



V Seminario Latinoamericano de Irrigación
IIII Jornadas Venezolanas de Riego

Caracas, 20 al 31 de Octubre de 1968
COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA

Tema III
Doc. N° 21

REGIONALIZACION DE CURVAS DE FRECUENCIA DE CRECIENTE PARA VENEZUELA

Trabajo presentado por:
Ing. Arnoldo J. Gabaldón
VENEZUELA

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy especialmente al Ing. Luis Rotundo por su valiosa colaboración en la realización de los cálculos para el estudio de las Regiones Hidrográficas VII y VIII.

Así mismo, se agradece la colaboración prestada por el Br. Hipólito Rodríguez Ramírez en la compilación de los datos y al Sr. Lucio González en la preparación de los gráficos.

SECCION DE INVESTIGACION DE PROYECTOS

INDICE

1. INTRODUCCION
2. ESTUDIOS DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE CRECIENTES
3. METODOLOGIA
 - 3.1 El Método.
4. ESTUDIOS REGIONALES
 - 4.1 Región Hidrográfica I
 - 4.2 Región Hidrográfica IV
 - 4.3 Región Hidrográfica VII y VIII
5. HIDROGRAMAS DE CRECIENTES
6. APLICACION DE LOS RESULTADOS
 - 6.1 Curva de frecuencia cuando se poseen datos fluviográficos.
 - 6.2 Curva de frecuencia cuando no se poseen datos fluviográficos.
 - 6.3 Estimación del hidrograma para una frecuencia conocida.
7. EJEMPLOS
 - 7.1 Ejemplo
 - 7.2 Ejemplo
8. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO A

1. INTRODUCCION

Cuando se desea estimar la magnitud y frecuencia de las crecientes producidas por los ríos del país, es usual no encontrar datos fluviográficos de las máximas avenidas, en el río investigado o en el sitio deseado de la hoya. Debido a esa situación es imperativo disponer de métodos que permitan hacer una estimación de los datos deseados cuando no se tienen registros fluviográficos. En este trabajo se presenta un estudio de regionalización de curvas de frecuencia de crecientes para varias zonas del país que puede ser empleado para estimar preliminarmente para un río ubicado en una de las regiones analizadas y para la cual no se posean dichos registros, la magnitud y frecuencia de ocurrencia de sus crecientes.

La información obtenida a partir de este estudio tiene carácter preliminar cuando se trate de investigaciones para el aprovechamiento de cuencas hidrográficas y puede ser especialmente útil para el predimensionado de proyectos de mitigación de avenidas, túneles de desviación durante la construcción de presas y capacidad de aliviaderos. Debido a la importancia de las obras hidráulicas para estos propósitos, los resultados suministrados, posteriormente deberán comprobarse mediante la instalación de estaciones fluviográficas, si es que se decida avanzar la alternativa a nivel de anteproyecto y proyecto definitivo.

Cuando se trata del diseño de puentes viales en ríos carentes de información, se cree posible emplear los resultados del estudio, con carácter definitivo, siempre que se tomen las previsiones que se señalan más adelante.

Es por estas razones que este estudio puede ser de mucha utilidad para los proyectistas de vías de comunicación, que se encuentran en cada momento ante la disyuntiva de tener que proyectar puentes, sin tener datos fluviométricos ni poder esperar a que instalen estaciones que arrojen una información más precisa.

2. ESTUDIOS DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE CRECIENTES

Dentro de las estimaciones hidrológicas que suelen realizarse para la definición de un proyecto de obras hidráulicas, la magnitud de las crecientes que pueden producirse en un río y la frecuencia de su ocurrencia suele ser información básica.

Los llamados estudios de frecuencia de crecientes producen la información deseada. Estos estudios consisten básicamente en la compilación de los datos de las máximas crecientes ocurridas en un sitio de un río, en un período de registro determinado. Y en segundo lugar, en el cálculo para cada una de las crecientes de la serie de datos seleccionados, de su intervalo de recurrencia o período de retorno, que se define como el período de tiempo promedio que transcurre para que una creciente sea igualada o excedida.

Para calcular el intervalo de recurrencia existen diversos métodos, -- siendo uno de los más comúnmente utilizados el suponerlo igual a:

$$T_R = \frac{m+1}{m}$$

en donde T_R = intervalo de recurrencia o período de retorno

n = número de años de registro

m = orden del evento cuando se numeran, después de ordenadas en forma decreciente, dándole el valor 1 al máximo valor.

Calculados los períodos de retorno para los diferentes valores que componen la serie de datos se dibujan en un gráfico las magnitudes de las crecientes versus los intervalos de recurrencia y se traza una curva por los puntos así ubicados, con lo cual se define la llamada curva de frecuencia del río, que sirve para estimar la frecuencia con que suele ocurrir una cierta creciente o su magnitud para un intervalo de recurrencia dado.

En una región hidrológicamente homogénea, las curvas de frecuencia de creciente de los ríos guardan alguna semejanza y de aquí que sea conveniente investigar la posibilidad de regionalizar dichas curvas, correlacionándolas con parámetros representativos de la situación en cada cuenca particular.

3. METODOLOGIA

El método seguido para efectuar el estudio de regionalización de curvas de frecuencia de crecientes para Venezuela, se debe a Tate Dalrymple, del U.S. Geological Survey (1) y su generalidad permite aplicarlo a cualquier región. En este trabajo nos hemos limitado primeramente a aplicar el método antes mencionado, tomando en cuenta la información hidrológica disponible y en segundo lugar se ha investigado la posibilidad de complementarlo introduciéndole ligeras variaciones.

El objetivo fundamental del estudio es el establecimiento de curvas de frecuencia de crecientes en forma adimensional y que sean representativas para una región hidrológicamente homogénea.

Las limitaciones de información fluviográfica impidieron que la investigación se llevara a cabo en todo el país, habiendo sido posible solamente analizar las Regiones Hidrográficas I, IV, VII y VIII, correspondientes respectivamente a las cuencas del Lago de Maracaibo, Norte del Apure o Llanos Occidentales, Lago de Valencia y Río Tuy.

Se ha creído conveniente comenzar haciendo una explicación sucinta del método, ilustrando los diversos pasos con resultados reales obtenidos en el estudio efectuado en la Región Hidrográfica IV, la cual se consideró -- presentaba la más amplia gama de condiciones para la aplicación del método y en la que existe un cúmulo aceptable de información hidrológica. En el Aparte 4 bajo el título de Estudios Regionales, se presentan los resultados en forma detallada para cada una de las cuatro regiones hidrográficas analizadas.

3.1 El Método..- El procedimiento seguido para el estudio de regionalización de curvas de frecuencia de crecientes es el siguiente:

- a) Se seleccionan todas aquellas estaciones fluviográficas ubicadas dentro de los límites de la región analizada y que posean registros de crecientes para más de 5 años. Se tabulan los datos de las crecientes máximas de cada año en orden cronológico, una para cada año

o Serie Anual de Datos. Si es el caso que existen dos estaciones sobre el mismo río y la superficie de sus cuencas contribuyentes no difieren en más de un 25%, se pueden considerar los datos como provenientes de una misma estación. Para el caso de la Región Hidrográfica IV, se seleccionaron un total de 20 estaciones fluviográficas, pertenecientes a la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, que llenaban las condiciones expuestas anteriormente. Estas estaciones se encuentran tabuladas en las Tablas 3 y 4 - del Aparte 4. La razón para haber separado dichas estaciones en -- los dos grupos de las Tablas 3 y 4 se exponen más adelante.

- b) Se elabora un "Diagrama de Barras" que muestra para cada estación - los años de registro de datos y otras observaciones. A pesar de considerarse las crecientes como fenómenos estadísticos aleatorios, es conveniente en el análisis comparar períodos de registros comunes y en ese caso el "diagrama de barras" es muy útil para escoger el "período base". Este período generalmente es aquél para el cual se posee el mayor número de años de registro en una o varias estaciones.

Como sucede comúnmente que no todas las estaciones tienen registro para el "período base", es necesario estimar los datos faltan - tes de las crecientes máximas de cada año, mediante comparación con ríos vecinos, con el objeto de uniformizar los períodos de registro. Esta comparación se hace correlacionando en un papel de coordenadas cartesianas, crecientes máximas anuales conocidas en un río, versus crecientes máximas anuales conocidas para los mismos años en el otro

río (y no necesariamente para la misma fecha de ocurrencia).

Se persigue con esto encontrar cierto grado de correlación y no una correlación perfecta, ya que si así fuere, no existiría independencia en los fenómenos y equivaldría a medir dos veces el mismo período de registro. Mediante la correlación ante descrita puede estimarse los años faltantes en una de las estaciones a partir de las conocidas en la otra, y teniendo en cuenta que lo que interesa es su orden de magnitud para calcular los períodos de retorno o intervalo de recurrencia de las crecientes medidas y no su valor exacto.

En el Anexo A aparecen las tablas con las crecientes máximas de cada año para los diferentes ríos investigados. Estos datos se han obtenido de los Anuarios Fluviométricos publicados por la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas. Los valores de crecientes entre paréntesis significan que han sido estimados -- por correlación con otro río y bajo el título de observaciones se indica el río empleado para la correlación.

En el Gráfico 5 aparece el "diagrama de barras" de las estaciones con sus períodos de registro y aquellos años estimados por comparación con otro río. De acuerdo a los dos grupos de ríos en que se separó la Región Hidrográfica IV, se definieron dos períodos base a saber: Zona Oriental: 25 años (1941/42 - 1965/66) y 16 años (1950/51 - 1965/66) y en la Zona Occidental: 16 años de registro -- (1950/51 - 1965/66).

En el Gráfico 6 aparece una de las correlaciones establecidas -- para estimar los datos del río Cogedes en San Rafael de Onoto, a --

partir del río Tirgua en Paso Viboral. Este Gráfico se muestra como una ilustración del grado de correlación que se considera aceptable, habiéndonos limitado para el resto de los casos a decir entre cuales ríos se establecieron comparaciones para estimar los datos faltantes.

- c) Una vez tabulados los datos de crecientes máximas de cada río y estimado los datos faltantes por comparación con otros, se les asigna a todos los valores un número (orden) ordenándolos de mayor a menor y otorgándole el número 1 a la máxima creciente del período. Para aquellos valores de crecientes registrados (no estimados) se les computa su intervalo de recurrencia o período de retorno mediante la expresión recomendada por el Geological Survey ya conocida:

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

en la cual: T_R = intervalo de recurrencia
 n = período de registro en años
 m = orden

- d) Se dibuja en papel "Gumbel-Long" o "Gumbel Normal" los valores de las crecientes registradas versus el intervalo de recurrencia calculado en (d) y se dibuja a "ojo" la mejor curva, extrapolándola al máximo valor que los datos permitan. En el Gráfico 7 se incluye la curva de frecuencias para el río Tirgua en Paso Viboral con el objeto de ilustrar lo antes descrito. Para el resto de los ríos no se han incluido los respectivos gráficos para facilitar la edición del

trabajo, pero si se han tabulado los valores de cada curva para períodos de retorno de 1.1, 1.5, 3., 5., 10., 20., y 50 años.

- e) Se obtiene la creciente máxima media anual para cada río a partir de las curvas de frecuencias obtenidas en (d) y correspondientes a un período de retorno de 2,33 años. Por definición, la creciente media máxima estadísticamente es aquella que tiene un intervalo de recurrencia de 2,33 años y que de ahora en adelante llamaremos "Creciente Media Anual".

Este método para obtener la creciente media anual es más recomendable que calcular el promedio aritmético de todas las crecientes anuales máximas ocurridas, pues en esta forma no se corre el peligro de darle demasiado peso a un valor que se aparte considerablemente de la tendencia general.

- f) La obtención de la curva regional de frecuencia de creciente se fundamenta en la premisa de que en la zona analizada, los registros de las crecientes máximas anuales son homogéneos, por esta razón debe efectuarse una "prueba de homogeneidad" que sirve para verificar las hipótesis supuestas o para indicar la conveniencia de reagrupar los ríos investigados. Puede decirse que los registros son homogéneos, en una forma estadística, determinando si los datos difieren uno de los otros en cantidades que no puede razonablemente esperarse sean por puro chance.

La prueba de homogeneidad para verificar si los valores analiza

dos resultan aceptables dentro de un razonable rango de seguridad estadística, se basan en la escogencia de una banda o intervalo de seguridad de

$$Y \pm 2G$$

en donde Y = variable de Gumbel, que es función del intervalo de recurrencia o período de retorno.

y G = desviación standard del valor T_r

"Para dicha prueba de homogeneidad se relaciona en cada estación el valor de la creciente media anual ($Q_{2,33}$) con el valor del gasto correspondiente a una recurrencia de 10 años Q_{10} , obtenido también de las curvas de frecuencias calculada en (d). Computada cada una de estas relaciones parciales, se obtiene una relación media cuyo producto por cada $Q_{2,33}$ da un valor teórico medio de la creciente de los 10 años de cada una de las estaciones analizadas. A cada uno de esos valores medios Q_{10} , se les busca la recurrencia correspondiente y son esos valores contra los del período o de registro ajustado los que se grafican para hacer la prueba de homogeneidad".

"Debe señalarse que se define como período de registro ajustado para cada estación el que corresponde al de observaciones más la mitad del obtenido por correlación". (2)

Para el caso de la Región Hidrográfica IV se supuso inicialmente que existía homogeneidad en los registros de los 20 ríos selec-

cionados. Al efectuar la "prueba de homogeneidad" para dicho conjunto de ríos se observó que existía una clara diferenciación entre aquellos ríos situados al oeste del Abra de Acarigua y aquellos situados al este de ella, en esta forma se comprobó un hecho conocido, que es la diferencia hidrológica existente entre los ríos que tienen sus cabeceras en la Cordillera Andina y los que nacen en la Cordillera de la Costa.

Debido a la diferencia antes anotada se reagruparon los ríos en dos zonas, una llamada Zona Occidental y la otra Zona Oriental. Una vez reagrupados los datos en esa forma (Tabla 3 y 4) se efectuó de nuevo la prueba de homogeneidad con resultados que demostraban, en forma clara, la consistencia de los registros de los ríos investigados, lo cual puede observarse al ver como los puntos correspondientes a cada río en los Gráficos 8 y 9 se agrupan en el centro de la banda de confiabilidad.

- g) Una vez probada la homogeneidad de los registros de los ríos analizados en la región se tabulan para cada río, gastos obtenidos para diferentes intervalos de recurrencia en función del $Q_{2,33}$ del mismo río. En las Tablas 6 y 8 se observan tales valores para las zonas en que fué dividida la Región Hidrográfica IV. Después de tabular dichos valores en esa forma, se encuentra para cada intervalo de recurrencia la "mediana" o valor central de la serie de datos para los distintos ríos. Dichas medianas y sus correspondientes intervalos de recurrencia definen la Curva Regional de Frecuencia de Cre -

cientes. Esta curva regional tiene en las abscisas intervalos de recurrencia y en las ordenadas las relaciones $Q_t/Q_{2.33}$ (ver Gráfico 10 y 11).

h) En aquellos casos en que al seleccionar el "Período Base" hay necesidad de seleccionar por facilidad, dos períodos base distintos, como en la Zona Oriental de la Región Hidrográfica IV en la cual se escogieron períodos de 25 y 16 años respectivamente, se requiere ajustar los resultados del corto al largo período. Tal ajuste se hace de la siguiente manera:

(a₁) Se obtiene una Curva Regional de Frecuencia en la forma indicada en (g) para el corto período, haciendo uso de todas las estaciones con registros disponibles.

(b₁) Se obtiene una Curva Regional de Frecuencia en la forma indicada en (g) para el largo período, utilizando solamente aquellas estaciones que poseen registros para el largo período.

(c₁) Se obtiene una Curva Regional de Frecuencia en la forma indicada en (g) para el corto período, utilizando solamente las estaciones con registro para el largo período.

(d₁) Se ajusta la curva obtenida en (a₁) multiplicándola por la relación existente entre las curvas obtenidas en (b₁) y (c₁).

Un proceso semejante al anteriormente descrito se sigue para

estimar la creciente media anual $Q_{2,33}$ para largo período en aquellos ríos que sólo posean registros para el corto período.

En el caso de la Zona Oriental de la Región Hidrográfica IV, hubo necesidad de efectuar estos ajustes, para lo cual se elaboraron las Tablas 5, 6 y 7. Pudo observarse, al efectuar el ajuste, que las crecientes medias anuales para el largo período son un poco mayor que las del corto período.

- i) Debido a la carencia de registros fluviográficos, una vez obtenida la Curva Regional de Frecuencia de Crecientes definitiva es necesario su aplicación a ríos sin información dentro de la zona. Por lo tanto es necesario correlacionar en alguna forma las características de la cuenca de captación con las crecientes medias anuales ($Q_{2,33}$).

Independiente a la climatología de una cuenca, los factores - que mas influncian la magnitud y forma de los hidrogramas de las crecientes son el tamaño, la topografía y forma geométrica de la cuenca de captación y el almacenamiento en el cauce. De estos factores, el área de la cuenca es el más importante y el que con más facilidad puede ser obtenido. Por estas razones se ha recomendado con acierto, el correlacionar dentro de la zona hidrológicamente homogénea, las crecientes medias anuales $Q_{2,33}$, con la superficie de las diferentes cuencas analizadas, a fin de obtener una curva que permita estimar la creciente $Q_{2,33}$ cuando no se posean registros - y sólo se conoce el área de la cuenca.

TABLA 7

REGION HIDROGRAFICA IV - Zona OrientalAjuste Crecientes $Q_{2,33}$ Corto a largo período

R I O	$Q_{2,33}$ Corto Período M ³ /seg.	$Q_{2,33}$ Largo Período M ³ /seg.	Relación Largo/Corto Período
Cojedes en San Rafael	228	228	1.00
Guárico en La Puerta	118	150	1.27
Guárico en Boca de Cagua	262	335	1.27
Sarare en Agua Blanca	70	83	1.18
Tirgua en Paso Viboral	347	360	<u>1.03</u>
Relac. Prom. $5.75/5 = 1.15$			5.75
Pao en La Balsa	390	448	
Sarare en Sarare	69	79	
Tinaco en Pte. Tinaco	290	333	
Tinaco en Sitio de Presa	160	184	

Para el caso de la Región Hidrográfica IV se obtuvieron dichas curvas para la Zona Oriental y Occidental, las cuales muestran un grado aceptable de correlación, a pesar de que una es totalmente distinta de la otra (Gráficos 12 y 13). Se cree conveniente analizar más detalladamente cada una de las curvas. En la curva obtenida para la Zona Occidental la mayor parte de los ríos se alinean a la recta trazada, mostrando buena correlación. Existe no obstante dos puntos, los correspondientes a los ríos Masparro y Portuguesa que se apartan un poco de la recta. La explicación en cuanto al río Masparro se cree la constituye el hecho de que la cuenca de dicho río está situada en su mayor parte entre las elevaciones de 1.000 y 2.000 metros, zona ésta que se caracteriza en el pie de monte andino, porque el patrón isoyético alcanza sus máximos valores, para luego descender cuando se sobrepasan los 2.000 metros de elevación. En cuanto al río Portuguesa de primeras se cree que su vecindad a la Zona Oriental lo sitúa en una posición intermedia entre ambas y por esta razón se aparta de la recta trazada.

Debe notarse además que para el trazado de la recta se dibujaron los puntos correspondientes a los ríos Las Marías y Uribante. Estos dos ríos no se tomaron en cuenta en los cálculos para establecer la Curva Regional de Frecuencia. Las Marías, por haber sido imposible encontrar una correlación que permitiera completar los datos para el período de 16 años y el Uribante por que sus crecientes son medidas con mira. No obstante, se consideró que sus puntos po-

drían incluirse en el Gráfico de $Q_{2,33}$ versus Area de las cuencas, para ver si se aproximaban a la tendencia del resto de los ríos investigados.

En cuanto a la curva obtenida para la Zona Oriental se encontró una dispersión más o menos uniforme para los ríos considerados.

- j) Algunos autores están de acuerdo en que un factor de correlación para obtener las crecientes medias anuales, que puede ser más representativo que el área, la constituye el rendimiento medio anual del río. En efecto esta característica constituye una composición de factores de tipo fisiográfico como lo son la forma, tamaño y topografía de la cuenca, además de tomar en cuenta parcialmente también factores de orden climatológico como es la lluvia media anual, etc.

Por estas razones se creyó conveniente, al margen del método recomendado por Dalrymple (1) tantear esta variable para ver si se mejoraba en forma apreciable la correlación. Con este fin se utilizaron los datos de los ríos de la Zona Occidental de la Región Hidrográfica IV y se tabularon los rendimientos medios anuales para el período de 16 años (Tabla 9), habiendo necesidad de estimar por comparación con cuencas vecinas los datos de aquellos ríos que tenían registros para menor número de años.

