

TES. 1890

~~2150~~ Bib. Fed. Serdo.  
2170 Bib. Depto.

3684

2170

TES: 1890

E 2

ESTUDIO HIDROLOGICO  
DE  
LA HOYA DEL RIO PAO  
EN GUAFILLAL  
Y  
SU POSIBLE APROVECHAMIENTO

MIRZA BALLADARES P.

FEBRERO 1969

Tes  
0154  
E: 2

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO  
PAO Y DE SUS POSIBLES APROVECHAMIENTOS

Trabajo Especial presentado  
ante la Ilustre Universidad  
Central de Venezuela, para  
optar al título de:

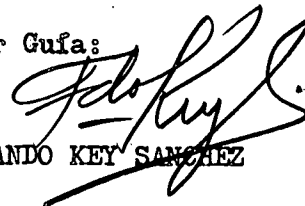
INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA

por la Hidrometeorologista:



MIRZA BALLADARES P.

Profesor Guía:



FERNANDO KEY SANCHEZ

Febrero, 1.969

## RESUMEN

La cuenca del río Pao, hasta Cachinche, está situada entre los  $9^{\circ} 50'$  y  $10^{\circ} 18'$  de longitud y los  $68^{\circ} 00'$  y  $68^{\circ} 16'$  de latitud. Territorialmente está ubicada total o parcialmente en los distritos Bejuma y Valencia del Estado Carabobo y Tinaquillo del Estado Cojedes.

El área drenada hasta el probable sitio de presa es de  $1041 \text{ km}^2$ . La precipitación media en su cuenca, según la carta de isoyetas compensadas 1947-67, elaborada al efecto es de 1371 mm. El escurrimiento medio anual extrapolado logarítmicamente para el período 1947-67 con apoyo en los registros 1951-1967 del Pao en Las Balsas (Ministerio de Obras Públicas) y del Pao en Cachinche (Instituto Nacional de Obras Sanitarias) es de 283.5 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$ , equivalente a un gasto medio continuo de 8990 l/s.

El acarreo anual medio extrapolado para el período 1947-67, con el apoyo en los muestreos practicados por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias entre 1960-67 es de unos 113.000  $\text{m}^3/\text{año}$ , equivalente a una tasa de acarreo específico de  $108.5 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ . Lo cual implica la necesidad de prever en el embalse una capacidad muerta de 11.3 millones de  $\text{m}^3$  para unos 100 años de duración.

La avenida de diseño, calculada sobre la base del hidrograma unitario previamente construido, alcanza un pico de  $2521 \text{ m}^3/\text{s}$  para una lluvia de 100 años de frecuencia del orden de 75 mm. como media para la cuenca, de los cuales 52 mm. serán efectivos para generar la avenida y 23 mm. se consumen por infiltración. El volúmen total de la avenida es de 52.2 millones de  $\text{m}^3$ .

Tomando como hipótesis, el caso de un almacenamiento total de 202.5 millones de  $\text{m}^3$ , con 354.50 m.s.n.m. como cota de aguas normales y utilizando un aliviadero lateral, perfil Creager, de 120 m. de longitud de cresta,

el tránsito de la avenida por el embalse indica una sobreelevación de las aguas de 1.95 m y un gasto máximo de salida por el aliviadero de 640 m<sup>3</sup>/s.

El funcionamiento del embalse dentro de la hipótesis tomada, calculado para el período de 1947-1967, con una extracción promedio considerada fija de 7300 l/s indica: a) que no se presenta deficiencia en ningún año; b) que el aprovechamiento medio es de 234 millones de m<sup>3</sup>/año, equivalente al 82.5% del escurrimiento medio anual; c) que el derrame promedio es de 48.8 millones de m<sup>3</sup>/año; d) que el saldo lluvia-evaporación en el embalse es favorable, pues son mayores los ingresos por lluvia que las pérdidas por evaporación y representan una aportación adicional del orden de 0.85 millones de m<sup>3</sup>/año como promedio.

Con estos resultados se llega a una presa de una altura máxima de unos 50.0 m, con su cresta a la cota de 360 m.s.n.m.. Esta presa tendría un volumen de obra de un 21.5% mayor que la propuesta en el estudio del Dr. J.A. Guruceaga y representaría un aprovechamiento en 14.6% mayor que el anotado en dicho estudio.

## RECONOCIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de este Trabajo, en especial al Ing° Fernando Key Sánchez, Profesor - Guía. A mis compañeros y colegas Hidr° Humberto Cartaya y Geofísico Jaime Ventura Rojas.

Así como también hago extensivo mi agradecimiento - al Ing° Rafael Convit, Jefe de la División de Hidrología del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, por las facilidades prestadas para elaboración de esta Tesis.

