

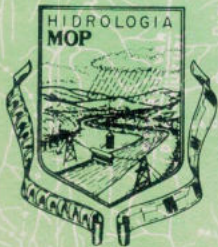
REPUBLICA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION DE INFORMACION BASICA



ESTUDIO HIDROLOGICO DEL RIO CURUPAO

ESTADO MIRANDA

MARZO 1976



DIVISION DE HIDROLOGIA

# INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	1
2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA CUENCA .....	1
3. INFORMACION DISPONIBLE .....	1
3.1 Pluviometría .....	1
3.2 Hidrometría .....	2
4. RENDIMIENTO MEDIO DE LA CUENCA .....	3
5. CURVA DE EXTRACCION-AIMACENAMIENTO .....	4
6. CRECIENTES .....	5
6.1 Caudales Máximos Instantáneos .....	5
6.1.1 Metodología .....	5
6.1.2 Calibración del Modelo .....	5
6.1.3 Aplicación del Modelo al Río Curupao .....	5
6.1.4 Análisis de Frecuencia .....	6
6.2 Hidrogramas .....	7
6.2.1 Hidrograma Unitario .....	7
6.2.2 Hidrogramas Totales .....	9
7. RESULTADOS .....	9

## 1. INTRODUCCION

Con miras a satisfacer los requerimientos de agua para uso doméstico e industrial de la Zona Guarenas-Guatire, se ha estudiado la cuenca del río Curupao como posible fuente de abastecimiento.

En el presente trabajo se estima el rendimiento medio de la cuenca, la relación extracción - almacenamiento y las crecientes a esperarse en el posible sitio de presa.

El estudio fué realizado en la División de Hidrología de la Dirección General de Recursos Hidráulicos .

## 2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA CUENCA

El río Curupao está formado por la confluencia del río Mesa y la Qda. Oris\_\_  
mao, los cuales tienen una longitud de 5,2 y 7,8 Km respectivamente, continuan\_\_  
do el río Curupao con un tramo de 3,5 Km hasta el sitio Puente Guairita, lugar  
del estudio. La cuenca del río hasta el puente tiene un área de 42 Km<sup>2</sup>.

## 3. INFORMACION DISPONIBLE

### 3.1 Pluviometría

Dentro de la cuenca del río Curupao existen dos estaciones pluviométricas, Curupao Estanque y Curupao Planta, ambas pertenecientes a la C.A. La Electricidad de Caracas y con datos disponibles para el período 1955-1965.

En los alrededores de la cuenca se encuentran las siguientes estaciones:

TABLA N° 1

Estación	Período	$\bar{P}$ (mm)
Guarenas	1955-1974	818
Guatire	1955-1974	931
Tacamahaca	1955-1973	1163
Macanillal	1955-1973	1276

Debido al corto período disponible para las estaciones: Curupao Estanque y Planta, con una precipitación promedio de 885 y 857 mm respectivamente, se ajustaron dichos valores al período 1955-1974 mediante la curva diferencial de masas de la estación Guarenas (Anexo N° 1), obteniéndose una precipitación media anual igual a 856 mm para Curupao Estanque y 829 mm para Curupao Planta.

En el Plano N° 1 se presenta el Mapa Isoyético ajustado al período 1955-1974, de dicho mapa se estima una precipitación media anual de 860 mm sobre la cuenca.

### 3.2 Hidrometría

En el curso del río Curupao no existen registros de niveles, sólo se dispone de 36 aforos practicados entre junio de 1966 y diciembre de 1968 en el sitio Puente Guairita.

En cuanto a las cuencas vecinas se tienen registros de las siguientes

cuencas:

TABLA N° 2

Sitio	Período
Río Guatire en Hda. La Margarita	1962-1970
Río Grande en Carpintero	1962-1973
Río Tacamahaca en Tacamahaca	1950-1967

#### 4. RENDIMIENTO MEDIO DE LA CUENCA

La estimación del rendimiento de la cuenca se hizo en base a los aforos en el sitio Puente Guairita, para lo cual se elaboró una curva de duración de caudales con tales aforos. Puesto que los aforos realizados reflejan sólo un período de 36 meses (junio 1966-diciembre 1968) se hizo un ajuste de la curva para abarcar un período más largo a partir de los registros existentes en cuencas adyacentes a tal efecto se utilizó el registro del río Guatire en Hda. La Margarita, cubriéndose así el período 1962-1970 (9 años).

El ajuste se realizó elaborando las curvas de duración de caudales medios mensuales del río Guatire para los dos períodos, junio 1966-diciembre 1968 y enero 62-Diciembre 70,(Anexo N°2); para diferentes probabilidades se obtuvo la relación entre el caudal del río Guatire correspondiente a la curva de 9 años de registros y aquel para la curva de 36 meses, este factor se aplicó al caudal del río Curupao obtenido, para la probabilidad considerada, a partir de la curva de duración de dicho río (Anexo N°2).

Con los nuevos valores ya ajustados al período de 9 años, se construyó la curva de duración de caudales del río Curupao para el lapso 1962-1970 (Gráfico

Nº 1 de los resultados). Por integración de esta última curva se estimó el rendimiento medio del río en  $0,38 \text{ m}^3/\text{seg}$ , aproximadamente 12 mill  $\text{m}^3$  por año.

## 5. CURVA DE EXTRACCION-ALMACENAMIENTO

Para hacer una estimación de las posibilidades de aprovechamiento de la cuenca del río Curupao en cuanto al almacenamiento requerido para satisfacer una determinada demanda, se analizaron cuencas vecinas y mediante relaciones regionales se obtuvieron 3 curvas de extracción-almacenamiento bajo diferentes criterios cada una de ellas (Ref. 1).

El método aplicado para tal efecto es el siguiente: para cada una de las cuencas cercanas que poseen registros hidrométricos, se obtuvo la curva de extracción-almacenamiento y la curva de duración de caudales, en cada caso se transformó la primera de estas curvas a una relación adimensional de la forma  $S/\bar{V}$  vs  $B-M/\bar{Q} - B$ , siendo  $S$  el almacenamiento requerido para satisfacer una determinada demanda  $B$ ;  $\bar{V}$  el volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca,  $M$  el caudal superado el 99% del tiempo, obtenido a partir de la curva de duración, (Anexo Nº 3), y  $\bar{Q}$  el caudal medio del río. El análisis se hizo con los ríos Tacamahaca en Tacamahaca, Guatire en Hda. La Margarita y Grande en Carpintero. Se obtuvieron así tres curvas adimensionales (Anexo Nº 4) a partir de las cuales se determinó una tendencia promedio considerada representativa de la zona, una tendencia máxima y una mínima. Los pares de valores  $S/\bar{V}$  vs  $B-M/\bar{Q} - B$  para las tres curvas adoptadas se presentan en la Tabla-Anexo Nº 5. Con los valores de caudal medio ( $0,38 \text{ m}^3/\text{seg}$ ) y caudal superado 99% del tiempo ( $0,06 \text{ m}^3/\text{seg}$ ), estimados para el río Curupao en base a la curva de duración ajustada al período

1962-1970, se obtuvo la curva de extracción-almacenamiento para cada una de las tres alternativas de tendencias presentadas, lo cual se traduce en alternativas de rendimiento máximo, medio y mínimo a esperarse.