Una vez obtenidos los rendimientos promedios anuales para el período de 16 años, se dibujó el Gráfico 14 de crecientes medias anuales versus rendimientos promedios anuales. Como se observa en

TABLA 9

REGION HIDROGRAFICA IV - Zona Occidental

	$Q_{2,33}$ M ³ /seg.	Rend. Medio Anual 1950/51 - 1965/66 M ³ / x 10 ⁶
Acarigua en Puente Acarigua	840	925
Boconó en Peña Larga	1.240	1.285
Guache en Puente Viejo	400	413
Las Marías en Puente Las Marías.	(440)	300
Masparro en Puente Masparro	1.650	928
Morador en Puente Morador	545	706
Fagüey en El Paso	1.240	1.577
Portuguesa en Puente Portuguesa.	370	974
Santo Domingo en El Curay	790	1.067
Tucupido en Puente Tucupido	830	312
Uribante en Puente Colgante	(2.650)	6.293

dicho Gráfico la correlación no mejora en forma verdaderamente apreciable y si se toma en cuenta que en la estimación de los rendimientos medios anuales de un río sin registros, pueden también cometerse errores; se puede concluir que es más conveniente y práctico utilizar la correlación entre crecientes medias anuales y áreas de cuencas para el caso de ríos sin información fluviométrica.

4. ESTUDIOS REGIONALES

Seguidamente se presentan para cada una de las Regiones Hidrográficas investigadas los resultados del estudio realizado para obtener las Curvas Regionales de Frecuencia de Crecientes en forma de tablas y gráficos. Las tablas y gráficos incluidos para cada una son las siguientes:

- a) Diagrama de Barras
- b) Tabla-Resumen con las características principales de cada río investigado.
- c) Tabla de relaciones de crecientes máximas anuales con la crecienta promedio anual, para cada uno de los ríos investigados y los diferentes intervalos de recurrencia.
- d) Tablas para ajuste de corto a largo "período-base".
- e) Curvas de "prueba de homogeneidad".
- f) Curva Regional de Frecuencia de Crecientes para cada zona.
- g) Curva Regional que relaciona la magnitud de la crecienta promedio anual con el área de captación de la cuenca.

4.1 Región Hidrográfica I - En la Región Hidrográfica I o Cuenca del Lago de Maracaibo se seleccionaron 5 ríos, de los cuales 4 pertenecen propia

mente a la Región y el río Matícora que aunque pertenece a la Región - Hidrográfica II, por estar situado entre los límites de ambas, sus condiciones climatológicas pueden considerarse más o menos semejantes como pudo comprobarse al efectuar la prueba de homogeneidad.

El período base adoptado para analizar la Región fué de 24 años, - correspondiente al río de más largo registro fluviográfico en la zona (ver "Diagrama de Barras", Gráfico 1). Los datos faltantes se estimaron por correlación entre los diferentes ríos (ver observaciones Gráfico 1) y sus valores anuales se han incluido en el Anexo A.

En la Tabla 1 aparecen las crecientes medias anuales para cada río y el resto de los datos necesarios para efectuar la prueba de homogeneidad. Esta prueba demostró un grado bastante aceptable de consistencia. (Gráfico 2).

En la Tabla 2 se incluyen para cada río los valores $Q/Q_{2,33}$ para - diversos intervalos de recurrencia y se muestran además los valores -- centrales que sirvieron para definir la Curva Regional de Frecuencia - de Crecientes, Gráfico 3.

Finalmente se efectuó la correlación entre las crecientes medias - anuales y el área de las respectivas cuencas obteniéndose el Gráfico 4.

4.2 Región Hidrográfica IV - El análisis efectuado en esta Región se ha comentado en detalle en el Aparte 3.1 y los resultados se encuentran tabulados en las Tablas 3 a 9 y Gráficos 5 a 14.

4.3 Regiones Hidrográficas VII y VIII Para analizar las Regiones Hidrográ

TABLA 7-1
REGION HIDROGRAFICA I

R I O S	AREA HOYA Km ²	CRECIENTE MEDIA ANUAL $Q_{2.33}$ M ³ /Seg	CRECIENTE 10 AÑOS Q_{10} M ³ /Seg	$Q_{10}/Q_{2.33}$	$Q_{2.33} \times 303$ M ³ /Seg	T_r Para Q COLUMNA 6 AÑOS	PERIODO DE REGISTRO AJUSTADO AÑOS	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ESCALANTE en Ferrelra	3.920	295	680	2,30	823	15	18	
MATICORA en Don Parcho	2.490	270	850	3,14	753	9	15	
MOTATAN en Agua Viva	4.200	350	780	2,22	976	15	24	
PALMAR en El Diluvio	888	410	1.510	3,68	1.143	6	16	
SOCUY en Playa Bonita	575	255	670	2,63	711	10	15	

$$\Sigma Q_{10}/Q_{2.33} = 13.97$$

$$\text{Relación Promedio} = 2.79$$

TABLA 7-2

REGION HIDROGRAFICA 1

INTERVALO DE RECURRENCIA - AÑOS

RIOS	Q 233	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
ESCALANTE en Ferreira	295	0.50	0.71	1.18	1.58	2.29	3.38	5.07	
MATICORA en Don Pancho	270	0.10	0.63	1.25	1.85	3.14	5.18	9.62	
MOTATAN en Agua Viva	350	0.22	0.72	1.16	1.53	2.22	3.13	4.84	
PALMAR en El Diluvio	410	0.32	0.58	1.31	2.06	3.64	6.56	13.36	
SOCUY en Playa Bonita	255	0.43	0.68	1.21	1.68	2.66	4.03	6.93	
MEDIANA		0.32	0.68	1.21	1.68	2.66	4.03	6.93	

GRAFICO 1

DIAGRAMA DE BARRAS
REGION HIDROGRAFICA I CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO

R I O S	40/41	41/42	42/43	43/44	44/45	45/46	46/47	47/48	48/49	49/50	50/51	51/52	52/53	53/54	54/55	55/56	56/57	57/58	58/59	59/60	60/61	61/62	62/63	63/64	64/65	65/66	OBSERVACIONES
ESCALANTE en Perreira																											Est. en base al río Motatán en Agua Viva
MATICORA en Don Roberto																											Est. en base al río Palmar en Las Mucuras
MOTATAN en Agua Viva																											
PALMAR en El Diluvi																											Est. en base al río Palmar en Las Mucuras
SOCUY en Playa Bonita																											Est. en base al río Motatán en Agua Viva

DATOS REGISTRADOS

DATOS ESTIMADOS

GRAFICO 2

REGION HIDROGRAFICA I
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

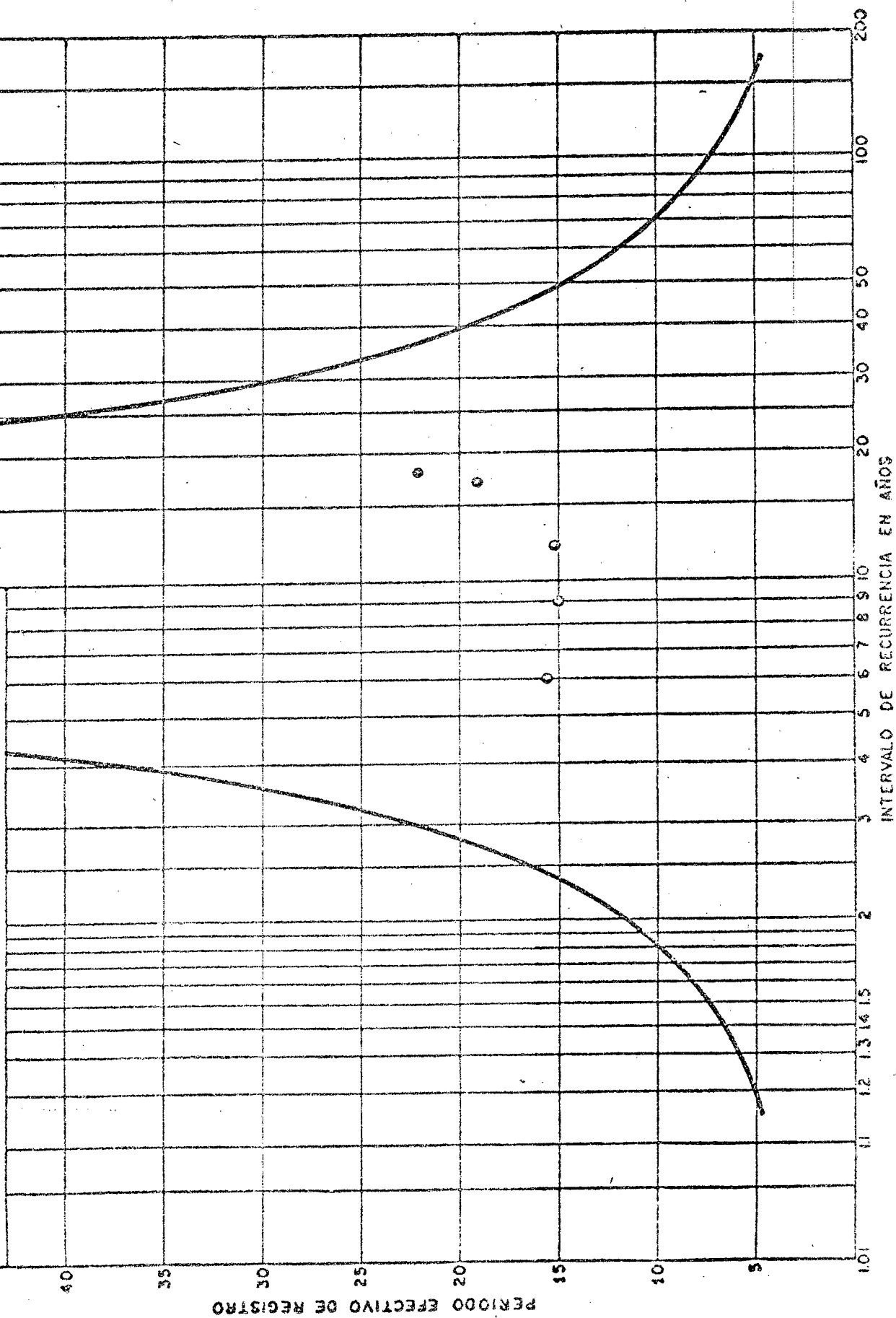
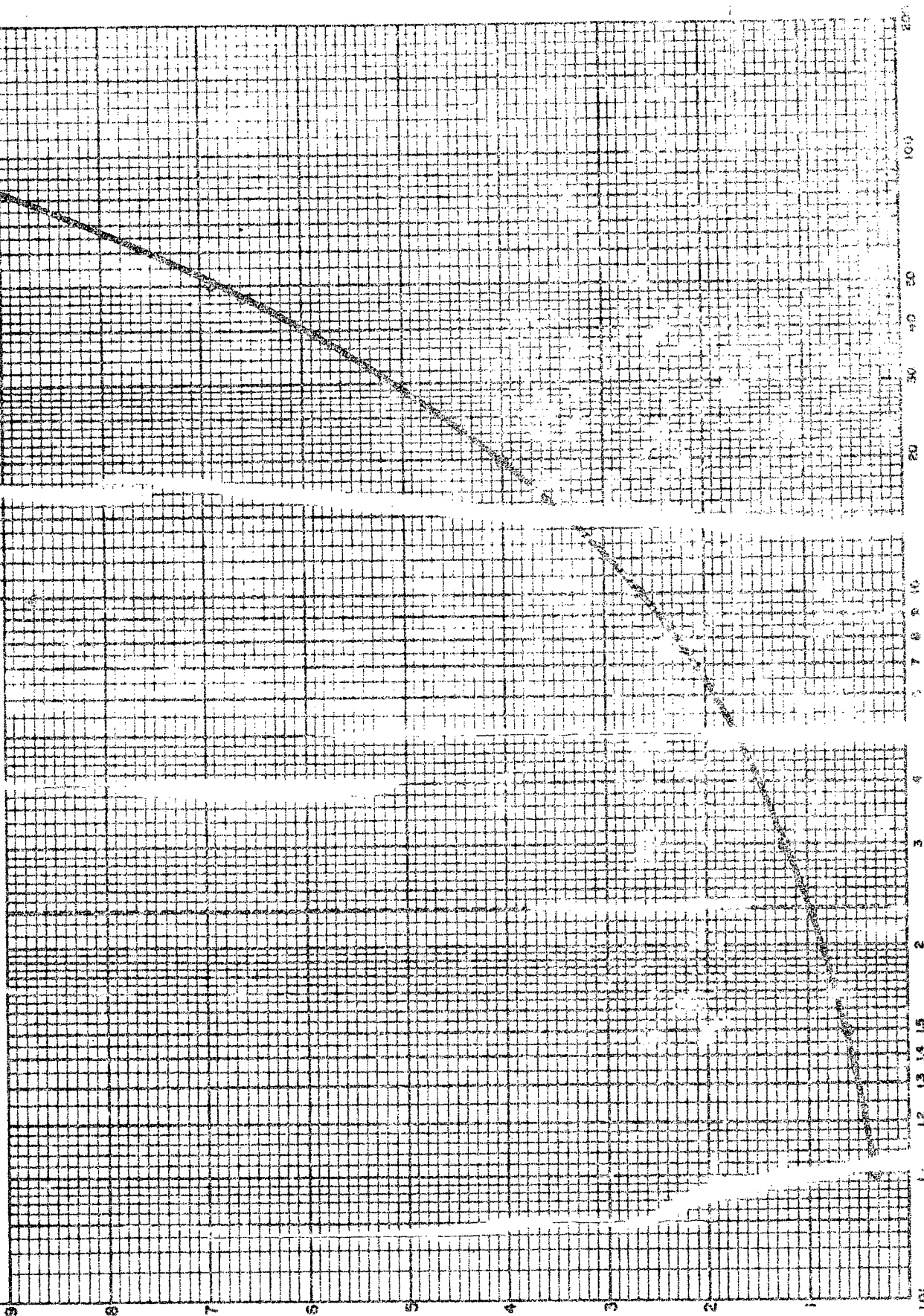


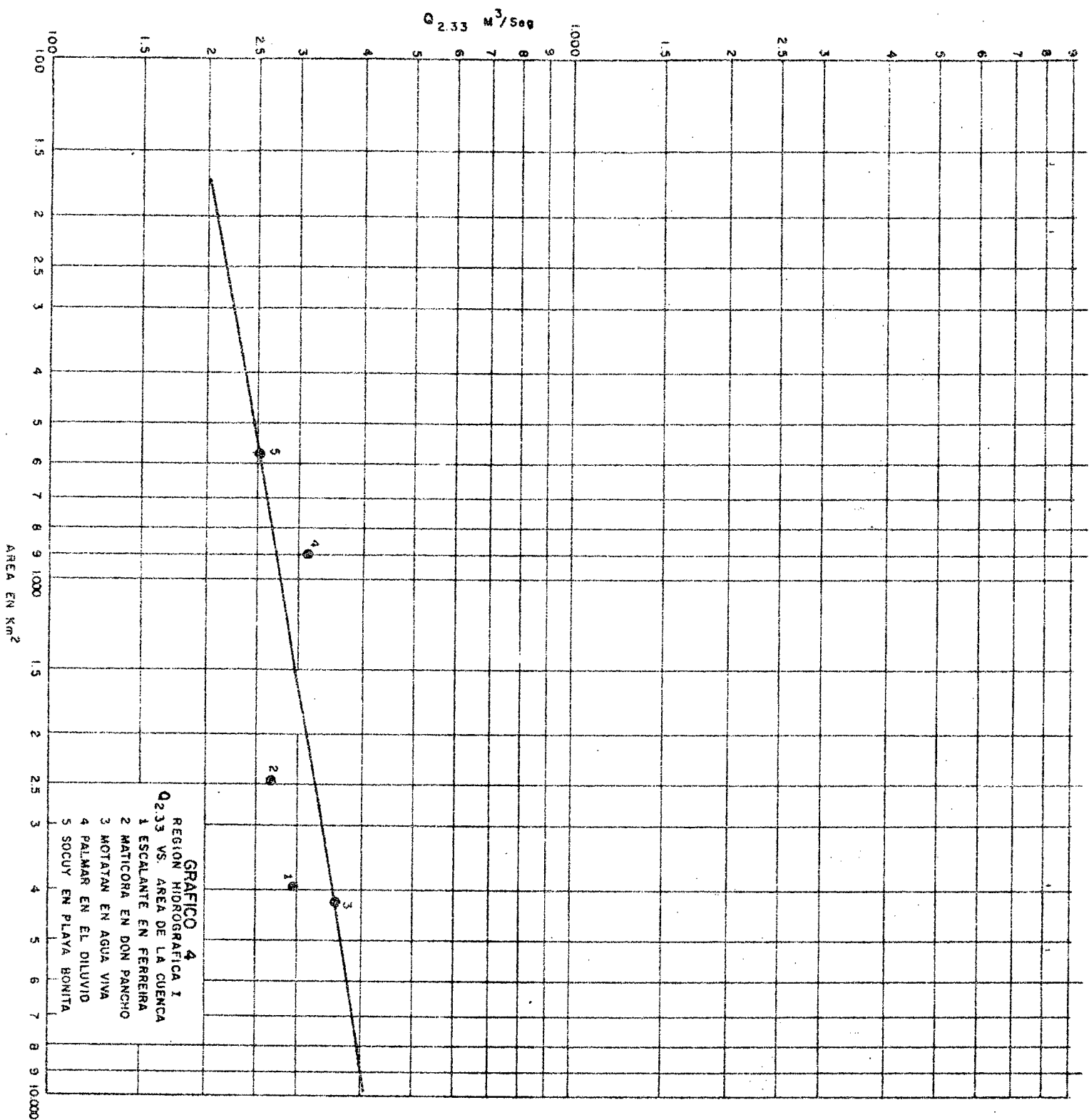
GRAFICO 7-3
CURVA REGIONAL DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
REGION HIDROGRAFICA I



Periodo de retorno (años)

Papel de Probabilidades de Gumbel

0/0 233



ficas VII y VIII correspondientes a la cuenca del Lago de Valencia y del río Tuy respectivamente, se supuso inicialmente que todos los ríos podían ser analizados conjuntamente. Con este objeto se seleccionaron 14 ríos (ver "Diagrama de Barras", Gráfico 15) y un período base único de 25 años. Los datos faltantes se estimaron por correlación entre los diferentes ríos (ver observaciones Gráfico 15) y sus valores anuales se han incluido en el Anexo A. Debe señalarse que entre los 14 ríos escogidos se incluyeron el Guataparo y el Tucutunemo, que aunque pertenecen a la Región Hidrográfica IV, tienen más semejanza hidrológica con los ríos de la Región VII.

Al efectuar la prueba de homogeneidad del conjunto de ríos se observó que éstos se segregaban en dos grupos completamente distintos. Uno correspondiente a los ríos de la cuenca del río Tuy y los ríos Maruría y Guataparo situados al extremo de la Región Hidrográfica VII, y el otro formado por los afluentes del Lago de Valencia, con excepción del río Maruría. En las Tablas 10 y 11 aparecen los valores de áreas de las cuencas, crecientes medias anuales y otros datos necesarios para efectuar la prueba de homogeneidad. En los Gráficos 16 y 17 se han dibujado los puntos de cada grupo para la prueba de homogeneidad. Entre los ríos de la Región Hidrográfica VIII se han incluido el Guataparo y Maruría por las razones antes mencionadas, pero en el Mapa de Regionalización de Curvas de Frecuencia de Crecientes se han coloreado cada grupo de ríos de forma distinta.