# I N D I C E

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION	1
<b>I. <u>SITUACION Y CARACTERISTICAS GENERALES</u></b>	<b>3</b>
1. Divisoria de Aguas	3
2. Descripción de la Hoya	3
A-Río Paíto	4
B-Río Chirgua	4
C-Río Torito	5
3. Características Fisiográficas	5
A-Área de la Hoya	5
B-Pendiente Media	5
C-Geología	5
D-Topografía y Vegetación	6
<b>II. <u>PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATICAS</u></b>	<b>7</b>
1. Temperatura	7
2. Evaporación	8
3. Precipitación Media. Isoyetas Compensadas	9
A-Construcción de las Isoyetas medias	
Anuales Compensadas	10
B-Distribución Mensual Media de la Precipitación	11
<b>III. <u>ESCURRIMIENTO EN LA HOYA. SUS CARACTERISTICAS</u></b>	<b>13</b>
1. Datos disponibles	13
2. Relación Escurrimiento-Precipitación	13
A-Cómputo de la Precipitación media en la	
cuenca para c/u de los 20 años	15
B-Cómputo de los coeficientes de Escurrimiento	16
C-Curva de Masa por Diferencias del Escurrimiento	
Pao En Guafillal para el período 1.951-1.967	18
<b>IV. <u>ESTUDIO DE LAS CRECIENTES PAO-GUAFILLAL</u></b>	<b>23</b>
A-Avenida del 21-7-64	23
B-Avenida del 24-8-64	25
C-Avenida del 15-8-66	26
D-Hidrograma Unitario Adoptado	26
<b>V. <u>CALCULO DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO</u></b>	<b>29</b>
A-Selección de la Tormenta de Diseño	29
a) Máximas lluvias puntuales de 24 horas y	
períodos de retorno 5 a 100 años	30
b) Isolíneas de dichas lluvias; períodos de	
retorno 25, 50 y 100 años	30
c) Relación entre lluvia máxima puntual y media	
en la cuenca	30
d) Distribución horaria de la tormenta de diseño	
de 24 horas y 100 años de período de retorno	
y cómputo de la lluvia efectiva	31
e) Cálculo de la avenida de diseño	33

	<u>Pág.</u>
VI. <u>ACARREO DEL RIO PAO EN GUAFILLAL. ALMACENAMIENTO REQUERIDO.</u>	35
A-Resumen de muestreos. Relaciones gasto-acarreo y cálculo de acarreos anuales	35
B-Acarreo medio anual y tasa de gasto sólido específico	35
C-Almacenamiento muerto requerido	36
VII. <u>TRANSITO DE AVENIDA</u>	38
A-Base teórica del método utilizado	38
B-Cálculo de la curva de almacenamiento sobre la cresta	39
C-Cálculo de la curva Q de gasto en el aliviadero	39
D-Selección del tiempo (T)	41
E-Cálculo de las curvas $S/t + Q/2$ y $S/t - Q/2$	41
F-Procedimiento de cálculo gráfico y de la comprobación analítica del tránsito de la avenida	43
G-Conclusiones	44
VIII. <u>FUNCIONAMIENTO DEL EMBALSE SEGUN SOLUCION ADOPTADA</u>	46
IX. <u>CARACTERISTICAS FINALES DE LA SOLUCION ESTUDIADA Y COMPARACION CON LA DE LA OFICINA GURUCEAGA</u>	49
A-Características finales de la solución estudiada; altura total considerando ola y borde libre	49
B-Comparación con la solución Guruceaga	50
X. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	52
XI. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	54
XII. <u>APENDICE</u>	
A-Lista de gráficos	
B-Lista de cuadros	
C-Lista de anexos	

## I N T R O D U C C I O N

Al seleccionar tema para el desarrollo del Trabajo Especial que debo presentar a los fines de la obtención del título de Ingeniero Hidrometeorologista, con la asistencia del Profesor Gula Fernando Key Sánchez, se pensó en seleccionar alguno que respondiera a una necesidad nacional y de cuyo estudio pudiera resultar cierta aportación a la solución del problema.

Dentro de este orden de ideas se vió que el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Valencia representa, a mediano y a largo plazo, un problema importante. Por lo tanto, el estudio hidrológico del probable embalse del río Pao en Cachinche, que significaría una voluminosa y económica aportación de agua a Valencia, apareció como una posibilidad interesante y que podría contribuir a los estudios y proyectos adelantados al respecto por los organismos nacionales, especialmente por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias. En efecto, Valencia es una ciudad en proceso activo de crecimiento demográfico e industrial. Se estima que su población llegará a 1.000.000 de habitantes para el año 2.000 y que la demanda de agua potable estará para entonces en el orden de los 7000 l/s.

Si junto con tan alta demanda de agua se considera que los recursos hidráulicos de la cuenca del Lago de Valencia son limitados y que en ellos hay otras ciudades como Maracay, Cagua, La Victoria, etc., que tienen procesos de crecimiento tan intensos como el de Valencia, se llega a la conclusión de que será cada vez más necesario importar agua de otras cuencas vecinas.

Entre tales cuencas vecinas, destaca por la magnitud de sus recursos, por su apreciable cercanía y por el costo relativamente económico del agua puesta en Valencia, la del río Pao.

Estos aspectos quedaron ya bastante definidos en el estudio "Abastecimiento de Agua para la ciudad de Valencia", elaborado para el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, por la Oficina de Ingeniería Antonio J. de Guruceaga en 1961.

Se aspira a que la presente tesis represente una contribución al desarrollo del estudio de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua a Valencia y, en gran parte, representa una complementación y puesta al día, con los datos recopilados entre 1961 y 1968, del estudio hidrológico de la posible presa de Cachinche sobre el río Pao realizado en 1961 por la oficina del Dr. J.A. Guruceaga.

## I.- SITUACION Y CARACTERISTICAS GENERALES

La Hoya del río Pao hasta el sitio considerado para el estudio se encuentra situada en la región Nor-Central de Venezuela, entre las siguientes coordenadas:

Latitud 9° 50' y 10° 18' Norte

Longitud 68° 00' y 68° 16' Oeste

### 1). Divisoria de Aguas:

La divisoria de la hoya está situada en el Norte sobre la fila de las Trincheras y parte de la Serranía de Nirgua, en alturas de más de 1.600 mts. Entre los picos más altos que atravieza están los de Cariaprima con 1.700 m.s.n.m., María Teresa con 1.680 m.s.n.m., Cerro Amparo con 1.600 m.s.n.m. y Cerro Café.

Por el Este la hoya considerada limita con la cuenca del Lago de Valencia, separada de ésta por alturas medias de 450 m.s.n.m.

