

## MODIFICACION DEL METODO DALRYMPLE Y SU APLICACION A LOS RIOS DE ESPAÑA

por Víctor A. Sardi Socorro

Cuando asistía, en calidad de oyente, a las enjundiosas clases de Hidráulica que en La Plata dictaba el Ingeniero Gandolfo, no podía imaginarme que cuarenta y tres años después, aquel insigne maestro con un grupo de buenos amigos me propondría como Académico Correspondiente en Caracas de esta Ilustre Academia, distinción que creo no merecer y la cual me honra y llena de satisfacción, debiendo expresar mi profundo agradecimiento a los señores Académicos por la designación.

Es para mí muy venturoso y grato que la incorporación se efectúe bajo la presidencia del caro amigo Dr. Oreste Moretto y que se haya designado para la presentación reglamentaria a mi querido y viejo amigo el Profesor Cotta, a quien agradezco profundamente sus generosas palabras de bienvenida.

En esta tierra siempre me he sentido como en mi propia patria y entre mis coterreños no constituyo la excepción, muchos son los venezolanos que se arraigaron aquí, precisamente entre los Miembros Fundadores de esta Docta Institución en 1874 está el ilustre venezolano Dr. Herrera Vegas para quien la Argentina fue su segunda patria.

Ante el júbilo que me proporciona el acto de hoy, hay un suceso que ensombrece mi espíritu y es la ausencia física de mi dilecto y consecuente amigo y maestro de tantos años, el Profesor José S. Gandolfo, argentino íntegro e integral, de profundos conocimientos, gran inteligencia, erudición y se-

ñorío. Para el entrañable amigo el emocionado recuerdo y a su querida compañera Doña Pila, que hoy nos acompaña en este acto, nuestra imperecedera amistad.

De seguidas y con la venia de la Presidencia, paso a exponer el compendio de mi trabajo referente a una modificación introducida en el Método de las Curvas Regionales para la estimación de las avenidas máximas de los ríos en función de los tiempos de retorno.

Dicha contribución consta de una Memoria y su aplicación a más de trescientas estaciones fluviométricas en los ríos de España y se presenta en tres tomos: el primero, además de la Memoria, contiene el análisis de las cuencas 1 al 6, el segundo lo referente al resto de las 14 cuencas en que se dividió la Península Ibérica y el tercero las listas de datos extendidos al tiempo de registro de las Estaciones Base, en forma de valores decrecientes; también contiene los resultados de cálculos estadísticos.

### 1. Antecedentes

Es bien sabido que los métodos estadísticos conducen a resultados tanto más ciertos cuanto mayores sean las series de los datos considerados. En el estudio estadístico de las crecientes máximas anuales de los cursos de agua naturales, a fin de predecir el tiempo de retorno de eventos iguales, se tropieza con la dificultad, bastante común, de no poseer en general suficiente número de años de observación; pero, si los registros correspondientes a varios ríos de la región muestran cierta homogeneidad, mediante el método preconizado en el Manual de Hidrología del Geological Survey se pueden lograr series más nutridas, obteniendo re-

Conferencia pronunciada durante su incorporación como Académico Correspondiente en Caracas, Venezuela, el día 12 de noviembre de 1991.

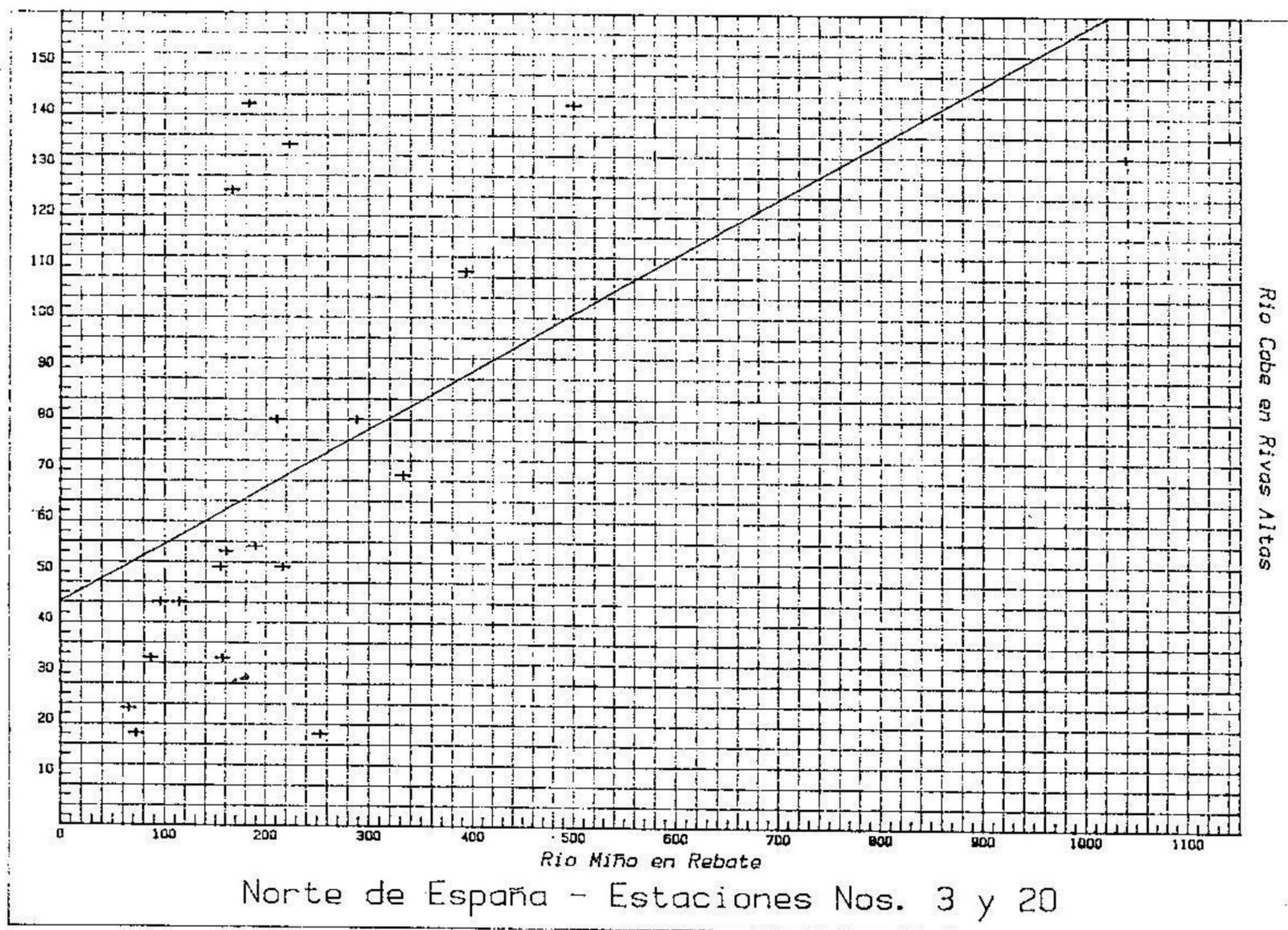


Fig. 1

sultados con mayor seguridad estadística que los que se obtendrían del análisis de una corta serie de datos.

Este método cuyo autor es Tate Dalrymple fue publicado en 1960, y ya para los primeros años de la década del 60 el profesor José S. Gandolfo y el Estudio Gandolfo-Cotta de Buenos Aires lo aplicaron en diversos casos y en trabajos para el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela y en colaboración con Simca C.A. de Caracas.

El sistema también recibe el nombre de Método de las Curvas Regionales y permite conocer las relaciones de los gastos máximos para diversos tiempos de retorno con respecto al gasto cuya recurrencia es de 2,33 años para una región dada. Según los estudios de Benson, basados en una simulación de 1000 años de registro de gastos

líquidos máximos, los gastos con recurrencia de 2,33 años poco difieren del promedio de aquellos.

## 2. Simplificación del proceso de cálculo

No se indicará todo el proceso de cálculo contenido en el citado Manual del Geological Survey haciendo sólo referencia a la modificación que se propone y los resultados obtenidos en su aplicación a los ríos de España, con descripción somera del proceso.