En las Tablas 12 y 13 se incluyen para cada río los valores de --

TABLA 3
REGION HIDROGRAFICA IV ZONA ORIENTAL

R I O S	AREA HOYA Km ²	CRECIENTE MEDIA ANUAL Q _{2.33} M ³ /Seg	CRECIENTE 10 AÑOS Q ₁₀ M ³ /Seg	Q ₁₀ /Q _{2.33}	Q _{2.33} X284 M ³ /Seg	Para Q COLUMNA 6 AÑOS	PERIODO DE REGISTRO AJUSTADO AÑOS	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8	9
COJEDES en San Rafael	4.325	228	620	2.71	647	11	21	
CUARICO en La Puerta	625	150	480	3.20	426	8	26	
CHARICO en Boca de Cagua	2.040	325	1.000	2.98	923	9	21	
PAO en La Balsa	2.730	390	920	2.35	1107	14	15	
SARARE en Sarare	220	69	295	4.27	195	6	16	
SARARE en Agua Blanca	585	83	205	2.46	235	13	23	
TINACO en Puente Tinaco	625	290	660	2.27	823	14	15	
TINACO en Sitio de Presa	1330	160	410	2.56	461	11	11	
TIRGUA en Paso Viboral	1490	360	1.000	2.77	1022	10	24	

$$\leq Q_{10}/Q_{2.33} = 27.54$$

$$\text{Relación Promedio} = 2.84$$

TABLA 4
REGION HIDROGRAFICA IV ZONA OCCIDENTAL

R I O S	AREA HOYA Km ²	CRECIENTE MEDIA ANUAL Q ₂₃₃ M ³ /Seg	CRECIENTE 10 AÑOS Q ₁₀ M ³ /Seg	Q ₁₀ /Q ₂₃₃	Q ₂₃₃ X183 M ³ /Seg	Tr Poro COLUMNA 6 AÑOS	PERIODO DE REGISTRO AJUSTADO AÑOS	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACARIGUA en Pte. Acarigua	970	840	1.700	2,02	1.537	8	15	
BOCONO en Peña Larga	1.580	1.240	1.530	1.23	2.269	130	14	
GUACHE en Puente Viejo	300	400	1.000	2,50	732	6	16	
MASPARRO en Pte. Masparro	495	1.650	3.750	2,27	3.019	7	14	
MORADOR en Puente Morador	615	545	740	1.35	997	44	11	
PAGUEY en El Paso	810	1.140	2.100	1.84	2.086	10	16	
PORTUGUESA en Pte. Portug.	810	370	600	1.62	677	14	12	
SANTO DOMINGO en El Curay	690	790	1.370	1.73	1.445	13	9	
TUCUPIDO en Pte. Tucupido	440	830	1.630	1.96	1.518	8	12	
IAS MARIAS en Pte. Las Marias	325	440	--	--	--	--	--	No se tomó en cuenta en el cálculo.
URIBANTE en Pte. Colgante	3.950	2.650	--	--	--	--	--	No se tomó en cuenta en el cálculo.

$$\Sigma Q_{10} / Q_{233} = 16.52$$

$$\text{Relación Promedio} = 1.83$$

TABLA 5

REGION HIDROGRAFICA IV ZONA ORIENTAL
AJUSTE CORTO A LARGO PERIODO
INTERVALO DE RECURRENCIA -AÑOS

RIOS	Q 2.33	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
COJEDES en San Rafael	228	0.47	0.75	1.20	1.64	2.43	3.55	5.81	Corto Período
GUARICO en La Puerta	118	0.36	0.62	1.27	1.94	3.30	4.65	10.58	" "
GUARICO en Boca de Cagua	262	0.49	0.67	1.18	1.60	2.32	3.31	5.33	" "
SARARE en Agua Blanca	70	0.56	0.76	1.12	1.39	1.84	2.41	3.55	" "
TIRGUA en Paso Viboral	347	0.45	0.69	1.20	1.67	2.53	3.80	6.33	" "
MEDIANA	—	0.47	0.69	1.20	1.64	2.43	3.55	5.81	
COJEDES en San Rafael	228	0.43	0.67	1.22	1.73	2.71	4.11	7.00	Largo Período
GUARICO en La Puerta	150	0.37	0.63	1.26	1.89	3.19	5.32	10.00	" "
GUARICO en Boca de Cagua	335	0.40	0.67	1.28	1.87	2.98	4.91	8.90	" "
SARARE en Agua Blanca	83	0.45	0.69	1.18	1.62	2.46	3.60	5.88	" "
TIRGUA en Paso Viboral	360	0.42	0.67	1.23	1.77	2.77	4.23	7.47	" "
MEDIANA	—	0.42	0.67	1.23	1.77	2.77	4.23	7.47	
RELACION MEDIANA LARGO PERIODO / CORTO PERIODO	—	0.89	0.97	1.02	1.08	1.13	1.19	1.28	

TABLA 6

REGION HIDROGRAFICA IV ZONA ORIENTAL
AJUSTE CORTO A LARGO PERIODO
INTERVALO DE RECURRENCIA--AÑOS

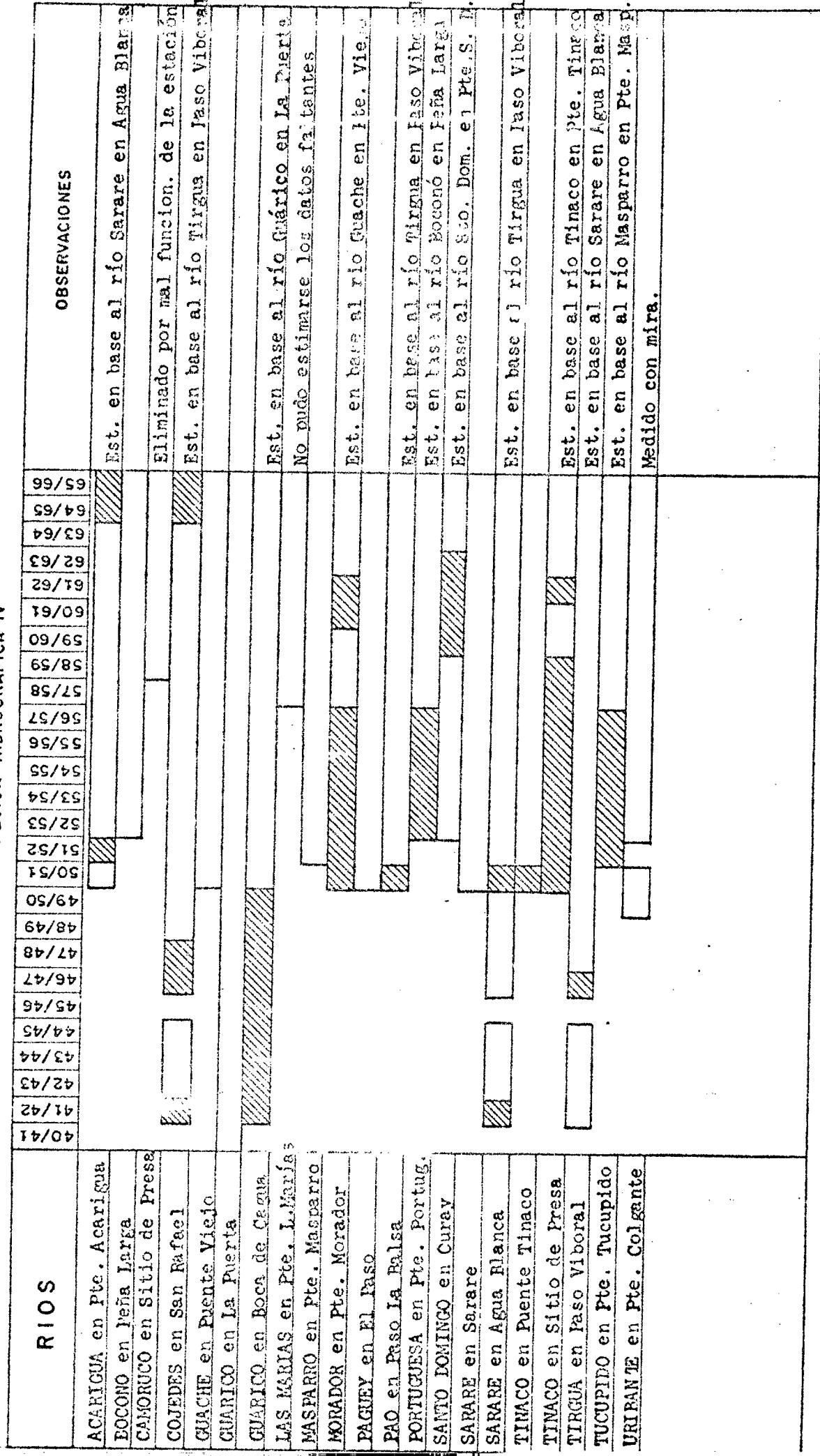
RIOS	Q 2.33	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
COJEDES en San Rafael	228	0.47	0.75	1.20	1.64	2.43	3.55	5.81	Corto período
GUARICO en La Puerta	118	0.36	0.62	1.27	1.94	3.30	4.65	10.58	" "
GUARICO en Boca de Cagua	262	0.49	0.67	1.18	1.60	2.32	3.31	5.33	" "
PAO en La Balsa	390	0.48	0.71	1.19	1.58	2.35	3.33	5.37	" "
SARARE en Sarare	70	0.29	0.56	1.33	2.23	4.27	7.77	17.28	" "
SARARE en Agua Blanca	69	0.56	0.76	1.12	1.39	1.84	2.41	3.55	" "
TINACO en Puente Tinaco	290	0.49	0.72	1.16	1.58	2.27	3.23	5.12	" "
TINACO en Sitio de Presa	160	0.45	0.68	1.21	1.68	2.56	3.87	6.81	" "
TIRGUA en Paso Viboral	347	0.45	0.69	1.20	1.67	2.53	3.80	6.33	" "
MEDIANA	—	0.47	0.69	1.20	1.64	2.43	3.55	5.81	
RELACION MEDIANA LARGO PERIODO / CORTO PERIODO		0.89	0.97	1.02	1.08	1.13	1.19	1.28	
MEDIANA X RELACION		0.41	0.66	1.22	1.97	2.74	4.92	7.43	CURVA DEFINITIVA

TABLA 8
REGION HIDROGRAFICA IV ZONA OCCIDENTAL
INTERVALO DE RECURRENCIA - AÑOS

RIOS	Q ₂₃₃	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
ACARIGUA en Pte. Acarigua	840	0.53	0.74	1.14	1.48	2.02	2.73	4.16	
BOCONO en Peña Larga	1.240	0.67	0.87	0.97	1.15	1.23	1.41	1.57	
GUACHE en Puente Viejo	400	0.45	0.70	1.20	1.65	2.50	3.72	6.12	
MASPARRO en Pte. Masparro	1.650	0.49	0.72	1.16	1.57	2.27	3.27	5.15	
MORADOR en Puente Morador	545	0.80	0.87	1.06	1.89	1.35	1.55	1.83	
PAGUEY en El Paso	1.140	0.59	0.78	1.12	1.39	1.84	2.34	3.30	
PORTUGUESA en Pte. Portuga	370	0.64	0.81	1.10	1.29	1.62	2.02	2.64	
SANTO DOMINGO en El Curay	790	0.28	0.66	1.15	1.44	1.73	1.95	2.14	
TUCUPIDO en Pte. Tucupido	440	0.56	0.76	1.15	1.45	1.96	2.64	3.84	
MEDIANA	—	0.56	0.76	1.15	1.45	1.84	2.34	3.30	

GRAFICO 5

DIAGRAMA DE BARRAS REGION HIDROGRAFICA IV



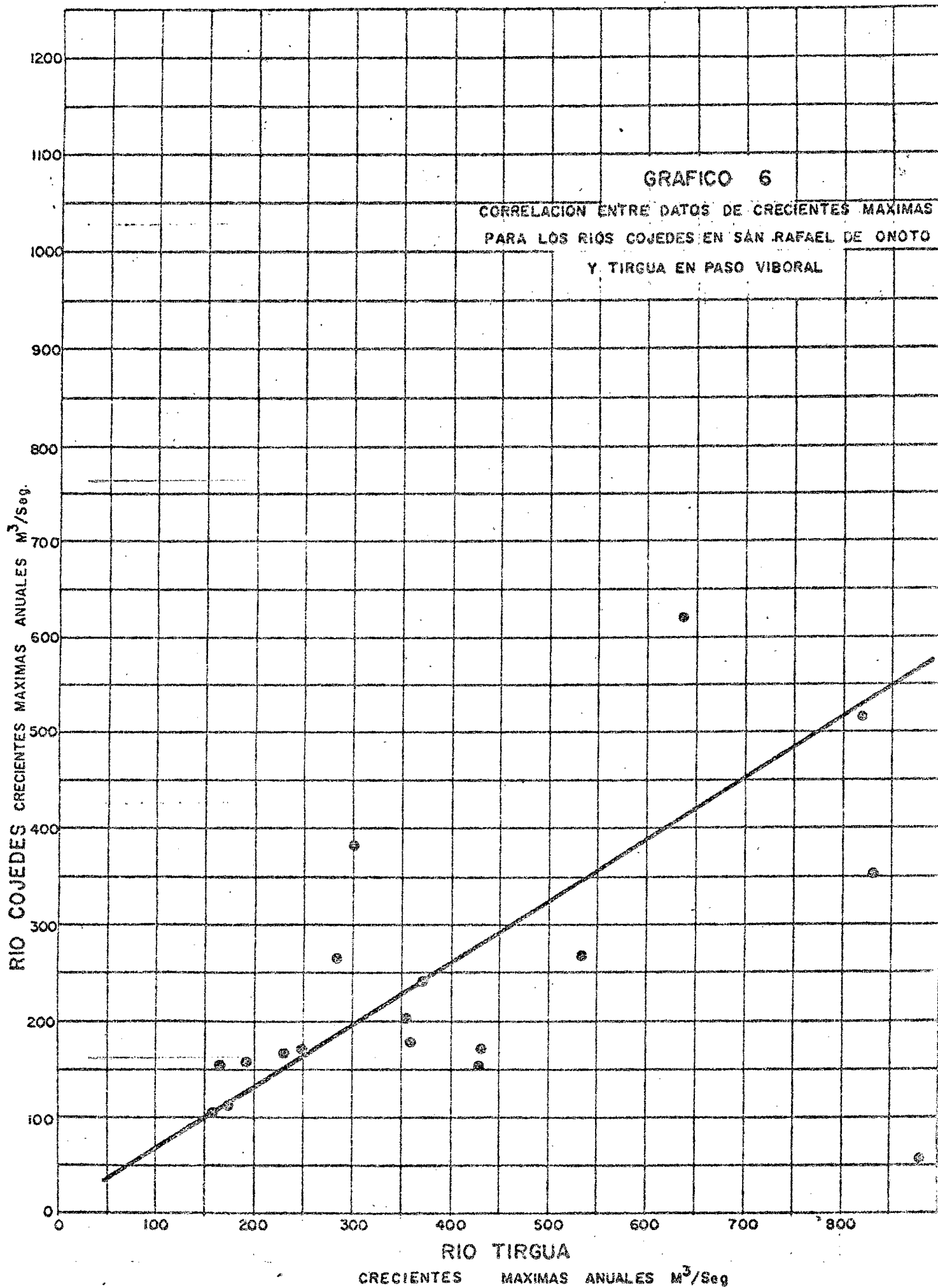
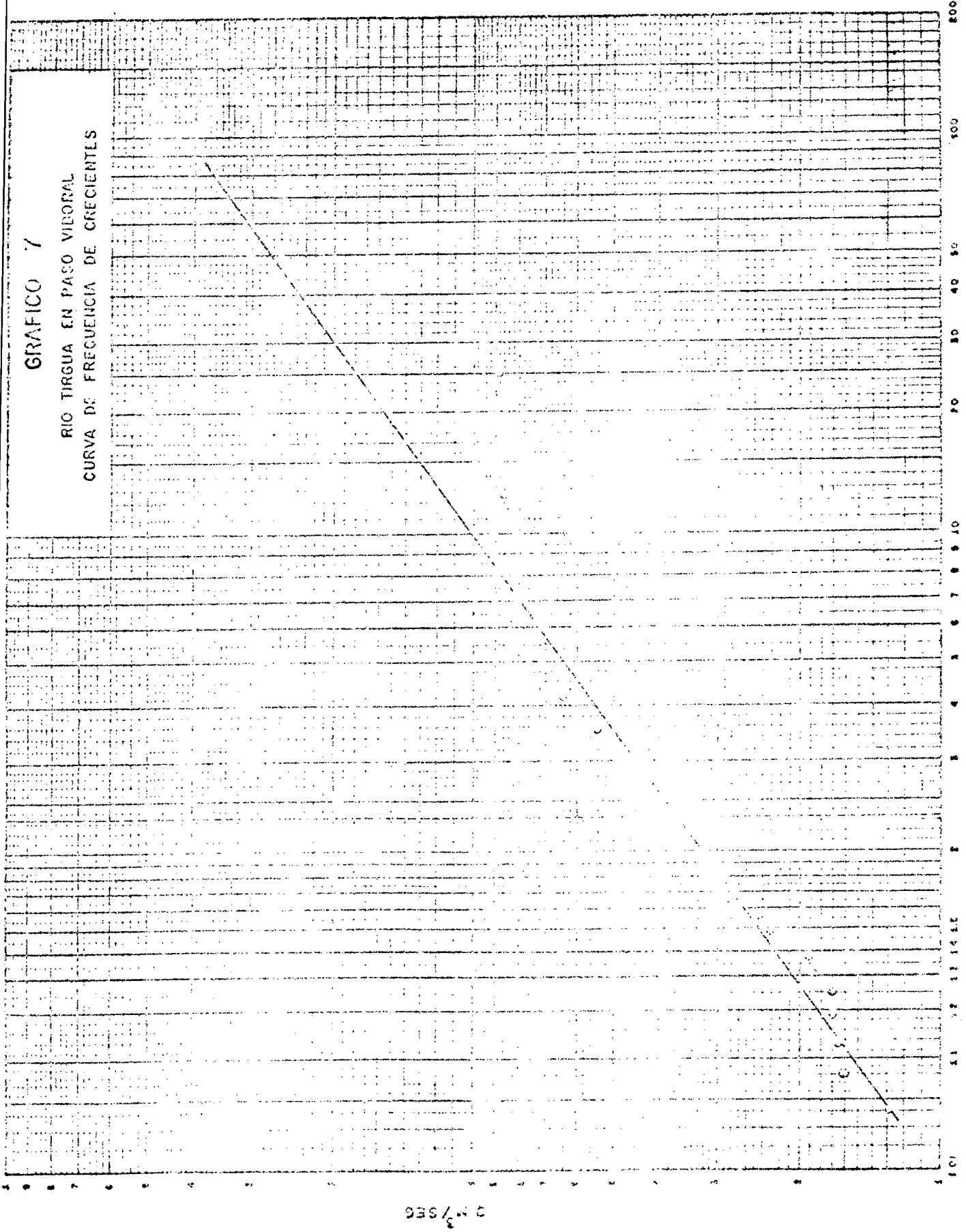


GRAFICO 7

RIO TIRGUA EN PASO VIBORAL
CURVA DE FRECUENCIA DE CRECIENTES



INTERVALO DE RECURRENCIA EN AÑOS

GRAFICO 8

REGION HIDROGRAFICA IV ZONA ORIENTAL
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

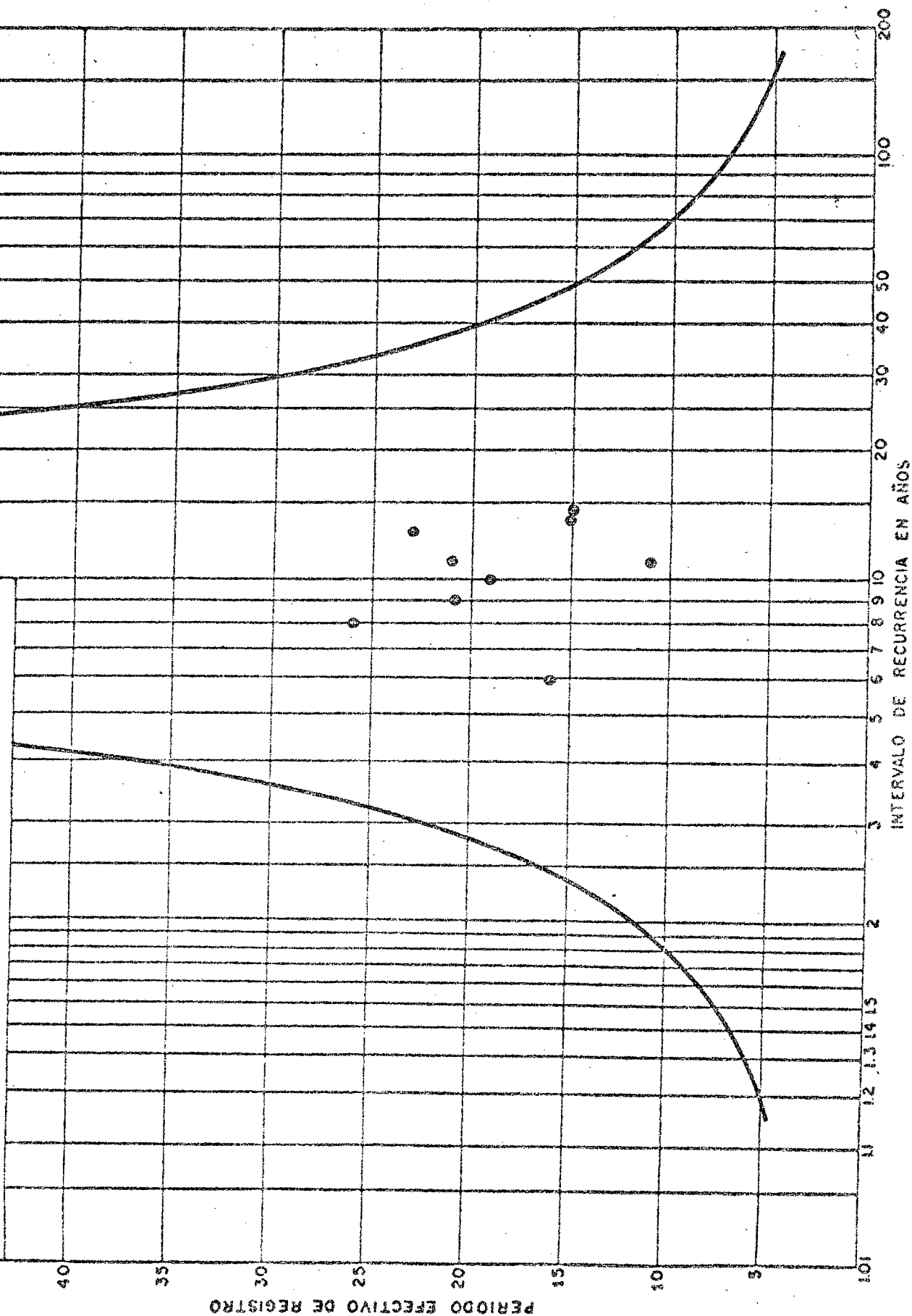


GRAFICO 9

REGION HIDROGRAFICA IV ZONA OCCIDENTAL
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

