%	70,01%	75,97%	81,42%	87,89%	90,97%	91,88%	94,94%	100%
Z-6	4,77%	14,53%	23,62%	29,29%	35,61%	43,78%	53,12%	64,71%	76,48%	88,00%	92,80%	95,12%	100%
Z-7	14,75%	37,14%	49,72%	57,58%	63,13%	70,04%	80,90%	89,58%	94,82%	97,83%	99,30%	99,75%	100%
Z-8	0,00%	0,00%	0,20%	0,82%	1,85%	3,27%	3,80%	5,12%	29,31%	68,70%	78,75%	82,42%	100%
Z-9	13,50%	35,89%	47,83%	54,84%	60,64%	68,54%	82,19%	87,65%	93,68%	96,34%	98,12%	98,57%	100%
Z-10	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,92%	3,24%	6,24%	18,25%	36,90%	52,93%	61,45%	100%
Z-11	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,99%	40,47%	71,88%	80,68%	87,42%	92,03%	93,46%	95,83%	100%
Z-12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,20%	4,91%	10,13%	16,22%	24,54%	31,79%	37,04%	100%
Z-13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,36%	25,61%	58,51%	79,17%	85,58%	86,98%	93,17%	100%
Z-14	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	0,58%	2,49%	12,56%	34,56%	50,64%	60,10%	100%
Z-15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,66%	45,06%	76,65%	85,28%	88,53%	90,12%	92,85%	100%
Z-16	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	1,78%	4,50%	7,55%	11,22%	17,63%	21,01%	100%
Z-17	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,80%	18,81%	45,81%	64,01%	75,52%	80,20%	88,24%	100%
Z-18	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	2,02%	25,24%	48,52%	56,48%	66,26%	71,34%	100%
Z-19	11,31%	36,62%	46,87%	53,95%	60,89%	70,10%	79,91%	89,05%	94,81%	96,62%	97,34%	99,19%	100%
Z-20	0,00%	4,67%	8,46%	11,66%	17,25%	31,02%	47,62%	63,47%	74,34%	81,11%	84,10%	89,79%	100%
Z-21	0,00%	0,00%	0,00%	0,87%	13,31%	35,76%	53,39%	66,18%	77,33%	82,27%	85,30%	89,93%	100%
Z-22	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,17%	0,76%	1,98%	6,36%	12,28%	19,96%	100%
Z-23	0,00%	0,00%	0,00%	1,29%	4,98%	5,72%	8,54%	28,84%	55,85%	69,13%	75,73%	87,89%	100%
Z-24	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,28%	1,94%	13,80%	51,80%	67,16%	72,90%	83,28%	100%
Z-25	13,53%	24,13%	32,39%	38,60%	45,78%	57,27%	73,27%	83,40%	89,46%	92,47%	94,01%	94,92%	100%
Z-26	9,69%	32,66%	44,20%	52,74%	59,63%	68,71%	76,94%	82,89%	88,19%	90,42%	91,07%	94,26%	100%



Tabla 6

ZONA ZARINAS: DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO												
GRANULOMETRÍA DE LAS GRAVAS (%)							GRANULOMETRÍA DE LAS GRAVAS (% ACUMULADO)					
REF.	-6	-5	-4	-3	-2	TOTAL	REF.	-6	-5	-4	-3	-2
Z-1	10,59%	28,08%	30,56%	16,80%	13,98%	100,00%	Z-1	10,59%	38,66%	69,23%	86,02%	100,00%
Z-3	20,42%	29,00%	24,58%	11,50%	14,50%	100,00%	Z-3	20,42%	49,42%	74,00%	85,50%	100,00%
Z-4	65,09%	13,09%	10,80%	3,66%	7,37%	100,00%	Z-4	65,09%	78,17%	88,97%	92,63%	100,00%
Z-5	11,72%	37,48%	26,55%	12,19%	12,05%	100,00%	Z-5	11,72%	49,21%	75,76%	87,95%	100,00%
Z-6	13,40%	27,40%	25,53%	15,93%	17,74%	100,00%	Z-6	13,40%	40,81%	66,34%	82,26%	100,00%
Z-7	23,37%	35,45%	19,93%	12,45%	8,81%	100,00%	Z-7	23,37%	58,82%	78,75%	91,19%	100,00%
Z-9	22,26%	36,93%	19,69%	11,56%	9,56%	100,00%	Z-9	22,26%	59,19%	78,88%	90,44%	100,00%
Z-19	18,58%	41,58%	16,82%	11,64%	11,39%	100,00%	Z-19	18,58%	60,15%	76,98%	88,61%	100,00%
Z-20	0,00%	27,04%	21,99%	18,57%	32,39%	100,00%	Z-20	0,00%	27,04%	49,03%	67,61%	100,00%
Z-21	0,00%	0,00%	0,00%	6,51%	93,49%	100,00%	Z-21	0,00%	0,00%	0,00%	6,51%	100,00%
Z-25	29,57%	23,14%	18,04%	13,58%	15,67%	100,00%	Z-25	29,57%	52,71%	70,75%	84,33%	100,00%
Z-26	16,25%	38,53%	19,36%	14,31%	11,56%	100,00%	Z-26	16,25%	54,78%	74,14%	88,44%	100,00%

## ZONA ZARINAS: DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO

GRANULOMETRÍA DE LAS ARENAS (%)								GRANULOMETRÍA DE LAS ARENAS (% ACUMULADO)						
REF.LAB.	-1	0	1	2	3	4	TOTAL	REF.LAB.	-1	0	1	2	3	4
Z-1	14,62%	15,06%	17,43%	24,42%	18,50%	9,97%	100,00%	Z-1	14,62%	29,67%	47,10%	71,52%	90,03%	100,00%
Z-2	8,55%	11,52%	24,71%	27,34%	19,71%	8,18%	100,00%	Z-2	8,55%	20,07%	44,78%	72,11%	91,82%	100,00%
Z-3	18,06%	20,07%	22,67%	22,85%	11,60%	4,75%	100,00%	Z-3	18,06%	38,13%	60,80%	83,65%	95,25%	100,00%
Z-4	18,38%	25,47%	24,29%	20,11%	8,83%	2,93%	100,00%	Z-4	18,38%	43,84%	68,13%	88,23%	97,07%	100,00%
Z-5	31,26%	18,73%	17,12%	20,35%	9,68%	2,85%	100,00%	Z-5	31,26%	49,99%	67,12%	87,47%	97,15%	100,00%
Z-6	14,29%	16,33%	20,28%	20,57%	20,14%	8,40%	100,00%	Z-6	14,29%	30,61%	50,89%	71,46%	91,60%	100,00%
Z-7	19,10%	30,04%	23,98%	14,50%	8,31%	4,07%	100,00%	Z-7	19,10%	49,13%	73,12%	87,62%	95,93%	100,00%
Z-8	1,84%	0,70%	1,72%	31,46%	51,22%	13,06%	100,00%	Z-8	1,84%	2,54%	4,26%	35,72%	86,94%	100,00%
Z-9	21,09%	36,40%	14,59%	16,07%	7,12%	4,73%	100,00%	Z-9	21,09%	57,49%	72,08%	88,16%	95,27%	100,00%
Z-10	1,73%	4,38%	5,68%	22,69%	35,23%	30,29%	100,00%	Z-10	1,73%	6,11%	11,79%	34,48%	69,71%	100,00%
Z-11	38,72%	36,33%	10,17%	7,80%	5,33%	1,65%	100,00%	Z-11	38,72%	75,05%	85,22%	93,02%	98,35%	100,00%
Z-12	3,77%	11,69%	16,41%	19,16%	26,18%	22,80%	100,00%	Z-12	3,77%	15,45%	31,86%	51,02%	77,20%	100,00%
Z-13	5,01%	24,43%	37,83%	23,75%	7,37%	1,61%	100,00%	Z-13	5,01%	29,44%	67,27%	91,02%	98,39%	100,00%
Z-14	0,38%	0,76%	3,78%	19,87%	43,46%	31,75%	100,00%	Z-14	0,38%	1,14%	4,93%	24,79%	68,25%	100,00%
Z-15	0,73%	49,27%	35,05%	9,58%	3,61%	1,77%	100,00%	Z-15	0,73%	50,00%	85,04%	94,62%	98,23%	100,00%
Z-16	1,72%	8,40%	15,38%	17,33%	20,81%	36,37%	100,00%	Z-16	1,72%	10,12%	25,50%	42,82%	63,63%	100,00%
Z-17	2,24%	21,21%	33,67%	22,70%	14,35%	5,83%	100,00%	Z-17	2,24%	23,45%	57,12%	79,82%	94,17%	100,00%
Z-18	0,40%	2,64%	35,04%	35,14%	12,01%	14,76%	100,00%	Z-18	0,40%	3,04%	38,09%	73,23%	85,24%	100,00%
Z-19	25,29%	26,90%	25,08%	15,79%	4,96%	1,99%	100,00%	Z-19	25,29%	52,18%	77,26%	93,05%	98,01%	100,00%
Z-20	20,60%	24,82%	23,72%	16,26%	10,13%	4,47%	100,00%	Z-20	20,60%	45,42%	69,14%	85,40%	95,53%	100,00%
Z-21	31,18%	24,49%	17,77%	15,48%	6,87%	4,21%	100,00%	Z-21	31,18%	55,67%	73,44%	88,92%	95,79%	100,00%
Z-22	1,10%	0,29%	4,78%	9,95%	35,67%	48,22%	100,00%	Z-22	1,10%	1,39%	6,17%	16,12%	51,78%	100,00%
Z-23	1,05%	3,99%	28,70%	38,18%	18,76%	9,33%	100,00%	Z-23	1,05%	5,04%	33,73%	71,91%	90,67%	100,00%
Z-24	0,38%	2,28%	16,27%	52,13%	21,07%	7,86%	100,00%	Z-24	0,38%	2,67%	18,93%	71,06%	92,14%	100,00%
Z-25	23,84%	33,16%	21,01%	12,56%	6,23%	3,19%	100,00%	Z-25	23,84%	57,00%	78,01%	90,57%	96,81%	100,00%
Z-26	28,88%	26,18%	18,93%	16,86%	7,09%	2,07%	100,00%	Z-26	28,88%	55,06%	73,98%	90,84%	97,93%	100,00%

Tabla 8

CONTENIDO EN GRAVAS	
MUESTRAS	% + 4 mm
Z-1	30,04%
Z-2	1,94%
Z-3	27,10%
Z-4	42,68%
Z-5	60,06%
Z-6	35,61%
Z-7	63,13%
Z-8	1,85%
Z-9	60,64%
Z-10	0,00%
Z-11	6,99%
Z-12	0,00%
Z-13	0,00%
Z-14	0,00%
Z-15	0,00%
Z-16	0,00%
Z-17	0,00%
Z-18	0,00%
Z-19	60,89%
Z-20	17,25%
Z-21	13,31%
Z-22	0,00%
Z-23	4,98%
Z-24	0,00%
Z-25	45,78%
Z-26	59,63%