Las estaciones que pertenecen a una determinada región tienen, por lo regular, diferentes períodos de registro y es necesario homogeneizar todas las series a un sólo período común, para lo cual se elige una estación cuyo período de registro se conside-

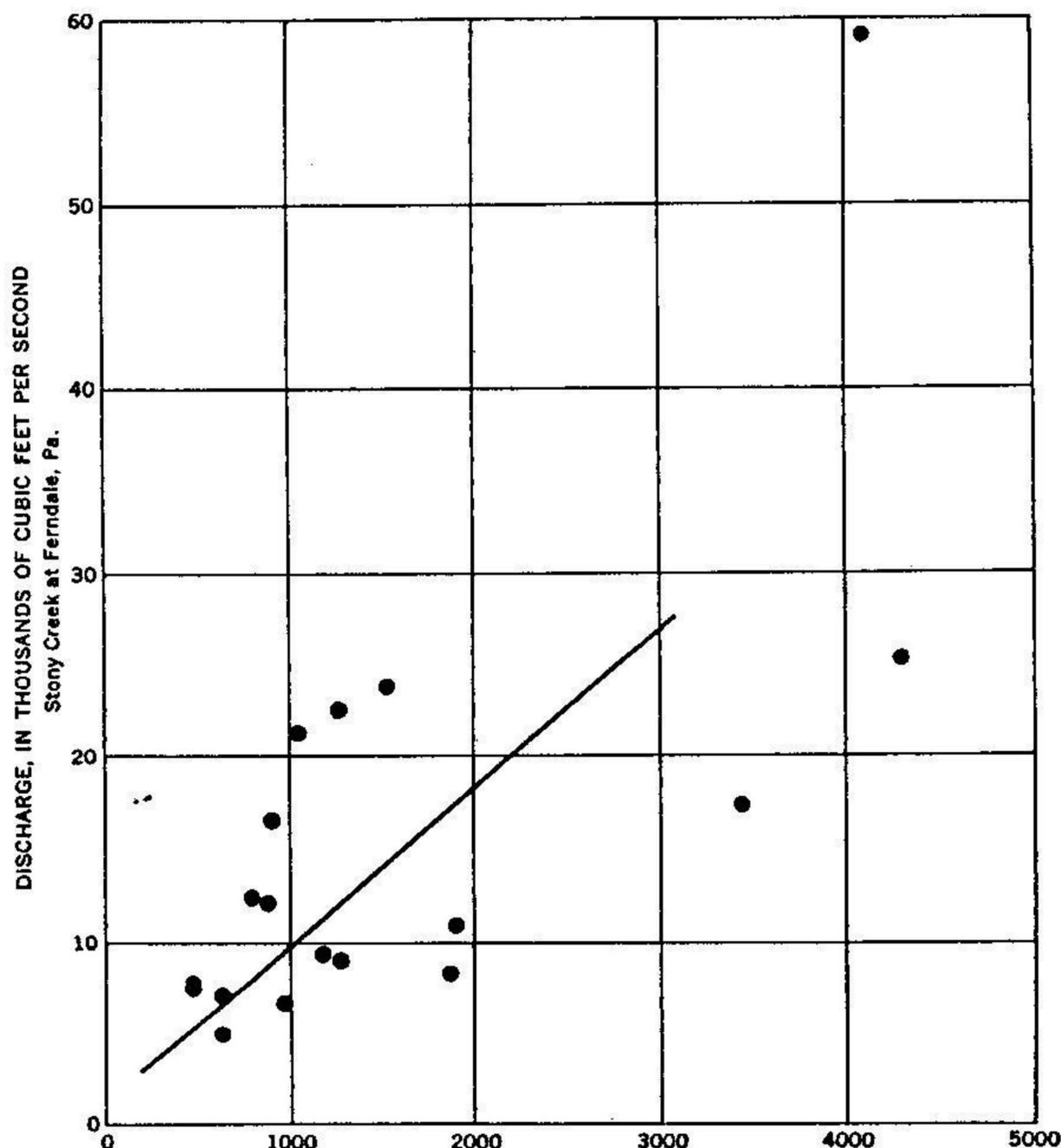


Fig. 2

ra básico, la que por lo regular es la de mayor número de años de registro, los otros ríos se ajustarán a esa mayor serie estimando los datos faltantes. Según el procedimiento señalado en el Manual esta estimación se efectúa por *correlación* con los gastos máximos que corresponden a un mismo año en la estación base. Estas correlaciones no es necesario que estén perfectamente ajustadas, pues solamente se trata de homogeneizar la serie de datos y darles un rango no teniendo peso excesivo en el posterior tratamiento estadístico.

Ahora bien, la correlación de los datos cronológicos de dos estaciones conduce por lo regular a un gráfico que muestra una nube de puntos con gran dispersión en donde muchas curvas podrían trazarse. *La modificación propuesta consiste en estimar los valores faltantes por proporcionalidad*

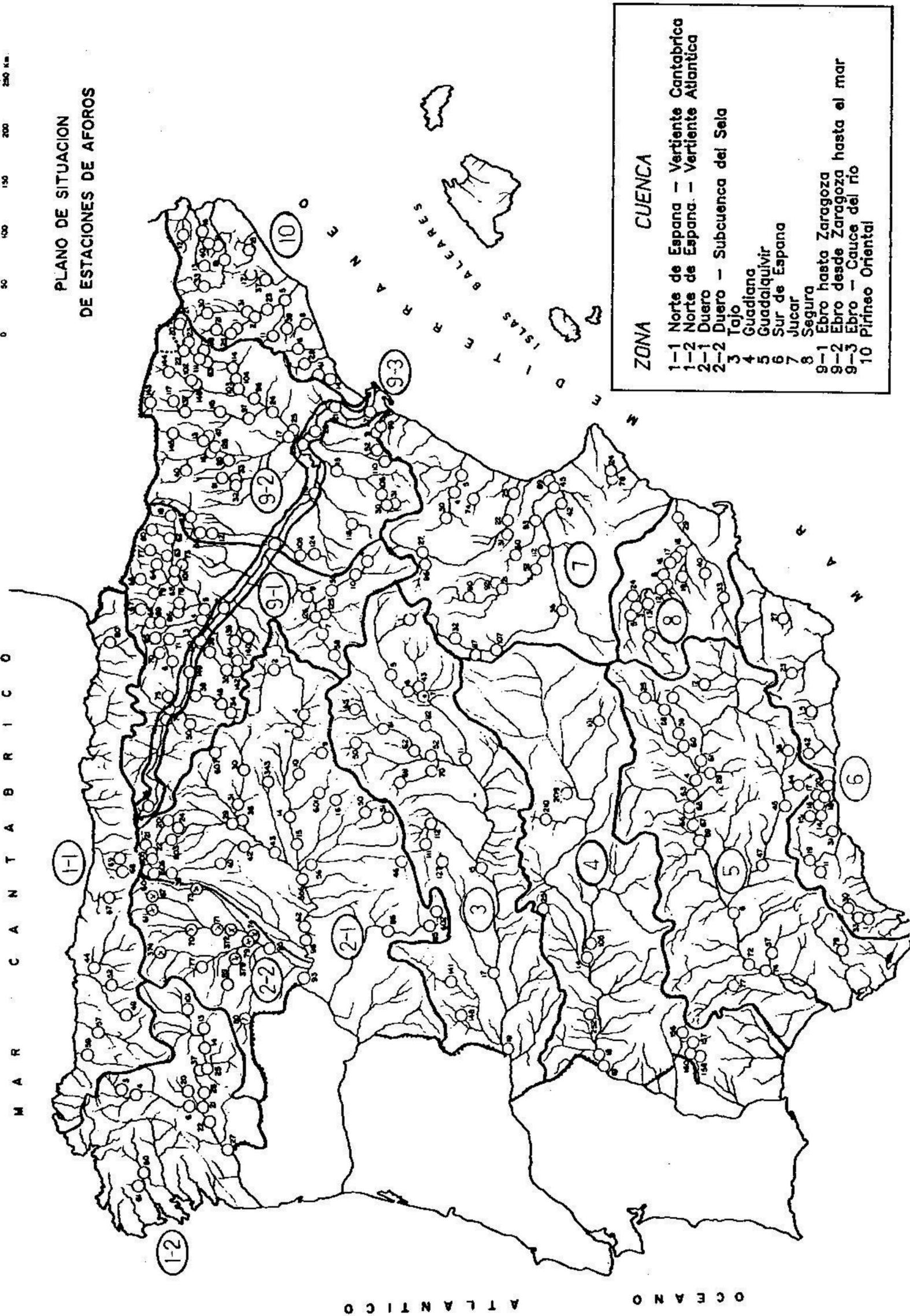
*entre la media de los gastos máximos anuales de la estación considerada y el valor análogo de la estación base.* Constituyendo una pequeña simplificación del procedimiento que conduce a valores más objetivos compatibles con la finalidad que se persigue y ahorra tediosas estimaciones por correlación.

Como ejemplo ilustrativo de la gran dispersión observada en los gráficos de correlación cronológica de dos series, se presenta el caso del río Cabe en Rivas Altas con respecto al río Miño en Rebate que se tomó como base en la Vertiente Atlántica de la Zona Norte de España, en el mismo gráfico aparece la recta determinada por cuadrados mínimos la que tiene un coeficiente de correlación lineal de 0,56.

También en la Fig. 10 del citado artículo de Dalrymple, se presentan los gastos máxi-



PLANO DE SITUACION  
DE ESTACIONES DE AFOROS



ZONA	CUENCA
1-1	Norte de Espana - Vertiente Cantabrica
1-2	Norte de Espana - Vertiente Atlantica
2-1	Duero
2-2	Duero - Subcuenca del Sela
3	Tago
4	Guadiana
5	Guadalquivir
6	Sur de Espana
7	Jucar
8	Segura
9-1	Ebro hasta Zaragoza
9-2	Ebro desde Zaragoza hasta el mar
9-3	Ebro - Cauce del rio
10	Pirineo Oriental

Fig. 3

mos del Stony Creek con respecto a los del Big Piney Run de Pensilvania, y como puede observarse también es grande la dispersión de los datos.