PERIODO EFECTIVO DE REGISTRO

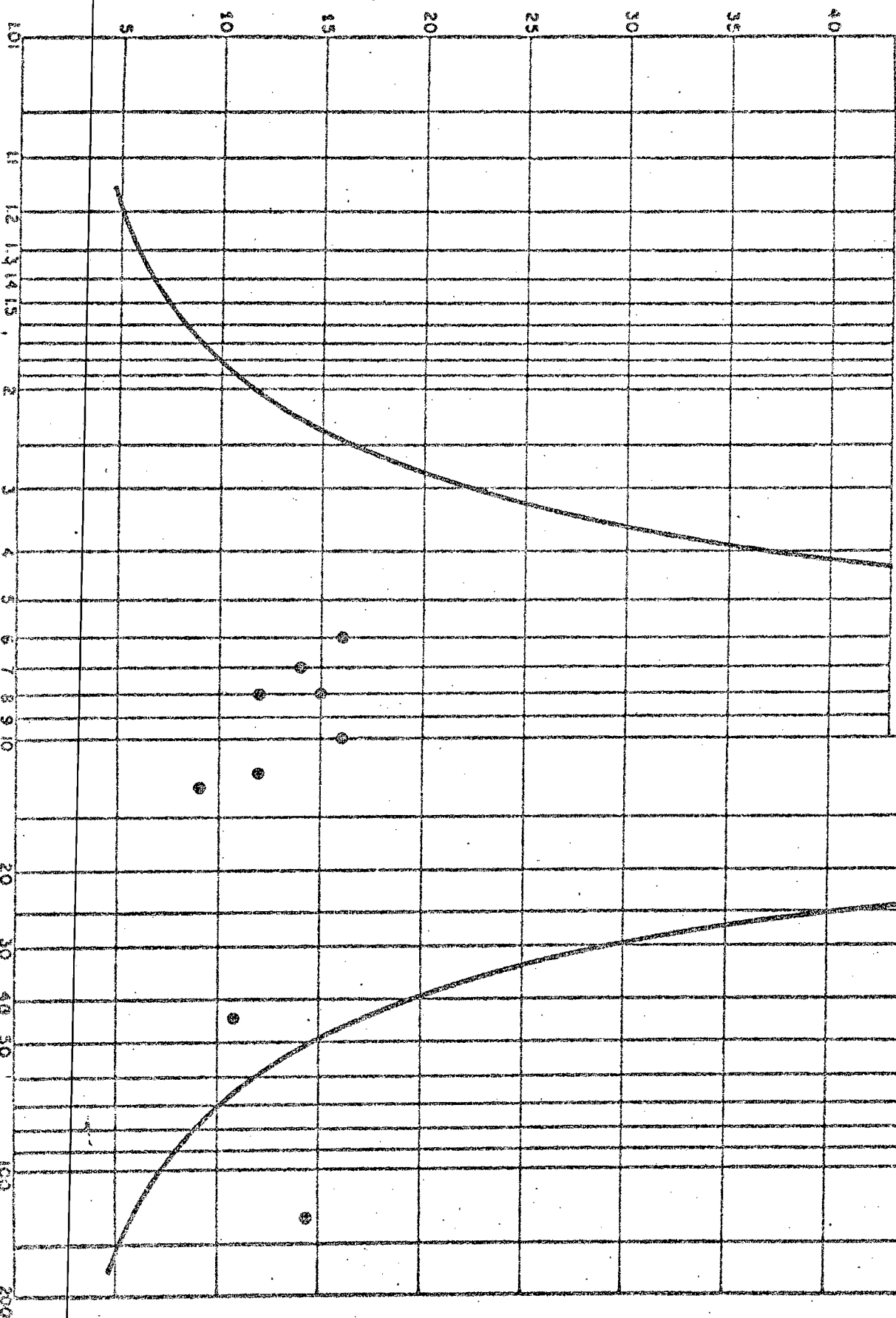


GRÁFICO 10

CURVA REGIONAL DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
REGION HIDROGRAFICA IV ZONA ORIENTAL

Q/Q_2 2.33

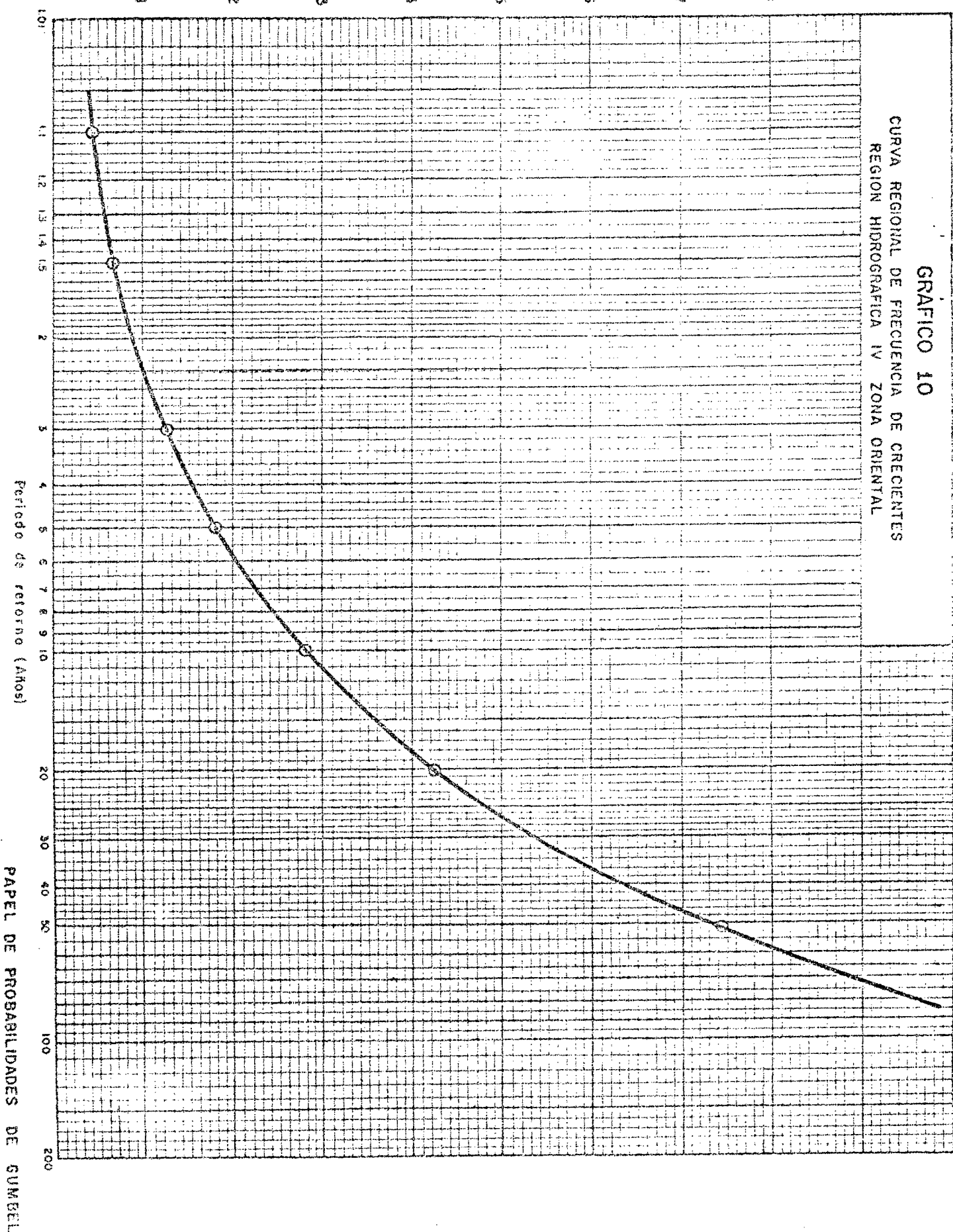
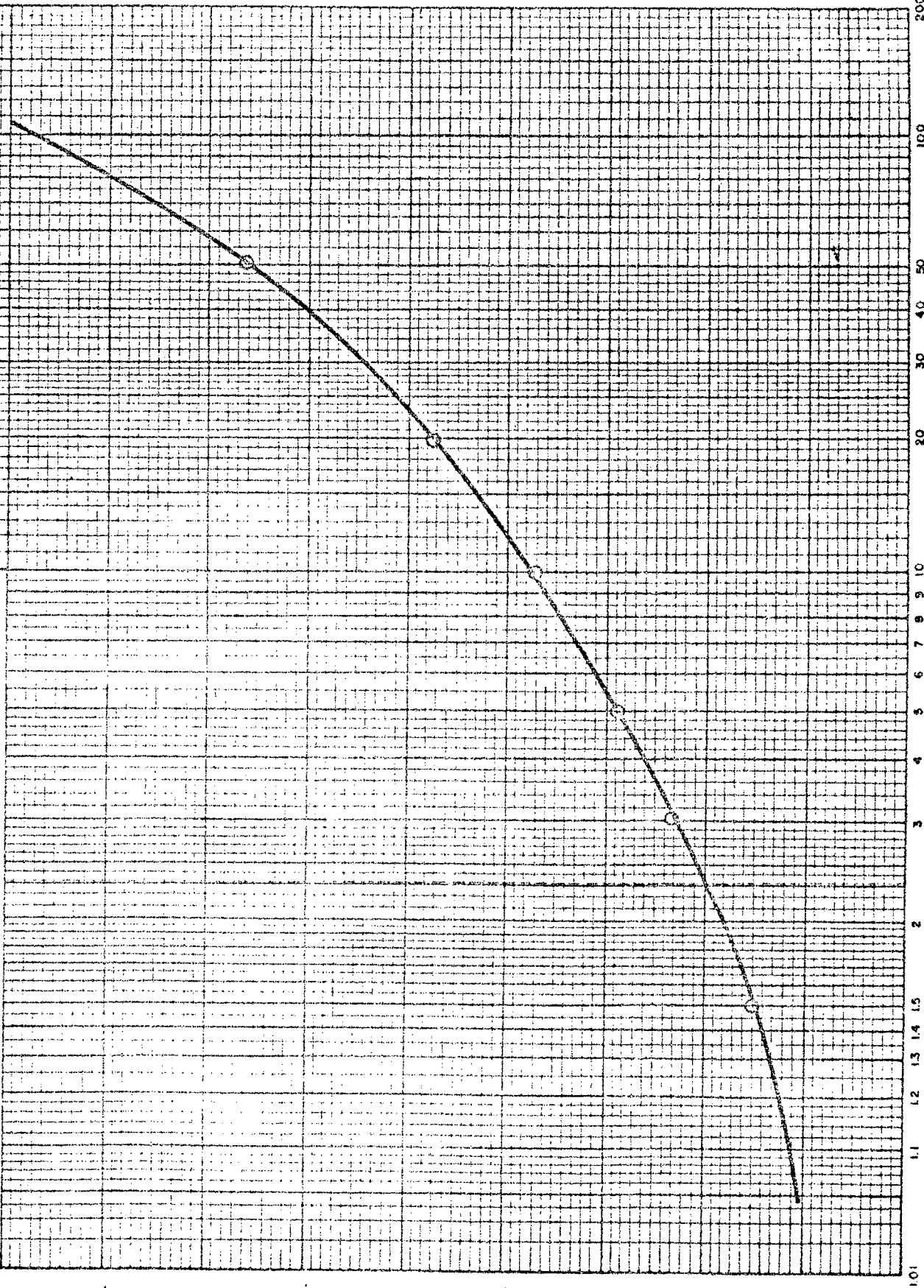


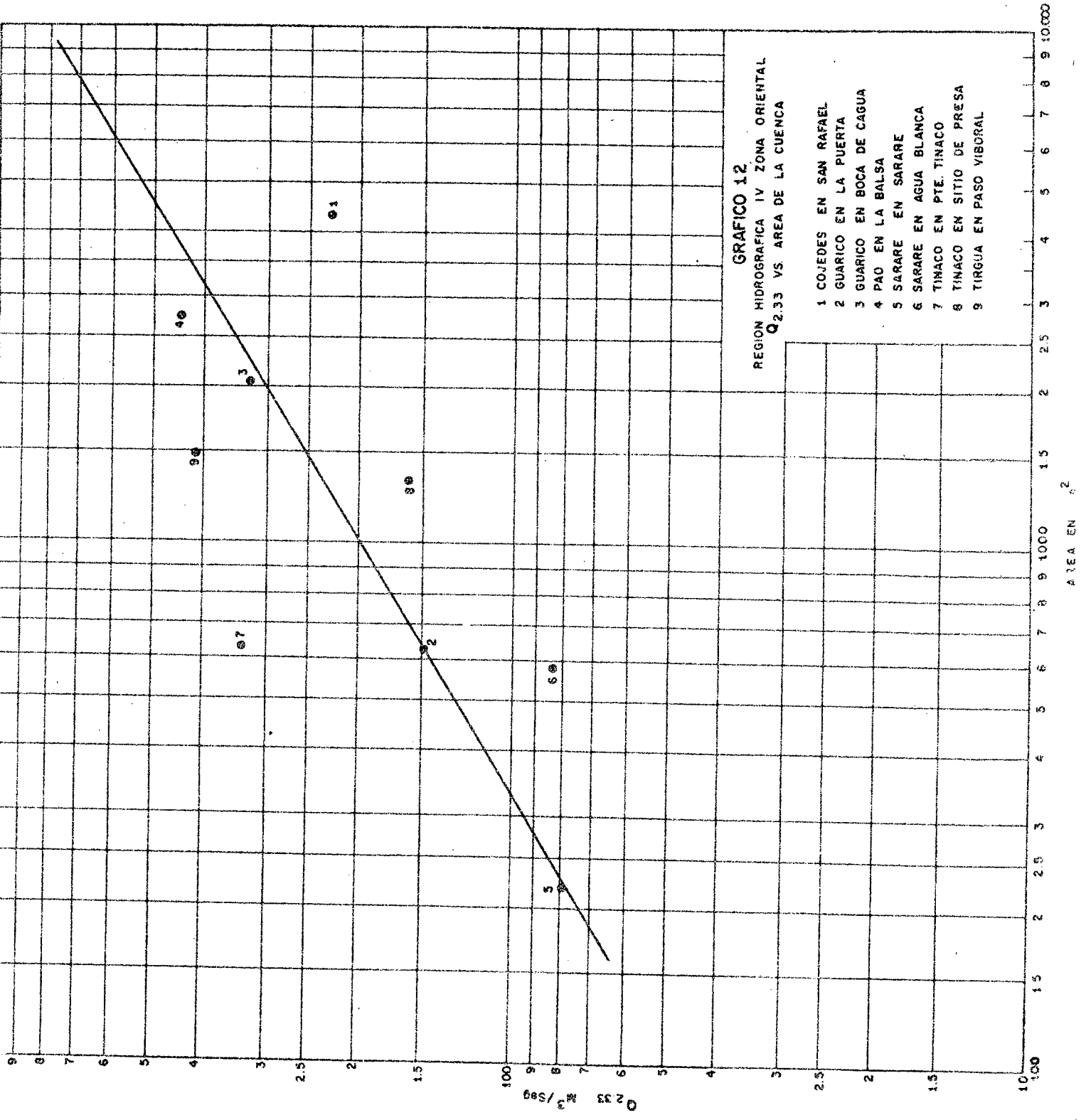
GRAFICO 11

CURVA REGIONAL DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
REGION HIDROGRAFICA IV ZONA OCCIDENTAL

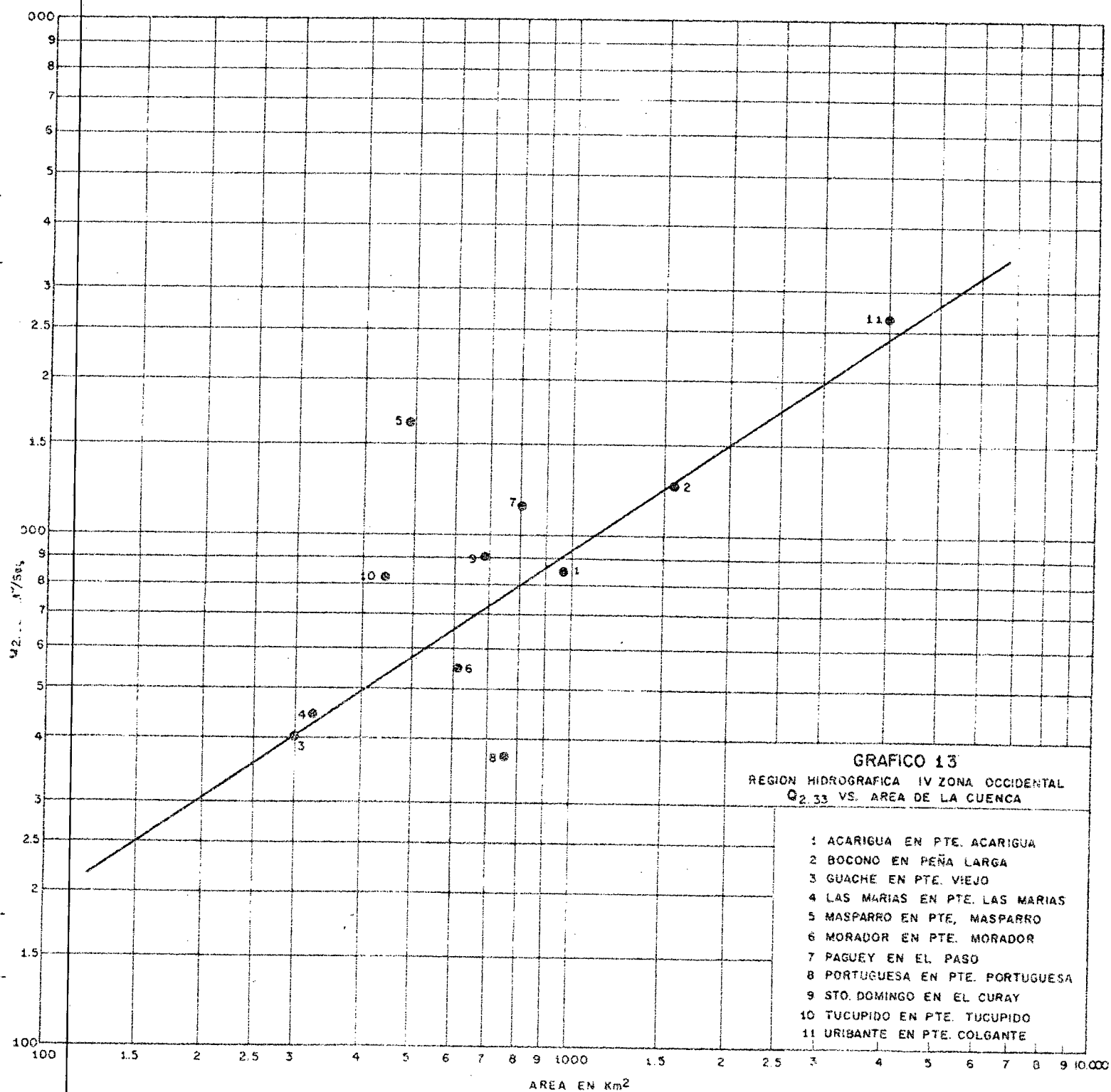


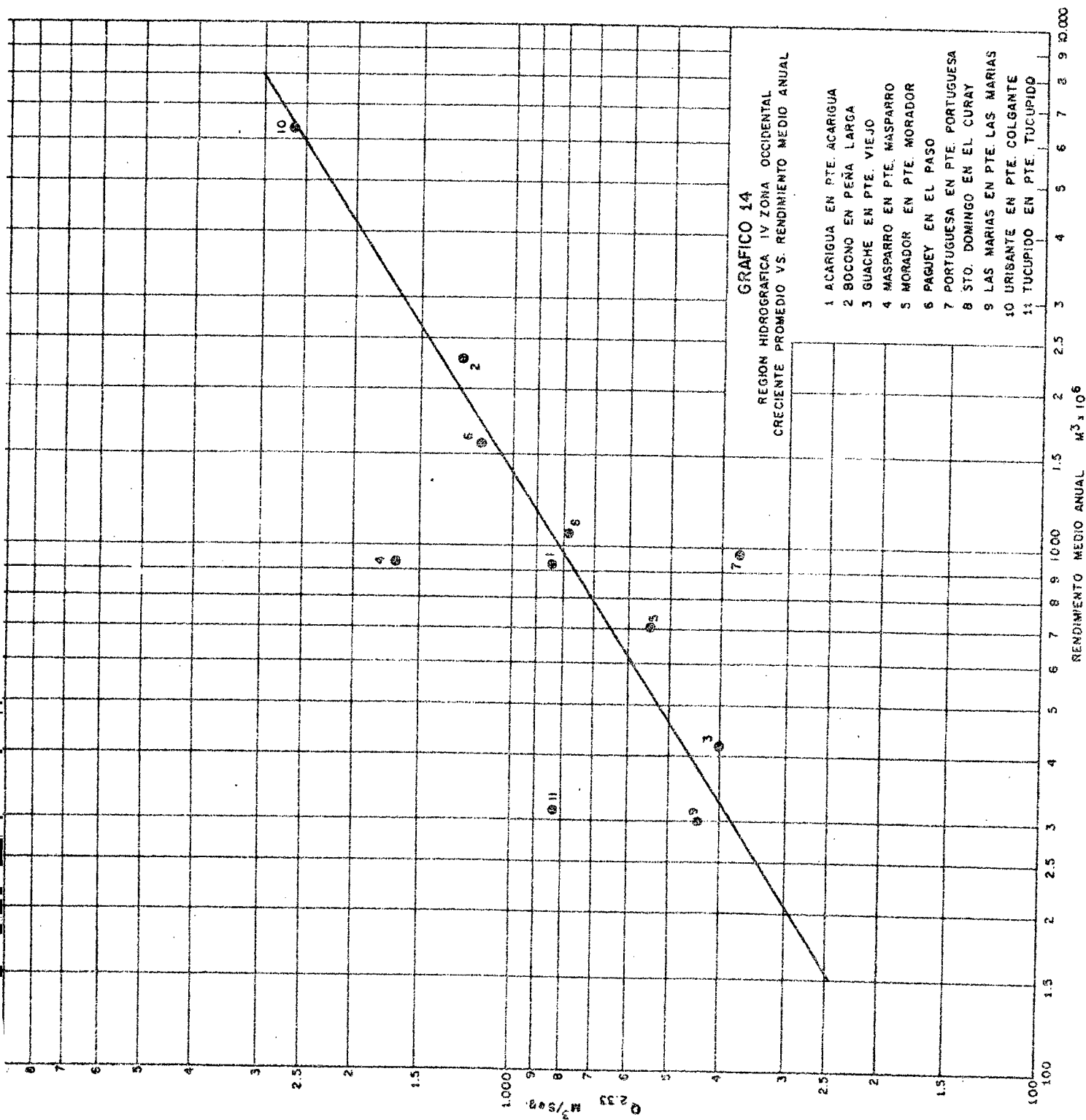
Periodo de retorno (Años)

PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL



- 1 COJEDES EN SAN RAFAEL
- 2 GUARICO EN LA PUERTA
- 3 GUARICO EN BOCA DE CAGUA
- 4 PAO EN LA Balsa
- 5 SARARE EN SARARE
- 6 SARARE EN AGUA BLANCA
- 7 TINACO EN PTE. TINACO
- 8 TINACO EN SITIO DE PRESA
- 9 TIRGUA EN PASO VIBORAL





$Q/Q_{2,33}$ para diversos intervalos de recurrencia, y se muestran además los valores centrales que sirvieron para definir las Curvas Regionales de Frecuencia de ambas zonas. Gráficos 18 y 19.