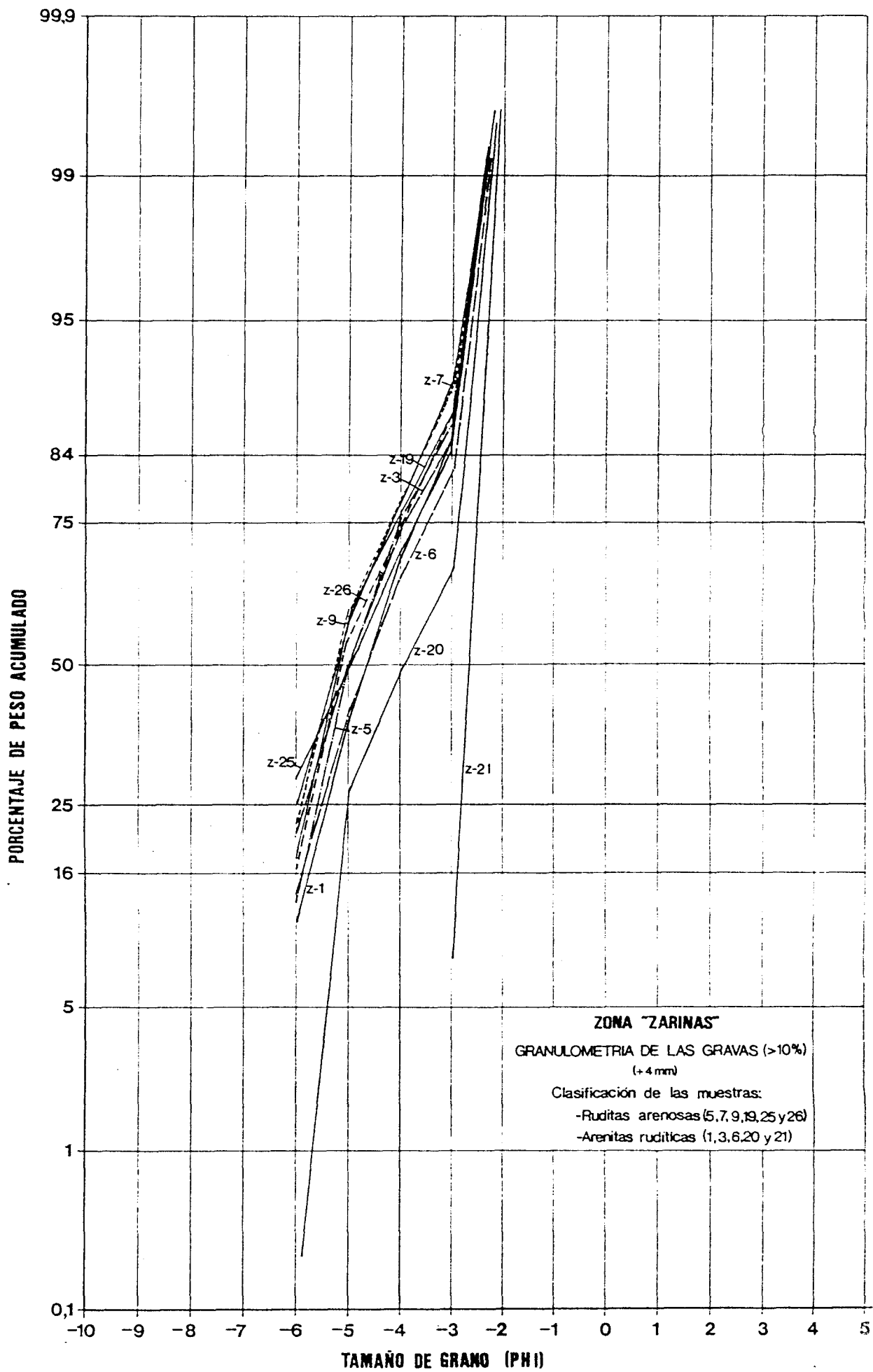


Fig. 17

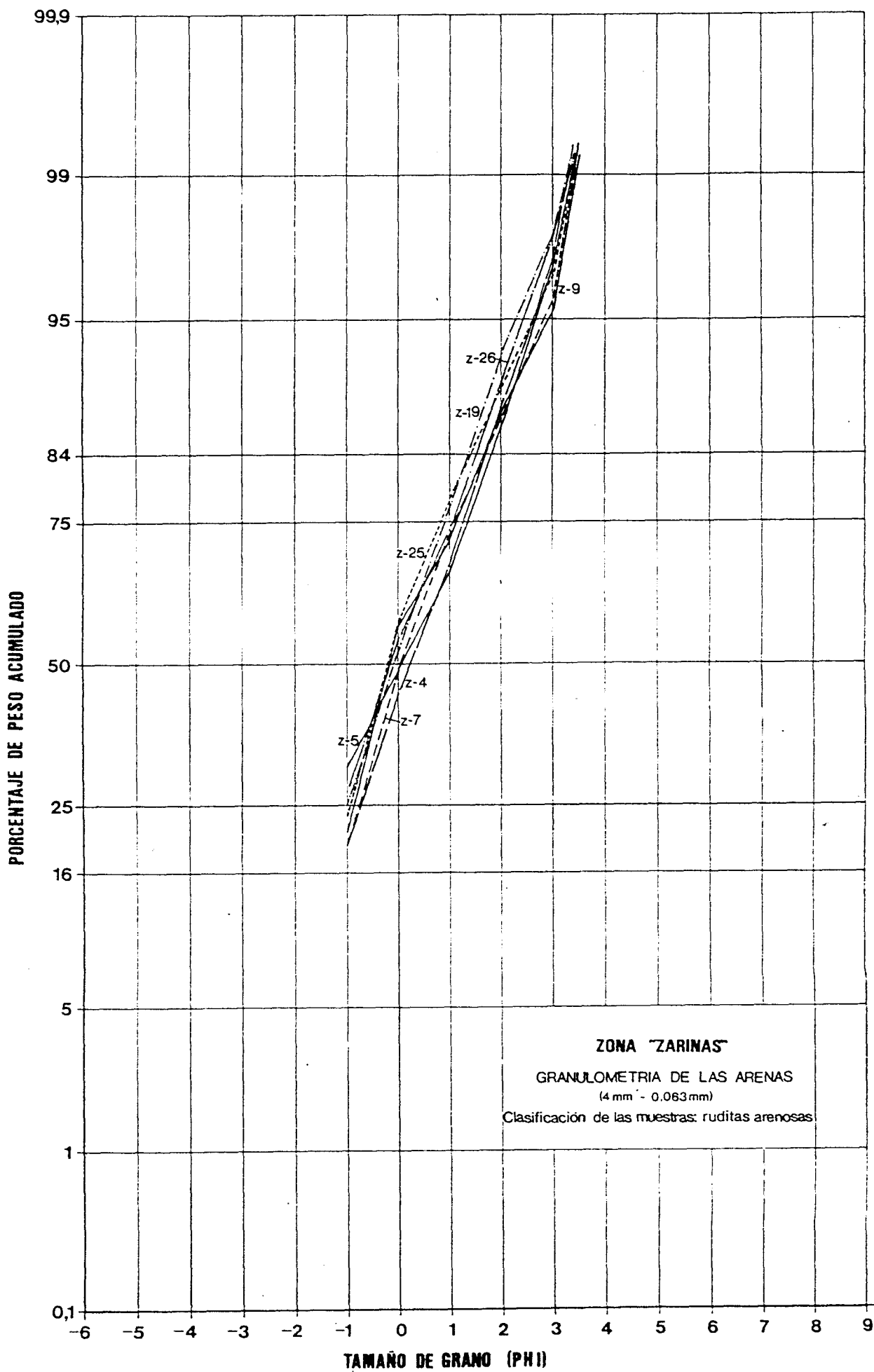


Fig. 18

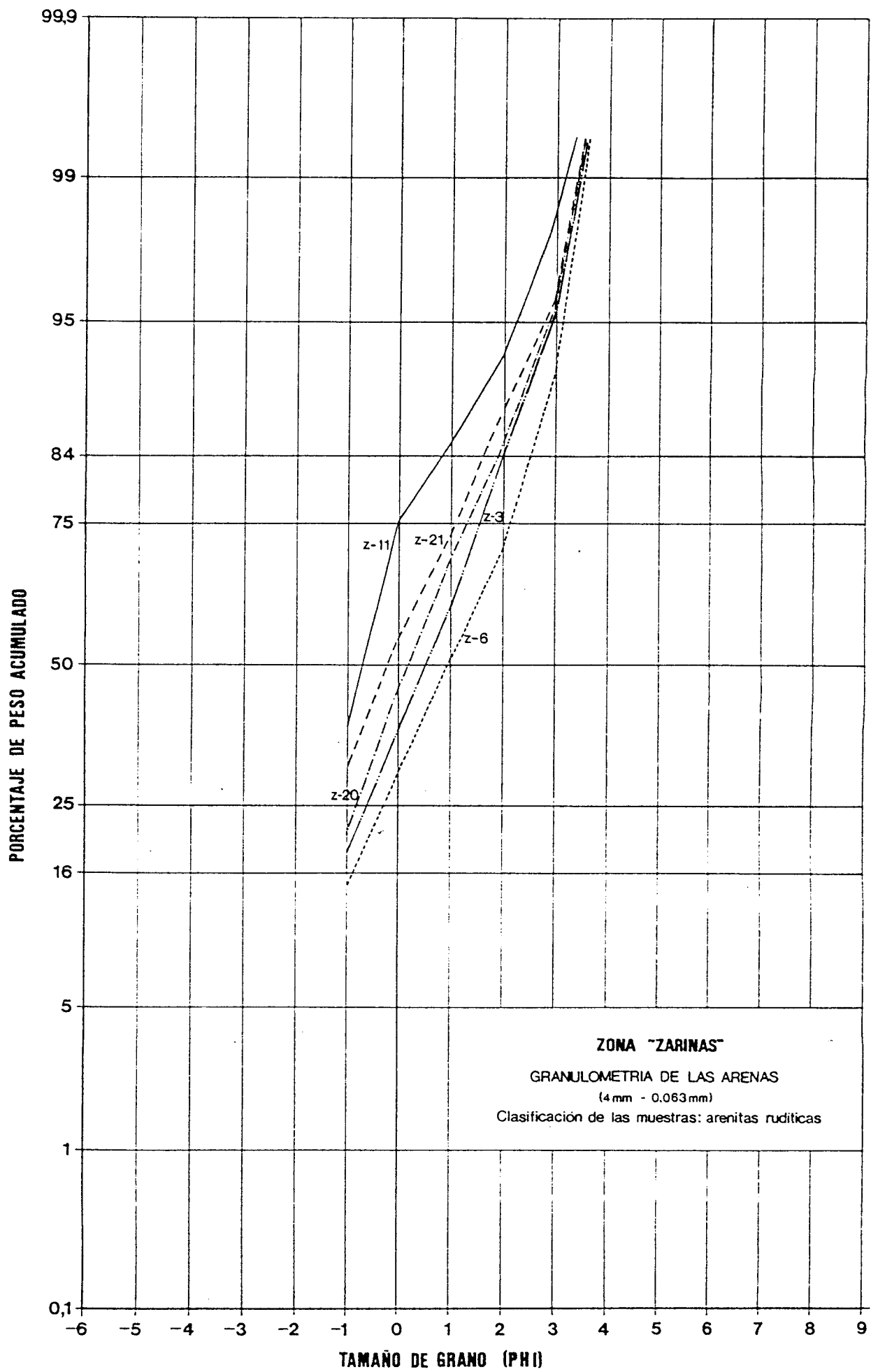


Fig. 19

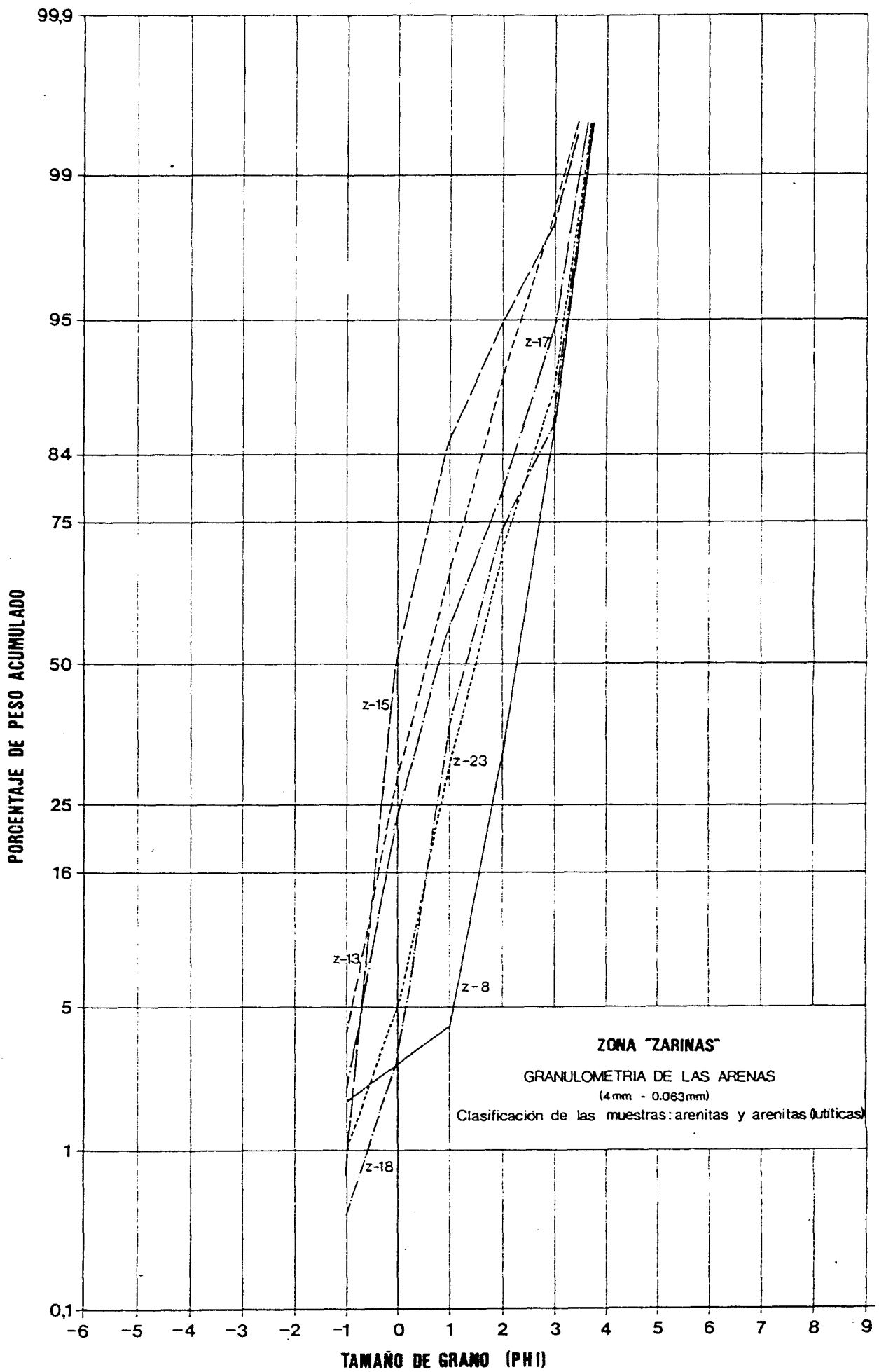


Fig. 20

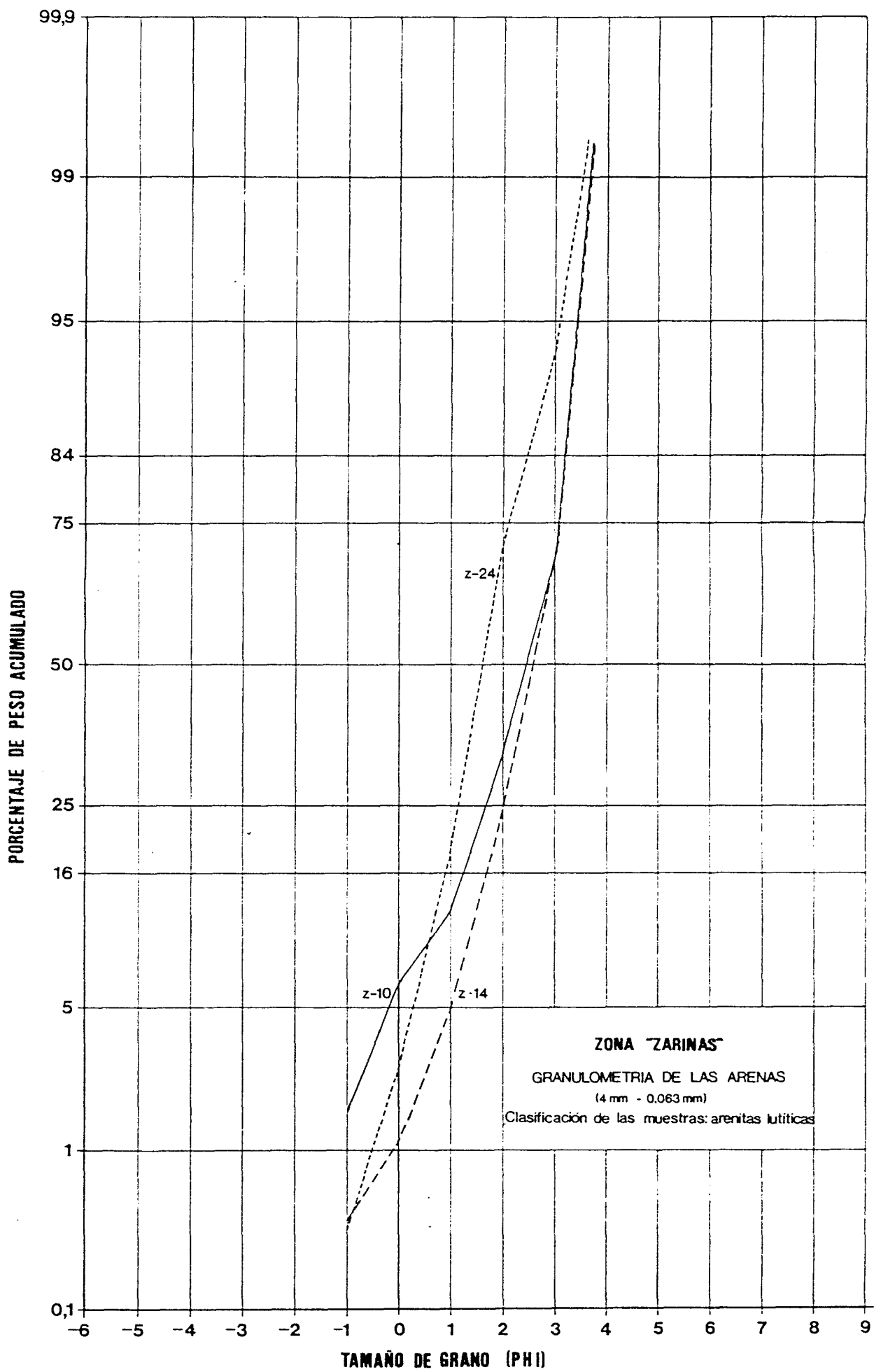


Fig. 21



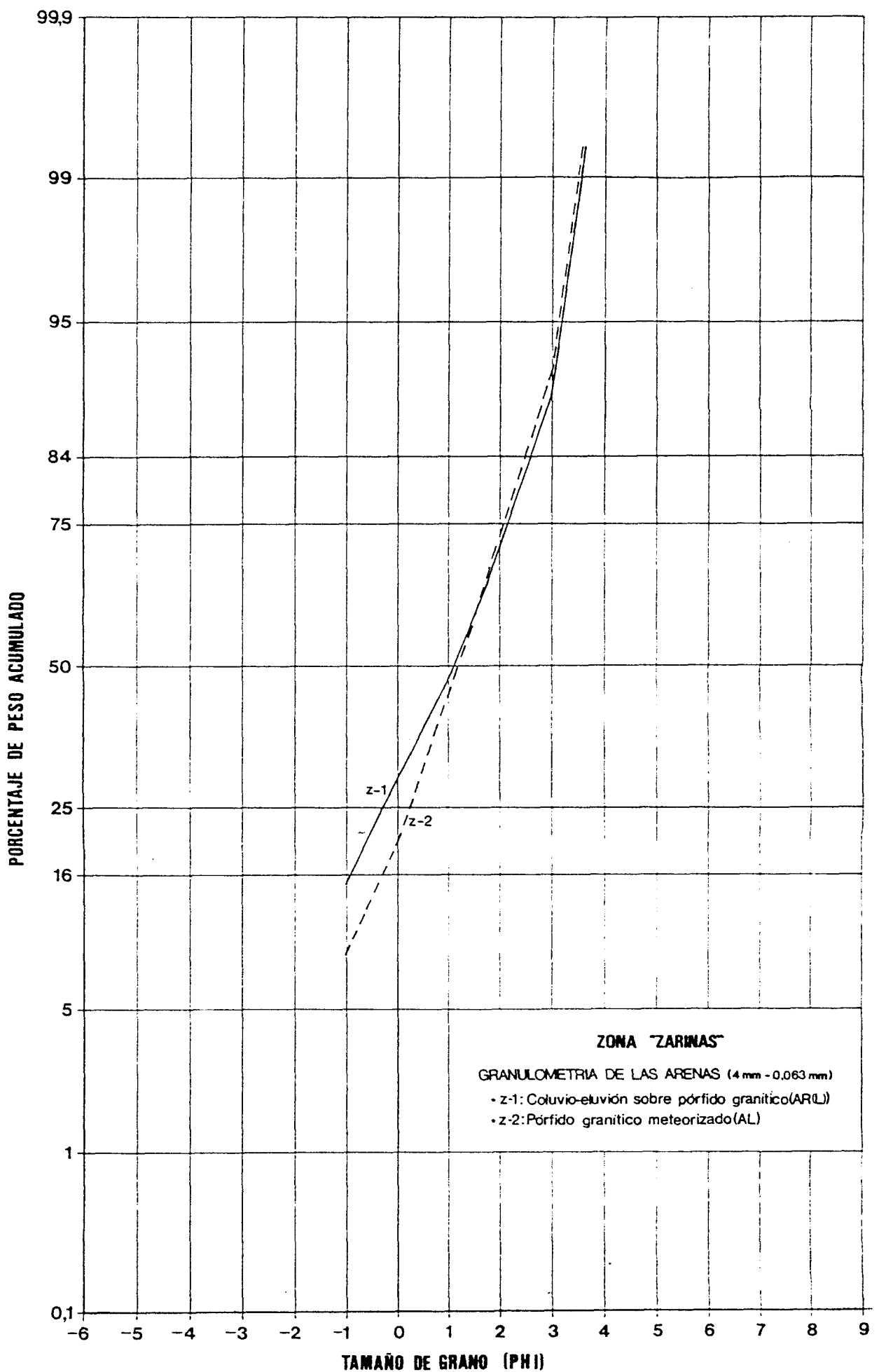


Fig. 22

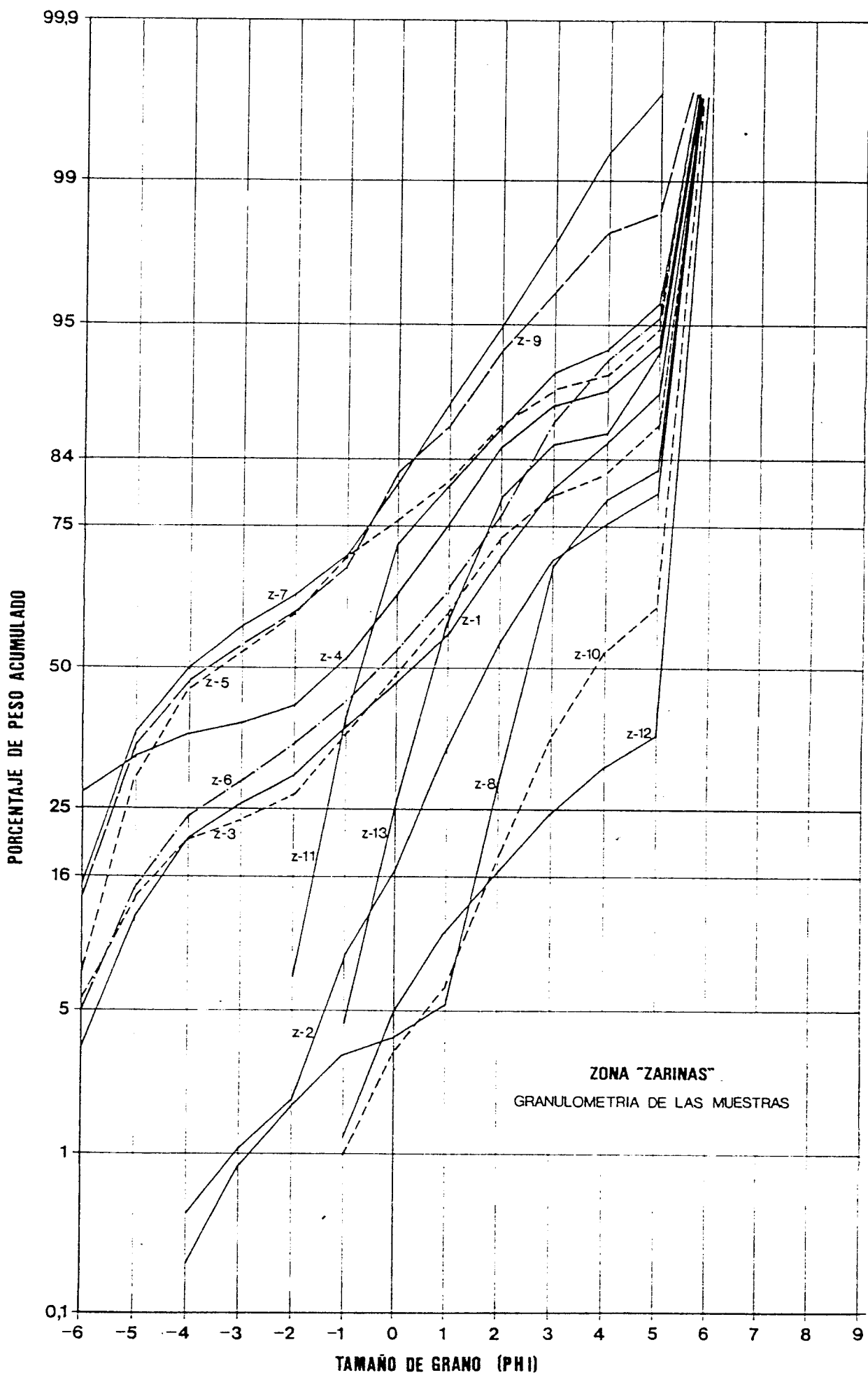


Fig. 23

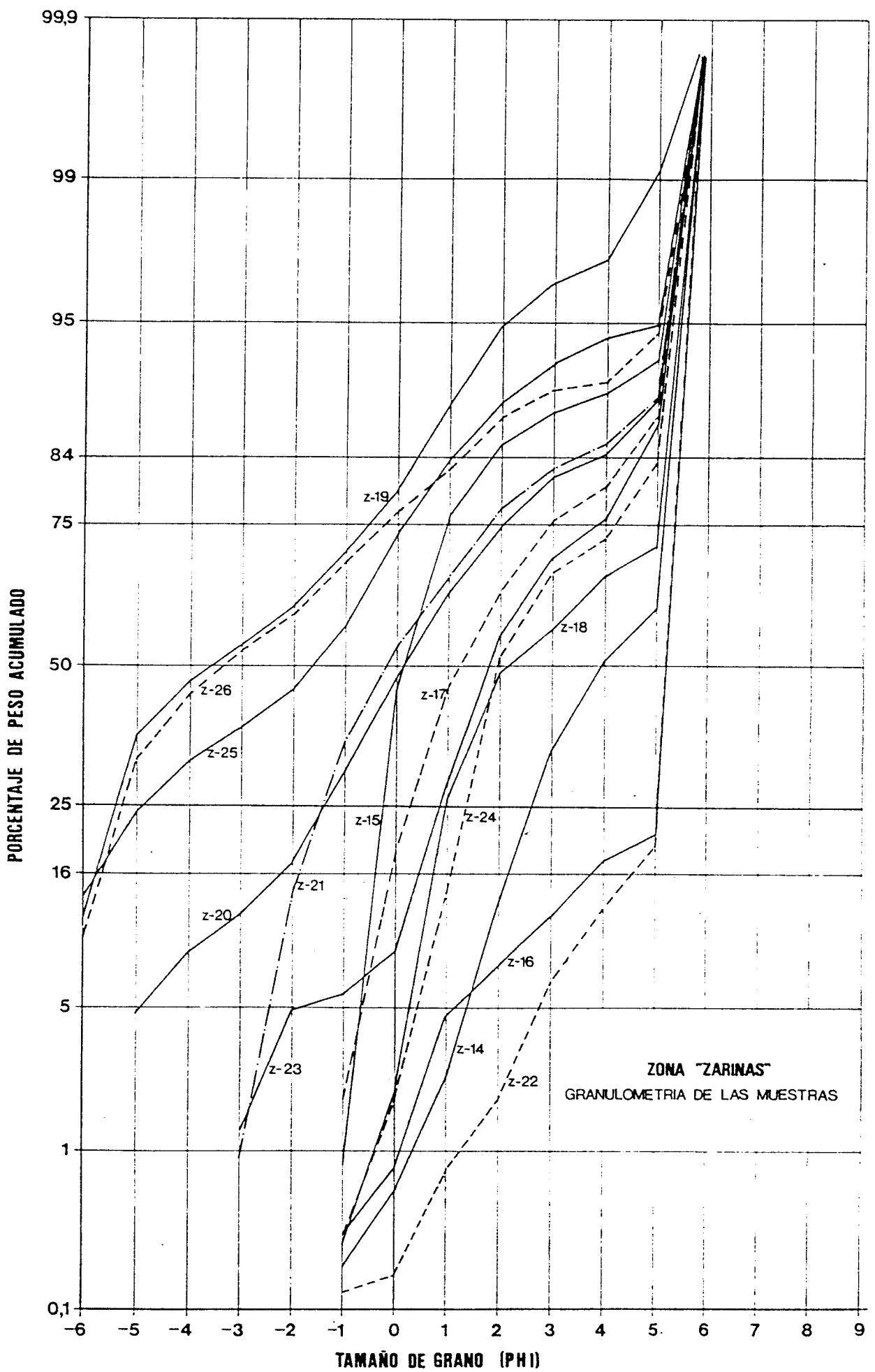


Fig. 24

## 2. LITOLOGÍA

Con objeto de aproximarnos al conocimiento de la composición litológica de los sedimentos, se estudiaron las gravas y las arenas de la terraza QT1, y las gravas del aluvión QAL.

### 2.1. LITOLOGÍA DE LAS GRAVAS

El estudio del espectro litológico de las gravas de la terraza QT1 (muestras con más del 10 % del material con un tamaño superior a 4 mm), muestra (Tabla 9) un predominio, entre el 74 % y 97 %, de gravas de cuarzo (la cuarcita es poco frecuente), en general muy recristalizado.