Por el Oeste, la divisoria de aguas está situada en parte sobre la Serranía de Nirgua y la fila de Tucaragua y parte sobre la Serranía del Interior, la cual separa los Valles del Tinaco y Tinaquillo de la hoya del río Pao. La Serranía del Interior está separada de la Serranía de Nirgua por el abra que comunica los campos de Carabobo con el Valle del río Tinaquillo.

Por el Sur está situada sobre la Serranía de Paya, perteneciente a la fila del Interior.

### 2). Descripción de la Hoya:

El río Pao nace al Sur de Valencia en un sitio denominado El Caño, donde ocurre la confluencia de los ríos Paito y Chirgua, a una latitud aproximada de 09° 54'. Desde este punto hasta el sitio de afloros el río hace un recorrido aproximado de 4 km en dirección Norte Sur.

Como no hay un criterio definido para resolver el dilema entre río principal y afluente (entre el río Paíto y Chirgua), pues la extensión de los cursos de agua, su perfil longitudinal, su hoya, la extensión de su hoya, etc., tomados aisladamente no son características determinantes, ya que son independientes unos de otros, se describirán brevemente los ríos de la hoya.

a) Río Paíto:

El río Paíto nace en las montañas situadas al Nor-Oeste de Valencia con el nombre de río Guataparó, a una altura aproximada de 1.300 m.s.n.m. y hace un recorrido de montaña de unos 12 kms. En este tramo recibe una gran cantidad de riachuelos y quebradas hasta llegar al sitio del embalse del mismo nombre (Guataparó), - después del cual empieza a llamarse Paíto. A partir de aquí, hasta aproximadamente los 10° 00' de latitud, hace un recorrido aproximado de 24 kms en dirección Norte-Sur.

Este tramo de su recorrido lo hace por las Sabanas de Carabobo, correspondiéndole una topografía ondulada y una altura promedio de 420 m.s.n.m., penetrando luego en las estribaciones de la fila del Interior, con un recorrido de unos 14 km, a través de una zona quebrada con alturas moderadas, hasta la confluencia con el río Chirgua.

b) Río Chirgua:

Nace en la Serranía de Nirgua, al Norte de la población de Chirgua y a una altura aproximada de 1.450 m.s.n.m., hace un recorrido de unos 61 kms. hasta unirse con el río Paíto. La mayor parte de su trayecto es a través de zonas montañosas, siguiendo la di

rección general Norte-Sur en unos 30 km., cambiando hacia el Sur-Oeste durante un trayecto de unos 16 km., para luego hacer un cambio brusco hacia el Sur-Este hasta unirse con el río Paíto.

c) Río Torito:

Nace en la fila de las Trincheras y atraviesa el Estado Carabobo en dirección Norte-Sur. Su hoya está situada al Oeste de Valencia, tiene una forma parecida a la del trapecio con la base mayor hacia el sitio de aforos, el área drenada hasta dicho sitio es de 38.5 km<sup>2</sup>.

3). Características Fisiográficas de la Hoya del río Pao.

a) Área de la Hoya:

El área de la hoya fué determinada planimetrándola en un mapa a escala 1:100.000, el cual se obtuvo por ampliación del mapa a escala 1:250.000 de la Cartografía Nacional. La hoya delimitada, según las divisorias antes descritas, tiene un área de 1.041 km<sup>2</sup>, excluyendo el área abastecedora del dique de Guataparó, la cual no contribuye actualmente al escurrimiento, debido a que sus aguas son llevadas a Valencia.

b) Pendiente Media:

La pendiente media de los cauces principales Chirgua y Torito es de 18 m/km y 17 m/km, o sea de 0.018 y 0.017, respectivamente.

c) Geología:

Según el mapa Geológico (Ministerio de Minas) el área de la hoya pertenece a formaciones del cuaternario (INC FORMESA), presentando hacia la parte Norte, específicamente en la fila de las

Trincheras, formaciones de rocas graníticas y metamórficas sin diferenciar.

d) Topografía y Vegetación:

Hacia el Nor-Oeste de la cuenca (parte alta de la sub-cuenca del río Chirgua) se encuentran tierras montañosas pocas empinadas, cubiertas por bosques, poco cultivadas y de clima húmedo y templado.

La parte Nor-Este (sub-cuencas de los ríos Torito y Guataparó), pueden ser consideradas como tierras montañosas poco empinadas, cubiertas por bosques poco tupidos y clima semi-húmedo, algo menos templado.

Hacia la parte media y baja de la hoya se encuentran las sabanas de Carabobo, con terrenos ondulados de poca elevación y con bosques mesófilos periódicamente húmedos; el clima es semi-húmedo y semi-cálido.

II.- PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATICAS

1). Temperatura.

En la hoya del río Pao hasta Guafillal predomina el clima cálido. Como valores indicativos de temperatura se tomaron los registros existentes de la estación de Torito, la cual está situada en la parte media de la cuenca y Cachinche en la parte baja. En la parte alta no se posee ningún registro de temperatura.

En el cuadro T-1 se indican los valores de temperaturas medias mensuales y anual.

CUADRO T-1

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL

<u>Mes</u>	<u>Temperatura Media en el Torito</u>	<u>Temperatura Media en Cachinche</u>
Enero	24.5	22.4
Febrero	25.0	23.4
Marzo	26.2	25.0
Abril	26.4	24.7
Mayo	25.5	24.4
Junio	24.6	23.5
Julio	24.1	23.2
Agosto	24.1	23.2
Septiembre	24.4	23.4
Octubre	24.5	23.3
Noviembre	24.3	23.0
Diciembre	24.4	22.2
ANUAL	24.8	23.5

NOTA.- Períodos: El Torito: 1949-67      Cachinche: 1963-67

2). Evaporación.