La correlación entre crecientes medias anuales y áreas de las respectivas cuencas de captación se efectuó en conjunto para todos los ríos, habiéndose obtenido el Gráfico 20 el cual muestra un grado aceptable de correlación.

5. HIDROGRAMA DE LAS CRECIENTES

Quando se trata de efectuar un estudio para el predimensionado de un embase cuyo propósito sea la mitigación de las crecientes, o para otra variedad de proyectos de obras hidráulicas, es necesario conocer además de la magnitud del pico de las crecientes para distintos intervalos de recurrencia, su forma y volumen, o sea el hidrograma de la avenida. Debido a que el método desarrollado en este trabajo no permite definir dichos hidrogramas, se creyó conveniente investigar la posibilidad de complementarlo mediante un procedimiento que permitiese obtenerlos de una manera sintética.

Los Ingenieros Avellán y Ayala, de la División de Hidrometeorología de la Dirección de Obras Hidráulicas, (3) correlacionando para los diversos ríos venezolanos, el área de su cuenca de captación con la relación de volúmenes a picos de crecientes, V/q_p , han encontrado una curva, Gráfico 21, de gran utilidad para la estimación de volúmenes de crecientes, conocidos el gasto pico del hidrograma q_p , y la superficie de la cuenca de captación.

TABLA 10

REGION HIDROGRAFICA VII

R I O S	AREA HOYA Km ²	CRECIENTE MEDIA ANUAL Q _{2.33} M ³ /Seg	CRECIENTE 10 AÑOS Q ₁₀ M ³ /Seg	Q ₁₀ /Q _{2.33}	Q _{2.33} X3.59 M ³ /Seg	Ti Para COLUMNA 6 AÑOS	PERIODO DE REGISTRO AJUSTADO AÑOS	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARAGUA en El Recreo	198	29,0	98.	3.38	104.	10	24	
GUACARA en Las Vegas	75	19,5	43.	2.21	70.	38	19	
LOS GUAYOS en Pte. Los Guay.	114	36,5	150.	4.11	131.	9	21	
IAS MINAS en Barrancón	85	34,5	136.	3.94	124.	10	22	
TOCORON en Parc. Chavero	114	65,0	195.	3.00	233.	13	19	
TUCUTUNEMO en Tucutunemito	172	18,6	110.	5.91	66.	7	23	
TURNERO en Turnero	192	60.0	155.	2.55	215.	20	23	

Relación Promedio = 3.59

$$\leq Q_{10} / Q_{2.33} = 25.12$$

TABLA 11
REGION HIDROGRAFICA . VIII

R I O S	AREA HOYA Km ²	CRECIENTE MEDIA ANUAL Q _{2.33} M ³ /Seg	CRECIENTE 10 AÑOS Q ₁₀ M ³ /Seg	Q ₁₀ /Q _{2.33}	Q _{2.33} X1.58 M ³ /Seg	T _r F _o r _o Q COLUMNA 6 AÑOS	PERIODO DE REGISTRO AJUSTADO AÑOS	OBSERVACIONES
1	2	3	4	5	6	7	8	9
GRANDE en Carpintero	719	205	345	1.68	326.	8	23	
GUAIRE en Pichao	807	380	650	1.71	604.	8	17	
GUAIRE en Hacienda Mopia	1222	129	192	1.49	205.	13	16	
GUATAPARO en Cía. Inglesa	39	23.5	29.0	1.24	37.	80	20	
MARURIA en Paso Flores	75	21.	30.	1.42	33.5	17	15	
TUY en Tazón	1180	157.	280.	1.78	249.6	7	25	
TUY en El Vigía	3620	268.	480.	1.79	426.1	7	22	

$$\frac{Q_{10}}{Q_{2.33}} = 11.11$$

$$\text{Relación Promedio} = 1.58$$

TABLA 12

REGION HIDROGRAFICA VII

INTERVALO DE RECURRENCIA -AÑOS-

RIOS	Q 233	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
ARACUA en El Recreo	198	0.36	0.62	1.29	1.97	3.38	5.66	11.04	
GUACARA en Las Vegas	75	0.28	0.64	1.21	1.64	2.21	2.87	3.90	
LOS GUAYOS en Pte. Los Guay.	114	0.30	0.58	1.32	2.19	4.11	7.54	16.71	
IAS MINAS en Barrancón	85	0.05	0.46	1.36	2.26	3.97	6.53	12.18	
TOCORON en Parc. Chavero	114	0.40	0.67	1.25	1.85	3.00	4.77	8.62	
TUCUTUNEMO en Tucutunemito	172	0.23	0.49	1.45	2.69	5.92	12.37	32.82	
TURNERO en Turnero	192	0.23	0.60	1.24	1.75	2.57	3.66	5.49	
MEDIANA	--	0.28	0.60	1.29	1.97	3.38	5.66	11.04	

TABLA 13
REGION HIDROGRAFICA VIII
INTERVALO DE RECURRENCIA -- AÑOS

RIOS	Q _{2.33}	1.1	1.5	3	5	10	20	50	OBSERVACIONES
GRANDE en Carpintero	205	0.23	0.68	1.18	1.45	1.69	1.81	1.94	
GUAIRE en Pichao	380	0.40	0.70	1.12	1.38	1.69	1.98	2.37	
GUAIRE en Hacienda Mopia	129	0.71	0.86	1.09	1.25	1.50	1.79	2.22	
GUATAPARO en Cía. Ing.	23.5	0.69	0.91	1.05	1.12	1.24	1.35	1.53	
MARURIA en Paso Flores	75	0.76	0.86	1.08	1.21	1.42	1.62	1.95	
TUY en Tazón	1.180	0.41	0.72	1.15	1.42	1.79	2.12	2.62	
TUY en El Vigía	3.620	0.41	0.71	1.14	1.41	1.77	2.13	2.62	
MEDIANA	--	0.41	0.72	1.12	1.38	1.69	1.81	2.22	

46 GRAFICO 15

DIAGRAMA DE BARRAS
REGIONES HIDROGRAFICAS VII Y VIII
CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA
Y CUENCA DEL RIO TUY

RIOS	OBSERVACIONES																										
	40/41	41/42	42/43	43/44	44/45	45/46	46/47	47/48	48/49	49/50	50/51	51/52	52/53	53/54	54/55	55/56	56/57	57/58	58/59	59/60	60/61	61/62	62/63	63/64	64/65	65/66	
ARAGUA en El Recreo																											Est. en base al río Guatap. en Cía. Ing.
GRANDE en Carpintero																											Est. en base al río Tuy en Tazón.
GUACARA en Las Vegas																											Est. en base al río Turmero en Turmero.
GUAYRE en Pichao																											Est. en base al río Tuy en el Vigía.
GUAYRE en Hacienda Nopia																											Est. en base al río Tuy en el Vigía.
GUAYAPARO en Cía. Inglesa																											Est. en base al río Aragua en El Recreo
LAS MINAS en Barrancón.																											Est. en base al río Tucutunemo
LOS GUAYOS en Paso Autop.																											Est. en base al río Guacara en Las Vegas
MAJURIA en Paso Flores																											Est. en base al río Guatap. en Cía. Ing.
TOCORON en Parc. Chavero																											Est. en base al río Las Minas en Barran.
TUCUTUNEMO en Tucutunemito																											Est. en base al río Guárico en La Puerta
TURMERO en Turmero																											Est. en base al río Tuy en Tazón
TUY en Hacienda Tazón																											
TUY en El Vigía																											Est. en base al río Tuy en Tazón

DATOS REGISTRADOS

DATOS ESTIMADOS

GRAFICO 16

REGION HIDROGRAFICA VII
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

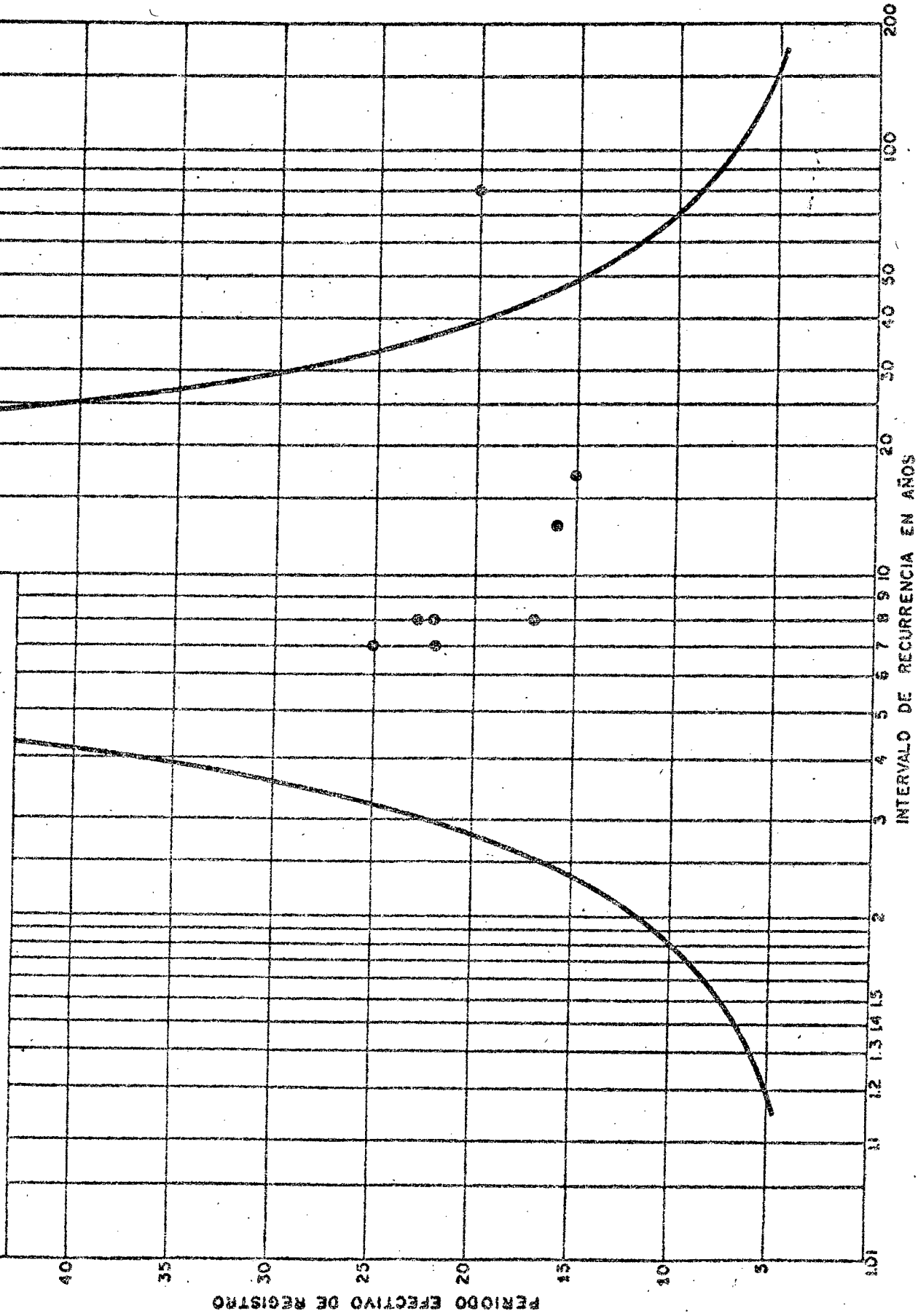


GRAFICO 17

REGION HIDROGRAFICA VIII
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

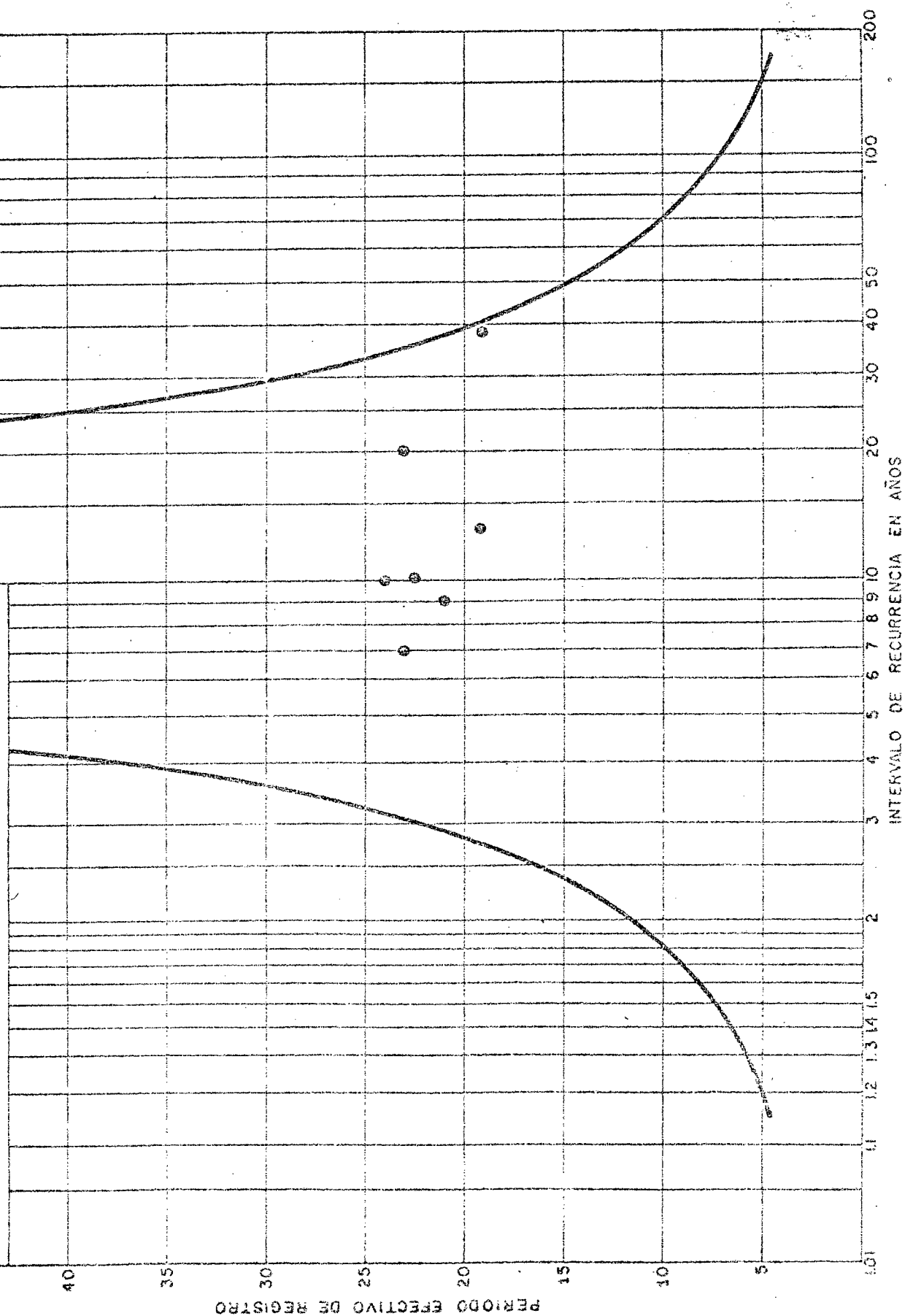
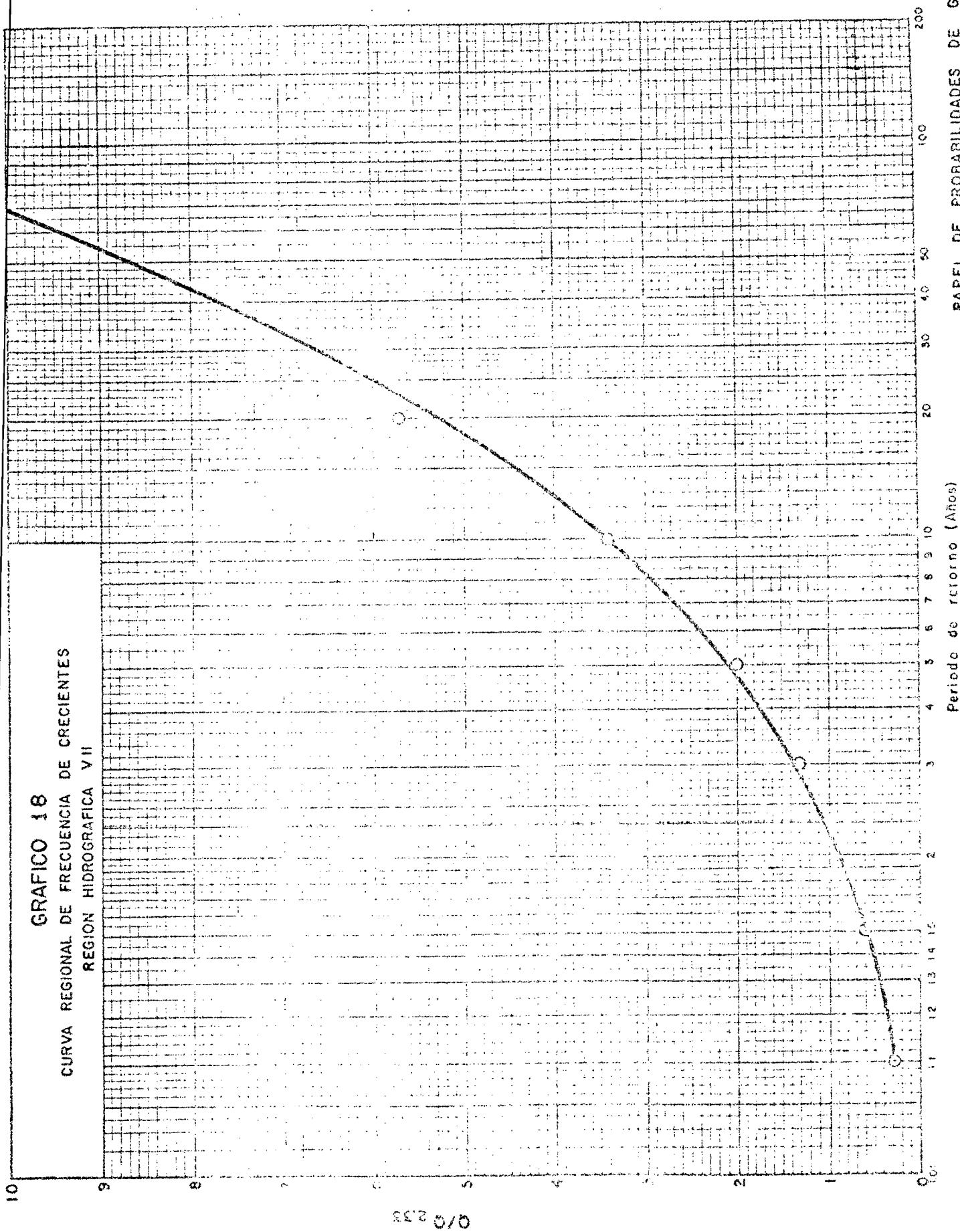