Para probar la bondad del procedimiento se requería tratar gran número de casos con estaciones base de suficientes años de registro, resultando para tal fin muy adecuados los datos contenidos en el documentado y prolijo trabajo del Profesor Rafael Heras intitulado: "Métodos Prácticos de Estimación de Máximas Crecidas", publicado en dos voluminosos tomos por el Centro de Estudios Hidrográficos de España, este trabajo reúne los datos de más de 300 estaciones fluviométricas en todo el ámbito de la Península Ibérica con registros que partiendo de 1912 llegan hasta 1966.

## APLICACION A LOS RIOS DE ESPAÑA

### 3. Cuencas

En general se adoptó la regionalización que trae el trabajo ya citado del Dr. Heras y el cual corresponde a la división física del territorio peninsular que aparece en los Atlas de España desde el siglo pasado, solamente en algunas hoyas y por razones de lograr una mayor homogeneidad se han dividido en subcuencas, como es el caso de las cuencas de los ríos Ebro y Duero así como los que corresponden al Norte de España. A tal respecto cabe señalar que consultado recientemente el Dr. Heras sobre el presente trabajo, fue de opinión que sería conveniente dividir la cuenca inferior del Ebro,

separando los afluentes de la margen izquierda de los de la derecha.

Se anexa un mapa de la Península Ibérica en donde se muestran las catorce cuencas que se han considerado, así como la situación de las estaciones de aforo.

### 4. Períodos base

En el ámbito de la Península Ibérica se analizaron 306 estaciones de registro fluviométrico y por razones de homogeneidad, para tener en cada una de las catorce cuencas en que se dividió el territorio, un mismo período para todas las estaciones de la respectiva cuenca, y después de un detallado estudio de ellas con el auxilio, en muchos casos de diagramas de barras, se eligieron las correspondientes estaciones base con el resultado que se indica en la tabla correspondiente.

### 5. Valores estimados

A fin de completar las series para llevarlas a tener el mismo número de datos que los de la estación base, se estimaron valores para los años faltantes mediante el procedimiento preconizado en esta contribución. Se presenta como ejemplo la estimación de los gastos faltantes del río Aragón, perteneciente a la Cuenca Superior del Ebro.

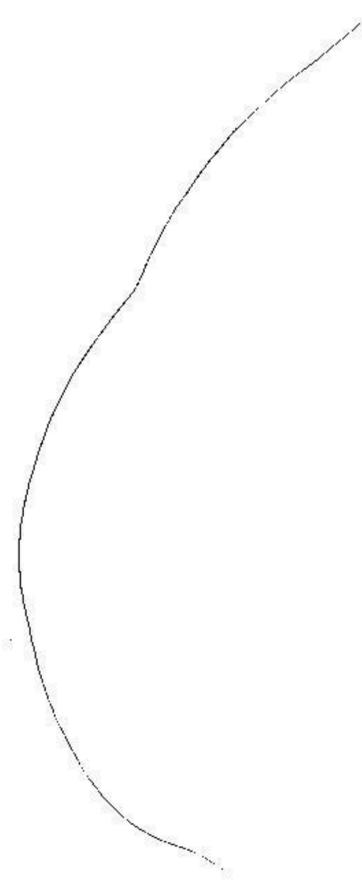
Se adoptó para toda la Zona 9 los registros del río Ebro en Zaragoza (Est. N° 11) con una serie de 48 años registrados y un gasto máximo anual medio de 2148 metros cúbicos por segundo. En los datos del río

Zona	Cuenca	Estación base	Años de registro	Q max. anual medio
1	Norte de España — Ambas zonas	Miño en Rebate	37	214
2	Duero — Ambas zonas	Duero en Garray	34	96
3	Tajo	Tajo en Bolarque	50	386
4	Guadiana	Guadiana en Benavides	51	1780
5	Guadalquivir	Guadalquivir en Mengibar	44	692
6	Sur de España	Guadiaro en Cent. Corchano	46	194
7	Júcar	Júcar en Masia de Mompo	52	339
8	Segura	Segura en Cieza	48	170
9	Ebro — Las tres zonas	Ebro en Zaragoza	48	2154
10	Pirineo Oriental	Cardoner en Cardona	51	56

Año	Río Ebro Zaragoza Est. base No. 11	Río Aragón en Yesa No. 101	Valores estimados	
1912	*****			
1913	1740.00	389.00		
1914	2066.00	273.00		
1915	1917.00	187.00		
1916	1987.00	243.00		
1917	1769.00	216.00		
1918	2140.00	204.00		
1919	2066.00	110.00		
1920	954.00	121.00		
1921	1398.00	185.00		
1922	2161.00	517.00		
1923	1591.00	459.00		
1924	1547.00	299.00		
1925	1917.00		408.13	
1926	2066.00		439.85	
1927	1913.00	492.00		
1928	*****			
1929	*****			
1930	3316.00	598.00		
1931	1469.00	1058.00		
1932	2195.00	331.00		
1933	1637.00	543.00		
1934	3158.00	850.00		
1935	2633.00	885.00		
1936	1824.00	367.00		
1937	3088.00		657.44	
1938	3333.00	605.00		
1939	2798.00	586.00		
1940	3434.00	622.00		
1941	2158.00		459.44	
1942	*****			
1943	1308.00		278.47	
1944	1943.00		413.66	
1945	1565.00		333.19	
1946	2180.00	598.00		
1947	2197.00	355.00		
1948	1475.00	315.00		
1949	1825.00	442.00		
1950	1971.00	576.00		
1951	3260.00	688.00		
1952	1365.00	398.00		
1953	2470.00	308.00		
1954	1480.00	531.00		
1955	2744.00	1308.00		
1956	1229.00	478.00		
1957	2003.00	593.00		
1958	2237.00	261.00		
1959	2790.00	296.00		
1960	4130.00	380.00		
1961	2570.00	385.00		
1962	2390.00	312.00		
1963	1970.00	434.00		
Promedios	2153.69	458.49		Factor de proporcionalidad 0.2129

Cuenca del Ebro-1 --Aragón en Yesa-- Est 101  
 Años de retorno según la serie decreciente de valores

Retorno	Variable
49.00	1308.00
24.50	1058.00
16.33	885.00
12.25	850.00
9.80	688.00
8.17	657.40
7.00	622.00
6.13	605.00
5.44	598.00
4.90	598.00
4.45	593.00
4.08	586.00
3.77	576.00
3.50	543.00
3.27	531.00
3.06	517.00
2.88	492.00
2.72	478.00
2.58	459.42
2.45	459.00
2.33	442.00
2.23	439.83
2.13	434.00
2.04	413.65
1.96	408.11
1.88	398.00
1.81	389.00
1.75	385.00
1.69	380.00
1.63	367.00
1.58	355.00
1.53	333.00
1.48	331.00
1.44	315.00
1.40	312.00
1.36	308.00
1.32	299.00
1.29	296.00
1.26	278.46
1.23	273.00
1.20	261.00
1.17	243.00
1.14	216.00
1.11	204.00
1.09	187.00
1.07	185.00
1.04	121.00
1.02	110.00



$$Q = b + \frac{y}{a}$$

$$y = -\text{LOG} \left[ -\text{LOG} \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

b= 345.878661789  
 a= 4.94068350878E-3  
 r= .981710041523

2,33	10	20	50	100	200
463	801	947	1136	1277	1418

Cuenca Superior del Ebro  
Afluentes hasta Zaragoza

Estaciones	$\frac{Q_{10}}{Q_{2,33}}$	$\frac{Q_{20}}{Q_{2,33}}$	$\frac{Q_{50}}{Q_{2,33}}$	$\frac{Q_{100}}{Q_{2,33}}$	$\frac{Q_{200}}{Q_{2,33}}$
Ega en Andosilla	1.59	1.85	2.18	2.43	2.67
Arga en Peralta	1.65	1.94	2.30	2.58	2.85
Aragon en Caparroso	1.47	1.67	1.93	2.12	2.31
Ega en Maranon	1.71	2.00	2.43	2.71	3.00
Jalon en Cetina	1.83	2.19	2.66	3.01	3.36
Jalon en Huermeda	1.77	2.11	2.54	2.86	3.19
Jiloca en Daroca	1.91	2.29	2.80	3.18	3.56
Gallego en Ardisa	1.65	1.94	2.30	2.58	2.85
Aragon en Jaca	1.66	1.95	2.32	2.59	2.87
Najerilla en Mansilla	1.91	2.30	2.82	3.20	3.58
Iregua en Villoslada	1.67	1.96	2.33	2.60	2.89
Iregua en Islallana	1.68	1.98	2.37	2.65	2.93
Najerilla en Torremontalvo	1.47	1.68	1.94	2.15	2.34
Pancrudo en Navarrete	2.05	2.51	3.10	3.54	3.98
Cidacos en Yanúguas	1.66	1.91	2.28	2.53	2.81
Tiron en Cuzcurrita	1.67	1.98	2.35	2.63	2.91
Jiloca en Morata de Jiloca	1.74	2.05	2.48	2.76	3.07
Jalon en Jubera	1.88	2.13	2.63	3.00	3.25
Gallego en Santa Eulalia	1.57	1.82	2.14	2.38	2.61
Veral en Binies	1.55	1.79	2.10	2.32	2.55
Esca en Sigues	1.52	1.75	2.04	2.26	2.47
Salazar en Aspurz	1.53	1.75	2.05	2.27	2.49
Irati en Liedena	1.48	1.69	1.95	2.15	2.35
Araquil en Asiain	1.44	1.63	1.88	2.06	2.24
Arga en Echauri	1.52	1.75	2.04	2.26	2.48
Urederra en Eraul	1.57	1.81	2.13	2.36	2.60
Ega en Estella	1.50	1.71	1.99	2.20	2.40
Onsella en Sanguesa	1.92	2.32	2.84	3.22	3.59
Zadorra en Arce	1.53	1.76	2.06	2.28	2.51
Ayuda en Berantevilla	1.70	2.02	2.41	2.70	3.00
Belagova en Isaba	1.53	1.76	2.08	2.29	2.51
Cemborain en Garinoain	1.67	1.94	2.33	2.61	2.89
Veral en Zuriza	1.48	1.70	1.96	2.17	2.35
Ubagua en Riezu	1.91	2.30	2.83	3.22	3.57
Zidacos en Barasoain	1.62	1.92	2.23	2.54	2.77
Aragon en Yesa	1.73	2.05	2.45	2.76	3.06
Huerva en Mezalocha	1.93	2.36	2.86	3.21	3.64
Gallego en Anzanigo	1.64	1.92	2.28	2.54	2.81
Huerva en Las Torcas	1.88	2.28	2.76	3.16	3.52
Piedra en Carenas	1.93	2.33	2.85	3.23	3.62
Jalon en Ateca	1.73	2.05	2.47	2.77	3.09
Linares en Igea	1.96	2.38	2.92	3.32	3.72
Alhama en Aguilar	1.75	2.08	2.47	2.81	3.11
Lumbreras en Lumbreras	1.52	1.76	2.03	2.28	2.48
Promedios	1.68	1.98	2.36	2.65	2.93