En el Gráfico N° 2 de los Resultados se presentan las curvas correspondientes.

## 6. CRECIENTES

### 6.1 Caudales Máximos Instantáneos

#### 6.1.1 Metodología

Debido a la carencia de registros en la zona, el estudio de caudales máximos instantáneos a esperarse con determinadas frecuencias, se realizó mediante simulación hidrológica utilizando el Modelo MSC elaborado en la División de Hidrología, el cual es una adaptación del Hydrocomp Simulation Programming (HSP) para reproducir crecientes a partir de las tormentas originarias.

#### 6.1.2 Calibración del Modelo

La determinación de los parámetros a utilizarse en la cuenca del río Curupao se hizo mediante calibración del modelo con crecientes registradas en el río Guatire, simulando a partir de los datos de precipitación de la estación Guatire. Reproduciendo las crecientes se obtuvo un conjunto de parámetros del suelo, los cuales se adoptaron como representativos de la zona.

#### 6.1.3 Aplicación del Modelo al Río Curupao

Para la generación de las crecientes del río Curupao se utilizó el registro de precipitación de la estación Guarenas para el período 1950-1973 excluyendo el año 1972 por problemas de registro; se consideró en cada año que la mayor tormenta produce la mayor creciente.

En la tabla siguiente se presentan los caudales máximos instantáneos obtenidos.

TABLA N° 3

Fecha	Q(m <sup>3</sup> /seg)	Fecha	Q(m <sup>3</sup> /seg)
26 Nov. 1950	87	13 Jun. 1964	7
22 Jun. 1951	12	16 Jun. 1965	31
08 Jul. 1952	26	25 Jul. 1966	21
26 Sep. 1953	64	05 Ago. 1967	57
24 May. 1954	25	18 May. 1968	21
13 Sep. 1955	30	17 Ago. 1969	39
29 Ago. 1956	14	10 Jul. 1970	62
05 Nov. 1957	12	26 Ago. 1971	21
03 Jul. 1958	44	22 Abr. 1973	19
25 Jul. 1959	42		
11 Ago. 1960	40		
01 Sep. 1961	24		
29 Ago. 1962	41		
18 Sep. 1963	5		

#### 6.1.4 Análisis de Frecuencia

Para estimar los caudales máximos instantáneos para determinadas frecuencias, se completó la serie 1950-1973 estimando el año 1972 en base a correlación de caudales de igual orden (m) con el río Guatire, obteniéndose un valor aproximado de 26 m<sup>3</sup>/seg (m=12).

La serie de 23 valores se llevó a papel de probabilidades con distribución Gumbel, aproximándose los puntos a una recta mediante ajuste visual.

A continuación se presentan los caudales obtenidos para las frecuencias convencionales:

TABLA N° 4

TR (años)	Q (m <sup>3</sup> /seg)
2,33	32
5	50
10	62
25	80
50	92
100	104

El Gráfico N°3 muestra la distribución de los puntos respecto al período de retorno y la recta de ajuste adoptada.

## 6.2 Hidrogramas

### 6.2.1 Hidrograma Unitario

Para la cuenca del río Curupao se obtuvo un hidrograma unitario sintético basándose en el Método de F.F. Snyder, modificado por Langbein y las crecientes registradas en el río Guatire.

Este método consiste en la deducción de una curva adimensional típica para la zona, que expresa la variación de la relación  $Q_{\text{acum.}}/Q_{\text{límite}}$  en función de la relación  $t/t_v$ , siendo:  $Q_{\text{límite}}$  el escurrimiento máximo que produce una serie indefinida de lluvias unitarias efectivas, y  $t_v$  el tiempo transcurrido hasta la ocurrencia del 50% del escurrimiento; dicha curva (Anexo N° 6) se elaboró a partir del hidrograma unitario de 1 hora de duración del río Guatire, siendo, en este caso,  $Q_{\text{límite}} = 28,3 \text{ m}^3/\text{seg}.\text{mm}$  y  $t_v = 3,75$  horas. Para el río Curupao se calculó un  $Q_{\text{límite}} = 11,66 \text{ m}^3/\text{seg}$  y un  $t_v = 3,35$ , valor obtenido calculando  $t_r$  según la ecuación =

$$t_r = Ct (L \times Lca)^{0,3}$$

donde: L = longitud del cauce principal

Lca = longitud medida sobre el cauce principal desde un punto próximo al centro de gravedad de la cuenca

hasta el punto de estudio.

$C_t$  = coeficiente considerado constante para una zona relativamente homogénea.

$C_t$  se obtuvo para el río Guatire conociendo  $t_r = 3,25$  h ( $t_r = t_v - \frac{D}{2}$ ),  $L = 14$  Km y  $L_{ca} = 7$  Km, resultando  $C_t = 0,821$ , introduciendo este valor de nuevo en la ecuación con los datos del río Curupac ( $L = 11,5$  Km y  $L_{ca} = 5,5$  Km) se calculó un tiempo de retardo de 2,85 horas, en base al cual resultó  $t_v = 3,35$  horas, ( $t_r + \frac{D}{2}$ ).

Con los valores de  $q_{límite}$  y  $t_v$  se entró en la curva y después de desacumular, resultó el siguiente hidrograma unitario para el río Curupao.

TABLA N° 5

HIDROGRAMA UNITARIO

t (horas)	q (m <sup>3</sup> /seg. mm)
0	0
1	0,58
2	2,33
3	3,38
4	2,92
5	0,90
6	0,61
7	0,42
8	0,28
9	0,16
10	0,07
11	0

En el Gráfico N°4 se presenta el hidrograma unitario resultante.

### 6.2.2 Hidrogramas Totales

Los hidrogramas de las crecientes para las diferentes frecuencias se obtuvieron a partir del hidrograma unitario y los caudales máximos instantáneos calculados anteriormente. Estos hidrogramas totales se muestran el Gráfico N° 5.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de las principales características de las crecientes para diferentes frecuencias.

TABLA N° 6

#### CARACTERISTICAS DE LOS HIDROGRAMAS TOTALES

TR (años)	Q máx (m <sup>3</sup> /seg)	Vol (mill m <sup>3</sup> )
2,33	32	0,395
5	50	0,617
10	62	0,765
25	80	0,988
50	92	1,136
100	104	1,284

## 7. RESULTADOS

Las características generales de la cuenca y los resultados del estudio se resumen a continuación:

Area de la cuenca .....	42 Km <sup>2</sup>
Longitud del cauce .....	11,5 Km
Precipitación media anual sobre la cuenca .....	940 mm
Rendimiento medio .....	0,38 m <sup>3</sup> /seg
Rendimiento medio anual .....	12 mill m <sup>3</sup>
Caudal superado 99% del tiempo .....	0,06 m <sup>3</sup> /seg
Pico del hidrograma unitario .....	3,60 m <sup>3</sup> /seg

Creciente de Tr = 2,33 años	Qp. .... 32 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 0,395 mill m <sup>3</sup>
Creciente de Tr = 5 años	Qp. .... 50 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 0,617 mill m <sup>3</sup>
Creciente de Tr = 10 años	Qp. .... 62 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 0,765 mill m <sup>3</sup>
Creciente de Tr = 25 años	Qp. .... 80 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 0,988 mill m <sup>3</sup>
Creciente de Tr = 50 años	Qp. .... 92 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 1,136 mill m <sup>3</sup>
Creciente de Tr = 100 años	Qp. .... 104 m <sup>3</sup> /seg.
	Vol. .... 1,284 mill m <sup>3</sup>

Los resultados en forma gráfica se presentan en la siguiente forma:

- Gráfico N°1 Curva de duración del río Curupao
- Gráfico N°2 Curvas de Extracción-Almacenamiento
- Gráfico N°3 Curva de Frecuencia de Caudales máximos instantáneos
- Gráfico N°4 Hidrograma Unitario
- Gráfico N°5 Hidrogramas Totales

REFERENCIA:

- (1) Hydrologic Networks and Methods - Flood Control Series N° 15  
UNITED NATIONS.