El contenido en feldespatos y granitoides (F), es inferior al 17,5 %. Los feldespatos se encuentran en los tamaños más finos y los granitoides aparecen incluso en tamaños gruesos.

Los fragmentos de rocas (migmatitas, predominando sobre esquistos), se encuentran en los tamaños inferiores a 32 mm y con contenidos entre el 2,45 % y el 24,44 %.

Tabla 9

ZARINAS: TERRAZA QT1. Litología de las gravas (%)				
MUEST.	Q	F	FR	Q/F
Z-1	94,08	5,93	0,00	15,9
Z-3	87,23	7,54	5,22	11,6
Z-4	97,11	1,21	1,69	80,1
Z-5	78,12	13,50	8,37	5,8
Z-6	75,75	17,52	6,73	4,3
Z-7	74,21	15,26	10,54	4,9
Z-9	77,06	11,88	11,06	6,5
Z-19	91,67	4,23	4,10	21,7
Z-20	80,98	14,99	4,03	5,4
Z-21	86,36	12,58	1,06	6,9
Z-25	82,25	16,33	1,42	5,0
Z-26	85,96	10,04	4,01	8,6

Leyenda: Q= cuarzo; F= feld. + gran.; R= fragmentos de roca

Z-1: corresponde al eluvio-coluvión de la Mina Zarinas.

Como indicador de la madurez de las gravas se elige la relación Q/F (Tabla 9). Solo la muestra Z-4 presenta una madurez significativa.

La observación de granos con tamaños inferiores a 4 mm, muestra un predominio, en las gravas muy finas, de granos policristalinos de cuarzo y de mixtos de cuarzo-feldespato, de origen granítico.

El estudio litológico de las gravas del aluvión del fondo de valle (QAL) (Tabla 10), indica una composición cualitativamente similar de las gravas de la terraza más alta, pero con unas relaciones Q/F que indican una alta inmadurez, debido a una mayor presencia de granitoides. La mayor proximidad y la cercanía de las fuentes de aporte de estas gravas son, por tanto, claras.