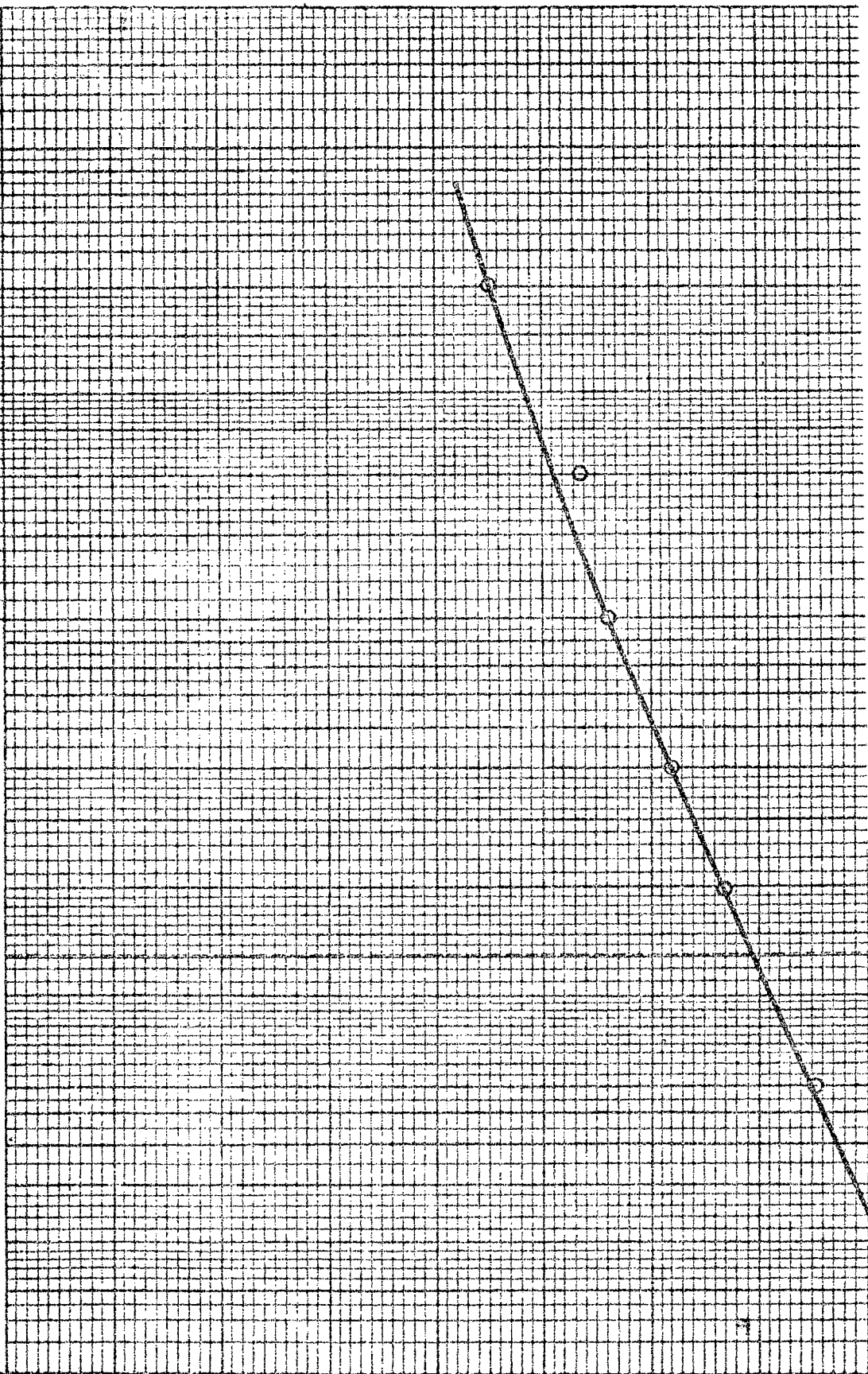
GRAFICO 18

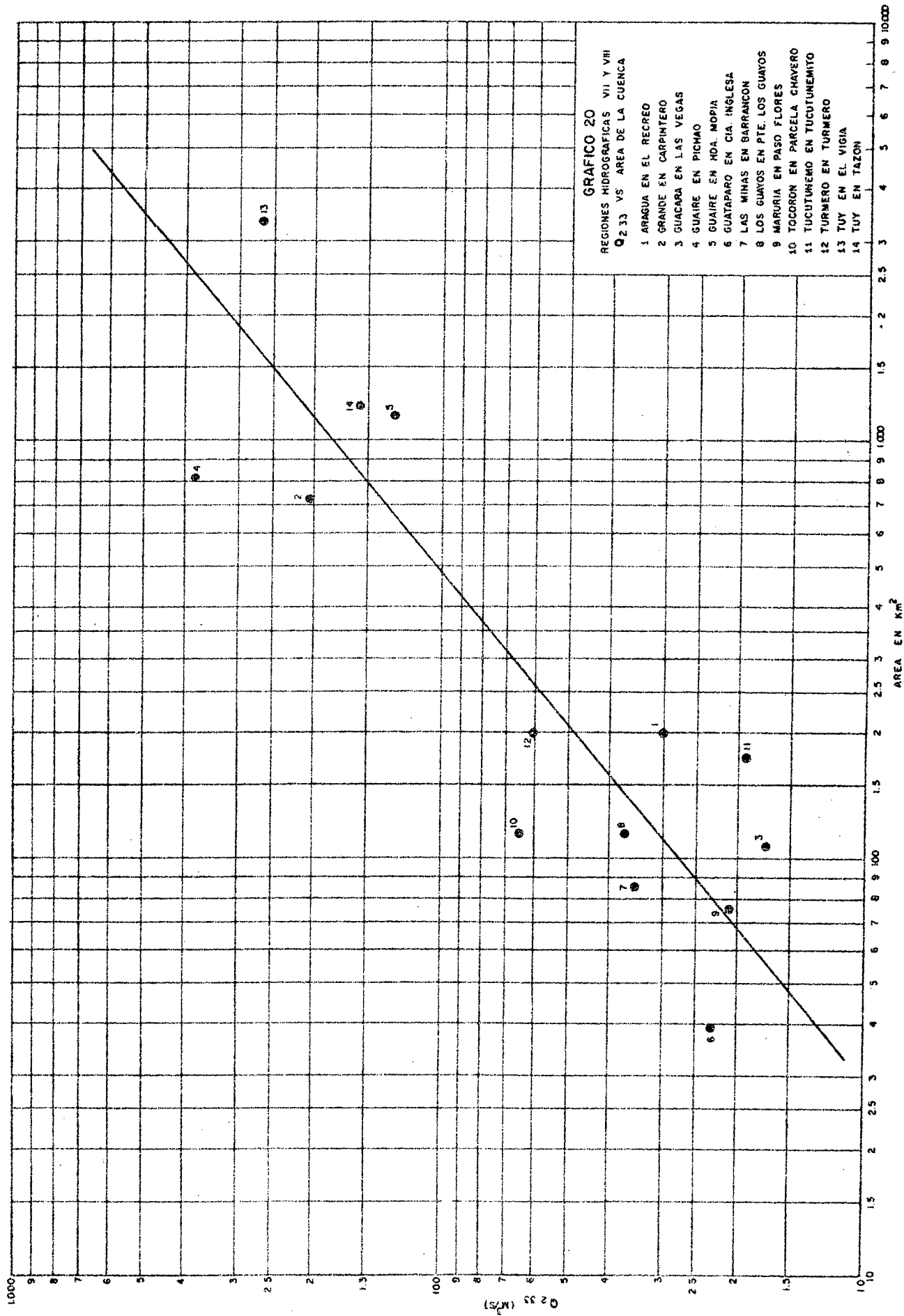
CURVA REGIONAL DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
REGION HIDROGRAFICA VII



PAPEL DE PROBABILIDADES DE GUMBEL

GRAFICO 19
CURVA REGIONAL DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
REGION HIDROGRAFICA VIII





Así mismo, han obtenido correlaciones que permiten estimar el tiempo hasta el pico y el tiempo base de los hidrogramas de las crecientes de una cuenca, conocida su superficie, Gráficos 22 y 23.

Mediante estos gráficos es posible entonces tener una estimación aproximada del volumen, el tiempo hasta el pico y el tiempo base de un hidrograma, conocida el área de captación y la magnitud del gasto de la avenida para un cierto intervalo de recurrencia. El hidrograma de las crecientes puede dibujarse trazando por los puntos $t = 0, q = 0$; $t = t_p, q = q_p$ y $t = t_B, q = 0$, una curva de forma aproximada a hidrogramas conocidos o de ríos vecinos. Una verificación de la forma supuesta podrá obtenerse, calculando el volumen del hidrograma así dibujado y comparándolo con el volumen calculado mediante el Gráfico 21. Si existe alguna diferencia podrán tantearse un nuevo trazo, hasta hacer coincidir ambos resultados.

6. APLICACION DE LOS RESULTADOS

Se ha creído conveniente presentar en forma resumida el procedimiento que debe seguirse para obtener la curva de frecuencias de crecientes de un río en las Regiones Hidrográficas que han sido analizadas. A tal efecto debe considerarse dos situaciones distintas, (a) cuando se poseen datos flu-viográficos para el río investigado y (b) cuando no se poseen datos flu-viográficos.

6.1 Curva de Frecuencia cuando se poseen datos fluviográficos.- En aque-
llos casos en que se tienen registros de las crecientes máximas anuales en el río cuya curva de frecuencia se desea calcular podrán obtenerse los valores de las crecientes e intervalos de recurrencia del Anexo A

13

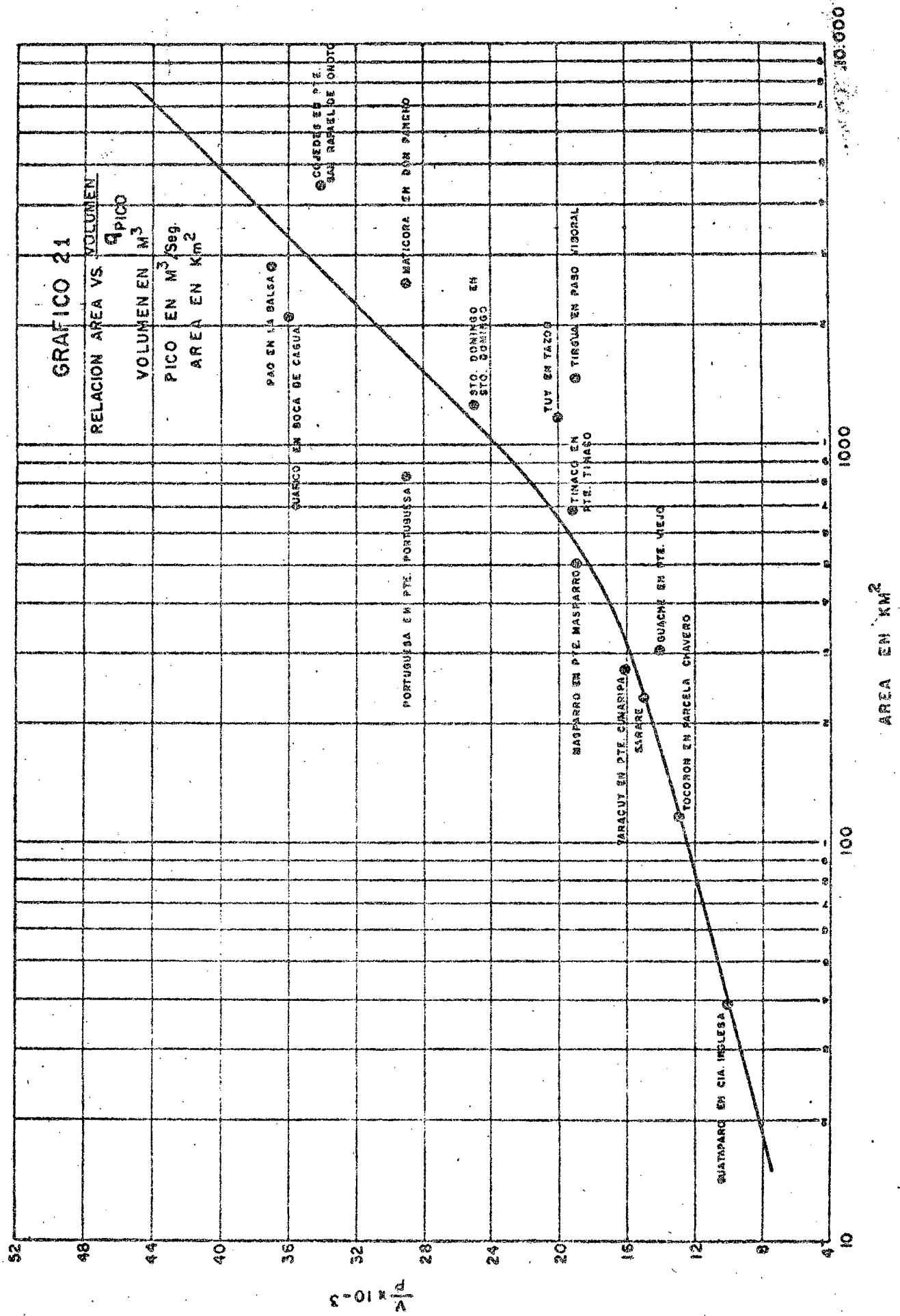
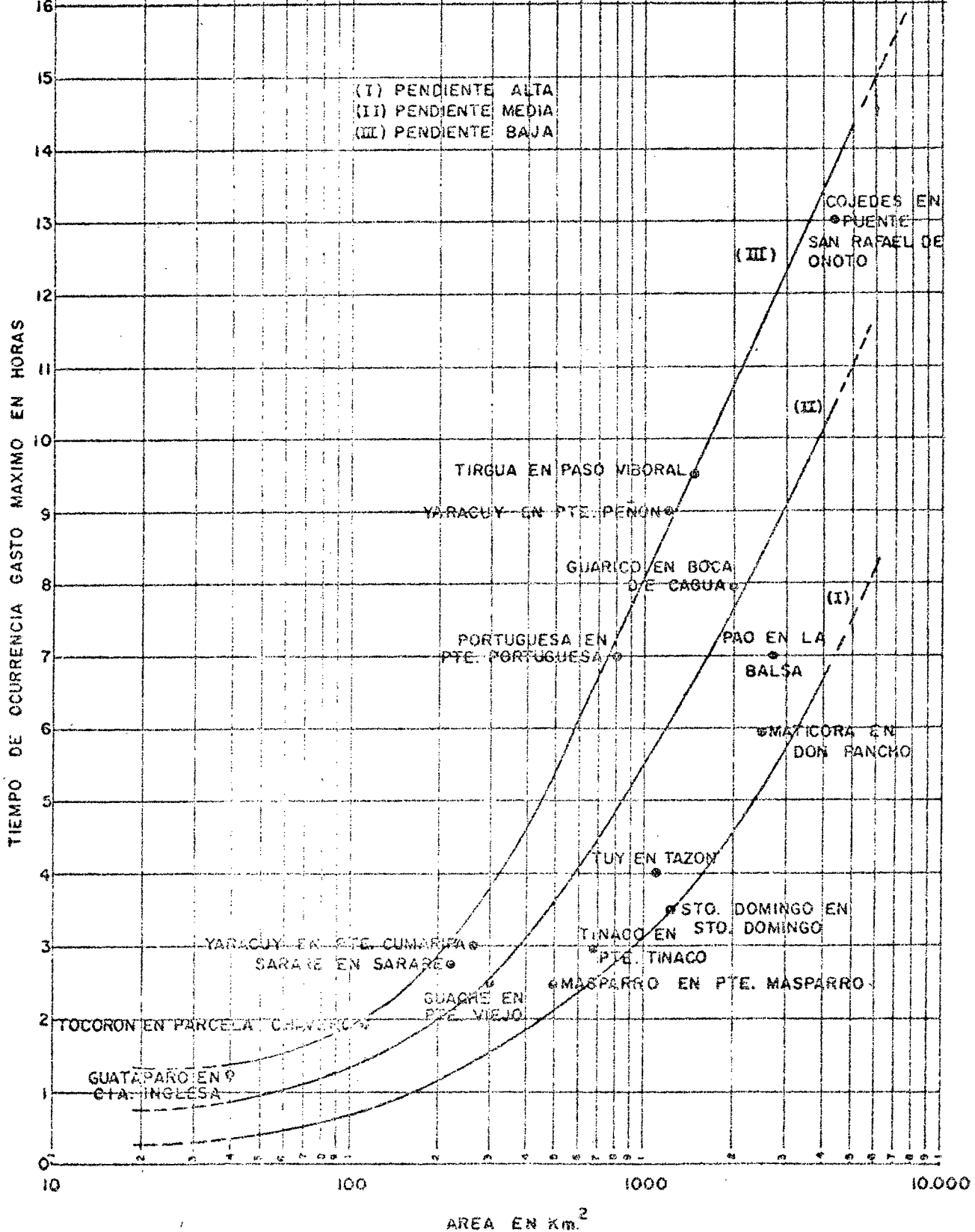
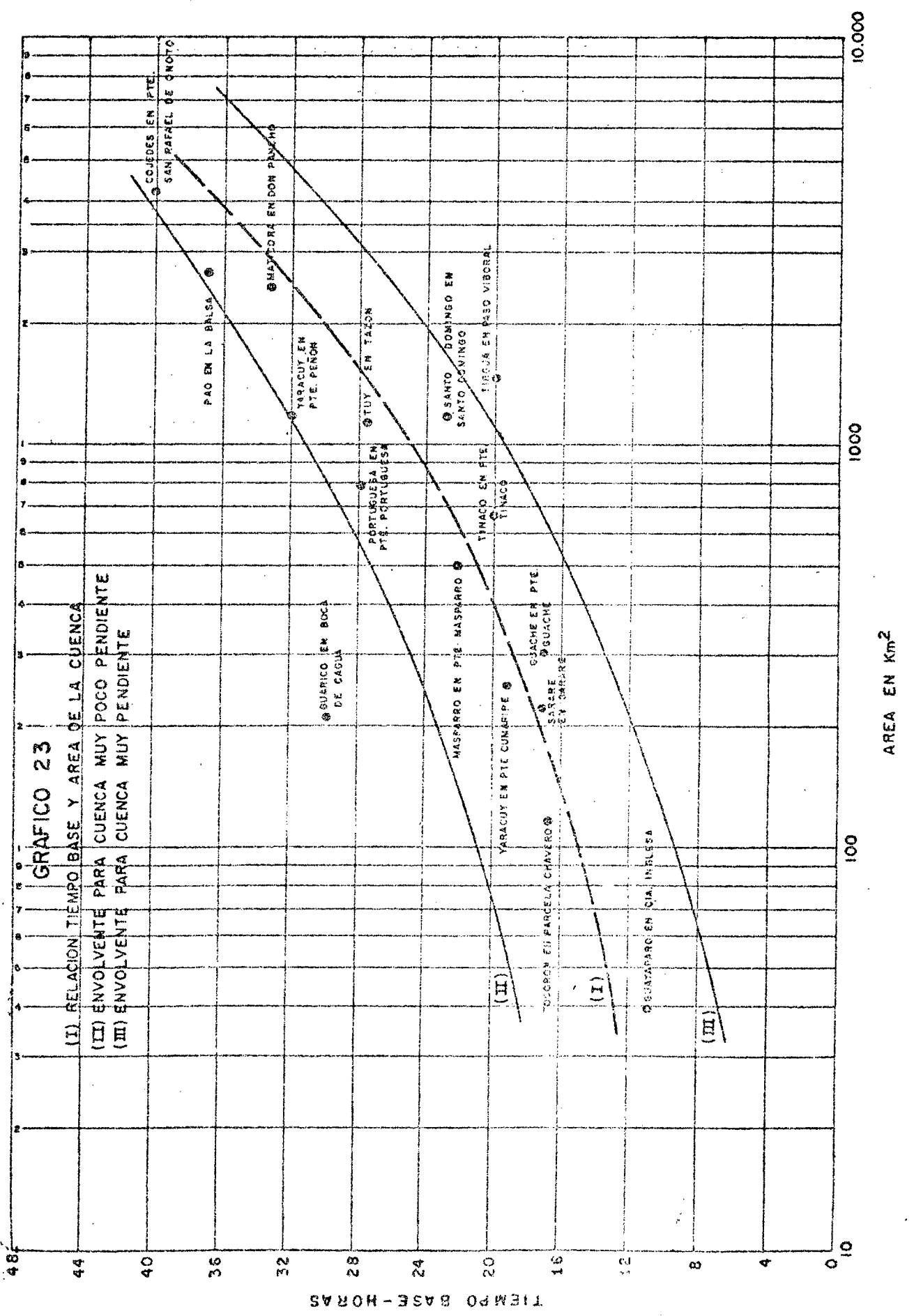


GRAFICO 22

RELACION DE TIEMPO DE OCURRENCIA DE GASTO MAXIMO EN CRECIENTES Y DEL AREA DE LA CUENCA DE ACUERDO CON LA PENDIENTE





de este trabajo y graficarse en un papel Gumbel-Log. Si es el caso que para el momento de efectuar el cálculo han transcurrido varios años desde la ejecución de este estudio, deberán compilarse los valores de las máximas crecientes anuales de los años más recientes y actualizar la curva siguiendo un procedimiento semejante al expuesto en la letra (c) del aparte 2.1. Los datos de las crecientes máximas anuales podrán solicitarse en la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas.

6.2 Curva de Frecuencia cuando no se poseen datos fluviográficos.- Cuando no se poseen registros fluviográficos en un río situado dentro de una de las regiones hidrográficas que han sido analizadas en este estudio y se desea obtener su curva de frecuencia de crecientes, se deberá seguir el siguiente procedimiento.