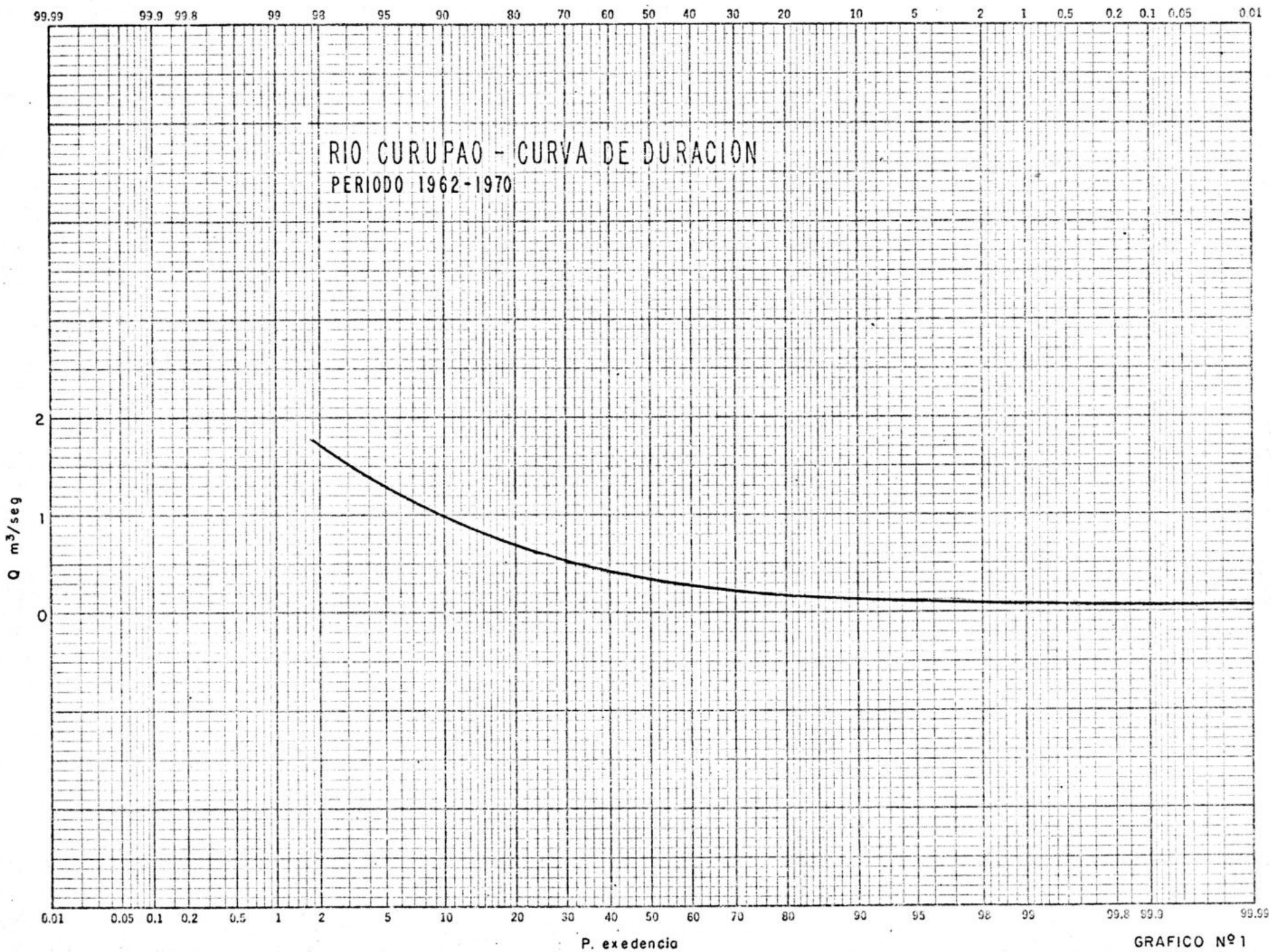
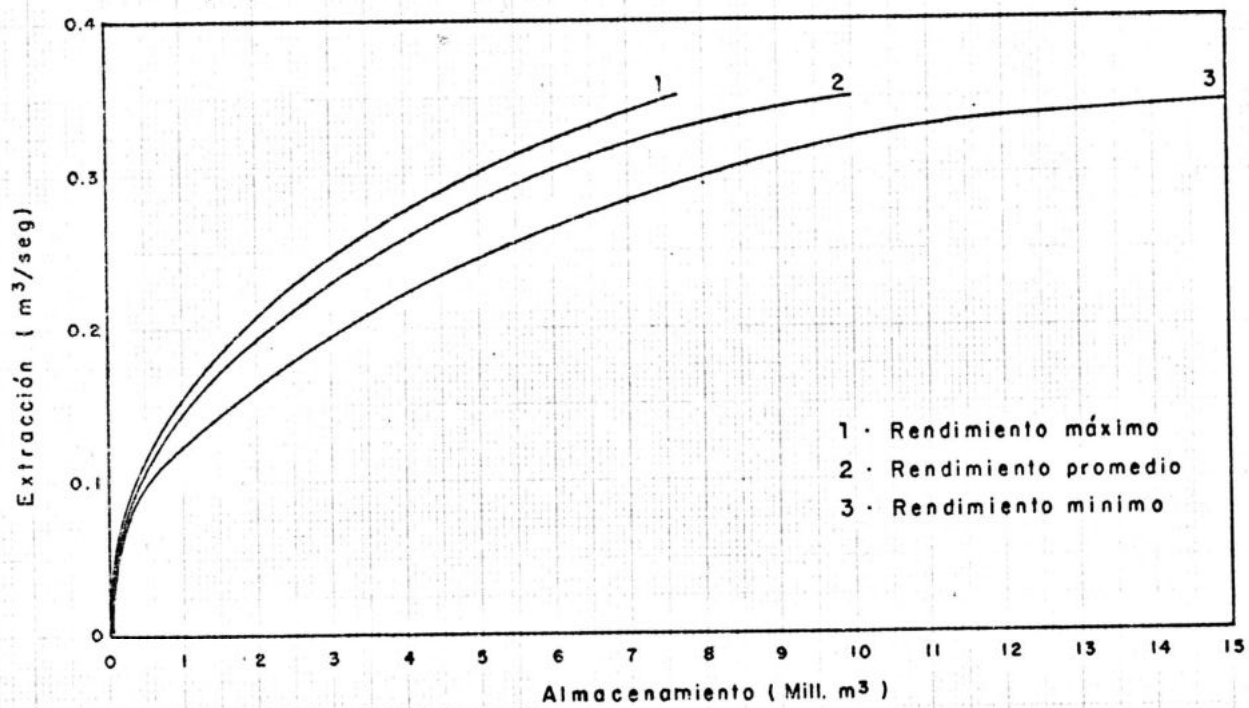