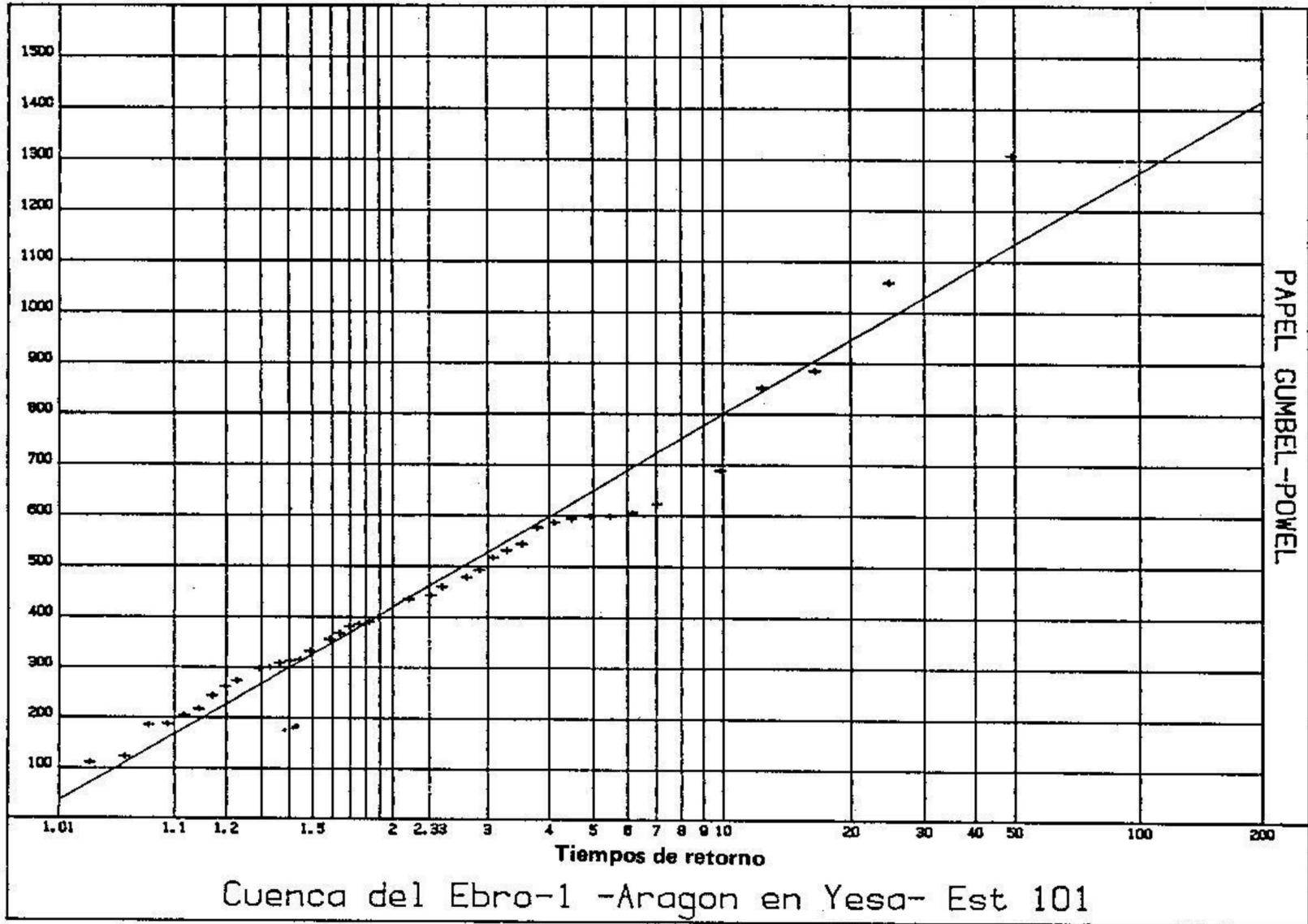


Fig. 4

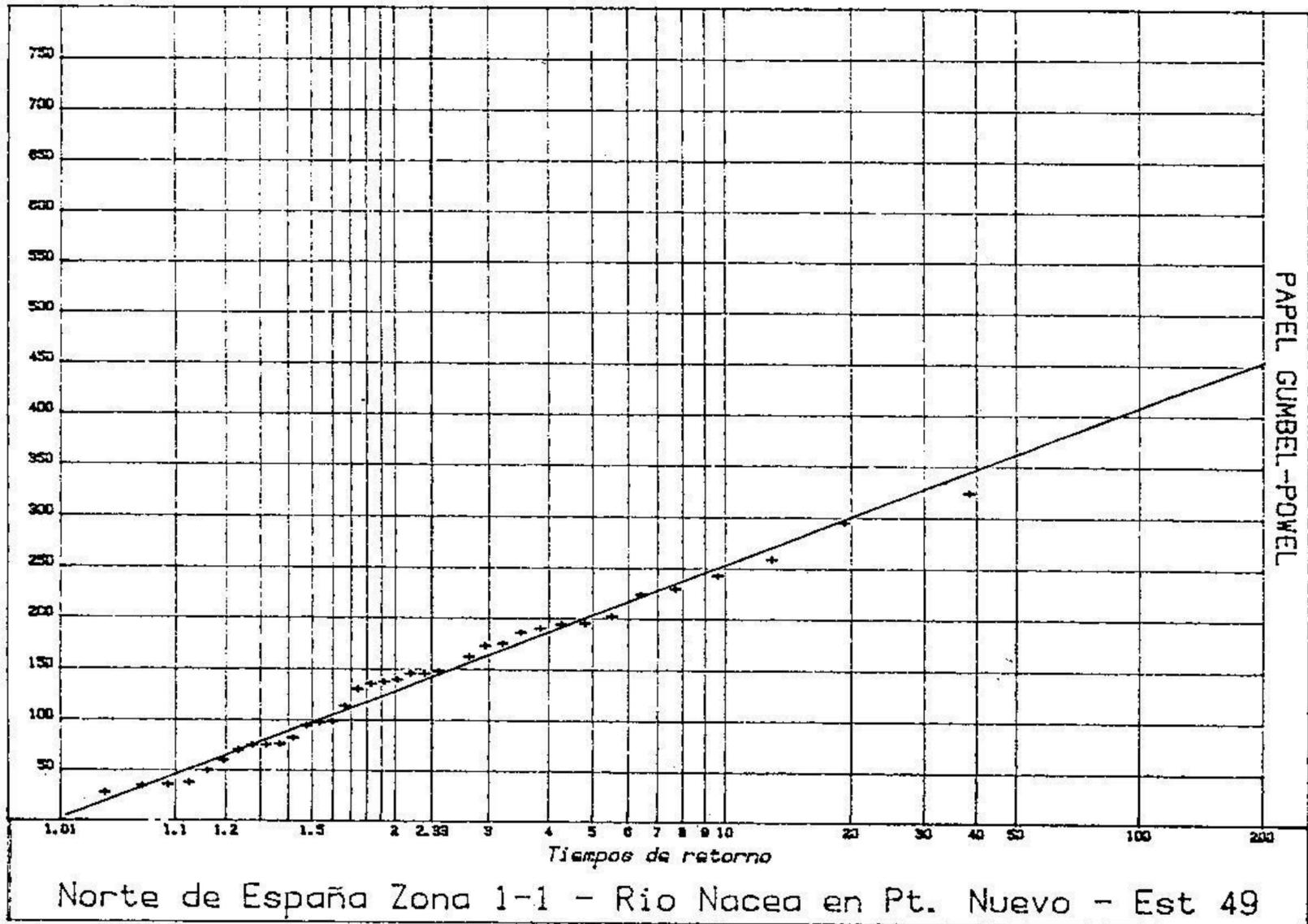


Fig. 5

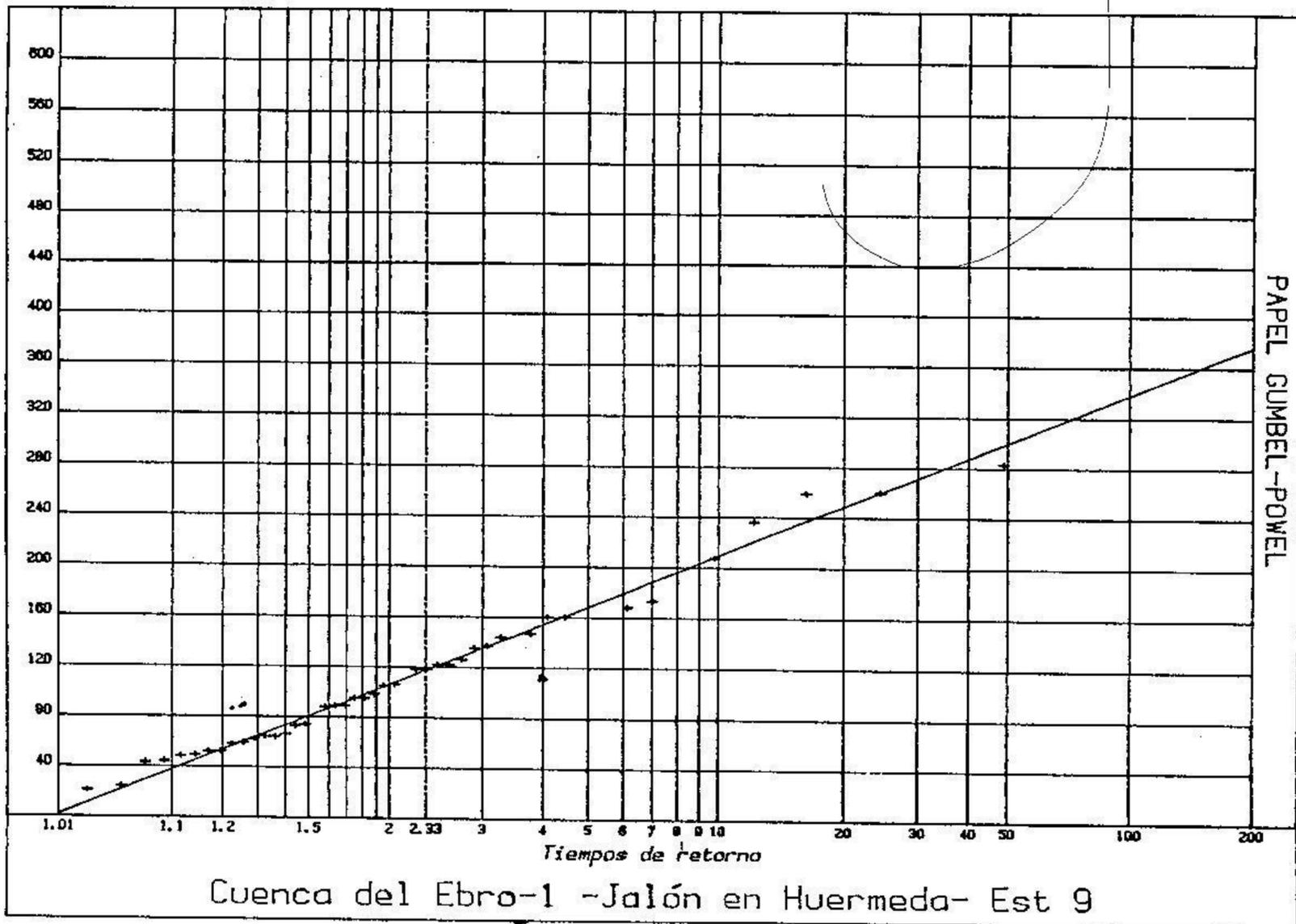


Fig. 6

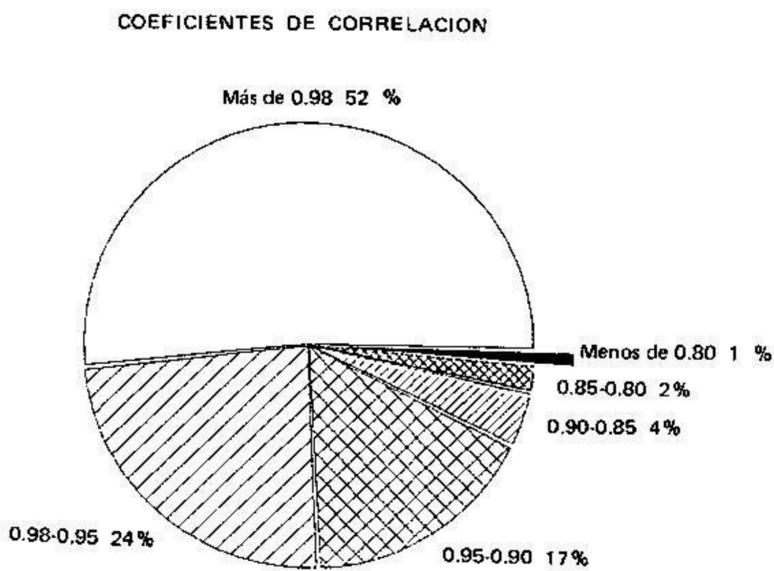


Fig. 7

$$\frac{458,49}{2153,69} = 0,2129$$

De la misma manera se procedió para las estaciones restantes.

### 6. Períodos de retorno

Los datos de las series así completadas o extendidas se ordenaron de mayor a menor y a sus valores se les asignó su respectivo período de retorno usando el criterio del Geological Survey, que también ha sido adoptado por Gumbel:

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

Donde,

- T = período de recurrencia en años
- n = número de años de registro (incluyendo los datos estimados)
- m = magnitud de la creciente, llevando la mayor el N° 1

Aragón faltan los años de 1925, 1926, 1937, y 1941 a 1945; el año 1942 así como los años 12, 28 y 29 faltan en ambas series y por lo tanto no se consideraron.

El gasto máximo anual medio de los valores registrados para el río Aragón es de 458,49 m<sup>3</sup>/s; así pues el factor de proporcionalidad para estimar los datos faltantes, según la modificación que en este trabajo se propone es:

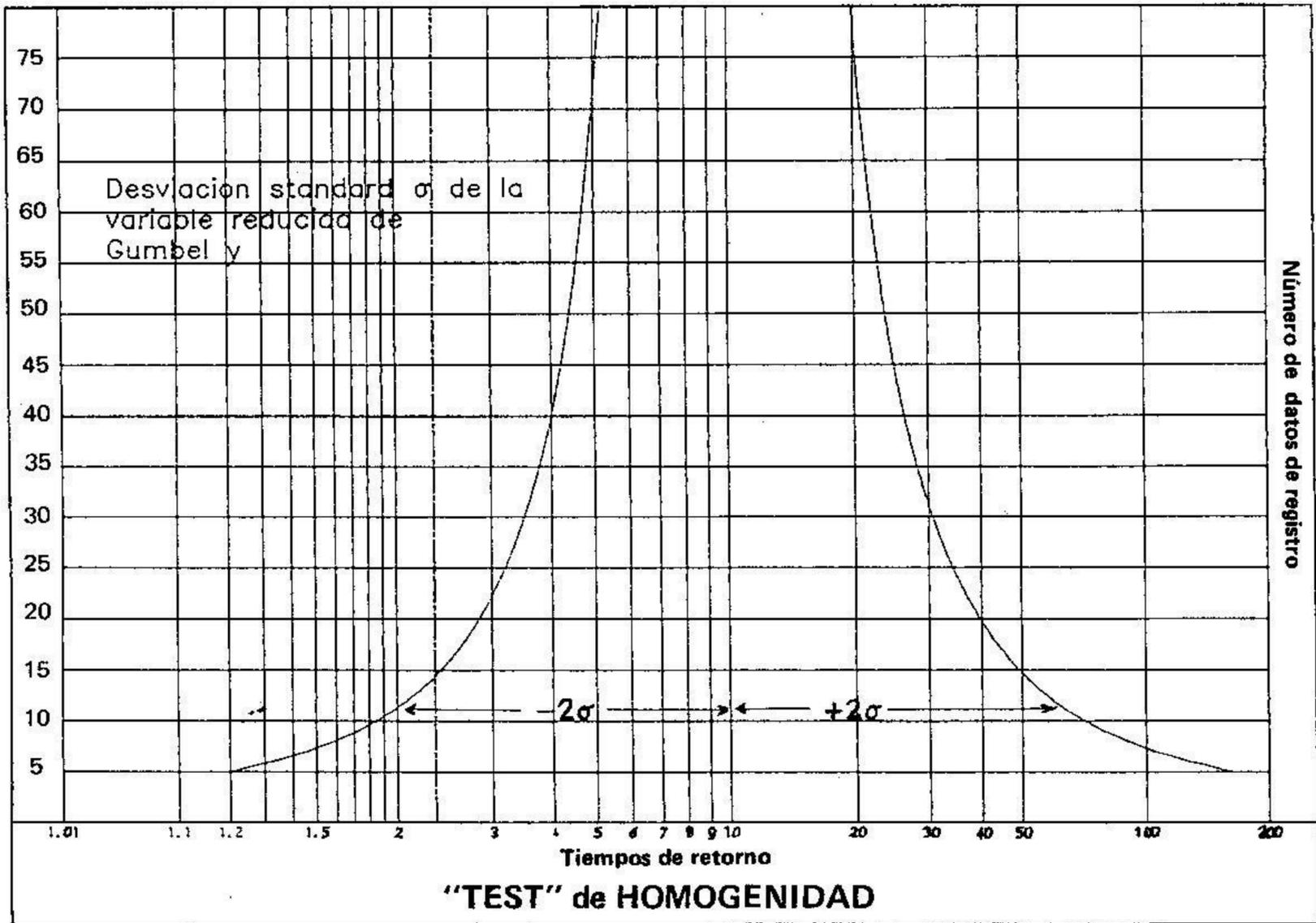


Fig. 8

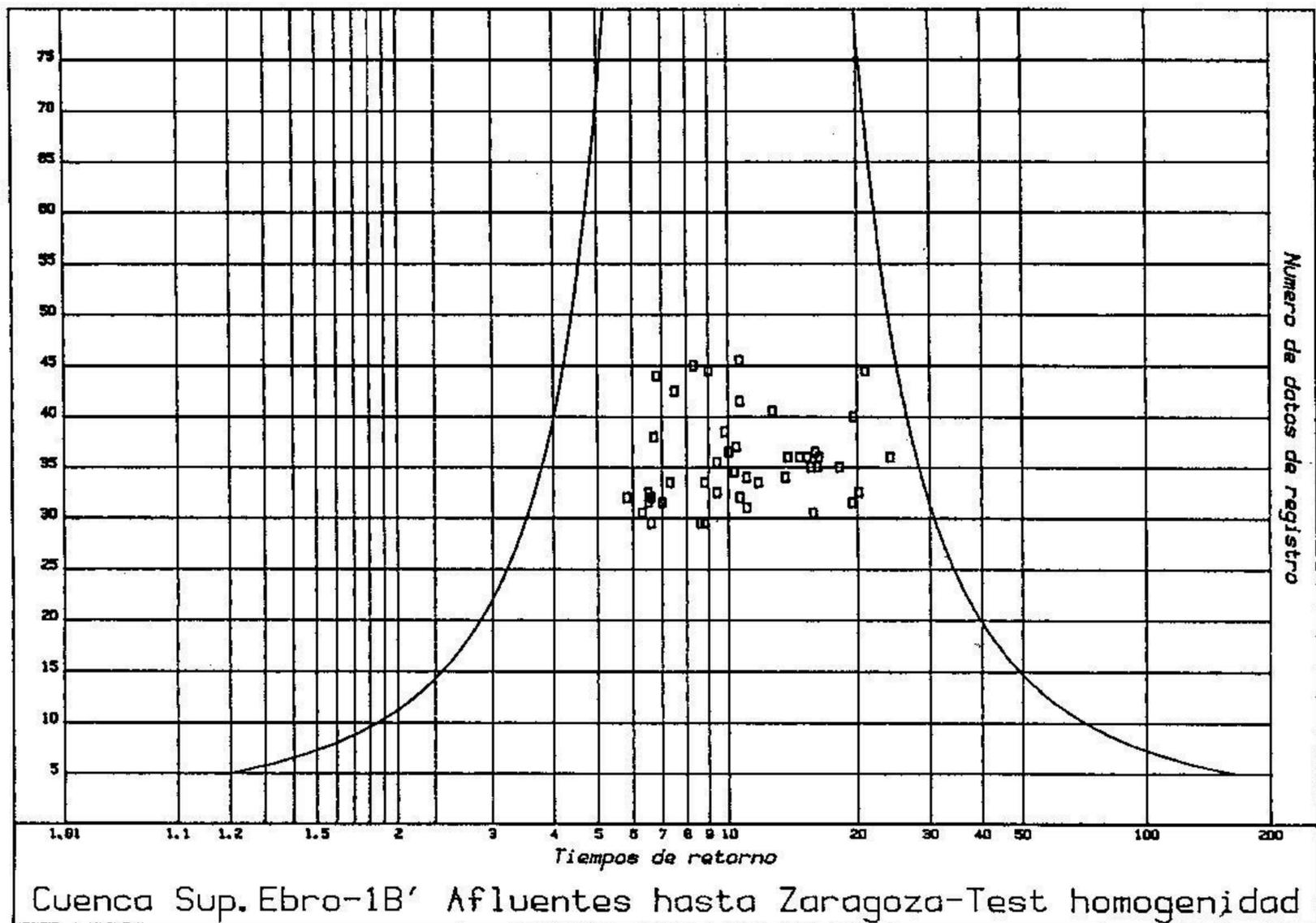


Fig. 9

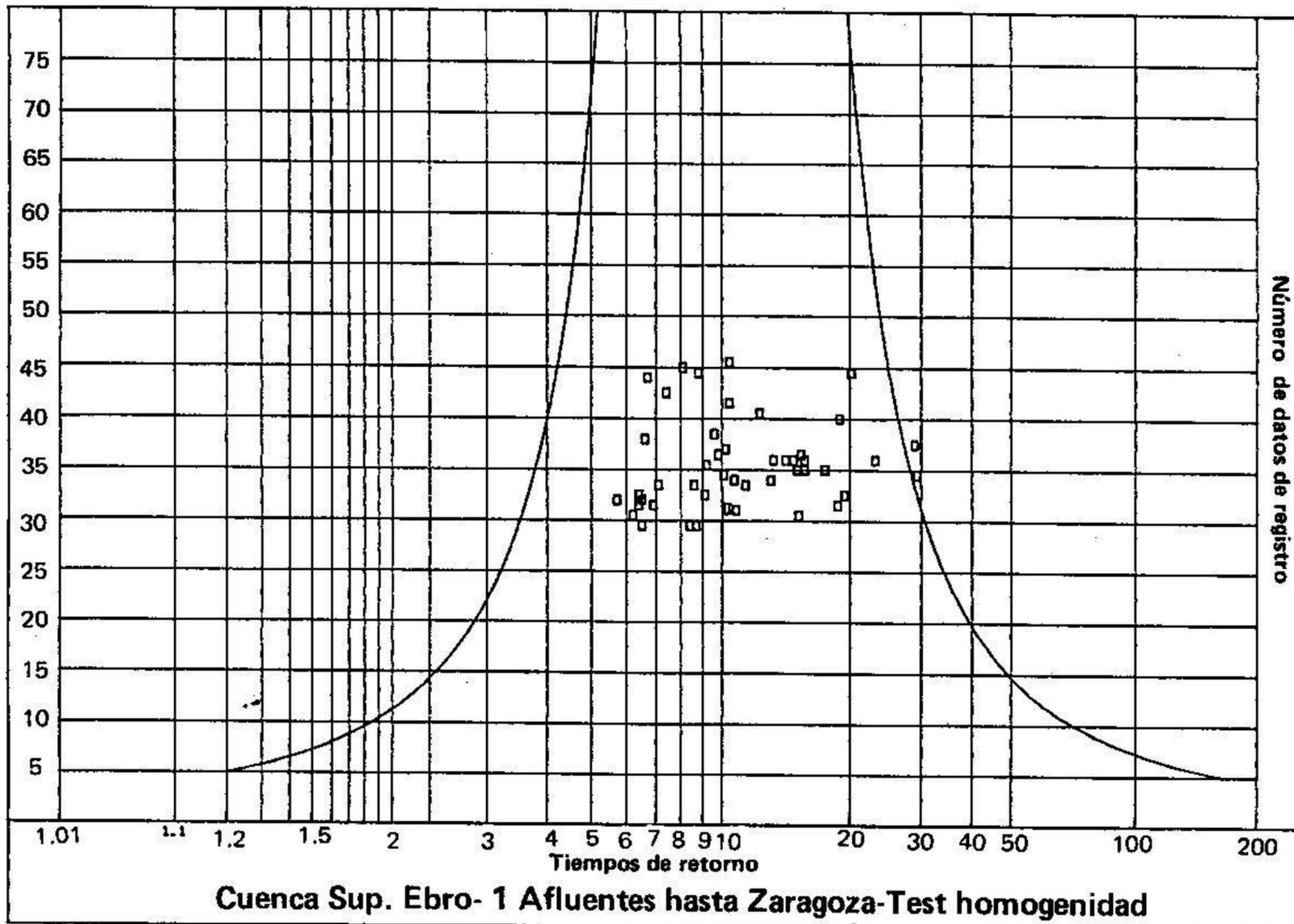


Fig. 10

En las tablas contenidas en el presente trabajo aparecen las series de datos extendidos ordenados en forma decreciente y los respectivos tiempos de retorno. También aparecen los valores para los tiempos de retorno determinados por cuadrados mínimo y en muchas estaciones el valor del coeficiente de correlación respectivo.

Debe señalarse que los valores estimados aparecen con decimales no así los valores realmente medidos.

Se anexa copia de la hoja referente al río Aragón en Yesa.