Podemos notar (cuadro T-2) que la evaporación en la cuenca es en general bastante alta, apreciándose su mayor valor mensual promedio - en marzo.

El valor medio registrado en la estación Cachinche es de 1.756 mm para el período 1.963-67. Utilizando el valor de 0.807 tomado de la - Referencia 1, es de esperarse una evaporación anual media en la super<sub>ficie</sub> del futuro embalse de unos 1.417 mm.

La distribución mensual de la evaporación en las estaciones Tori- to situada en la media de la cuenca y Cachinche en el sitio de presa, se dan en el cuadro T-2.

CUADRO T-2  
EVAPORACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL

<u>MES:</u>	<u>CACHINCHE:</u>	<u>TORITO:</u>
Enero	144	152
Febrero	164	161
Marzo	223	192
Abril	182	159
Mayo	154	147
Junio	124	108
Julio	129	108
Agosto	122	126
Septiembre	128	122
Octubre	138	119
Noviembre	127	118
Diciembre	121	134
ANUAL	<u>1756</u>	<u>1646</u>

3). Precipitación Media en la Cuenca. Isoyetas Compensadas para el Período 1.947-1.967.

Para la determinación de la precipitación media en la hoya se utilizaron un total de 23 estaciones ubicadas dentro y fuera del área de drenaje (Anexo A-1).

a) Construcción de la carta de isoyetas medias compensadas 1947-1967

Como las estaciones tienen registros de diferente extensión y con lagunas, fué necesario estimar algunos valores mensuales o anuales de lluvia con el objeto de uniformizarlos sobre la base de un período común de 20 años, a fin de trazar un mapa general de isoyetas medias compensadas. Se utilizó para todo el estudio el año hidrológico como unidad básica de tiempo.

Para hacer la compensación se usó el método de la Curva de Masa de las Desviaciones, seleccionándose 4 grupos de estaciones pilotos representativas de diferentes zonas de la hoya.

<u>GRUPO</u>	<u>ESTACIONES PILOTOS</u>
1	Bejuma y Miranda-La Trinidad
2	San Luis - Oficina
3	Guataparo-Cía Inglesa, Valencia-Av. Bolívar, Valencia-G.F. y Cariaprima
4	Tinaquillo

Con los datos de estas estaciones se determinaron los valores para las curvas de masa de las desviaciones y se dibujaron una para cada grupo. En los anexos A-2, A-3, A-4, A-5, pueden verse los valores obtenidos para el ploteo de las curvas y en los anexos A-6, A-7, A-8 y A-9, las curvas correspondientes con sus escalas gráficas de pendientes.

En el cuadro T-3 aparecen los registros compensados para cada estación.

CUADRO T-3  
REGISTROS PLUVIOMETRICOS COMPENSADOS AL PERIODO 1.947-48  
1.966-67 SEGUN EL GRUPO DE ESTACIONES PILOTOS

	<u>Estación por compensar</u>	<u>Período de Registro</u>	<u>Promedio Registrado mm.</u>	<u>Corrección para el período 1947-67 %</u>	<u>Promedio Compensado mm.</u>
Grupo 1	La Mona	1962-67	1224	- 1.98	1200
	Canoabo	1960-67	1066	- 0.28	1063
	Tocuyito	1951-67	1275	+ 0.75	1285
Grupo 2	Los Aguacates	1962-67	1535	- 0.52	1527
	Dos Bocas	1949-67	1638	- 1.38	1615
	Guataparo-Dique	1951-67	1188	- 1.4	1171
Grupo 3	Valencia-O.S.	1951-67	1119	- 1.4	1103
	Campo Carabobo	1951-67	1403	+ 3.85	1457
	Cachinche-O.P.	1951-67	1438	+ 3.85	1493
Grupo 4	Cachinche-O.S.	1962-67	1429	+11.25	1590
	Tinaquillo-O.S.	1962-67	1341	+11.25	1492

Una vez obtenidos los promedios compensados para el período escogido de 20 años se efectuó el trazado de las isoyetas medias según se indica en el mapa adjunto (gráfica G-1). Posteriormente se determinó por planimetración la precipitación media compensada en la cuenca para el período 1947-67, resultando un valor de 1371 mm. En él podemos notar que las zonas de más alta precipitación se encuentran ubicadas en la parte baja de la cuenca con valores algo mayor de 1600 mm; en la zona central se observa una franja de precipitación que oscila entre 1200 mm. y 1400 mm. En la parte alta central se puede apreciar un núcleo superior a 1300 mm,



así como también precipitaciones superiores a 1200 mm en las cabe-  
ceras del río Chirgua.

b) Distribución mensual media de la precipitación:

En cuanto a la distribución mensual de la precipitación se  
seleccionó un grupo de estaciones que fuesen aproximadamente re-  
presentativas de la pluviometría en la cuenca, dichas estaciones  
fueron las siguientes:

<u>ESTACION:</u>	<u>PERIODO:</u>
Campo Carabobo	1951-52 - 1966-67
Cachinche-O.P	1951-52 - 1966-67
Guataparo-Dique	1951-52 - 1966-67
La California	1949-50 - 1966-67
Bejuma	1947-48 - 1966-67
Guataparo-Cfa Inglesa	1947-48 - 1966-67
Cariaprima	1947-48 - 1966-67
San Luis - Oficina	1947-48 - 1966-67
Torito	1948-49 - 1966-67

En el cuadro T-4 se indican los valores medios mensuales y  
anual de precipitación según el promedio de las estaciones antes  
mencionadas. En él se puede notar: a) la ocurrencia de una esta-  
ción lluviosa que va de mayo a octubre donde cae más del 80% de  
la precipitación anual, siendo los meses de julio, agosto y sep-  
tiembre los más lluviosos; y b) una estación seca que va de no-  
viembre a abril en que cae menos del 20% de la precipitación  
anual.

c) El valor medio anual de 1244 mm. difiere de la precipitación media en la cuenca obtenida por el método isoyético (1371 mm), en un 9.2%, lo cual se debe a que los valores medios mensuales que se muestran en el cuadro antes mencionado, son promedios mensuales de diferentes períodos, además de ser valores puntuales en cada estación; no obstante, sus representaciones en % es indicativo de las variaciones mensuales de la precipitación en la cuenca.