## 2.2. LITOLOGÍA DE LAS ARENAS

El estudio de la litología de la clase arenas (inferior a 4 mm, por

Tabla 10

ZONA ZARINAS: LITOLOGÍA DE LAS GRAVAS (%) DEL ALUVIÓN (QAL)				
MUEST.	Q	F	R	Q/F
ZB1	63,32	35,70	0,98	1,8
ZB2	58,07	40,90	1,03	1,4
ZB3	92,29	6,47	1,24	14,3
ZB4	89,63	9,56	0,81	9,4
ZB5	54,07	44,64	1,29	1,2
ZB6	82,51	16,95	0,54	4,9
ZB7	72,35	22,66%	5,00	3,2
ZB8	72,24	26,59	1,17	2,7
ZB9	83,58	15,34	1,08	5,4
ZB10	86,39	12,92	0,69	6,7
ZB11	88,55	9,93	1,52	8,9
ZB12	85,98	12,70	1,32	6,8
ZB13	84,05	11,98	3,97	7,0
ZB14	57,30	37,61	5,10	1,5
ZB15	84,76	14,62	0,62	5,8
ZB16	85,92	12,25	1,84	7,0
ZB17	68,05	23,57	8,38	2,9
ZB18	82,04	17,34	0,62	4,7
ZB19	73,59	25,45	0,96	2,9
ZB20	91,39	8,14	0,46	11,2

Leyenda: Q= cuarzo; F= feld. + gran.; FR= fragm. de roca

Tabla 11

tanto, incluyendo las gravas muy finas), se realizó mediante la estimación de los volúmenes relativos de las diferentes litologías presentes en la fracción ligera de la moda de las arenas de cada muestra estudiada. Los resultados obtenidos se recalcularon al todo uno, contabilizando los contenidos en densos como fragmentos de roca (Tabla 11).

En la representación triangular de la Fig. 25, puede visualizarse la composición de la moda de las arenas. Según la clasificación propuesta por FOLK (1968) se trata de subarcosas, sublitarenitas, arcosas, litarenitas feldespáticas y litarenitas.

ZARINAS: TERRAZA QT1: Litología de las arenas (%)					
MUEST.	F. MODAL	Q	F	FR	Q/F
Z-1	0,5-0,25 mm	64,43	30,28	5,29	2,1
Z-2	0,5-0,25 mm	51,21	44,56	4,23	1,1
Z-3	0,5-0,25 mm	63,62	20,99	15,39	3,0
Z-4	2-1 mm	85,92	4,86	9,21	17,7
Z-5	4-2 mm	85,32	9,39	5,29	9,1
Z-6	0,5-0,25 mm	40,48	36,39	23,13	1,1
Z-7	2-1 mm	66,98	19,43	13,59	3,4
Z-8	0,25-0,125 mm	44,34	22,17	33,49	2,0
Z-9	2-1 mm	74,39	17,85	7,75	4,2
Z-10	0,25-0,125 mm	23,50	5,87	70,63	4,0
Z-11	4-2 mm	94,56	5,44	0,00	17,4
Z-12	0,25-0,125 mm	23,52	5,88	70,60	4,0
Z-13	1-0,5 mm	67,51	11,25	21,24	6,0
Z-14	0,25-0,125 mm	36,99	7,40	55,61	5,0
Z-15	2-1 mm	88,66	7,75	3,58	11,4
Z-16	0,125-0,063 mm	19,23	3,85	76,92	5,0
Z-17	1-0,5 mm	73,53	12,49	13,98	5,9
Z-18	0,5-0,25 mm	57,02	19,96	23,02	2,9
Z-19	2-1 mm	61,99	32,86	5,15	1,9
Z-20	2-1 mm	83,90	12,48	3,61	6,7
Z-21	4-2 mm	71,43	20,00	8,57	3,6
Z-22	0,125-0,063 mm	48,77	2,44	48,80	20,0
Z-23	0,5-0,25 mm	60,92	23,15	15,93	2,6
Z-24	0,5-0,25 mm	59,68	25,05	15,27	2,4
Z-25	2-1 mm	64,02	31,37	4,61	2,0
Z-26	4-2 mm	91,50	4,57	3,93	20,0

Leyenda: Q=cuarzo; F=feld. + gran.; FR=fragmentos de roca.

Z-1: corresponde al eluvio-cóluvión de la Mina Zarinas.

Z-2: pórfido granodiorítico arenizado de la Mina Zarinas.

Teniendo en cuenta que la práctica totalidad de los fragmentos de rocas corresponden a moscovita — en la fracción densa predominan la biotita y la sillimanita — se ha elegido como índice de madurez de las arenas la relación Q/F (Tabla 11). En general, las

arenas son inmaduras, si bien, tienen un cierto grado de madurez algunas fracciones de arenas muy gruesas a gravas muy finas (Z-4, Z-5, Z-11, Z-15, Z-26 y Z-20) y las arenas de la muestra Z-22 (lutitas).

### 2.3. CONCLUSIONES

La composición litológica de las gravas nos indica una procedencia a partir de materiales de áreas graníticas y migmatíticas, sometidos a un transporte corto (dada la rápida madurez que suelen alcanzar los materiales gruesos al ser transportados).

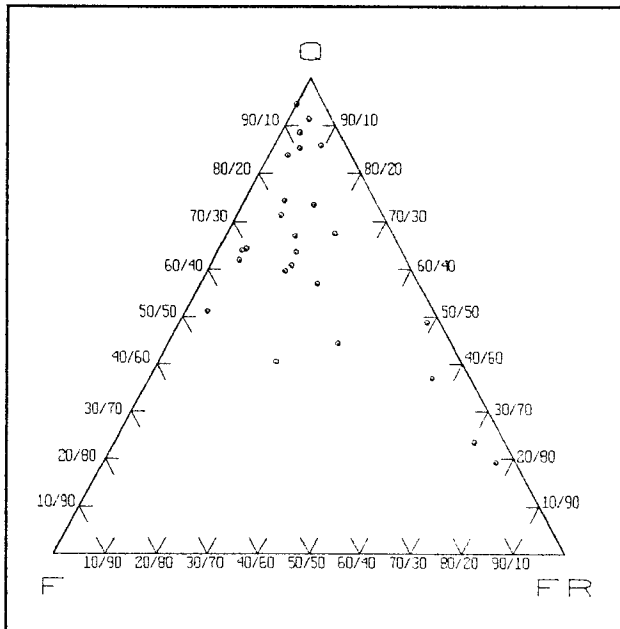


Fig. 25: Zona Zarinas. Representación triangular de la litología de las arenas (Mina Zarinas y terraza QT1).

La composición de las arenas, con términos líticos solo en las fracciones de arenas más finas, (que corresponden a muestras de lutitas a arenitas lutíticas), con micas predominando como fragmentos de roca (pudiendo, por tanto, provenir tanto de áreas plutónicas como metamórficas), indica una procedencia similar a la de las gravas. Se habrían originado en un medio poco agresivo en cuanto a la acción química de alteración, para dar arenas inmaduras.

### 3. ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DE LOS MATERIALES

#### 3.1. MORFOMETRÍA DE LAS GRAVAS DE CUARZO

El objetivo principal del estudio es la caracterización de la fracción modal de las gravas para obtener indicaciones acerca de la procedencia y medio de sedimentación de los materiales gruesos, así como para establecer comparaciones entre los materiales de la terraza QT1 y del aluvión del fondo del valle actual.

Para ello se estudiaron la esfericidad, redondeamiento y aplanamiento de los cantos de cuarzo-cuarcita de ambos depósitos. Se utilizaron todos los cantos obtenidos en la fracción que constituye la moda (63 mm a 32 mm) de la clase gravas de cada una de las 5 muestras de terraza y 7 muestras de aluvión estudiadas.

Los datos de la muestra Z-1 (eluvio-coluvión de la Mina Zarinas) se incluyen también en el estudio.

#### Esfericidad

Se calculó el índice de esfericidad de Krumbein (1941) (1) y su distribución para cada muestra, así como otros parámetros de interés los cuales se recogen en la Tabla 12 y la Tabla 13, visualizándose la distribución del índice en la Fig. 26 y la Fig. 27.

$$\Psi = \sqrt[3]{(A+B+C)/A^3} \quad (1)$$

No puede concluirse una diferencia significativa en la esfericidad de los cantos depositados en la terraza y los depositados en el aluvión del fondo del valle actual, en el que, no obstante, se observa una mayor presencia de cantos con mayor esfericidad, lo que,



probablemente, no indica una mayor incidencia del régimen de flujo, sino un cierto grado de reciclaje a partir de los materiales de las terrazas.

La muestra Z-1 del eluvio-coluvión de la Mina Zarinas muestra una moda muy preponderante en 0,7 lo que es congruente con una menor elaboración de las gravas; pero pone de manifiesto que no existe una gran diferencia cualitativa entre la esfericidad de las gravas muy poco transportadas y las de la terraza y del aluvión.

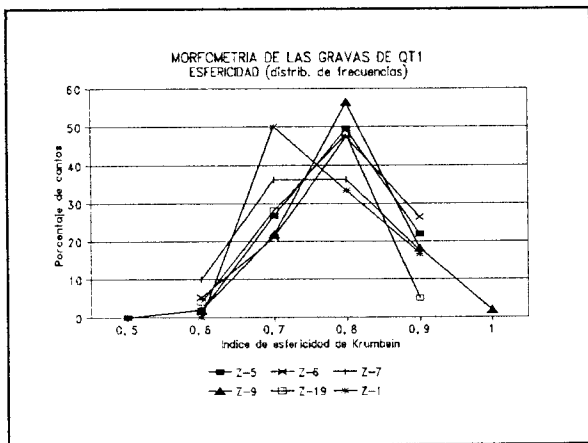


Fig. 26

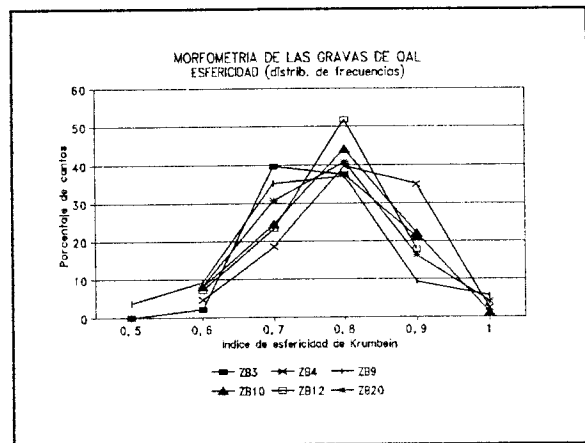


Fig. 27

Tabla 12

ZONA ZARINAS (TERRAZA QT1): ESFERICIDAD SEGÚN EL ÍNDICE DE KRUMBEIN												
REF	Nº D.	MÍN.	MÁX.	MEDIA	MODA	D. ST.	C.V.	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Z5	105	0,56	0,89	0,76	0,8	0,07	0,0007	1,9	26,67	49,52	21,9	
Z6	38	0,55	0,89	0,76	0,8	0,08	0,0021	5,26	21,05	47,37	26,32	
Z7	80	0,53	0,9	0,73	0,8	0,09	0,0011	10	36,25	36,25	17,5	
Z9	55	0,6	0,93	0,76	0,8	0,08	0,0015	1,82	21,82	56,36	18,18	1,82
Z19	25	0,58	0,83	0,73	0,8	0,07	0,0028	4	28	48	5	
Z1*	18	0,61	0,87	0,73	0,7	0,07	0,0039		50	33,33	16,67	