### 7. Curva Propia de Frecuencia

En papel Gumbel-Powell se dibujan los puntos representativos de los gastos líquidos máximos anuales *realmente medidos*, en función de los tiempos de retorno. Los va-

lores que se han estimado para completar las series no se dibujan.

Se traza la curva de frecuencia siguiendo la tendencia general de los puntos dibujados.

En el caso de los ríos de España, en altísimo número de las estaciones analizadas se encontró que los respectivos puntos se disponían siguiendo prácticamente una línea recta en el papel de Gumbel, por esta razón se prefirió usar el método de los mínimos cuadrados para definir estas curvas y no su trazado a sentimiento como aconseja Dalrymple en su artículo. Como ejemplo de ello se muestra lo referente a los ríos Nacea en Puente Nuevo y Jalón en Hermeda.

La alineación de los puntos a veces parece describir una senoide de poca amplitud que tiene como eje la recta definida por mínimos cuadrados, tal es el caso del río

Para cada estación de una zona en consideración se determinan los valores de los gastos líquidos para las recurrencias de 2,33 años ( $Q_{2.33}$ ) y de 10 años ( $Q_{10}$ ), calculando en cada una la relación  $\frac{Q_{10}}{Q_{2.33}}$ . Después se efectúa el promedio de estas relaciones. Multiplicando este promedio por el valor

de porcentajes que se acompaña. Lo es de 0,98 como se muestra en el gráfico 93% de ellos son mayores de 0,90 y un 52% los coeficientes de correlación, puesto que el recta media de la mayoría de los ríos peninsulares se confirma con los altos valores de La tendencia a alinearse conforme a una rectos promedios.

según opinión de Heras, por tres tramos Abres, estas sinusoides podrían sustituirse, Aragón en Yesa y el río Eo en San Tirso de

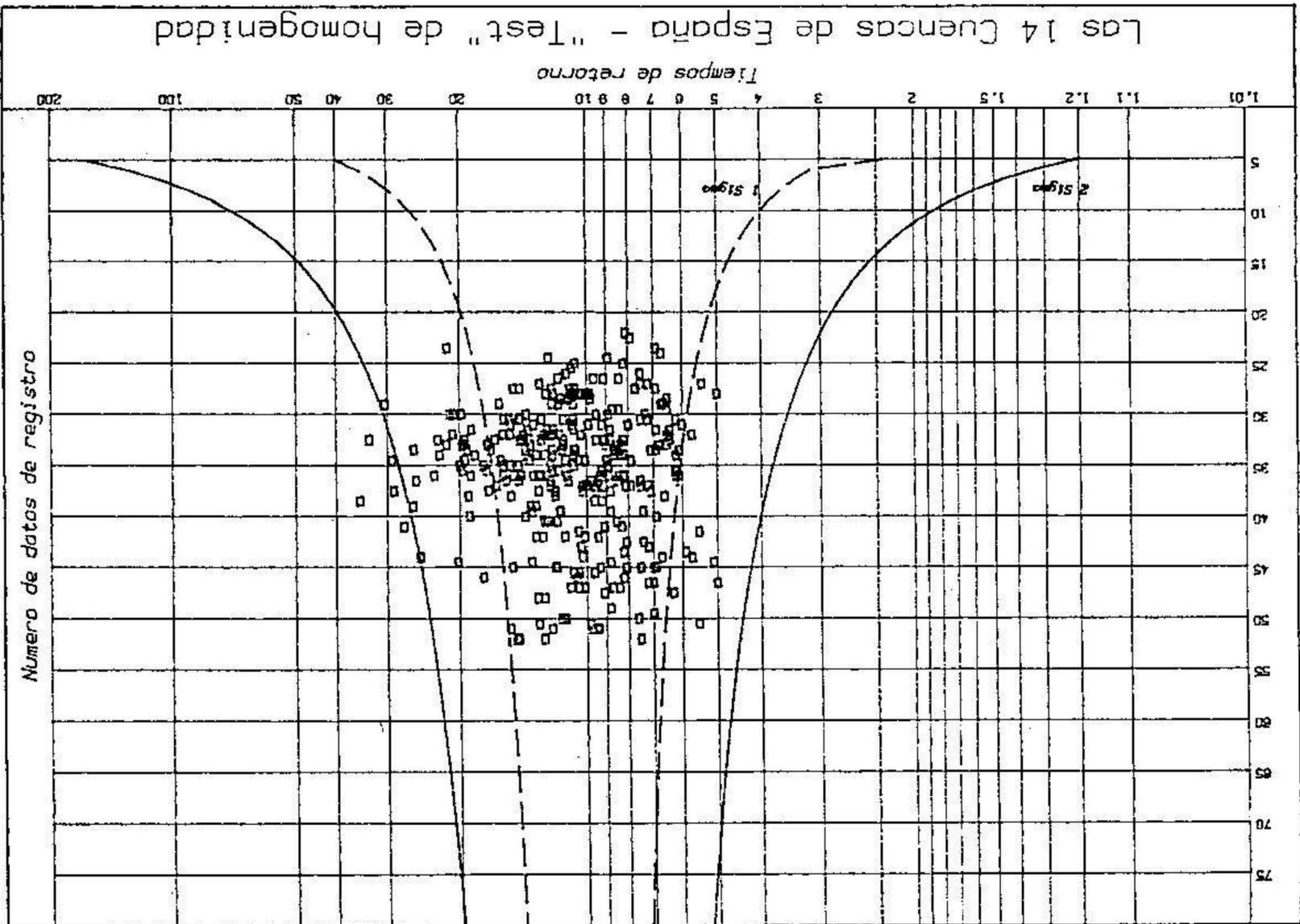
de registro es conveniente. usado en la homogeneización de los tiempos ción de Gumbel, sino que el procedimiento de la Península Ibérica siguen la distribución que no sólo que un gran número de los ríos con respecto a los gastos máximos anuales, Estas circunstancias permiten indicar, de porcentajes que se acompaña.

La tendencia a alinearse conforme a una rectos promedios. según opinión de Heras, por tres tramos Abres, estas sinusoides podrían sustituirse, Aragón en Yesa y el río Eo en San Tirso de

8. Prueba de homogeneidad

El "test" de homogeneidad se efectúa sobre un papel Gumbel-Powel en el cual se han trazado las curvas correspondientes a los 10 años de retorno más o menos dos veces la desviación "standard" de la variable reducida de Gumbel, estas curvas delimitan la franja de seguridad para la prueba de homogeneidad.

Fig. 11



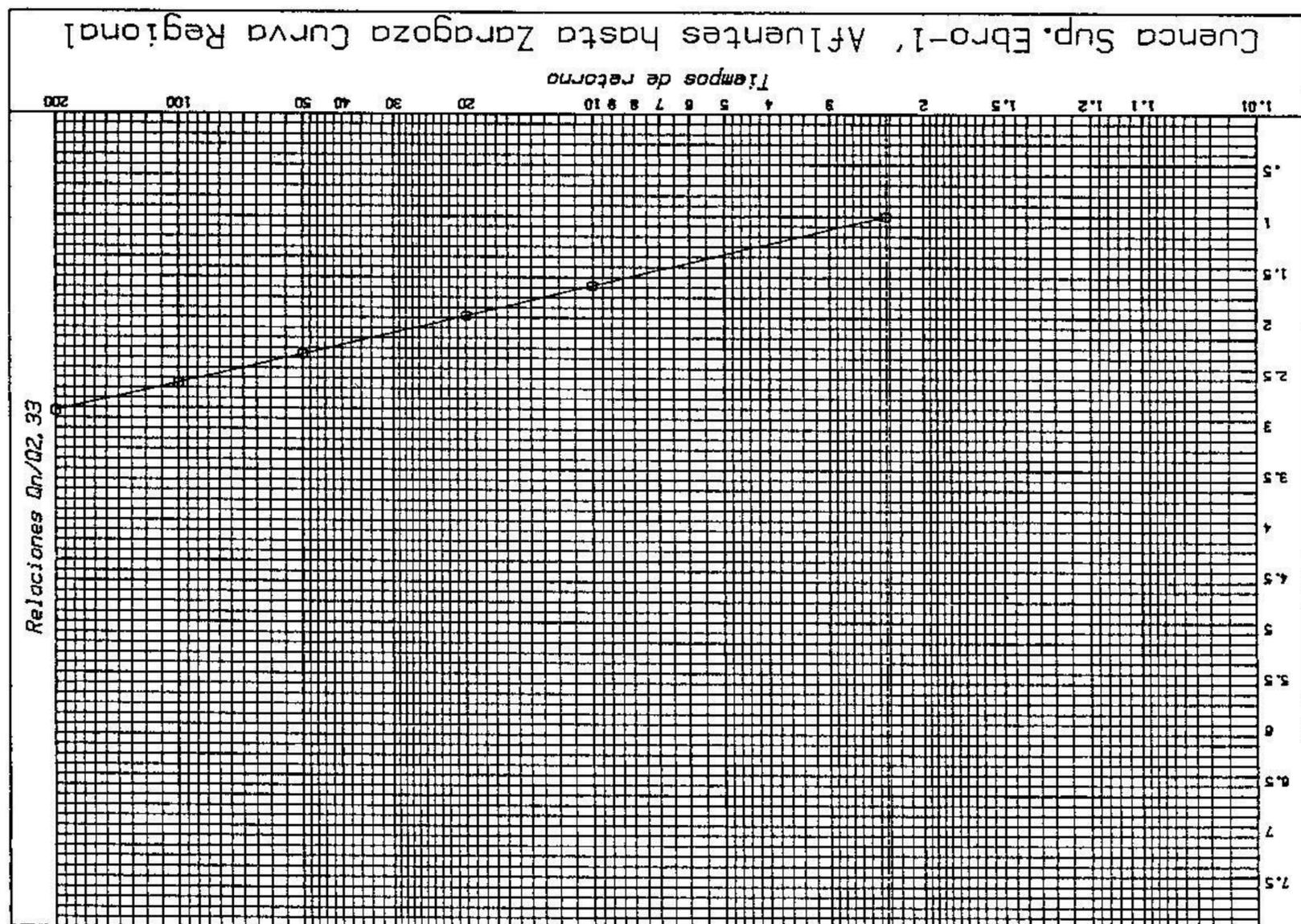
Para cada estación de la zona se calculan los valores de dividir el gasto líquido máximo anual, para diversas frecuencias,