CUADRO T-4  
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL

<u>Mes:</u>	<u>Precipitación mm:</u>	<u>%:</u>
Abril	62	5.4
Mayo	154	12.4
Junio	195	15.6
Julio	209	16.8
Agosto	199	16.0
Septiembre	151	12.1
Octubre	139	11.2
Noviembre	82	6.6
Diciembre	27	2.2
Enero	11	0.9
Febrero	6	0.5
Marzo	9	0.7
ANUAL	<u>1244</u>	<u>100.0</u>

### III.- ESCURRIMIENTO EN LA HOYA. SUS CARACTERISTICAS

#### 1). Datos Disponibles.

Se dispone de un registro de escurrimiento del río Pao en el sitio denominado Guafillal, para el período 1.960-1.967.

En el cuadro T-5 se encuentran indicados los volúmenes mensuales y anuales del escurrimiento así como también el valor porcentual del escurrimiento medio mensual con respecto al medio anual registrado.

#### 2). Relación entre el Escurrimiento y Precipitación Anual.

##### a) Cómputo de la precipitación media en la cuenca para cada año:

Para ello se necesitó conocer la precipitación media en la cuenca año por año, procediéndose de la siguiente forma:

Se utilizaron las siguientes estaciones pluviométricas: Tinaquillo, Bejuma, Cariaprima, Guataparo-Cía Inglesa y San Luis - Oficina por considerarlas representativas de la cuenca y con un período de registro de 20 años (1947-48 - 1966-67).

En base a ellas se elaboró un diagrama de masa de las desviaciones, que puede ser asimilado para toda la cuenca, cuyos cálculos se indican en el Anexo A-10 y su correspondiente gráfica en el Anexo A-11.

Apoyándonos en la precipitación media por isoyetas para largo período y con la curva de masa de la precipitación en la cuenca del río Pao (Anexo A-11), según las 5 estaciones seleccionadas, se realizaron los cálculos para la determinación de la precipitación media año por año en toda la hoya, en la forma que se indica a continuación:

CUADRO T-5

VOLUMENES ESCURRIDOS MENSUALES Y ANUALES REGISTRADOS

RIO PAO EN GUAFILLAL

<u>AÑO CLIMATICO</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ANUAL</u>
1960-1961	7.26	13.23	11.44	25.69	44.19	40.53	24.40	15.48	12.62	5.20	2.88	2.29	205.21
1961-1962	2.06	1.95	9.31	33.07	55.88	34.46	19.77	19.28	9.64	5.43	3.60	3.44	197.89
1962-1963	2.15	23.86	35.94	31.96	53.20	30.75	25.08	17.18	7.73	5.39	3.08	2.38	238.70
1963-1964	7.47	41.62	41.15	51.05	58.32	69.57	35.91	29.70	15.89	9.68	5.88	4.94	371.18
1964-1965	6.91	10.44	24.28	50.81	58.60	58.79	29.44	17.94	10.78	8.65	5.60	4.32	286.56
1965-1966	5.18	7.60	24.18	26.57	58.90	38.19	26.52	35.86	14.15	9.14	5.05	3.42	254.76
1966-1967	2.96	7.26	38.71	45.75	61.75	48.20	55.38	44.07	36.07	14.09	7.89	7.16	369.29
PROMEDIO	4.86	15.14	26.43	37.84	55.83	45.78	30.93	25.64	15.27	8.23	4.85	3.99	274.79
%	1.8	5.5	9.6	13.8	20.3	16.6	11.3	9.3	5.6	3.0	1.8	1.4	100.0

CUADRO T-6PRECIPITACION MEDIA EN LA CUENCA PARA CADA AÑO  
ENTRE 1.947 Y 1.967

<u>AÑO CLIMATICO</u>	<u>% ENCIMA Y DEBAJO LA MEDIA ANUAL.</u>	<u>FACTOR PESO</u>	<u>PRECIPITACION mm</u>
1947-48	- 18.88	0.81	1110
1948-49	+ 9.48	1.09	1494
1949-50	- 0.17	1.00	1371
1950-51	+ 27.41	1.27	1741
1951-52	+ 0.43	1.00	1371
1952-53	+ 8.45	1.08	1481
1953-54	- 7.16	0.93	1275
1954-55	+ 21.38	1.21	1659
1955-56	- 2.24	0.98	1343
1956-57	- 14.74	0.85	1165
1957-58	- 9.74	0.90	1234
1958-59	+ 5.17	1.05	1440
1959-60	- 6.29	0.94	1289
1960-61	+ 1.98	0.98	1344
1961-62	- 8.45	0.92	1261
1962-63	- 16.90	0.83	1138
1963-64	+ 15.00	1.15	1577
1964-65	- 10.17	0.90	1234
1965-66	- 5.17	0.95	1302
1966-67	+ 11.81	1.12	1536
<u>MEDIA</u>			<u>1369</u>

Se tomaron los porcentajes de desviación con respecto a la media del grupo de estaciones seleccionadas para cada año y se aplicó a la precipitación compensada de 20 años calculada con la carta de isoyetas y se obtuvo así la precipitación media en la cuenca para el año considerado. Estos valores se dan en el cuadro T-6.