- a) Se ubica el río dentro de la Región Hidrográfica y zona correspondiente de acuerdo al Mapa de Regionalización de Curvas de Frecuencia de Crecientes.
- b) Se selecciona la Curva de Frecuencia de Creciente de la zona de Región.
- c) Se mide la superficie de la cuenca de captación hasta el sitio donde se desea obtener la curva de frecuencias. Esta superficie debe expresarse en kilómetros cuadrados.
- d) A partir de la curva de áreas de las cuencas de captación versus

crecientes medias anuales ($Q_{2,33}$), correspondiente a la zona o región y conocida la superficie de la cuenca, se obtiene el valor del $Q_{2,33}$.

- e) Se multiplican los valores de $Q/Q_{2,33}$ de la Curva Regional de Frecuencias, para diversos intervalos de recurrencia por el valor de la creciente media anual ($Q_{2,33}$) estimada en (d). Los resultados pueden graficarse en un papel "Gumbel-Log" en el cual los puntos deberán caer aproximadamente en línea recta.

6.3 Estimación del Hidrograma para una frecuencia conocida.- Generalmente cuando se planifica una obra hidráulica además de la curva de frecuencia de crecientes es necesario conocer cuantitativamente la forma de los hidrogramas para ciertos intervalos de recurrencia. Cuando este es el caso deberá seguirse el siguiente procedimiento:

- a) Se mide la superficie de la cuenca de captación hasta el sitio investigado en kilómetros cuadrados.
- b) A partir del Gráfico 21 y medida el área de la cuenca, puede obtenerse el valor de Vol/q_p . Conocida la magnitud del pico de la creciente para un cierto intervalo de recurrencia q_p , su volumen se estima del valor Vol/q_p .
- c) Mediante los Gráficos 22 y 23 y clasificando la cuenca de acuerdo a que su pendiente sea alta, media o baja, se obtiene el valor del tiempo hasta el pico T_p y tiempo base T_b a partir del

área de captación.

- d) Se dibuja aproximadamente a ojo un hidrograma que pase por los puntos $t = 0, q = 0$; $t = t_p, q = q_p$ y $t = T_B, q = 0$.
- e) Se mide el volumen del hidrograma dibujado y se compara con el volumen calculado de acuerdo al Gráfico 21. Si estos volúmenes difieren en más de un 10%, se tantea un nuevo trazo hasta que la diferencia desaparezca.

7. EJEMPLOS

Como parte final de este trabajo se ha creído conveniente presentar -- unos ejemplos ilustrativos de la aplicación que puede hacerse de los resultados obtenidos en este estudio.

- 7.1 Ejemplos.-- Se desea obtener para el río Tiznados en el sitio de presa:
- a) la curva de frecuencia de crecientes y b) hidrograma de la creciente de 10 años de intervalo de recurrencia, con el objeto de diseñar el túnel de desviación del río durante la construcción de la presa.

El río Tiznados en el sitio de presa tiene una cuenca de captación de 1.423 Km² y no se poseen registros fluviográficos que permitan calcular directamente la curva de frecuencia de crecientes.

- a) La cuenca del río Tiznados está ubicada en la Zona Oriental de la Región Hidrográfica IV y por esta razón la Curva Regional de Frecuencia que se utilizará será la del Gráfico 10.

Entrando en el Gráfico 12 de área de cuencas versus crecientes medias anuales, se obtiene para $A = 1.423 \text{ Km}^2$, $Q_{2,33} = 245 \text{ M}^3/\text{seg.}$ Para obtener la curva de frecuencia propia para el río Tiznados bastará multiplicar los valores de la curva regional de frecuencia por el $Q_{2,33}$ y para diversos intervalos de recurrencia.

Tr Años	$Q/Q_{2,33}$	$Q/Q_{2,33} \times 245$ $\text{M}^3/\text{seg.}$
1.1	0.41	100,4
1.5	0.66	161,7
3.0	1.22	298,9
5.0	1.77	433,6
10.0	2.74	671,5
20.0	4.22	1.033,9
50.0	7.43	1.820,3

Con los valores de la tabla anterior se ha dibujado en el Gráfico 24 la curva de frecuencia de crecientes del río Tiznados.

- b) El pico de la creciente para un intervalo de recurrencia de $Tr = 10$ años a partir de la curva de frecuencia es de $q = 671 \text{ M}^3/\text{seg.}$ Del Gráfico 21, para $A = 1.423 \text{ Km}^2$. se obtiene $V/q_p = 27,2 \times 10^{-3}$, de donde

$$Vol = 27,2 \times 10^{-3} \times 671 = 18,25 \times 10^6 \text{ M}^3$$

GRAFICO 24

(EJEMPLO 6.1)

CURVA DE FRECUENCIA DE CRECIENTES
PARA EL RIO TIZNADOS EN EL SITIO DE PRESA

Q M³/SEG

INTERVALO DE RECURRENCIA EN AÑOS

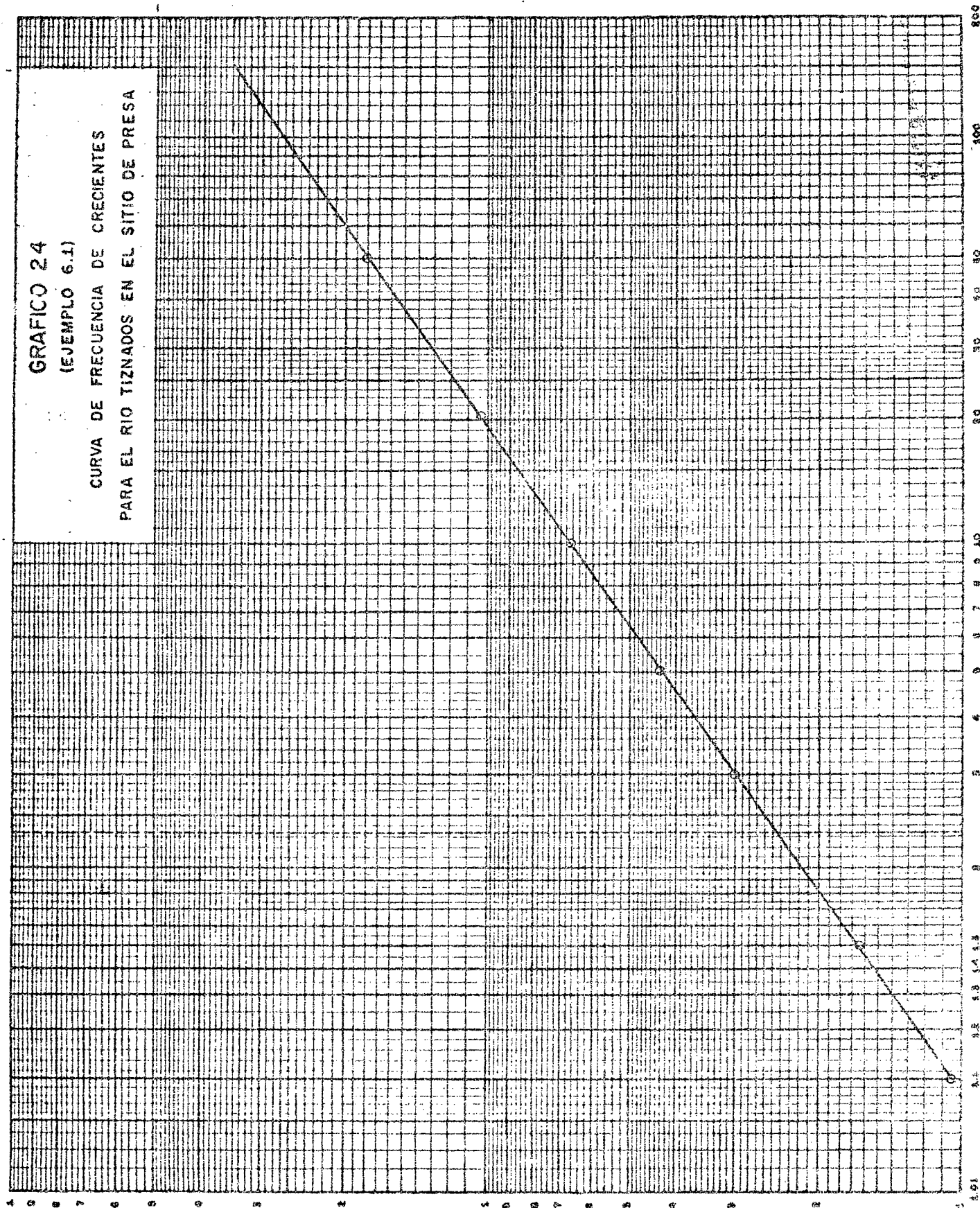
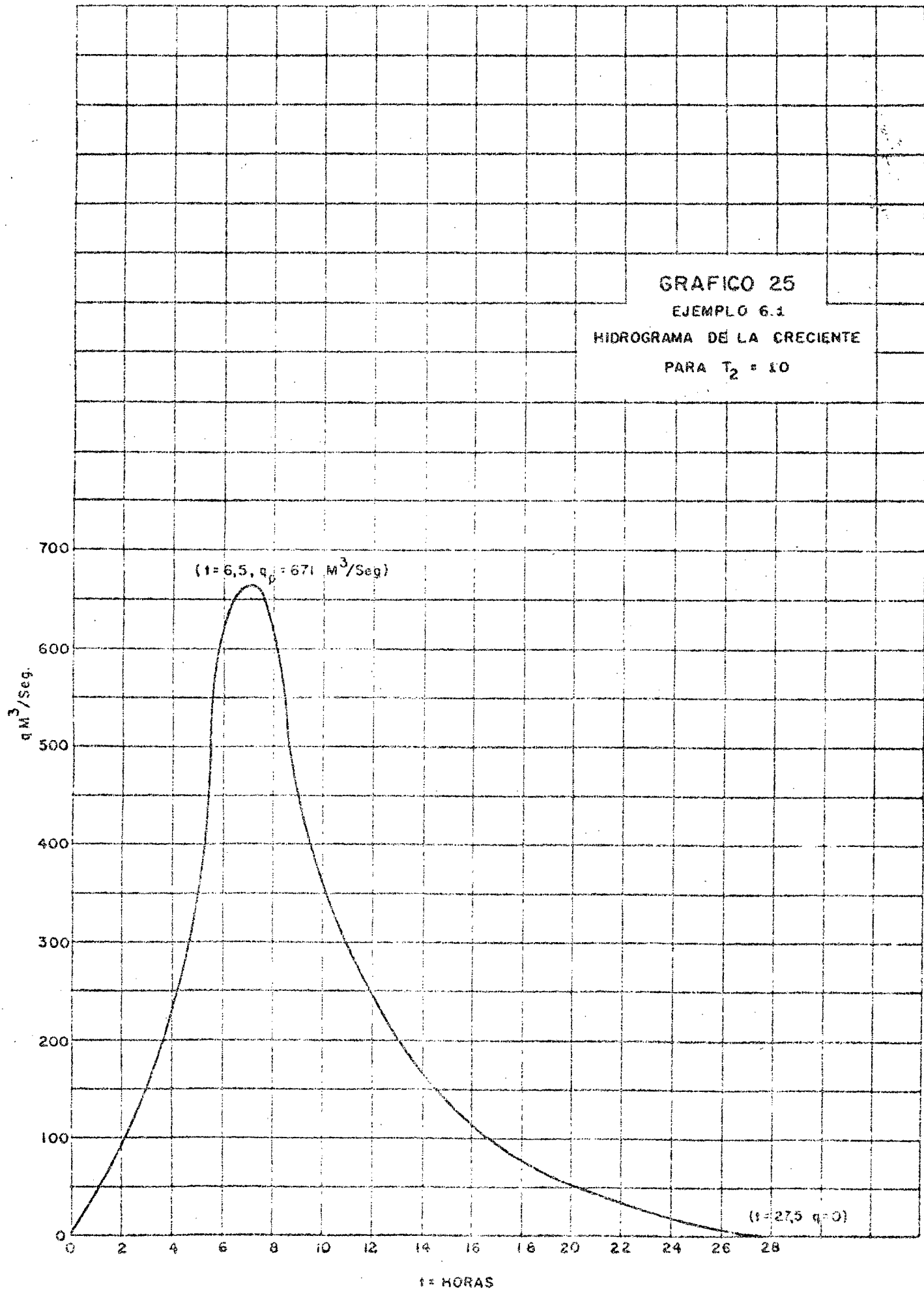


GRAFICO 25

EJEMPLO 6.1

HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE

PARA $T_2 = 10$



En los Gráficos 22 y 23, para $A = 1.423 \text{ Km}^2$ y utilizando la curva para cuenca de pendiente media se obtiene: $t_p = 6,5$ horas y $T_B = 27,5$ horas.

En el Gráfico 25 se ha dibujado a ojo un hidrograma por los puntos determinados y su volumen resultante es de $18,9 \times 10^6$ el cual se considera dentro de un rango de aproximación aceptable si se compara con el calculado a partir del Gráfico 21 que fué de $18,25 \times 10^6 \text{ M}^3$.

7.2 Ejemplo..- Se desea saber la magnitud del pico de la creciente con un intervalo de recurrencia de 50 años para el diseño de la sección de un puente sobre el río Tuy, a la altura de Hacienda Barrios en el Estado Aragua.

La cuenca del río Tuy pertenece a la Región Hidrográfica VIII y -- tiene una superficie de 210 Km^2 , hasta el sitio de Hacienda Barrios.

Entrando en el Gráfico 20, correspondiente a dicha Región, se obtiene para $A = 210 \text{ Km}^2$ $Q_{2,33} = 51 \text{ M}^3/\text{seg}$. De la curva regional de frecuencias la zona se tiene para $Tr = 50$ años, $Q/Q_{2,33} = 2,22$. Por lo tanto la creciente para un intervalo de recurrencia de 50 años es de:

$$51 \times 2,22 = 132 \text{ M}^3/\text{seg}.$$

Esta creciente puede redondearse por arriba para ser conservador y tener para diseño de la sección del puente un $Q = 150 \text{ M}^3/\text{seg}$.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda para el futuro, cuando se disponga de un mayor acopio de registros fluviográficos, completar este estudio, investigando las Regiones Hidrográficas no ~~utilizadas~~ ^{aprovechadas}.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1) Dalrymple, Tate. Flood Analyses. Manual of Hidrology: Part 3.
Flood Frequency Analyses. U.S. Geological Survey.
- 2) Análisis Hidráulico Fluvial de los ríos Aricuaísa, Lora y Catatumba en los sitios de puente. SIMCA. Dirección de Vialidad. Ministerio de Obras Públicas. Caracas, 1966.
- 3) Avellán, Francisco y Ayala, Leopoldo. Hidrogramas Unitarios de Ríos de Venezuela. División de Hidrometeorología. Ministerio de Obras Públicas. Caracas, Mayo 1966.

A N E X O A

RIO ESCALANTE EN Ferreira REGION HIDROGRAFICA I

NOYA 3.920 Km²

PERIODO 1942/43 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
42/43	(385)	6	---	Est. en base al río Motatón
43/44	(335)	8	---	" " " "
44/45	(520)	2	---	" " " "
45/46	(420)	4	---	" " " "
46/47	(245)	16	---	" " " "
47/48	(390)	5	---	" " " "
48/49	(330)	9	---	" " " "
49/50	(250)	15	---	" " " "
50/51	(180)	3	---	" " " "
51/52	(245)	17	---	" " " "
52/53	(220)	18	---	" " " "
53/54	(295)	11	---	" " " "
54/55	263	12	2.08	
55/56	580	1	25.	
56/57	298	10	2.50	
57/58	249	15	1.92	
58/59	205	20	1.30	
59/60	136	23	1.08	
60/61	357	7	3.57	
61/62	119	24	1.04	
62/63	144	22	1.13	
63/64	205	19	1.30	
64/65	248	14	1.78	
65/66	163	21	1.19	

A N E X O A

RIO MATICORA EN Don Pancho REGION HIDROGRAFICA II

HOYA 2.490 Km²

PERIODO 1959/60 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	n = 24 $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
42/43	(300)	7	--	Est. en base al río Palmar en Las Mí-
43/44	(180)	19	--	curas. " " " "
44/45	(-)	1	--	" " " "
45/46	(-)	2	--	" " " "
46/47	(-)	3	--	" " " "
47/48	(-)	4	--	" " " "
48/49	(295)	8	--	" " " "
49/50	(380)	5	--	" " " "
50/51	(240)	10	--	" " " "
51/52	(190)	18	--	" " " "
52/53	(154)	20	--	" " " "
53/54	(108)	22	--	" " " "
54/55	(292)	9	--	" " " "
55/56	(380)	6	--	" " " "
56/57	(230)	11	--	" " " "
57/58	(30)	24	--	" " " "
58/59	(146)	21	--	" " " "
59/60	71	23	1.08	
60/61	191	17	1.47	
61/62	197	16	1.56	
62/63	209	14	1.78	
63/64	203	15	1.61	
64/65	203	16	1.61	
65/66	220	12	2.08	

A N E X O A

RIO MOTATÁN EN Agua Viva REGION HIDROGRAFICA I

HOYA 4.200 Km²

PERIODO 1942/43 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
42/43	495	7	3.57	
43/44	422	9	2.77	
44/45	710	1	25.	
45/46	548	5	5.62	
46/47	285	15	1.66	
47/48	501	6	4.16	
48/49	413	11	2.27	
49/50	290	14	1.78	
50/51	650	2	12.5	
51/52	283	16	1.56	
52/53	245	18	1.38	
53/54	360	13	1.92	
54/55	440	8	3.12	
55/56	640	3	8.33	
56/57	548	4	5.62	
57/58	400	12	2.08	
58/59	143	23	1.08	
59/60	251	17	1.47	
60/61	157	22	1.13	
61/62	421	10	2.50	
62/63	137	24	1.04	
63/64	192	19	1.31	
64/65	158	21	1.19	
65/66	182	20	1.25	

A N E X O A

RIO PALMAR EN El Diluvio REGION HIDROGRAFICA I

HOYA 888 Km²

PERIODO 1958/59 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
42/43	(440)	8	--	Est. en base al río Palmer en Las Mí- curas.
43/44	(255)	15	--	" " "
44/45	()	1	--	" " "
45/46	()	2	--	" " "
46/47	(775)	3	--	" " "
47/48	(625)	5	--	" " "
48/49	(430)	9	--	" " "
49/50	(575)	6	--	" " "
50/51	(335)	12	--	" " "
51/52	(240)	18	--	" " "
52/53	(180)	20	--	" " "
53/54	(100)	23	--	" " "
54/55	(425)	10	--	" " "
55/56	(575)	7	--	" " "
56/57	(345)	11	--	" " "
57/58	(30)	24	--	" " "
58/59	125	22	1.13	
59/60	135	21	1.19	
60/61	305	14	1.78	
61/62	246	17	1.47	
62/63	322	13	1.92	
63/64	250	16	1.56	
64/65	238	19	1.31	
65/66	709	4	6.25	

A N E X O A

RIO SOCOTY EN Playa Bonita REGION HIDROGRAFICA T.

HOYA 575 Km²

PERIODO 1959/60 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
42/43	(300)	7	--	Est. en base al río Motatán en A. Viva
43/44	(197)	15	--	" " " " "
44/45	()	1	--	" " " " "
45/46	()	2	--	" " " " "
46/47	()	3	--	" " " " "
47/48	(400)	4	--	" " " " "
48/49	(290)	9	--	" " " " "
49/50	(372)	5	--	" " " " "
50/51	(232)	13	--	" " " " "
51/52	(282)	11	--	" " " " "
52/53	(150)	19	--	" " " " "
53/54	(106)	22	--	" " " " "
54/55	(285)	10	--	" " " " "
55/56	(372)	6	--	" " " " "
56/57	(235)	12	--	" " " " "
57/58	()	24	--	" " " " "
58/59	(138)	21	--	" " " " "
59/60	149	20	1.25	
60/61	293	8	3.12	
61/62	195	17	1.47	
62/63	205	23	1.03	
63/64	173	16	1.56	
64/65	152	18	1.38	
65/66	225	24	1.78	

A

RIO ACARIQUA EN Puente Acarigua REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 970 Km²

PERIODO 52/53 - 63/64

[illegible]

41

RIO BOCONO EN Peña Larga REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 1.580 Km²

PERIODO 1950/51 - 1965/66

[illegible]

A N E X O A

RIO COJEDES EN San Rafael REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 4.325 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(85)	23	--	Est. en base al río Tigua en Paso Vi boral.
42/43	260	9	2.77	
43/44	240	10	2.50	
44/45	350	7	3.57	
45/46				
46/47	(435)	6	--	Est. en base al río Tigua en Paso Vi boral.
47/48	(120)	19	--	" " " " " " "
48/49	53,5	24	1.04	
49/50	580	3	8.33	
50/51	(1650)	1	--	
51/52	104	22	1.13	
52/53	110	21	1.19	
53/54	200	11	2.27	
54/55	620	2	12.50	
55/56	177	12	2.08	
56/57	156	16	1.51	
57/58	265	8	3.12	
58/59	162	15	1.66	
59/60	515	5	5.00	
60/61	167	14	1.78	
61/62	152	18	1.38	
62/63	170	13	1.92	
63/64	156	17	1.51	
64/65	(115)	20	--	Est. en base al río Tigua en P.Vib.
65/66	(550)	4	--	" " " " " " "

RIO

CIA/CITE

22

Fuente Viejo

REGION HIDROGRAFICA

3.