**9. Curvas Regionales**

Como ejemplo véase los resultados obtenidos para la cuenca superior del Ebro y los mismos después de suprimir las dos estaciones que se salen del área de seguridad. También se anexa un gráfico en el que se han volcado los valores correspondientes a todas las estaciones analizadas en la Península Ibérica y como puede apreciarse, de las 301 que quedan dentro de la franja de seguridad prescrita por Darymple 263, o sea el 87%, quedan en el área limitada por solamente una desviación "standard" en ambos sentidos a partir de abscisa correspondiente a 10 años de retorno.

$Q_{2.33}$  de cada estación se obtiene el valor del gasto para la creciente de 10 años de frecuencia determinado por el Método de la Curva Regional. El valor de  $Q_{10}$  así determinado se lleva a la Curva Propia de Frecuencia de la estación en cuestión leyendo en ella el período de retorno correspondiente (el cual no necesariamente resulta igual a 10 años). Este período de retorno es el que se lleva al gráfico del "test" siendo la ordenada el promedio entre el número de años realmente medidos en la estación y el de la estación base de la zona. De las 306 estaciones analizadas de España, solamente salen fuera de la franja de seguridad de la prueba de homogeneidad 5 de ellas, lo cual indica que más del 98% de las estaciones se agrupan en zonas homogéneas.

Fig. 12



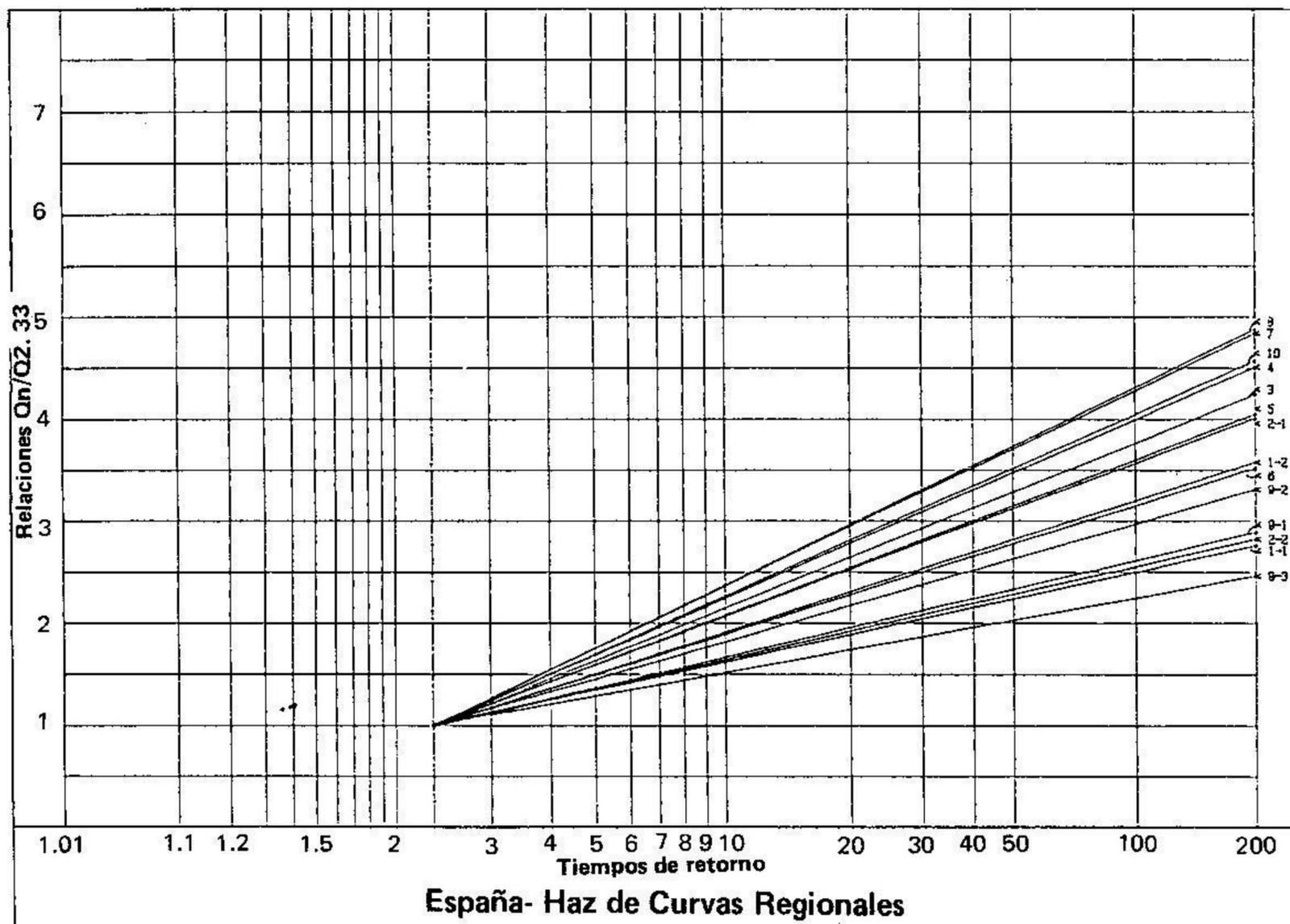


Fig. 13

por el que corresponde al retorno de 2,33 años.

Se determinan las medianas de estos valores para los diferentes períodos de retorno considerados y se dibujan en papel Gumbel-Powell. La curva trazada con estos puntos constituye la "Curva Regional" para la zona analizada. Se da como ejemplo la curva correspondiente a la Cuenca Superior del Ebro (Zona 9-1). También se ha preparado un gráfico que muestra un haz de todas las Curvas Regionales determinada para las diversas zonas contempladas en España.

Las Curvas Regionales dan los valores de las relaciones entre gastos líquidos para diferentes períodos de retorno y el gasto para la frecuencia de 2,33 años, siendo muy útiles para determinar con mayor certeza, en una cierta estación, los gastos de crecida para diversos retornos siempre que se conozca con bastante propiedad el valor  $Q_{2,33}$ .

Este valor puede determinarse con adecuada certeza mediante la Curva Propia de

Frecuencia de la estación en cuestión siempre que se tenga un registro de 12 o más años.

#### BIBLIOGRAFIA

1. BERNIER, J. "Sur l'application des diverses lois limites de valeurs extremes au probleme de debits de crue" La Houille Blanche N° 5, Grenoble Novembre 1956.
2. CHOW, VEN TE "Handbook of Applied Hydrology" McGraw-Hill Book Co. New York 1964.
3. DALRYMPLE, T. "Flood-Frequency Analyses" Geological Survey Water-Supply paper 1543-A, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1960.
4. GANDOLFO, José S. "Promoción de la Cuenca del Río Tuy - Soluciones Hidráulico-Fluviales para el Tramo Inferior" Informe para el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela, Buenos Aires Diciembre de 1964.
5. GUMBEL, E.J. "Flood estimated by probability method" Eng. News Rec. v 134 N° 24 pp 833-837 1945.
6. GUMBEL, E. J. "Méthodes graphiques pour l'analyse des debits de crue" La Houille Blanche N° 5 Grenoble Novembre 1956.

7. GUMBEL, E. J. "Statistics of Extremes" Columbia University Press, New York 1958.
8. HERAS, R. "Métodos Prácticos de Estimación de Máximas Crecientes" Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid 1870.
9. LINSLEY Jr., R. K.; KOHLER, M. A. and PAULHUS, J. L. H. "Hydrology for Engineers", McGraw-Hill Book Co. New York 1982.
10. SARDI SOCORRO, V. A. "Contribución al estudio de las frecuencias de crecientes máximas en los ríos del Norte de Venezuela", Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales de Venezuela, Boletín N° 76 Tercer Trimestre de 1967, Caracas.
11. SARDI SOCORRO, V. A. y MARTINEZ de la PLAZA, C. "Manual de procedimientos para el cálculo hidráulico-fluvial de puentes", Ministerio de Obras Públicas de Venezuela, Caracas 1972.
12. SIMCA, C.A. "Análisis Hidráulico-Fluvial de los Ríos Aricuaisá, Lora y Catatumbo en los sitios de puente", Caracas Junio de 1965.