En dicho cuadro se puede observar que la precipitación media para el período 1947-67 resultó ser de 1369 mm., valor prácticamente igual a la precipitación media obtenida por el mapa isoyético (1371 mm).

b) Cómputo de los coeficientes de escurrimiento:

Se calcularon los coeficientes de escurrimiento para aquellos años en los cuales se posee registros de escurrimientos, cuyos valores se listan en el cuadro T-7.

CUADRO T-7  
RELACION ENTRE LOS ESCURRIMIENTOS ANUALES REGISTRADOS EN  
PAO-GUAFILLAL Y LAS RESPECTIVAS PRECIPITACIONES

Año Climático	Escurrecimiento Anual Registrado $10^6 \text{ m}^3$	Precipitación Media Anual mm	Volumen Llovido $10^6 \text{ m}^3$	Coefficiente Escurrecimiento
1960-61	205.20	1344	1399.1	0.147
1961-62	197.89	1261	1312.7	0.151
1962-63	238.70	1138	1184.7	0.201
1963-64	371.18	1577	1641.6	0.226
1964-65	286.56	1234	1284.6	0.223
1965-66	254.76	1302	1355.4	0.188
1966-67	369.29	1536	1599.0	0.231

Con estos valores se construyó un gráfico (Anexo A-12) de relación entre coeficiente de escurrimiento y precipitación, en el cual se puede observar que los puntos se encuentran bastante dispersos y no definen una clara correlación. No obstante, se trató de trazar una recta que relacionara dichos parámetros, tomando como apoyo principal los siguientes puntos:

- 1) El promedio de los 7 años de registro.
- 2) El promedio de los valores de los años en que la precipitación se encuentra por encima del valor medio.
- 3) El promedio de los valores anuales que se encuentran por debajo de la media.

Analizando este gráfico se nota que la relación obtenida presenta una pendiente sumamente pronunciada, en la cual para grandes variaciones de precipitación suceden variaciones despreciables del coeficiente de escurrimiento, por lo que no se consideró confiable para la extensión de los registros de escurrimiento.

e) Método Logarítmico de Extrapolación del Registro:

Por lo dicho en el párrafo anterior fué necesario investigar sobre otro método que presentara mayor grado de confianza, habiéndose encontrado que en este caso el método logarítmico dió resultados bastantes aceptables.

Para extender los registros de escurrimiento por el método logarítmico se tomó como base la estación que existe aguas abajo de la del Pao en Guafillal, en el sitio denominado la Balsa, la cual es controlada por la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, disponiéndose de registro desde el año 1951-52 hasta el presente. Esta se tomó como la variable indepen-

diente y a la estación cuyo registro se va a extender (Pao-Guafillal) como la variable dependiente.

El método se utilizó en la forma siguiente: en el registro de la estación de largo período se tomaron los gastos mensuales - de cada año, se le buscaron los logaritmos respectivos; se calculó la media mensual (del logaritmo) para largo período y se ve la desviación de cada mes con respecto a la media mensual.

En la otra estación, cuyo registro se va a extender, se tomaron los gastos mensuales de los años comunes con la estación anterior, se buscaron los logaritmos respectivos y la media mensual de dichos logaritmos. Luego, para los años no comunes se le aplica a la media mensual la desviación de cada mes de la estación de largo período, se busca el antilogaritmo y se tiene el gasto mensual en la estación que se desea. En el Anexo A-13 se acompaña el cálculo indicado.

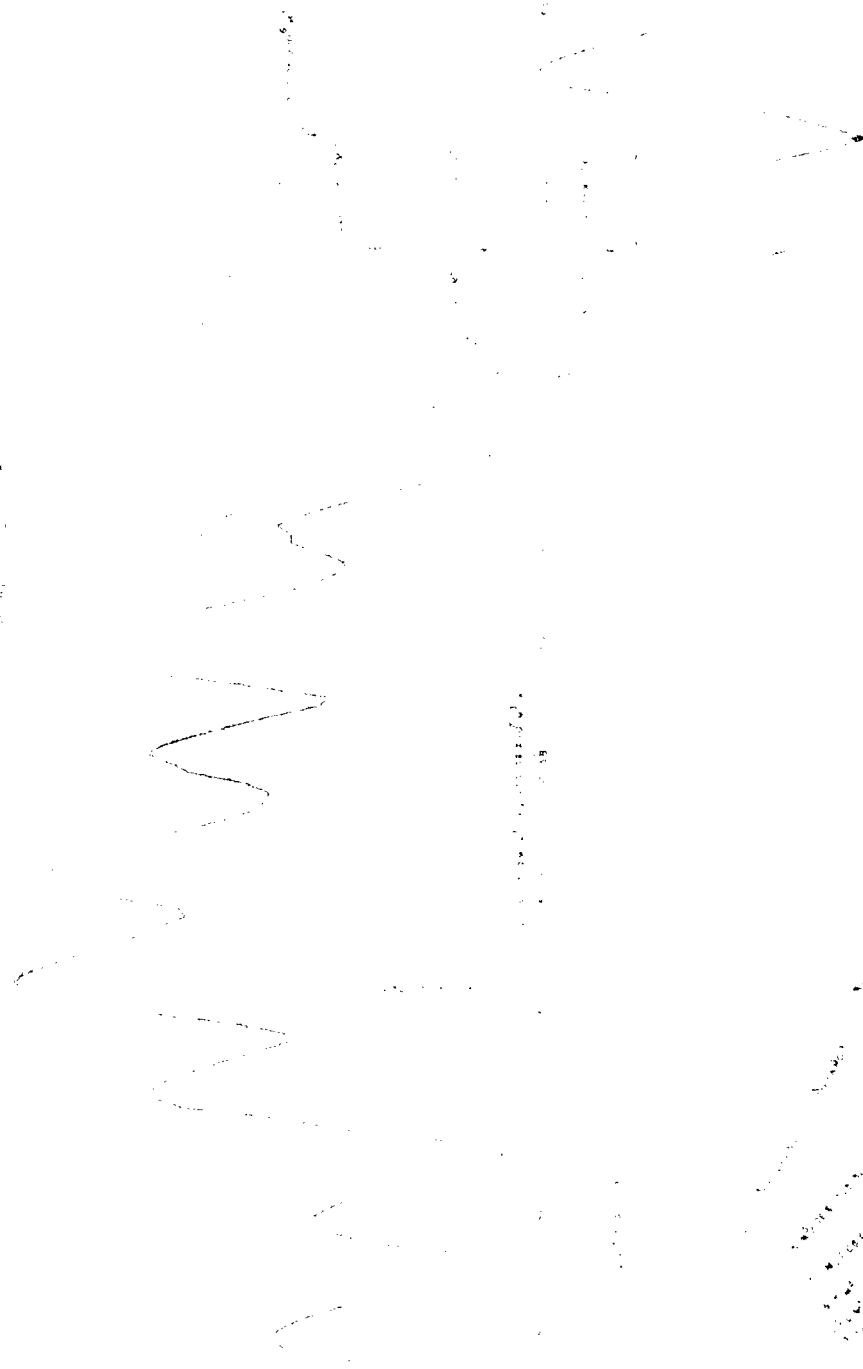
En el cuadro T-8 se dan los gastos medios mensuales y anuales de los años estimados y registrados y en el cuadro T-9 los volúmenes escurridos.