\* Muestra de eluvio-coluvión de Mina Zarinas

Tabla 13

ZONA ZARINAS (ALUVIÓN QAL): ESFERICIDAD SEGÚN EL Í. DE KRUMBEIN													
REF	Nº D.	MÍN.	MÁX.	MEDIA	MODA	D. ST.	C. V.	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
ZB3	48	0,57	0,87	0,73	0,7	0,07	0,0015		2,08	39,58	37,50	20,83	
ZB4	43	0,56	0,91	0,77	0,8	0,08	0,0019		4,65	18,60	39,53	34,88	2,33
ZB6	28	0,57	0,95	0,75	0,8	0,09	0,0032		3,57	21,43	42,86	28,57	3,57
ZB9	54	0,42	0,94	0,71	0,8	0,10	0,0019	3,7	9,26	35,19	37,04	9,26	5,56
ZB10	86	0,54	0,93	0,74	0,8	0,08	0,0009		8,14	24,42	44,19	22,09	1,16
ZB12	56	0,54	0,88	0,73	0,8	0,08	0,0014		7,14	23,21	51,79	17,86	
ZB20	49	0,54	0,99	0,73	0,8	0,09	0,0018		8,16	30,61	40,82	16,33	4,08

A continuación se incluyen los gráficos de la Fig. 28 a la Fig. 40 con las formas de Zingg (relacionables con la esfericidad de Krumbein), según ZINGG (1935) y BREWER (1964) (en CORRALES *et al.*, *op. cit.*).