MOYA

300

 K_{eq}^2

PERIODO 1950/51

1965/66

[illegible]

A N E X O A

RIO GUARICO LA PIEDRA REGION HIDROGRAFICA

HOYA 625 km² PERIODO 1940/41 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 26$ $T_n = \frac{n+1}{n}$	OBSERVACIONES
40/41	144	14	1.85	
41/42	330	4	6.00	
42/43	188	9	2.88	
43/44	610	1	26.0	
44/45	282	6	4.33	
45/46	195	8	3.25	
46/47	247	7	3.71	
47/48	148	13	2.00	
48/49	170	11	2.36	
49/50	56	22	1.18	
50/51	415	3	8.66	
51/52	462	2	13.00	
52/53	67	20	1.30	
53/54	49	25	1.04	
54/55	172	10	2.60	
55/56	66	21	1.23	
56/57	51	24	1.08	
57/58	78	19	1.36	
58/59	290	5	5.20	
59/60	53	23	1.13	
60/61	93	18	1.44	
61/62	43	25	1.04	
62/63	136	15	1.73	
63/64	128	17	1.52	
64/65	168	12	2.16	
65/66	129	16	1.62	

A N E X O A

RÍO Boca de Cagua REGION HIDROGRAFICA

HOYA 2.01 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

HIDROLOGICO	PRECIPITACION MAXIMA	CUENCA	$n = 25$ $R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(750)	2	--	Est. en base al Río Guárico en La - Puerta.
42/43	(445)	10	--	" " "
43/44	(+1000)	1	--	" " "
44/45	(655)	3	--	" " "
45/46	(455)	8	--	" " "
46/47	(575)	6	--	" " "
47/48	(350)	13	--	" " "
48/49	(400)	11	--	" " "
49/50	(135)	23	--	
50/51	305	14	1.85	De Guárico en Camatagua
51/52	590	5	5.20	
52/53	142	22	1.18	
53/54	240	15	1.73	
54/55	610	4	6.00	
55/56	172	20	1.30	
56/57	153	21	1.23	
57/58	121	25	1.04	
58/59	510	7	3.71	
59/60	135	24	1.08	
60/61	380	12	2.16	
61/62	190	19	1.36	
62/63	204	18	1.44	
63/64	448	9	2.88	
64/65	238	16	1.62	
65/66	215	17	1.52	

A

EN Puente Morador

REGION HIDROGRAFICA... IV

615 km²

PERIODO 1957/58 - 59/60, 1962/63 - 65/66

[illegible]

4

PERIODO 1951/52 - 1965/66

[illegible]

A

PAGUEY

EN El Paso

REGION HIDROGRAFICA IV

810 km²

PERIODO 1950/51 - 1965/66

[illegible]

A N E X O

RIO PAO EN LA BALSA REGION HIDROGRAFICA IV

NOYA 2.730 Km²

PERIODO 1950/51 - 1965/66

[illegible]

A

RIO

HOYA

PERIODO 1952/53

[illegible]

A N E X O A

RIO SANTO DOMINGO EN El Curay REGION HIDROGRAFICA

HOYA 690 Km²

PERIODO 1952/53 - 1962/63

[illegible]

RIO

SAFARI

FN. Sarare

REGION HIDROGRAFICA

7

HOYA

220.

 km^2

PERIODO 1950/51

AÑO

HIDROLOGICO

CRECIENTE
MAXIMA

ORDEN

74

$$n = 16$$
$$T_R = \frac{n+1}{m}$$

OBSERVACIONES

33

A N E X O A

RIO SARARE EN Agua Blanca REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 585 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(40)	20	--	Est. en base al río Tuy en Paso Vib.
42/43	375	1	25.00	
43/44	162	3	8.33	
44/45	280	2	12.50	
45/46				
46/47	151	4	6.25	
47/48	81	9	2.77	
48/49	20	10	2.28	
49/50	44	19	1.31	
50/51	(96)	7	--	
51/52	135	5	5.00	
52/53	35	24	1.04	
53/54	95	8	3.12	
54/55	80	11	2.27	
55/56	80	12	2.08	
56/57	36	23	1.08	
57/58	80	13	2.28	
58/59	55	17	1.47	
59/60	100	6	4.16	
60/61	67	16	1.56	
61/62	76	14	1.78	
62/63	39	22	1.25	
63/64	75	15	1.66	
64/65	54	18	1.38	
65/66	(40)	21	--	Est. en base al río Sarare en Sarare

A

210

TINACO

EN Puente Tinaco

REGION HIDROGRAFICA

5

HOYA

625

 km^2

PERIODO

1950/51 - 1965/66

[illegible]

HOYA 1.330 Km² PERIODO 1950/51 - 1965/66

[illegible]

A N E X O A

RIO TIRGUA EN Paso Viboral REGION HIDROGRAFICA 1

HOYA 1.490 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 24$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	129	24	1.04	
42/43	280	15	1.66	
43/44	371	11	2.27	
44/45	835	3	8.33	
45/46				
46/47	(675)	5	--	Est. en base al río Sarare en A. Bca.
47/48	184	19	1.31	
48/49	886	1	25.00	
49/50	305	14	1.78	
50/51	407	10	2.50	
51/52	160	23	1.08	
52/53	170	20	1.22	
53/54	354	13	1.92	
54/55	639	6	4.16	
55/56	360	12	2.08	
56/57	190	18	1.38	
57/58	535	7	3.57	
58/59	230	17	1.47	
59/60	820	4	6.25	
60/61	248	16	1.56	
61/62	165	22	1.13	
62/63	432	8	3.12	
63/64	430	9	2.77	
64/65	170	21	1.22	
65/66	857	2	12.50	

4

HOYA 440 km²

PERIODO 1950/51 - 1965/66

[illegible]

A N E X O A

RIO ARAGUA EN Hacienda El Recreo REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 198 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	49.8	9	2.88	
42/43	60.0	6	4.33	
43/44	17.7	17	1.52	
44/45	28.2	13	2.00	
45/46	22.6	14	1.85	
46/47	6.0	25	1.04	
47/48	98.0	2	13.	
48/49	76.0	4	6.0	
49/50	9.5	24	1.08	
50/51	77.2	3	8.66	
51/52	16.6	20	1.3	
52/53	16.8	18	1.44	
53/54	29.5	12	2.16	
54/55	168.0	1	26.	
55/56	52.5	7	3.71	
56/57	70.0	5	5.2	
57/58	(35.)	11	---	Est. en base al río Guat. en Cía. Ing.
58/59	(50.)	8	---	" " " " " "
59/60	(10.)	23	---	" " " " " "
60/61	18.0	16	1.62	
61/62	14.5	22	1.18	
62/63	16.7	19	1.36	
63/64	16.1	21	1.23	
64/65	19.5	15	1.73	
65/66	35.3	10	2.6	

A N E X O A

RIO GUACARA EN Las Vegas REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 75 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(18.)	8	--	Est. en base al río Turnero en Turn.
42/43	(22.)	6	--	" " " " "
43/44	(10.)	20	--	" " " " "
44/45	(17.)	12	--	" " " " "
45/46	(11.5)	17	--	" " " " "
46/47	(17.)	11	--	" " " " "
47/48	(31.)	2	--	" " " " "
48/49	(26.)	4	--	" " " " "
49/50	11.4	18	1.44	
50/51	29.6	3	8.66	
51/52	44.0	1	26.0	
52/53	18.8	7	3.71	
53/54	16.5	13	2.00	
54/55	15.8	15	1.73	
55/56	12.0	16	1.62	
56/57	17.0	10	2.37	
57/58	10.8	19	1.36	
58/59	8.1	22	1.18	
59/60	4.4	24	1.08	
60/61	5.8	23	1.13	
61/62	3.6	25	1.04	
62/63	(9.)	21	--	Est. en base al río Turnero en Turn.
63/64	(25.)	5	--	" " " " "
64/65	(16.)	14	--	" " " " "
65/66	(17.5)	9	--	" " " " "

A N E X O A

RIO LOS GUAYOS EN Pte. Los Guayos REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 114 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(80,)	7	---	Est. en base al río Guacara en L.Veg.
42/43	(118,)	4	---	" " " " "
43/44	(23,)	16	---	" " " " "
44/45	(73,)	8	---	" " " " "
45/46	(37,)	12	---	" " " " "
46/47	(73,)	9	---	" " " " "
47/48	(169,)	2	---	" " " " "
48/49	(134,)	3	---	" " " " "
49/50	(29,)	13	---	" " " " "
50/51	63.5	10	2.6	
51/52	18.7	17	1.52	
52/53	10.0	24	1.08	
53/54	13.2	20	1.3	
54/55	26.5	15	1.73	
55/56	6.7	25	1.04	
56/57	12.4	22	1.18	
57/58	12.7	21	1.23	
58/59	57.6	11	2.36	
59/60	14.6	19	1.36	
60/61	16.9	18	1.44	
61/62	10.4	23	1.13	
62/63	88.8	6	4.33	
63/64	90.9	5	5.2	
64/65	180.0	1	26.	
65/66	28.8	14	1.85	

A N E X O A

RIO LAS MINAS EN Barrancón REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 85 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	--	25	--	Est. en base al río Tucutunemo
42/43	--	24	--	" " " "
43/44	(155.)	2	--	" " " "
44/45	(59.)	6	--	" " " "
45/46	53.0	7	3.71	
46/47	21.8	16	1.62	
47/48	25.0	14	1.85	
48/49	67.0	5	5.2	
49/50	28.4	13	2.00	
50/51	154.	3	8.66	
51/52	242.	1	26.	
52/53	15.3	18	1.44	
53/54	8.2	21	1.23	
54/55	40.0	8	3.25	
55/56	28.4	12	2.16	
56/57	13.5	19	1.36	
57/58	17.8	17	1.52	
58/59	36.2	9	2.88	
59/60	2.6	22	1.18	
60/61	2.5	23	1.13	
61/62	95.0	4	6.0	
62/63	8.3	20	1.3	
63/64	(22.3)	15	--	Est. en base al río Tucutunemo
64/65	31.0	11	2.36	
65/66	(33.0)	10	--	" " " "

A N E X O A

RIO TOCORON EN Parc. Chavero REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 114 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(25,)	23	--	Est. en base al río Las Minas en Barr.
42/43	(25,)	24	--	" " " "
43/44	(285,)	1	--	" " " "
44/45	(123,)	4	--	" " " "
45/46	(115,)	5	--	" " " "
46/47	(61,)	15	--	" " " "
47/48	(66,)	13	--	" " " "
48/49	(136,)	3	--	" " " "
49/50	(71,)	10	--	" " " "
50/51	(71,)	11	--	" " " "
51/52	51.0	16	1.62	
52/53	193.0	2	13.	
53/54	42.0	19	1.36	
54/55	(91,)	8	--	Est. en base al río Las Minas en Barr.
55/56	100.0	6	4.33	
56/57	44.5	18	1.44	
57/58	66.0	12	2.16	
58/59	22.1	25	1.04	
59/60	27.0	21	1.23	
60/61	26.6	22	1.18	
61/62	100.0	7	3.71	
62/63	27.5	20	1.3	
63/64	63.1	14	1.85	
64/65	50.1	17	1.52	
65/66	(79,)	9	--	Est. en base al río Las Minas en Barr.

A N E X O A

RIO TUCUTUNEMO EN Tucutunemito REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 172 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	4.2	23	1.13	
42/43	4.8	22	1.18	
43/44	81.0	4	6.0	
44/45	34.2	6	4.33	
45/46	25.7	9	2.88	
46/47	84.5	2	13.	
47/48	6.3	21	1.23	
48/49	72.0	5	5.2	
49/50	(10.)	19	--	
50/51	18.6	14	1.85	
51/52	84.0	3	8.66	
52/53	11.5	18	1.44	
53/54	16.6	15	1.73	
54/55	116.	1	26.	
55/56	24.5	10	2.6	
56/57	2.8	25	1.04	
57/58	15.2	16	1.62	
58/59	27.0	7	3.71	
59/60	2.9	24	1.08	
60/61	8.3	20	1.3	
61/62	12.7	17	1.52	
62/63	(22.)	11	--	Est. en base al río Guánico en la
63/64	(21.)	12	--	Puerta. " " "
64/65	(26.)	8	--	" " "
65/66	(21.)	13	--	" " "

A N E X O A

RIO EN REGION HIDROGRAFICA

HOYA 192 km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	PRECIPITACION MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(54.)	11	--	Est. en base al río Tuy en Tazón.
42/43	(78.)	7	--	" " " "
43/44	15.4	23	1.13	
44/45	48.0	13	2.00	
45/46	220.	1	26.	
46/47	47.5	14	1.85	
47/48	123.	3	8.66	
48/49	97.6	5	5.2	
49/50	17.5	22	1.18	
50/51	205.	2	13.	
51/52	60.5	9	2.88	
52/53	68.4	8	3.25	
53/54	56.5	10	2.6	
54/55	37.0	17	1.52	
55/56	44.5	15	1.73	
56/57	10.6	24	1.08	
57/58	36.2	18	1.44	
58/59	112.0	4	6.0	
59/60	22.1	19	1.36	
60/61	17.5	21	1.23	
61/62	21.5	20	1.3	
62/63	7.6	25	1.04	
63/64	90.1	6	4.33	
64/65	(44.)	16	--	Est. en base al río Tuy en Tazón.
65/66	(50.)	12	--	" " " "

A N E X O A

RIO GRANDE EN Carpintero REGION HIDROGRAFICA VIII

HOYA 719 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(193)	12	--	Est. en base al río Tuy en Tazón.
42/43	(320)	5	--	" " " " "
43/44	156,	15	1.73	
44/45	138,	16	1.62	
45/46	341,	2	13.0	
46/47	184,	13	2.0	
47/48	94,	20	1.3	
48/49	326,	3	8.66	
49/50	325,	4	6.0	
50/51	271,	7		
51/52	143,	17	1.22	
52/53	67.6	23	1.13	
53/54	374,	1	26.0	
54/55	245,	9	2.88	
55/56	256,	8	3.25	
56/57	297,	6	4.33	
57/58	73.8	22	1.18	
58/59	240,	10	2.6	
59/60	112,	19	1.36	
60/61	(30)	25	--	Est. en base al río Tuy en Tazón.
61/62	(35)	24	--	" " " " "
62/63	89,	21	1.23	
63/64	236,	11	2.36	
64/65	179,	14	1.85	
65/66	127,	18	1.44	

A N E X O A

RIO GUATRE EN Picheo REGION HIDROGRAFICA VIII

HOYA 807 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(361.)	11	--	Est. en base al río Tuy en El Vigía
42/43	(660.)	3	--	" " " " "
43/44	(316.)	15	--	" " " " "
44/45	(435.)	7	--	" " " " "
45/46	(340.)	13	--	" " " " "
46/47	(444.)	6	--	" " " " "
47/48	(146.)	24	--	" " " " "
48/49	(229.)	19	--	" " " " "
49/50	(328.)	14	--	" " " " "
50/51	(720.)	1	--	" " " " "
51/52	(343.)	12	--	" " " " "
52/53	300.	18	1.44	
53/54	215.	20	1.3	
54/55	450.	5	5.2	
55/56	302.	17	1.52	
56/57	400.	9	2.88	
57/58	168.	23	1.13	
58/59	700.	2	1.3	
59/60	171.	22	1.18	
60/61	(616.)	4	--	" " " " "
61/62	(363.)	10	--	" " " " "
62/63	(179.)	21	--	" " " " "
63/64	(408.)	8	--	" " " " "
64/65	(138.)	25	--	" " " " "
65/66	(316.)	16	--	" " " " "

A N E X O A

RIO GUATAPARO EN Cia. Inglesa REGION HIDROGRAFICA IV

HOYA 23.5 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(24.0)	8	--	Est. en base al río Aragua en El Re- creo.
42/43	(24.1)	7	--	" " " "
43/44	(21.8)	15	--	" " " "
44/45	(22.1)	12	--	" " " "
45/46	(22.0)	14	--	" " " "
46/47	(21.0)	18	--	" " " "
47/48	(26.0)	9	--	" " " "
48/49	(25.0)	9	--	" " " "
49/50	(21.5)	16	--	" " " "
50/51	(25.0)	6	--	" " " "
51/52	26.0	7	8.65	
52/53	22.6	11	2.36	
53/54	26.0	2	13.	
54/55	20.5	21	1.25	
55/56	21.0	17	1.52	
56/57	11.5	25	1.04	
57/58	22.0	13	2.00	
58/59	24.0	9	2.28	
59/60	20.9	19	1.36	
60/61	20.6	20	1.30	
61/62	12.4	24	1.08	
62/63	19.7	22	1.18	
63/64	33.8	1	26.0	
64/65	23.0	10	2.5	
65/66	16.2	23	1.13	

A N E X O A

RIO GUAIRE EN Hacienda Mopia REGION HIDROGRAFICA VIII

HOYA 1.222 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	n = 25 $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(137.)	11	--	Est. en base al Río Tuy en El Vigía
42/43	(180.)	4	--	" " " " " "
43/44	(127.)	14	--	" " " " " "
44/45	(132.)	13	--	" " " " " "
45/46	122.	16	1.62	
46/47	159.	5	5.2	
47/48	97.6	21	1.23	
48/49	124.	19	1.36	
49/50	221.	1	26.0	
50/51	205.	2	1.3	
51/52	(133.)	12	--	Est. en base al río Tuy en El Vigía
52/53	(92.)	21	--	" " " " " "
53/54	(151.)	6	--	" " " " " "
54/55	(119.)	15	--	" " " " " "
55/56	(116.)	18	--	" " " " " "
56/57	(119.)	7	--	" " " " " "
57/58	(94.)	20	--	" " " " " "
58/59	(141.)	9	--	" " " " " "
59/60	(81.)	22	--	" " " " " "
60/61	(192.)	3	--	" " " " " "
61/62	(185.)	10	--	" " " " " "
62/63	(98.)	23	--	" " " " " "
63/64	(247.)	8	--	" " " " " "
64/65	(89.)	25	--	" " " " " "
65/66	(127.)	15	--	" " " " " "

A N E X O A

RIO MARURIA EN Paso Flores REGION HIDROGRAFICA VII

HOYA 75 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(23.6)	9	--	Est. en base al río Guat. en Cía. Ing.
42/43	(23.8)	8	--	" " " " "
43/44	(23.2)	11	--	" " " " "
44/45	(20.0)	14	--	" " " " "
45/46	(19.9)	15	--	" " " " "
46/47	(18.0)	18	--	" " " " "
47/48	(27.4)	5	--	" " " " "
48/49	(25.4)	6	--	" " " " "
49/50	(19.0)	17	--	" " " " "
50/51	31.0	3	8.66	
51/52	25.0	7	3.71	
52/53	22.2	13	2.00	
53/54	15.0	23	1.13	
54/55	16.0	22	1.18	
55/56	(18.0)	19	--	
56/57	(0.0)	25	--	
57/58	(19.9)	16	--	
58/59	(23.6)	10	--	
59/60	(17.9)	20	--	
60/61	(17.2)	21	--	
61/62	(1.8)	24	--	
62/63	(33.7)	2	(13.)	Datos tomados de Maruria en P. Flores
63/64	(22.7)	12	(2.16)	" " " " "
64/65	(33.9)	1	(26.0)	" " " " "
65/66	(28.0)	4	(6.0)	" " " " "

A N E X O A

RIO TUY EN Hacienda Tazón REGION HIDROGRAFICA VIII

HOYA 1.180 Km² PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	$n = 25$ $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	170,	10	2.6	
42/43	290,	2	13.	
43/44	142,	13	2.0	
44/45	213,	5	5.2	
45/46	157,	11	2.36	
46/47	220,	3	8.66	
47/48	89,	23	1.13	
48/49	205,	6	4.33	
49/50	182,	9	2.88	
50/51	385,	1	26.	
51/52	127,	16	1.62	
52/53	43.8	25	1.04	
53/54	200,	7	3.71	
54/55	130,	14	1.79	
55/56	54,	24	1.08	
56/57	90,	20	1.33	
57/58	76,	21	1.23	
58/59	215,	4	6.0	
59/60	90,	19	1.33	
60/61	193,	8	3.25	
61/62	116,	18	1.44	
62/63	62,	22	1.18	
63/64	130,	15	1.79	
64/65	119,	17	1.52	
65/66	150,	12	2.16	

A N E X O A

RIO TUY EN El Vigía REGION HIDROGRAFICA

HOYA 3.620 Km²

PERIODO 1941/42 - 1965/66

AÑO HIDROLOGICO	CRECIENTE MAXIMA	ORDEN m	n = 25 $T_R = \frac{n+1}{m}$	OBSERVACIONES
41/42	(276.)	11	--	Est. en base al río Tuy en Tazón
42/43	(440.)	3	---	" " " " "
43/44	(238.)	15	--	" " " " "
44/45	(337.)	5	--	" " " " "
45/46	(258.)	13	--	" " " " "
46/47	(344.)	4	--	" " " " "
47/48	99.1	24	1.08	
48/49	167.	19	1.36	
49/50	248.	14	1.85	
50/51	572.	1	26.	
51/52	261.	12	2.16	
52/53	105.	23	1.13	
53/54	330.	6	4.33	
54/55	207.	17	1.52	
55/56	195.	18	1.44	
56/57	320.	7	3.71	
57/58	112.	22	1.18	
58/59	300.	9	2.88	
59/60	123.	21	1.23	
60/61	486.	2	13.	
61/62	277.	10	2.6	
62/63	126.	20	1.3	
63/64	315.	8	3.25	
64/65	91.6	25	1.04	
65/66	(238.)	16	--	Est. en base al río Tuy en Tazón.