3). Curva de Masa por diferencia del Escurrimiento del río Pao en Guafillal (1951-67):

Con los valores del escurrimiento mensual y anual para el período 1951-1967, extrapolado como antes se indicó, se procedió a calcular y dibujar la curva de masa por diferencias del escurrimiento.

En el Anexo A-14 se dá el cálculo de la curva de masa por diferencias, con cuyos valores se construyó el gráfico G-2.

PROBES OF MUSCLE FIBER TYPE DISTRIBUTION IN THE MUSCLES OF ABLETT



PERCENTAGE OF MUSCLE FIBER TYPE I AND II

1. Type I fibers are slow-twitch, aerobic, and fatigue-resistant.  
 2. Type II fibers are fast-twitch, anaerobic, and fatigue-prone.  
 3. The distribution of fiber types varies between muscles and individuals.  
 4. Training can influence the proportion of fiber types in a muscle.

CUADRO T-8

GASTOS MEDIOS MENSUALES Y ANUALES EN PAO. GUAFILLAL  
REGISTRADOS Y ESTIMADOS PARA EL PERIODO 1951-1967

EN (m<sup>3</sup>/seg.)

<u>Año</u> <u>Climático</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ANUAL</u>
1951-1952	3.39	5.75	13.18	22.39	26.92	19.05	9.77	9.12	5.50	3.24	2.14	1.86	10.19
1952-1953	1.10	4.79	13.18	18.62	29.51	17.38	11.48	7.58	5.13	2.95	1.62	1.15	9.54
1953-1954	1.66	8.91	6.02	9.33	24.55	17.38	10.47	11.75	4.57	2.57	2.24	1.66	8.43
1954-1955	2.40	5.13	8.91	22.39	26.92	16.60	28.18	15.49	9.55	5.62	4.17	3.31	12.39
1955-1956	3.24	2.69	10.23	18.20	24.55	20.89	18.20	13.49	6.46	4.36	3.31	3.55	10.76
1956-1957	3.24	5.01	4.36	10.23	20.89	14.79	14.45	9.12	5.37	2.63	2.14	1.78	7.83
1957-1958	1.44	3.02	6.46	7.76	13.18	20.42	12.02	14.12	5.37	2.95	1.82	1.35	7.49
1958-1959	0.81	7.41	22.39	22.91	29.51	13.18	6.76	4.36	2.75	1.78	1.26	0.81	9.49
1959-1960	0.65	2.95	5.13	6.92	12.88	15.49	8.91	12.30	4.57	2.75	1.66	2.00	6.35
1960-1961	2.80	4.94	4.42	9.59	16.50	15.64	9.11	5.97	4.71	1.94	1.19	0.86	6.37
1961-1962	0.79	0.73	3.59	12.35	20.86	13.29	7.38	7.44	3.60	2.03	1.49	1.28	6.24
1962-1963	0.83	8.91	13.87	11.93	19.86	11.86	9.36	6.63	2.88	2.01	1.27	0.89	7.52
1963-1964	2.88	15.54	15.88	19.06	21.78	26.84	13.41	11.46	5.93	3.61	2.35	1.84	11.72
1964-1965	2.67	3.90	9.15	18.97	21.88	22.68	10.99	6.92	4.03	3.23	2.31	1.61	9.03
1965-1966	2.00	2.84	9.33	9.92	21.99	14.73	9.90	13.84	5.28	3.41	2.09	1.28	8.05
1966-1967	1.14	3.15	14.93	17.08	23.05	18.60	20.68	17.00	13.47	5.26	3.26	2.68	11.69