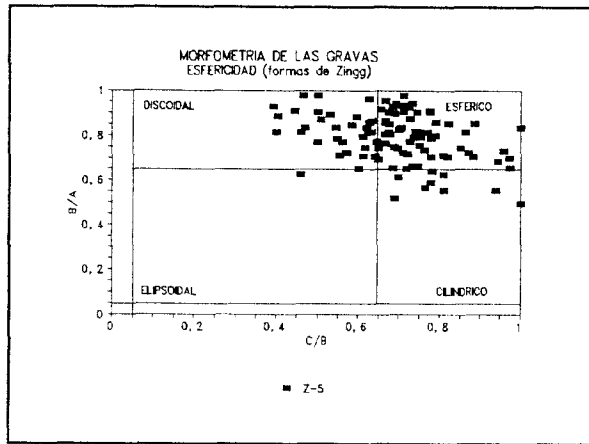


Fig. 28

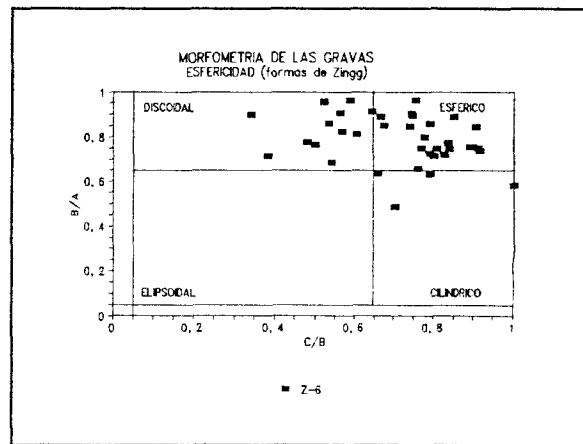


Fig. 29

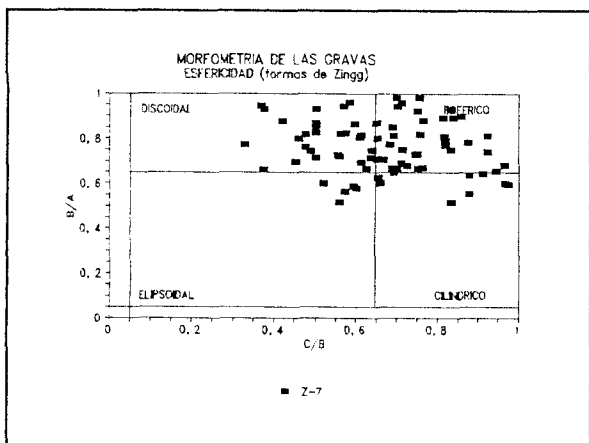


Fig. 30

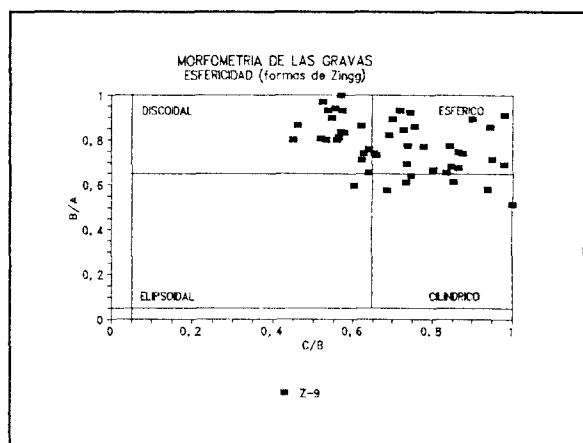


Fig. 31

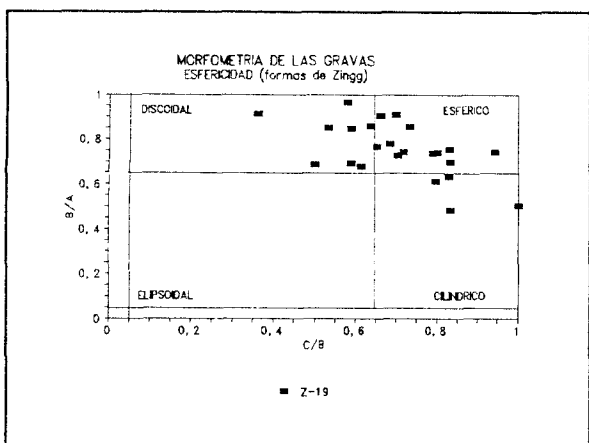


Fig. 32

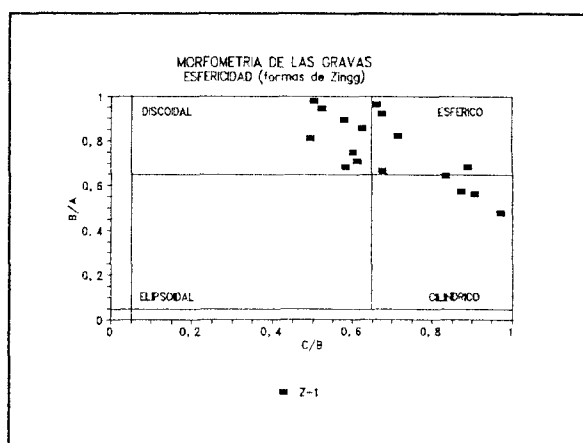


Fig. 33

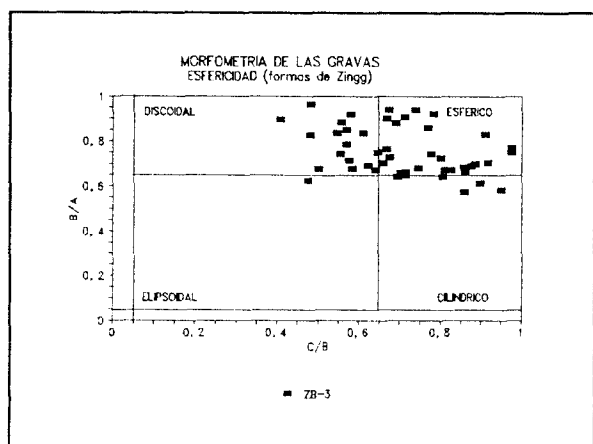


Fig. 34

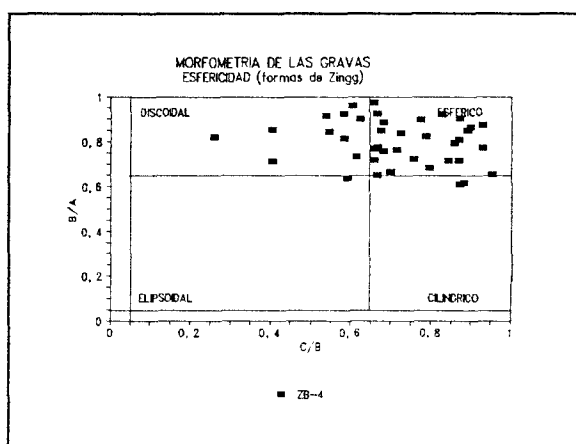


Fig. 35

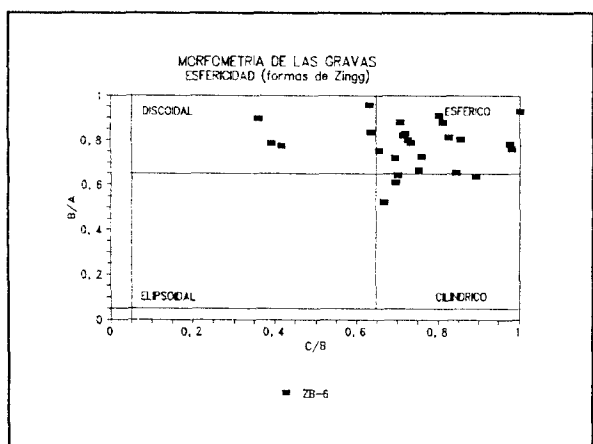


Fig. 36

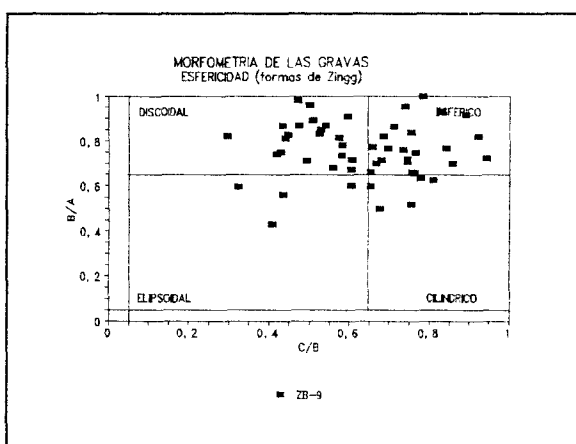


Fig. 37

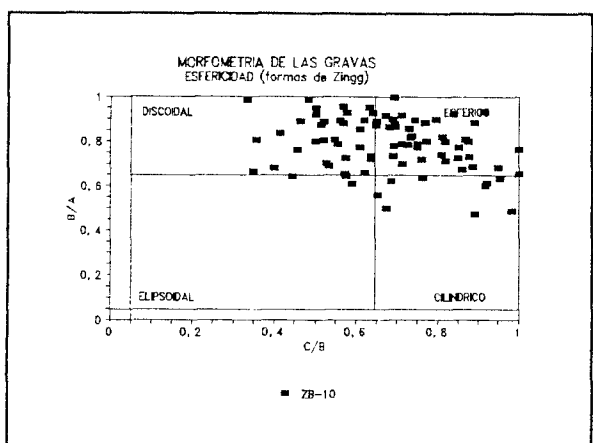


Fig. 38

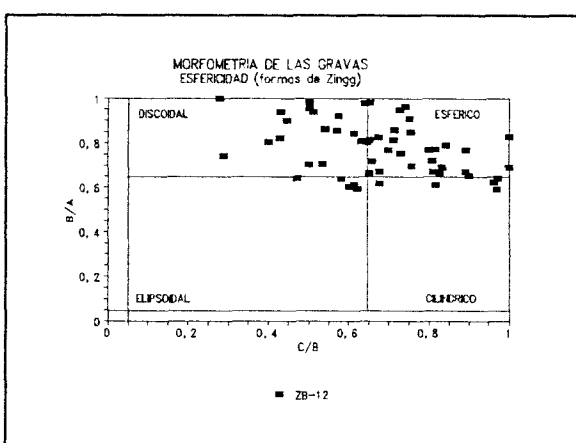


Fig. 39

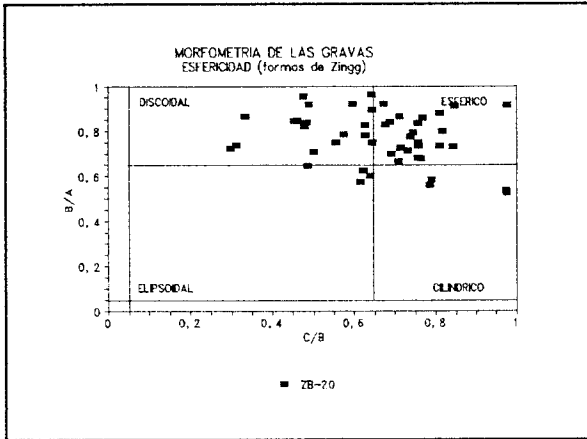


Fig. 40

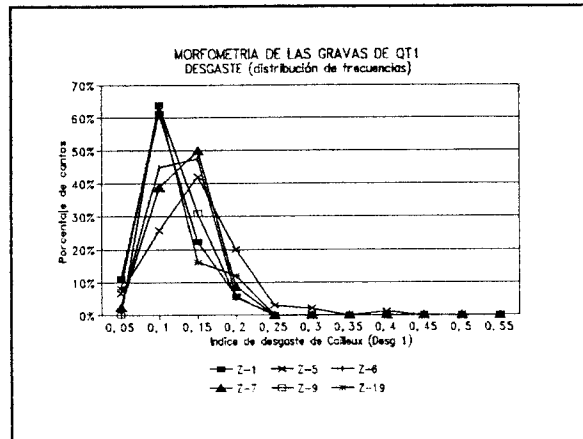


Fig. 41

**Redondeamiento**

El redondeamiento se estudió utilizando el índice de desgaste de CAILLEUX (1947) (2) cuya distribución y estadísticos básicos se recogen en la Tabla 14 y Tabla 15 y se ilustran en la Fig. 41, Fig. 42 y Fig. 43.

$$R=2r_1/A \tag{2}$$

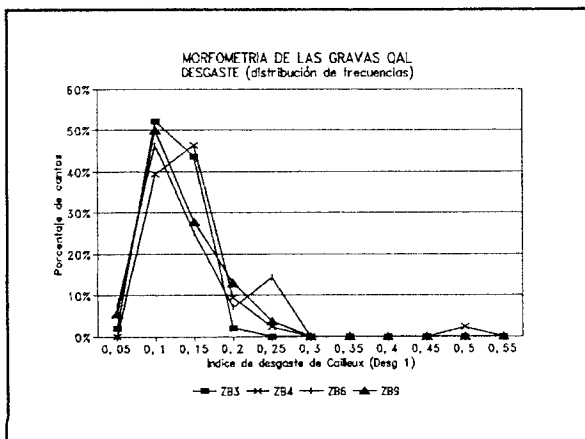


Fig. 42

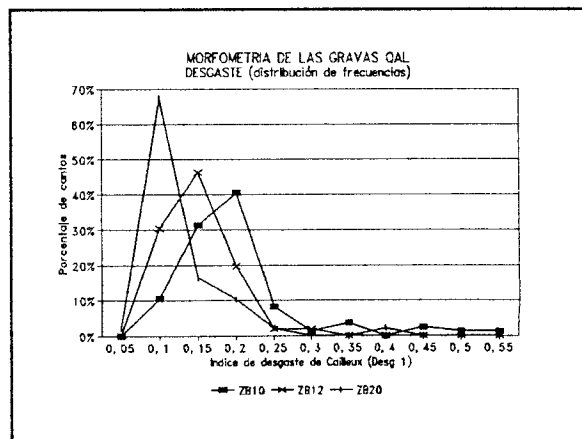


Fig. 43

**Tabla14**

<b>ZONA ZARINAS (TERRAZA QT1): ÍNDICE DE DESGASTE DE CAILLEUX</b>																		
MUES.	N. D.	MIN.	MAX.	MEDIA	MODA	D. ST.	C. V.	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
Z5	105	0,03	0,4	0,12	0,15	0,05	0,0005	6,67%	25,71%	41,90%	20,00%	2,86%	1,90%	0,00%	0,95%	0,00%	0,00%	0,00%
Z6	38	0,04	0,18	0,1	0,15	0,03	0,0008	2,63%	44,74%	47,37%	5,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Z7	80	0,04	0,2	0,11	0,15	0,03	0,0004	2,50%	38,75%	50,00%	8,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Z9	55	0,05	0,2	0,1	0,1	0,03	0,0005	0,00%	63,64%	30,91%	5,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Z19	25	0,04	0,17	0,1	0,1	0,03	0,0012	8,00%	64,00%	16,00%	12,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Z1*	18	0,01	0,16	0,08	0,1	0,03	0,0017	11,11%	61,11%	22,22%	5,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

\* Muestra del eluvio-coluvión de la Mina Zarinas.

**Tabla 15**

<b>ZONA ZARINAS (ALUVIÓN QAL): ÍNDICE DE DESGASTE DE CAILLEUX</b>																		
MUES.	N. D.	MIN.	MAX.	MEDIA	MODA	D.ST.	C. V.	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
ZB3	48	0,04	0,2	0,1	0,1	0,03	0,0006	2,08%	52,08%	43,75%	2,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB4	43	0,06	0,47	0,12	0,15	0,06	0,0014	0,00%	39,53%	46,51%	9,30%	2,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,33%	0,00%
ZB6	28	0,05	0,25	0,12	0,1	0,05	0,0018	7,14%	46,43%	25,00%	7,14%	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB9	54	0,03	0,21	0,11	0,1	0,04	0,0007	5,56%	50,00%	27,78%	12,96%	3,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB10	86	0,06	0,51	0,17	0,2	0,08	0,0009	0,00%	10,47%	31,40%	40,70%	8,14%	1,16%	3,49%	0,00%	2,33%	1,16%	1,16%
ZB12	56	0,06	0,26	0,13	0,15	0,04	0,0007	0,00%	30,36%	46,43%	19,64%	1,79%	1,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB20	49	0,05	0,4	0,1	0,1	0,06	0,0012	2,04%	67,35%	16,33%	10,20%	2,04%	0,00%	0,00%	2,04%	0,00%	0,00%	0,00%

No se pueden establecer diferencias significativas en cuanto al redondeamiento de las gravas de la terraza QT1 y del aluvión QAL, tampoco entre estas y las del eluvio-coluvión de la Mina Zarinas (Z-1). En cualquier caso, los valores obtenidos nos indican un transporte corto de los cantos de cuarzo.

### Aplanamiento

Se estudió el aplanamiento utilizando el índice de Wentworth modificado (3).

$$I_{ap} = (A+B+C)/3 \tag{3}$$

Los gráficos de la Fig. 44 y Fig. 45, y la Tabla 16 y Tabla 17 muestran los resultados obtenidos.

La distribución del índice de aplanamiento es esencialmente unimodal en torno a 45-50 independientemente de que pertenezcan a la terraza o al aluvial de fondo de valle.

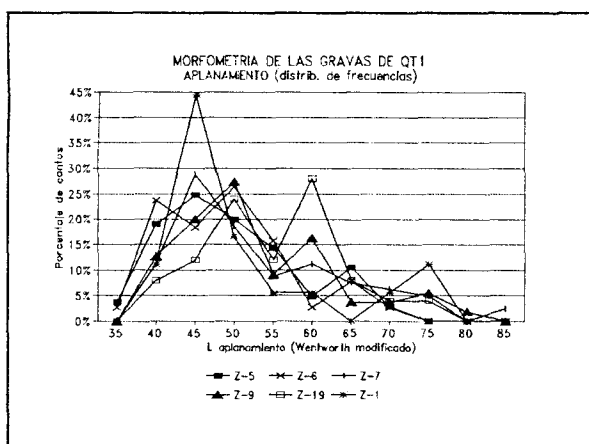


Fig. 44

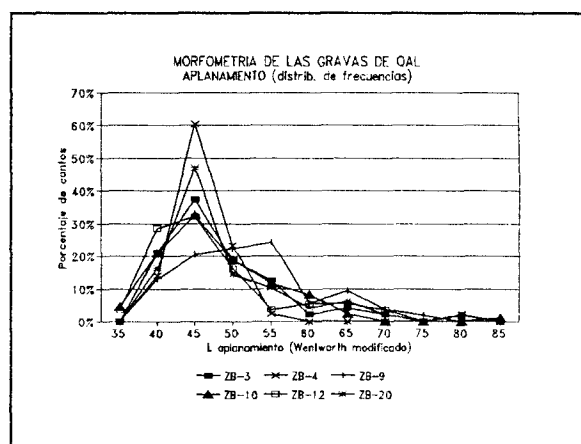


Fig. 45

La mayor dispersión del valor del índice, en la terraza respecto al aluvión del fondo del valle indica una mayor elaboración de los cantos de este último depósito.

**Tabla16**

<b>ZONA ZARINAS: MUESTRAS DE LA TERRAZA QT1. ÍNDICE DE APLANAMIENTO.</b>																		
MUES.	N.D.	MIN.	MAX.	MEDIA	MODA	D. ST.	C.V.	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Z5	105	33,50	70,00	47,36	45,00	8,43	0,08	3,81%	19,05%	24,76%	20,00%	14,29%	4,76%	10,48%	2,86%	0,00%	0,00%	0,00%
Z6	38	36,33	52,67	42,83	50,00	4,47	0,12	2,63%	23,68%	18,42%	26,32%	15,79%	2,63%	7,89%	2,63%	0,00%	0,00%	0,00%
Z7	80	37,33	83,33	50,97	45,00	10,94	0,14	0,00%	11,25%	28,75%	18,75%	8,75%	11,25%	7,50%	6,25%	5,00%	0,00%	2,50%
Z9	55	36,00	77,33	50,58	50,00	9,97	0,18	0,00%	12,73%	20,00%	27,27%	9,09%	16,36%	3,64%	3,64%	5,45%	1,82%	0,00%
Z19	25	38,33	72,67	52,35	60,00	8,90	0,36	0,00%	8,00%	12,00%	24,00%	12,00%	28,00%	8,00%	4,00%	4,00%	0,00%	0,00%
Z1*	18	37,00	74,33	49,22	45,00	11,23	0,62	0,00%	11,11%	44,44%	16,67%	5,56%	5,56%	0,00%	5,56%	11,11%	0,00%	0,00%

\* Muestra del eluvio-coluvión de la Mina Zarinas.