GRAFICO Nº 1

# RIO CURUPAO EN GUARENAS

## CURVA DE EXTRACCION - ALMACENAMIENTO



# CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS

Period 1950 - 1973

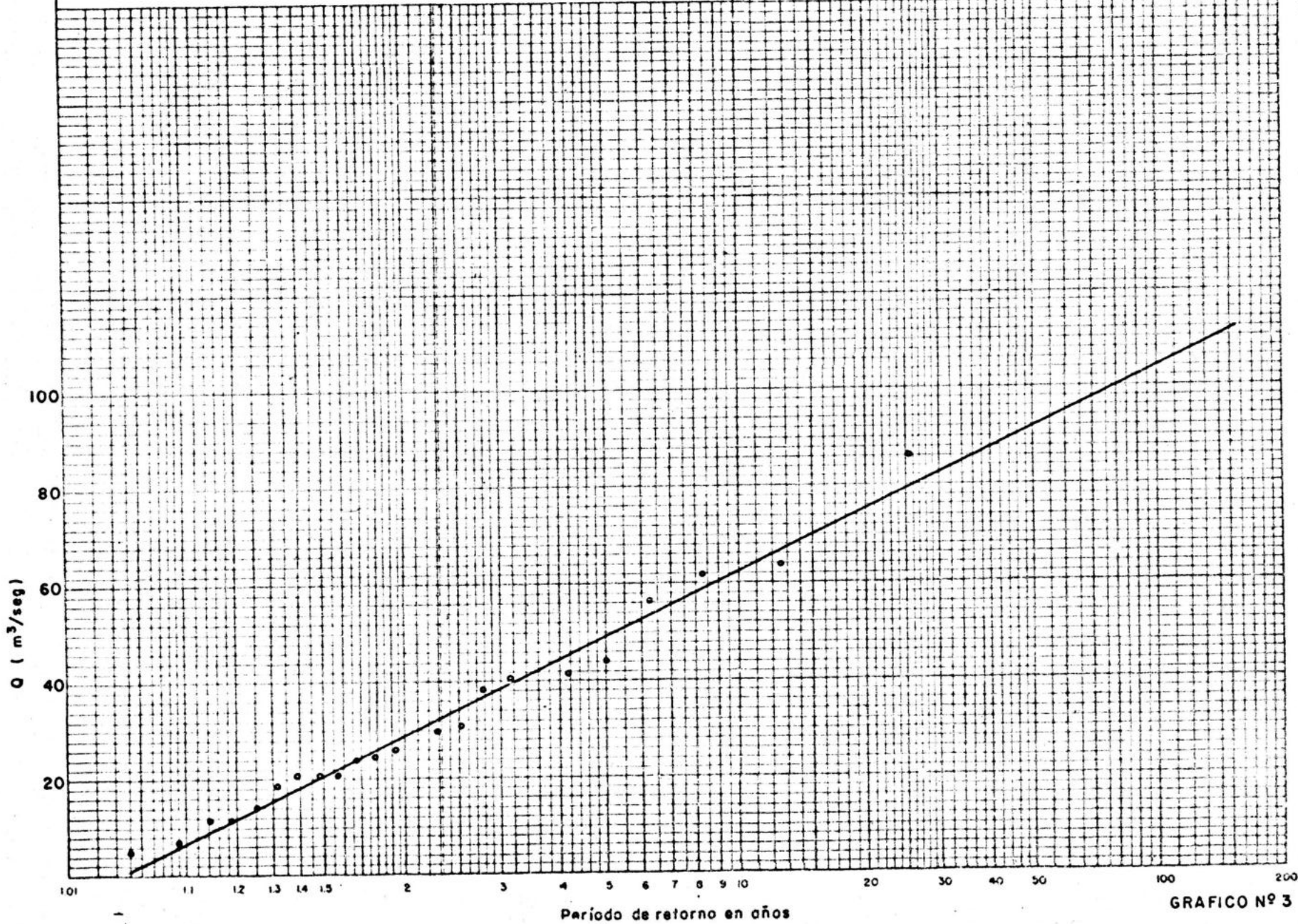
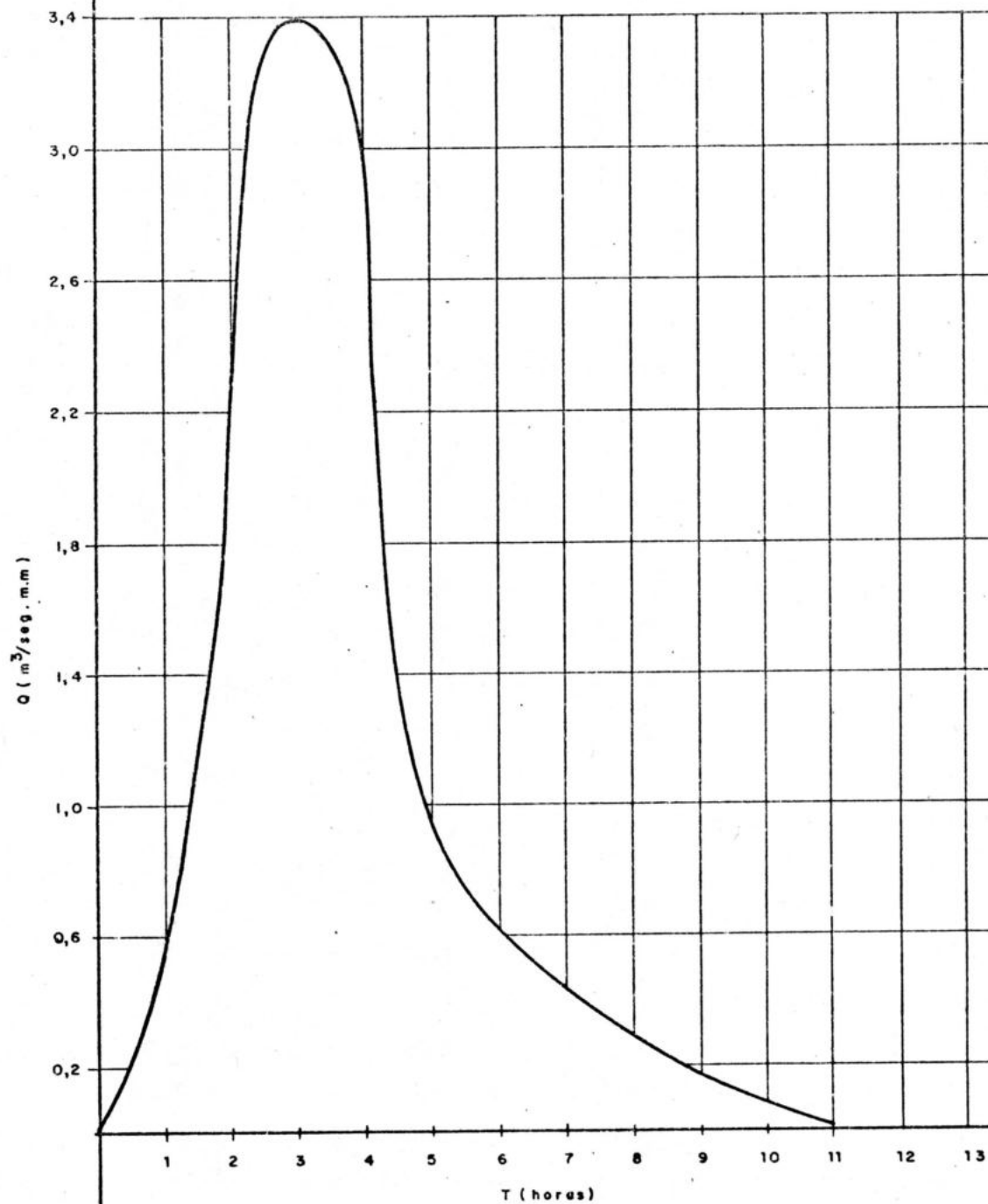
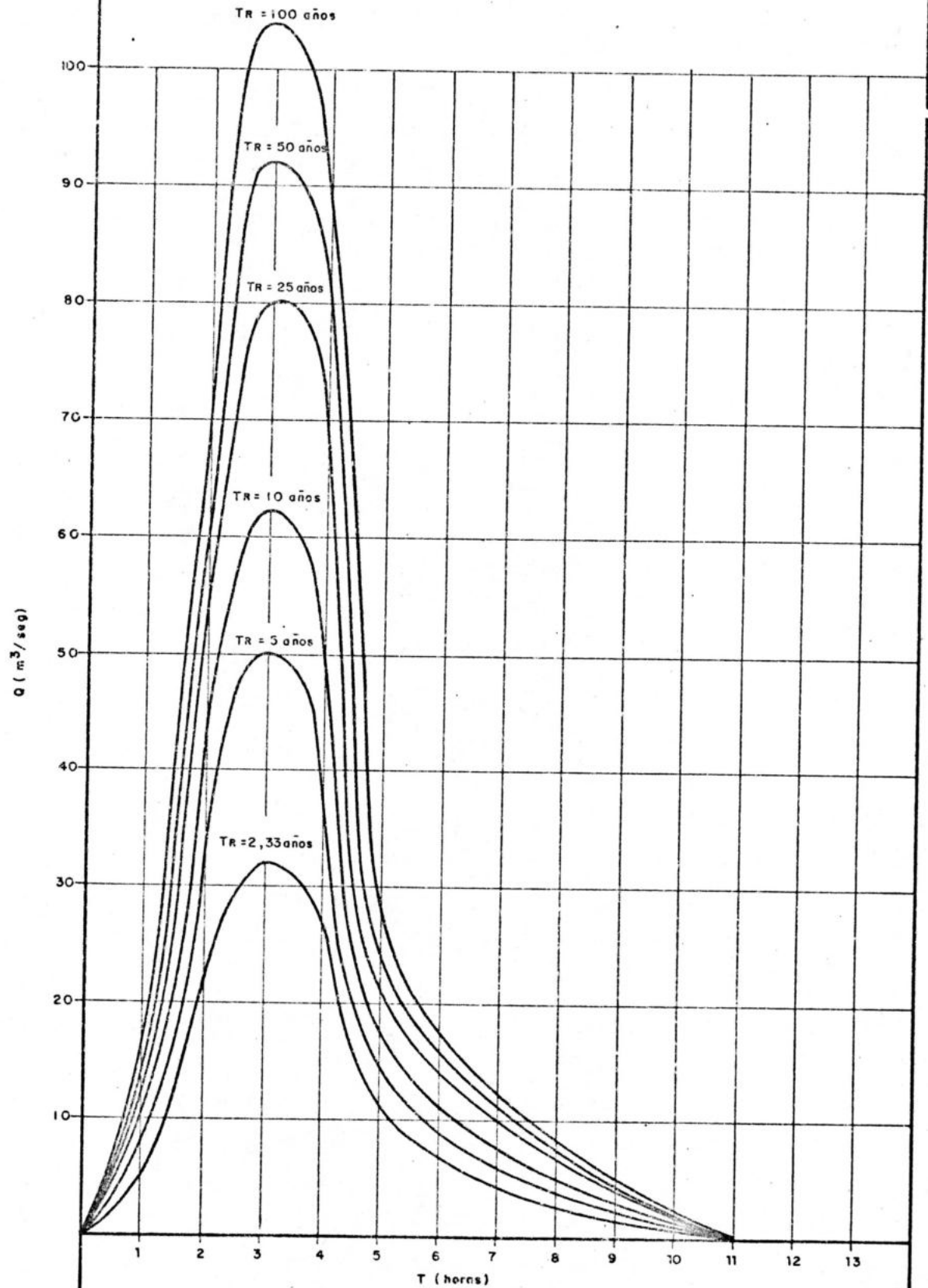