**Tabla 17**

<b>ZONA ZARINAS: MUESTRAS DE ALUVIÓN QAL. ÍNDICE DE APLANAMIENTO.</b>																		
MUES.	N. D.	MIN.	MAX.	MEDIA	MODA	D.ST.	C. V.	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
ZB3	48	36,67	76,00	46,28	45,00	8,32	0,17	0,00%	20,83%	37,50%	18,75%	12,50%	2,08%	4,17%	2,08%	0,00%	2,08%	0,00%
ZB4	43	36,67	50,33	43,47	45,00	2,99	0,07	0,00%	13,95%	60,47%	23,26%	2,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB6	28	36,33	52,67	42,83	45,00	4,47	0,16	0,00%	35,71%	39,29%	17,86%	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZB9	54	36,33	74,67	49,58	55,00	8,49	0,16	0,00%	12,96%	20,37%	22,22%	24,07%	5,56%	9,26%	3,70%	1,85%	0,00%	0,00%
ZB10	86	32,33	80,67	45,34	45,00	7,73	0,09	4,65%	20,93%	32,56%	18,60%	11,63%	8,14%	2,33%	0,00%	0,00%	0,00%	1,16%
ZB12	56	34,33	78,33	45,18	45,00	9,10	0,16	3,57%	28,57%	32,14%	16,07%	3,57%	5,36%	5,36%	3,57%	0,00%	1,79%	0,00%
ZB20	49	35,33	65,33	45,85	45,00	7,01	0,14	0,00%	16,33%	46,94%	14,29%	10,20%	4,08%	6,12%	2,04%	0,00%	0,00%	0,00%



Teniendo en cuenta los valores obtenidos para el redondeamiento y la esfericidad, y la relación de estos parámetros con la distancia de transporte (según GRIFFITHS, 1967, en CORRALES *et al, op. cit.*), el área fuente de los cantos hay que situarla a menos de 5 Km de los depósitos.

Si, además, tenemos en cuenta la probable sedimentación conjunta de las arenas y de las gravas, indicada por el estudio granulométrico, se puede concluir que los materiales proceden de un entorno próximo (inferior a 5 Km tanto para los materiales de la terraza QT1 como del aluvión de fondo de valle).

### 3.2. FORMA DE LOS GRANOS DE CUARZO

Para estudiar la forma de las arenas de cuarzo se observaron, con lupa binocular, 100 granos (para las fracciones inferiores a 125  $\mu\text{m}$  se utilizaron 50 granos) representativos, de la fracción modal de cada muestra. Para cada grano se estableció el redondeamiento y la esfericidad en base a las gráficas de KRUMBEIN y SLOSS (1955).

En la Tabla 18, se recogen los resultados del estudio realizado. Se pone de manifiesto que el redondeamiento se sitúa en índices de 0,1 y 0,3, y la esfericidad predominantemente entre 0,3 y 0,7. Esto corresponde a granos angulosos a subangulosos.

Tabla 18

ZONA ZARINAS: MORFOMETRÍA DE LAS ARENAS										
MUEST.	F. MODAL	REDONDEAMIENTO					ESFERICIDAD			
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7	0,9
Z-1	0.5-0.25 mm	56	42	2	0	0	30	36	28	6
Z-2	0.5-0.25 mm	61	36	3	0	0	41	36	18	5
Z-3	0.5-0.25 mm	53	47	0	0	0	45	31	23	1
Z-4	2-1 mm	68	32	0	0	0	36	25	30	9
Z-5	4-2 mm	19	78	3	0	0	17	32	31	20
Z-6	0.5-0.25 mm	58	42	0	0	0	47	30	18	5
Z-7	2-1 mm	49	50	1	0	0	25	34	39	2
Z-8	0.25-0.125 mm	64	35	1	0	0	53	28	15	4
Z-9	2-1 mm	63	36	0	1	0	16	44	29	11
Z-10	0.25-0.125 mm	73	27	0	0	0	66	18	12	4
Z-11	4-2 mm	46	54	0	0	0	12	42	39	7
Z-12	0.25-0.125 mm	61	39	0	0	0	52	27	20	1
Z-13	1-0.5 mm	60	40	0	0	0	42	29	24	5
Z-14	0.25-0.125 mm	69	28	1	1	1	55	28	12	5
Z-15	2-1 mm	46	51	3	0	0	28	39	26	7
Z-16	0.125-0.063 mm	78	19	0	0	3	75	16	6	3
Z-17	1-0.5 mm	67	33	0	0	0	31	27	35	7
Z-18	0.5-0.25 mm	65	35	0	0	0	47	33	18	2
Z-19	2-1 mm	51	48	1	0	0	23	30	38	9
Z-20	2-1 mm	69	28	3	0	0	20	40	37	3
Z-21	4-2 mm	56	43	1	0	0	8	40	37	15
Z-22	0.125-0.063 mm	70	17	7	2	4	56	22	9	13
Z-23	0.5-0.25 mm	58	41	1	0	0	46	21	24	9
Z-24	0.5-0.25 mm	57	42	1	0	0	45	27	19	9
Z-25	2-1 mm	61	39	0	0	0	26	30	33	11
Z-26	4-2 mm	54	46	0	0	0	11	22	59	8

### 3.3. FORMA DE LOS MINERALES DENSOS

La observación de la morfología de los minerales densos tiene interés, fundamentalmente, como información complementaria para la adecuación de los diseños de separación.

Aunque no se ha realizado un estudio sistemático de la forma de los minerales densos, se recogen algunos aspectos obtenidos durante la observación con lupa binocular.

La sillimanita (predominantemente fibrolita) se presenta en granos muy angulosos a subredondeados y con baja esfericidad.

La ilmenita aparece, principalmente, como granos aplanados o irregulares de esfericidad media a baja y desde angulosos a subangulosos.

La biotita se presenta en forma de agregados laminares, y columnares con sección pseudo hexagonal.

En cuanto a la turmalina (variedades chorlo y dravita), son frecuentes los fragmentos prismáticos con baja esfericidad y muy angulosos. También, con formas irregulares angulosas.

La casiterita se encuentra como granos angulosos a subredondeados, de esfericidad media.

La monacita se presenta como cristales y fragmentos de cristales prismáticos aplanados. Se trata de granos angulosos a subredondeados, que suelen conservar algunas caras cristalinas, y de esfericidad baja (media).

El rutilo se encuentra como fragmentos de cristales prismáticos, muy angulosos a angulosos y baja esfericidad. En los tamaños más pequeños, se presenta, con más frecuencia, como granos subredondeados, con esfericidad media a alta.

Con respecto al circón, están representados hábitos de todos los grupos referidos por ARPS (1970). Los granos presentan más frecuentemente hábitos cristalinos, siendo menos frecuentes los granos subautomorfos poco redondeados.

Los granates, predominantemente almandino, se encuentran como granos angulosos a subangulosos (son poco frecuentes los granos redondeados) y con alta esfericidad.

La anatasa se encontró como cristales automorfos tabulares.

La tantalita-columbita, aparece como granos angulosos y con baja esfericidad.

La xenotima se localiza como granos con esfericidad baja y muy angulosos a angulosos, conservando alguna cara cristalina y, también, como bipirámides tetragonales de 1º y 2º orden.

### 3.4. CONCLUSIONES

Los materiales estudiados muestran un bajo redondeamiento (y baja a media esfericidad), que nos indica un transporte corto, no superior a los 5 Km.

#### 4. CONCLUSIONES GENERALES

Del estudio de la litología de las gravas y de las arenas de la Zona Zarinas (sedimentos de la terraza QT1, eluvio-coluvión de la Mina Zarinas y aluvión del fondo de valle actual), puede concluirse que los materiales que constituyen los depósitos Cuaternarios de esta zona, proceden de un entorno constituido, esencialmente, por rocas plutónicas y con cierta presencia de rocas de alto grado metamórfico.

Por otra parte, la asociación de minerales densos encontrada (ver el ANEXO 1), permite establecer la existencia en la cuenca de aporte de ámbitos neumatolíticos a hidrotermales, con los que se relacionaría la existencia de casiterita, wolframita, columbita-tantalita, turmalina...

La distancia a las áreas fuente ha sido pequeña, inferior a los 5 Km, y el transporte se produjo mediante corrientes capaces de arrastrar cantos de hasta 128-63 mm (que constituyen el tamaño máximo de los depósitos) junto con arenas, que se depositarían al mismo tiempo por el descenso brusco de la capacidad de transporte, para originar los depósitos más gruesos. Durante episodios menos energéticos serían arrastrados únicamente los tamaños de arenas y finos, que darían niveles de arenitas y de lutitas.

La distribución por tamaños y la composición de los materiales en el área fuente, condicionan de manera importante estas mismas características en el sedimento. La existencia de perfiles de alteración de rocas graníticas, constituidos por alteritas originadas por desagregación de la roca granítica, sin una significativa acción química (lo que apunta hacia unas condiciones climáticas predominantemente frías y secas, y escasa cobertura vegetal), predominarían en la cuenca de aporte.

Las condiciones hidráulicas del medio han tenido mayor importancia en la distribución del material en los depósitos de arenitas y de lutitas; pero no la suficiente como para lograr una buena clasificación del sedimento.

La cuenca de aporte, desde que se inició la formación de la terraza QT1 a la actualidad, no varió cualitativamente de forma significativa, y su amplitud nunca implicó distancias de transporte superiores a unos pocos kilómetros.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

ARPS, C.E.S. (1970): "Zircon in granites, gneisses and metasediments from western Galicia (N.W.Spain)". *Bol. Geol. Minero*. T.LXXXI-II-III, 144-156.

CAILLEUX, A. (1947): "L'indice d'émoussée". *C.R.S. Soc. Geol. France*, 251-252.

CORRALES, I.; ROSELL, J.; SANCHEZ DE LA TORRE, L.; VERA, J.A.; VILAS, L. (1977): "Estratigrafía". Ed. Rueda. Madrid. 718 págs.

FOLK, R. (1968): "Petrology of Sedimentary Rocks". Ed. Hemphill's, Austin. 170 págs.

FOLK, R.L. y WARD, W.C. (1957): "Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters". *Jour. Sed. Petr.* 27, 3-26.

KRUMBEIN, W.C. y SLOSS, L. (1955): "Stratigraphy and Sedimentation". Freeman & Co. San Francisco. 497 págs.