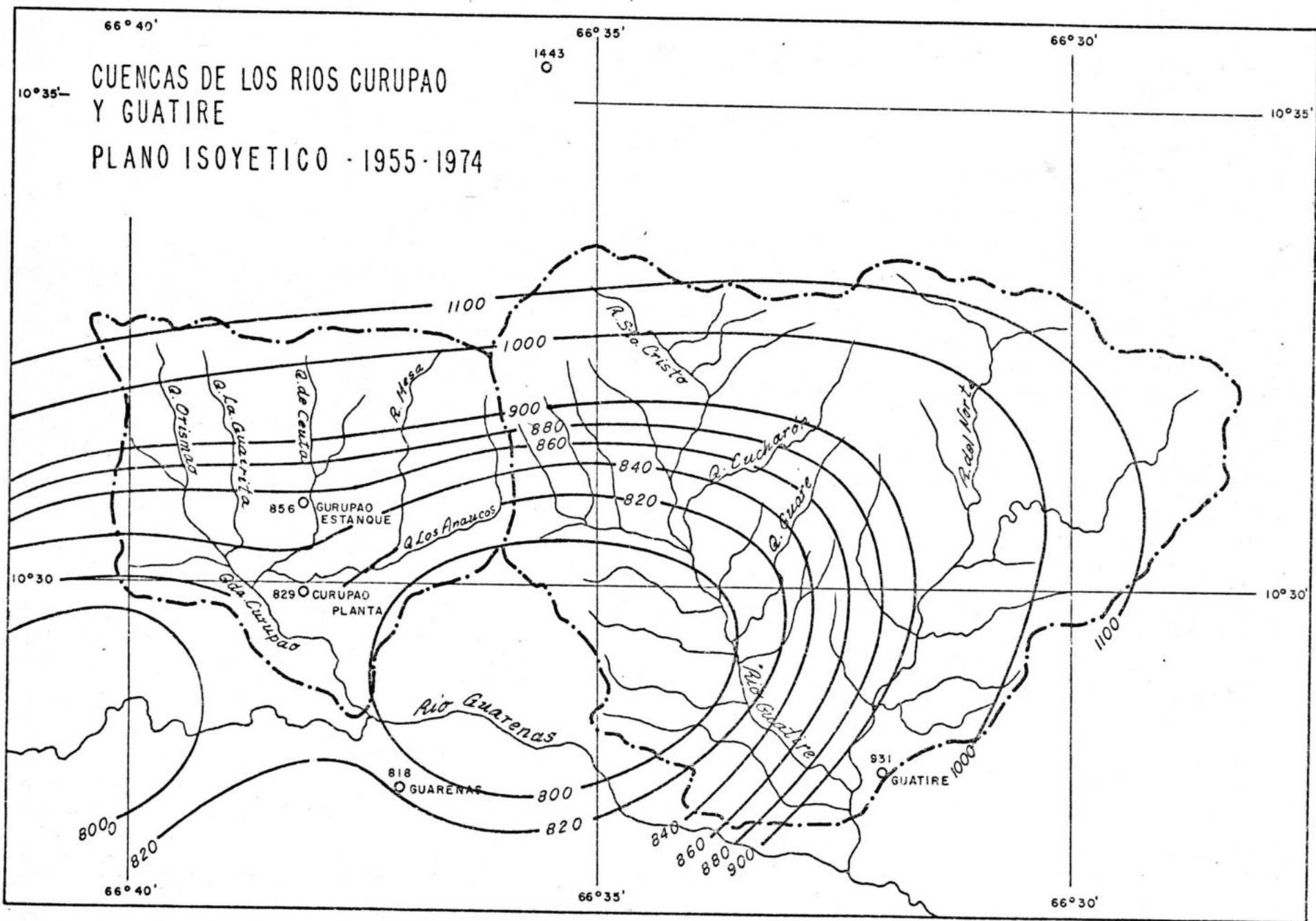
GRAFICO Nº 3

RIO CURUPAO  
HIDROGRAMA UNITARIO



# RIO CURUPAO HIDROGRAMAS TOTALES

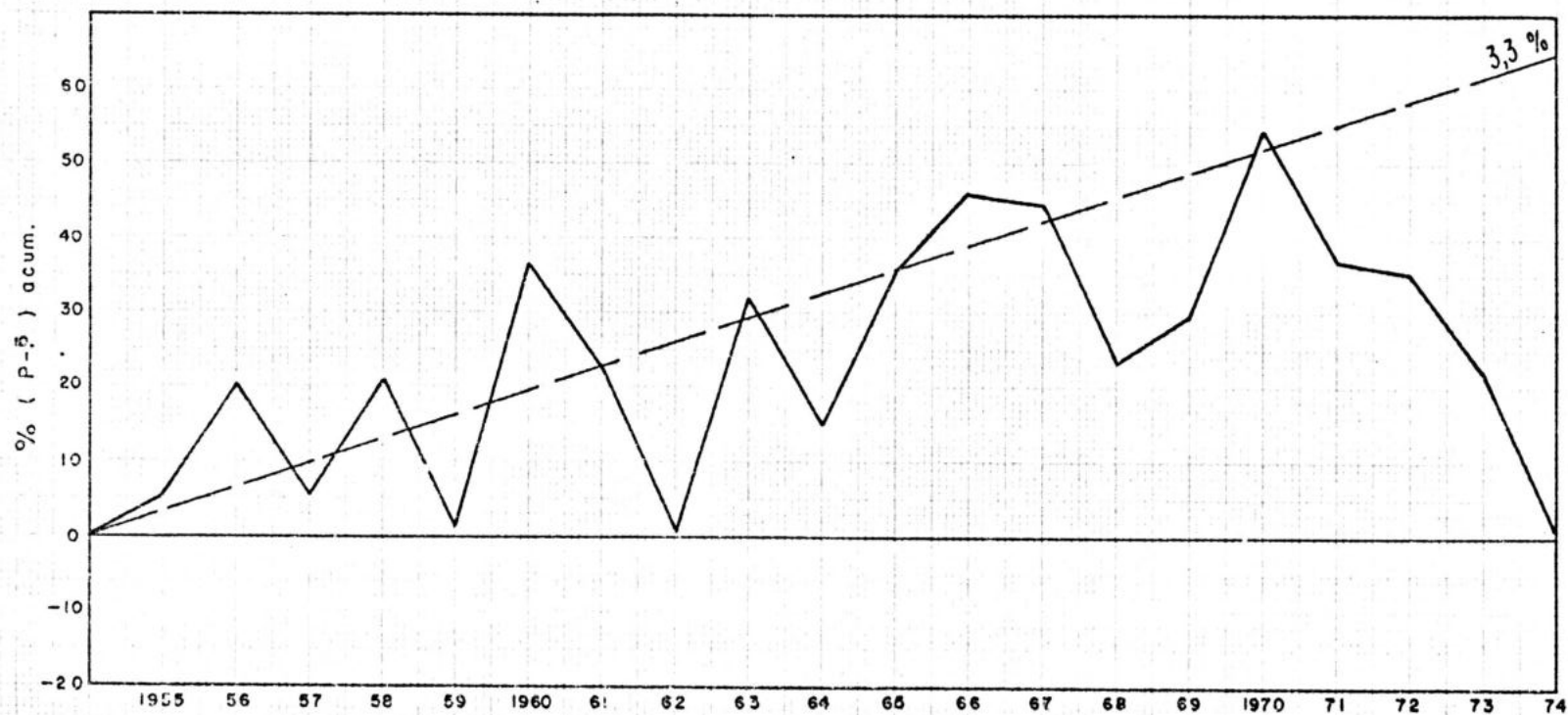


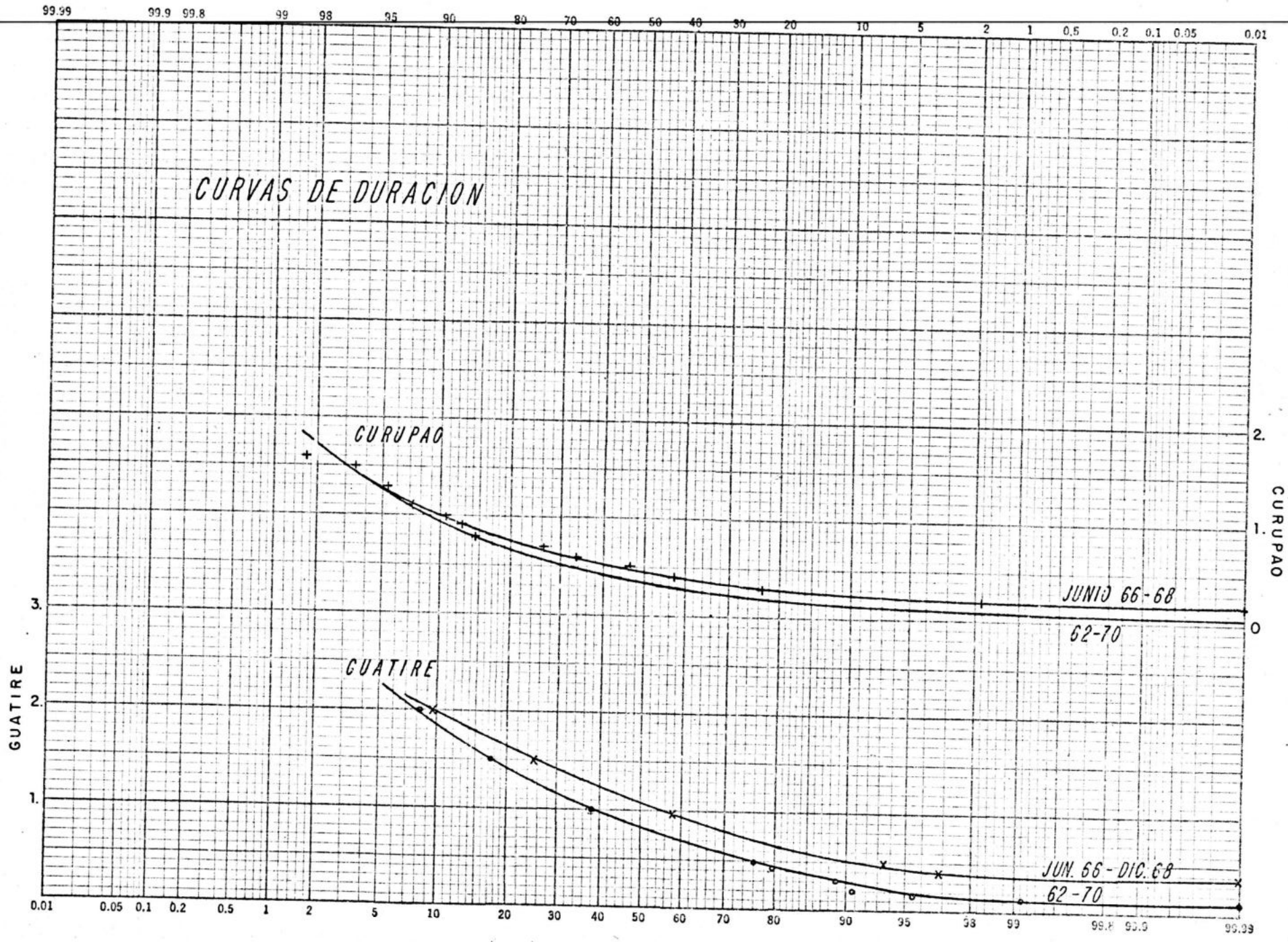


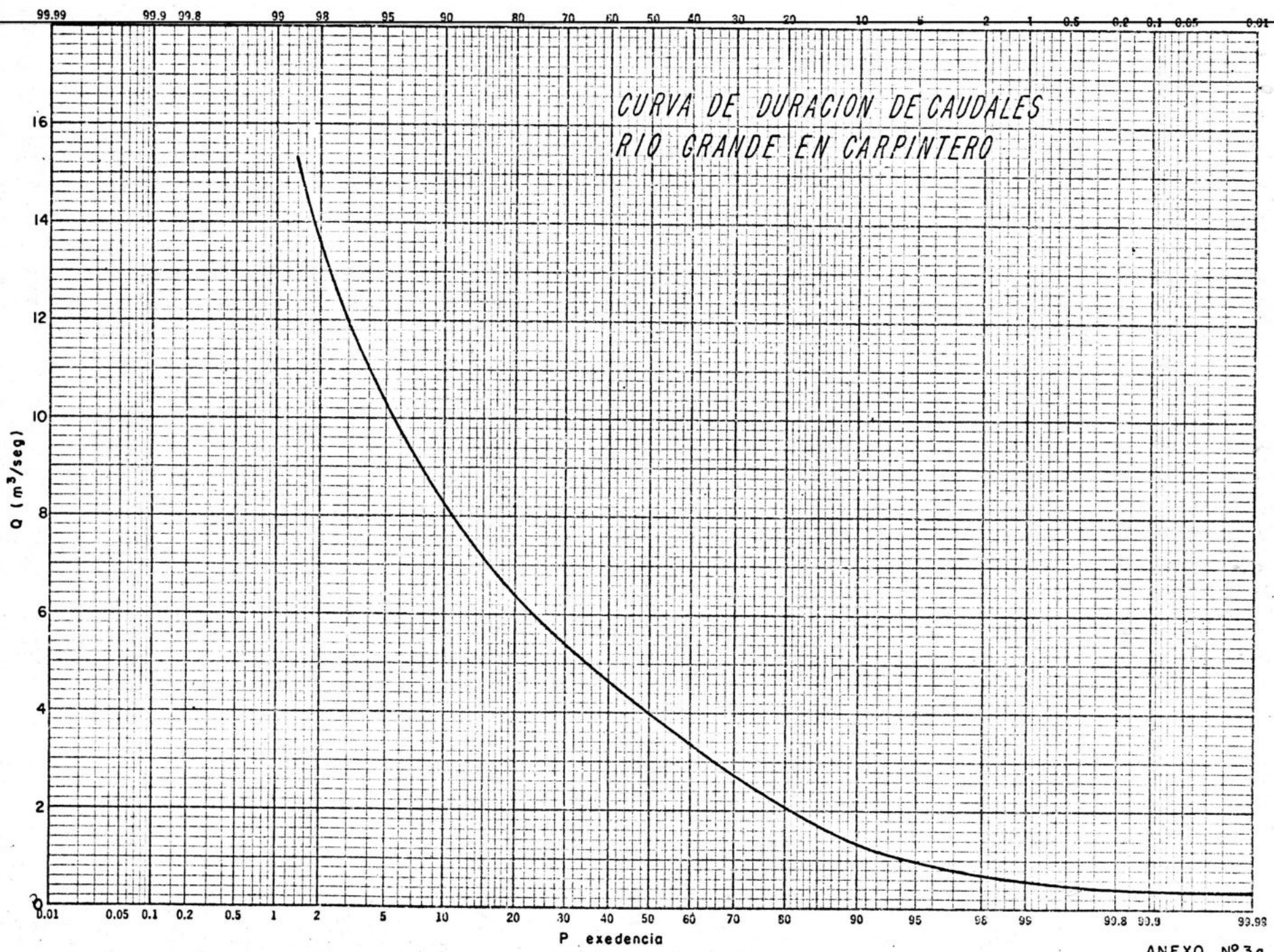
A N E X O S

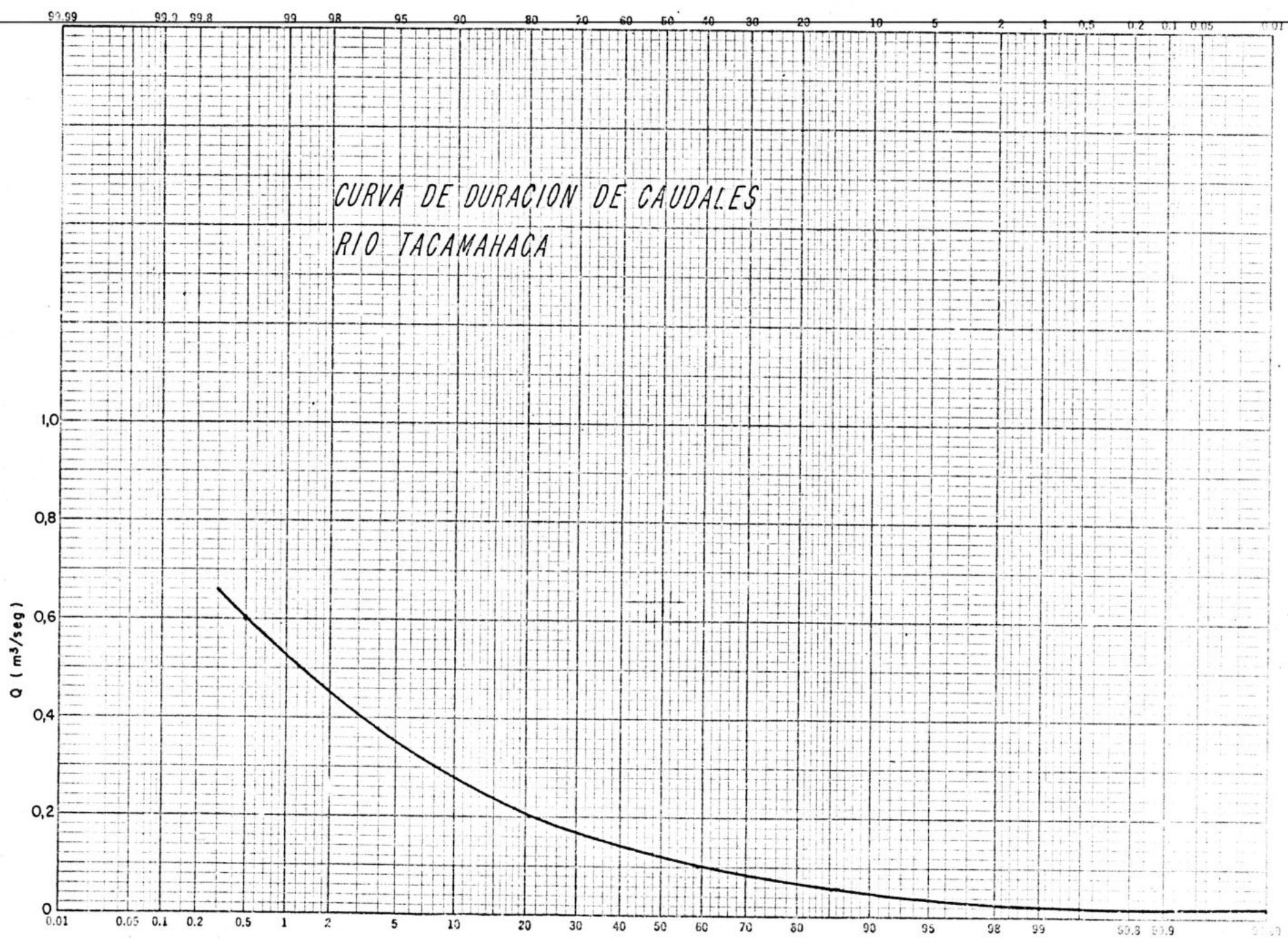
# CURVA DIFERENCIAL DE MASA-ESTACION GUARENAS

PERIODO 1955-1974

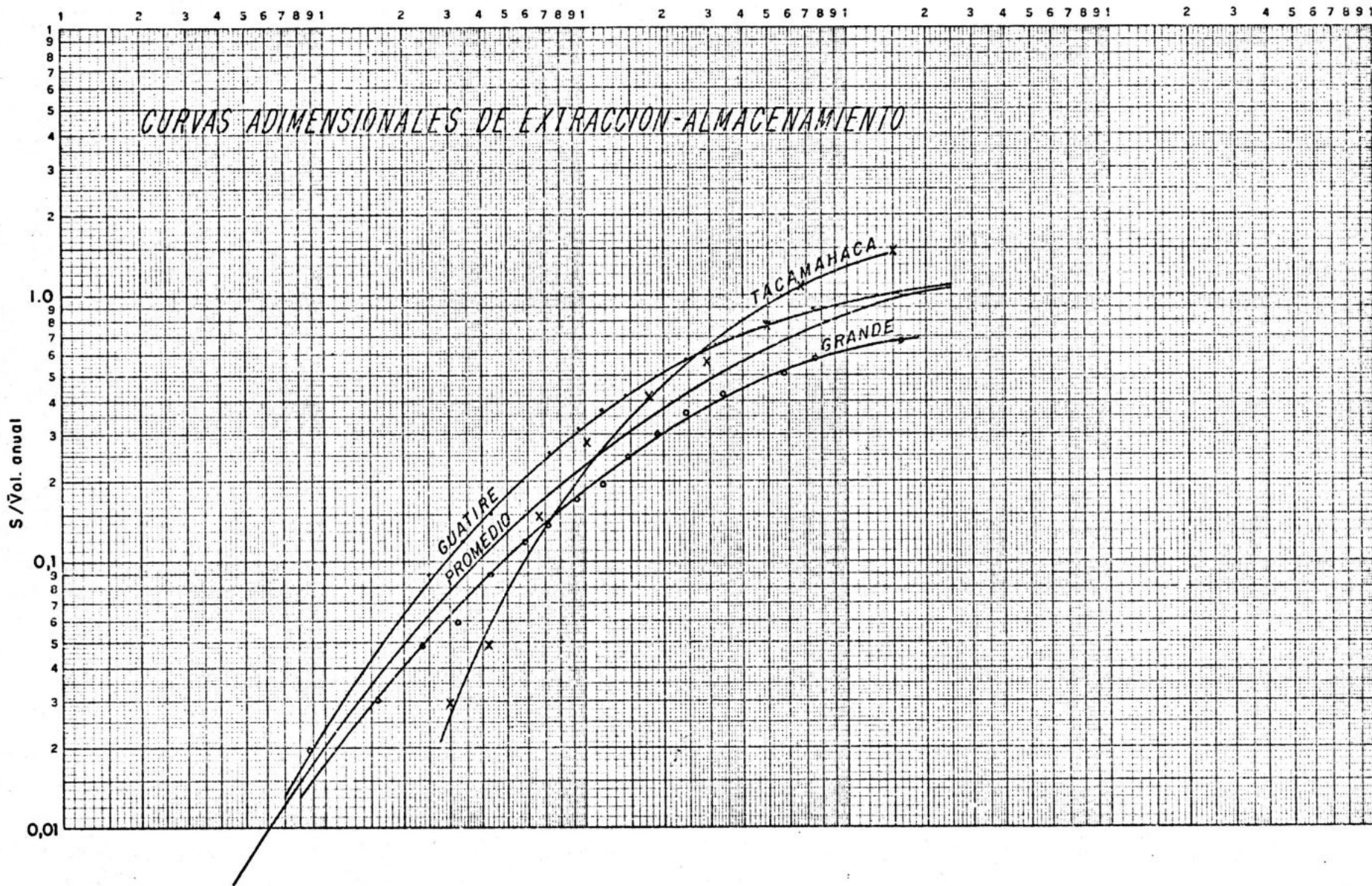








B-M /  $\bar{Q}$  - B



ANEXO N° 5

CURVAS ADIMENSIONALES DE EXTRACCION-ALMACENAMIENTO

( $S/\nabla\text{Vol. anual}$  vs  $B-M/\bar{Q} - B$ )

$\frac{B-M}{\bar{Q} - B}$	Medio $S/\nabla\text{Vol. anual}$	Rend. mínimo $S/\nabla\text{Vol. anual}$	Rend. máximo $S/\nabla\text{Vol. anual}$
10,0	0,84	1,30	0,64
7,0	0,74	1,05	0,58
5,0	0,64	0,86	0,52
3,0	0,49	0,72	0,40
2,0	0,39	0,52	0,32
1,5	0,32	0,44	0,26
1,0	0,23	0,33	0,19
0,75	0,18	0,26	0,15
0,50	0,12	0,18	0,10
0,30	0,07	0,10	0,06
0,20	0,045	0,064	0,04
0,15	0,033	0,042	0,03
0,1	0,022	0,023	0,02

# HIDROGRAMA ACUMULADO ADIMENSIONAL