CUADRO T-9

ESCURRIMIENTOS MENSUALES Y ANUALES DE PAO\_GUAFILLAL  
REGISTRADOS Y ESTIMADOS PARA EL PERIODO 1951-1967

EN MILLONES DE M<sup>3</sup>

<u>Año</u> <u>Climático</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>TOTAL</u>
1951-1952	8.79	15.40	34.16	59.97	72.10	49.38	26.17	23.64	14.73	8.68	5.36	4.98	323.36
1952-1953	2.85	12.83	34.16	49.87	79.04	45.05	30.75	19.65	13.74	7.90	3.92	3.08	302.84
1953-1954	4.30	23.86	15.60	24.99	65.75	45.05	28.04	30.43	12.24	6.88	5.42	4.45	267.01
1954-1955	6.22	13.74	23.09	59.97	72.10	43.03	75.48	40.15	25.58	15.05	10.09	8.87	393.37
1955-1956	8.40	7.20	26.52	48.75	65.75	54.15	48.75	34.97	17.30	11.68	8.29	9.51	341.27
1956-1957	8.40	13.42	11.30	27.40	55.95	38.34	38.70	23.64	14.38	7.04	5.18	4.77	248.52
1957-1958	3.73	8.09	16.74	20.78	35.30	52.93	32.19	36.60	14.38	7.90	4.40	3.62	236.66
1958-1959	2.10	19.85	58.03	61.36	79.04	34.16	18.11	11.30	7.37	4.77	3.05	2.17	301.31
1959-1960	1.68	7.90	13.30	18.53	34.50	40.15	23.86	31.88	12.24	7.36	4.16	5.36	200.92
1960-1961	7.26	13.23	11.44	25.69	44.19	40.53	24.40	15.48	12.62	5.20	2.88	2.29	202.05
1961-1962	2.06	1.95	9.31	33.07	55.88	34.46	19.77	19.28	9.64	5.43	3.60	3.44	197.89
1962-1963	2.15	23.86	35.94	31.96	53.20	30.75	25.08	17.18	7.73	5.39	3.08	2.38	238.70
1963-1964	7.47	41.62	41.15	51.05	58.32	69.57	35.91	29.70	15.89	9.68	5.88	4.94	371.18
1964-1965	6.91	10.44	24.28	50.81	58.60	58.79	29.44	17.94	10.78	8.65	5.60	4.32	286.56
1965-1966	5.18	7.60	24.18	26.57	58.90	38.19	26.52	35.86	14.15	9.14	5.05	3.42	254.76
1966-1967	2.96	7.26	38.71	45.75	61.75	48.20	55.38	44.07	36.07	14.09	7.89	7.16	369.29
PROMEDIO	4.83	14.26	26.12	39.78	59.40	45.17	33.66	26.99	14.93	8.43	5.24	4.67	283.48

El diagrama de masa por diferencias toma como datum el escurrimiento medio mensual del río para todo el período considerado que es la unidad o el 100%.

Dicho datum o referencia es:

$$\text{Escorrimento medio mensual} = \frac{283.48}{12} \times 10^6 \text{ m}^3 = 23.62 \times 10^6 \text{ m}^3$$

El cual equivale a un gasto continuo de:

$$Q = \frac{283.48 \times 10^6 \text{ m}^3}{31536 \times 10^3 \text{ seg}} = 8.99 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En la curva de masa y en su utilización se puede apreciar:

- a) Que para aprovechar teóricamente en su totalidad el escurrimiento medio del río Pao en Guafillal ( $283.48 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ , - equivalente a un gasto continuo de  $8.99 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ), se necesitaría una capacidad de almacenamiento útil de  $421.85 \times 10^6 \text{ m}^3$  - (el 1786% del escurrimiento mensual de largo período). Es sabido que en la práctica esto es imposible pues siempre hay pérdidas que son inevitables.
- b) Que para utilizar gastos medios inferiores al gasto medio de - largo período se necesitarán las capacidades de almacenamiento útil, las cuales se indican en el cuadro T-10.

CUADRO T-10

Capacidades de almacenamiento útil teóricamente requerido para aprovechar los gastos que se indican del río Pao en Guafillal (no incluye saldo lluvia-evaporación ni otras pérdidas).

<u>Gasto aprovechado</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>Almacenamiento útil requerido</u> <u>10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>
8.0 (252.29 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	277.06
7.5 (236.52 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	204.55
7.0 (220.75 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	152.11
6.5 (204.98 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	107.71
6.0 (189.22 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	90.23
5.5 (173.45 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año)	72.28

IV. ESTUDIO DE LAS CRECIENTES DEL RIO PAO  
EN GUAFILLAL

Para la realización de este análisis se investigaron las crecientes ocurridas en el río Pao en Guafillal, seleccionándose aquellas de mayores picos y de hidrogramas simples, de un solo pico en lo posible, como fueron aproximadamente las de 21 de julio de 1.964, 24 de agosto de 1.964 y 15 de agosto de 1.966.

En cada una de las crecientes seleccionadas se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Determinación del gasto base y gasto neto de la creciente.
- 2) Determinación del volumen de escurrimiento superficial y de la lámina escurrida, ocasionado por la lluvia generadora.
- 3) Obtención del hidrograma unitario.
- 4) Elaboración del plano de isoyetas y de las curvas de masas de la tormenta generadora.
- 5) Formación de cuadros de cálculo de precipitación media pesada horaria en la cuenca. (Polígonos de Thiessen, Precipitación-horaria).
- 6) Estimación de la lluvia efectiva.
- 7) Formación del hidrograma neto de la avenida y el hietograma de la tormenta.

Del análisis de las avenidas individuales se obtuvo el hidrograma unitario para aplicarlo al cálculo de la avenida de diseño.

a) Avenida del 21 de julio de 1.964:

A. continuación se especifican los cálculos y gráficas que se realizaron en el estudio de la avenida y que se acompañan en la forma que se indica:

- 1) Anexo A-15. Cálculo del gasto bruto y neto de la avenida, volúmen escurrido, lámina escurrida e hidrograma bruto y neto.

Para obtener el hidrograma neto fué necesario determinar el gasto base, por lo que se consideró aceptable adoptar dicho gasto como aquel que se encuentra por debajo de la recta enmarcada entre el punto que se observa como inicio del hidrograma total hasta la curva de recesión  $N$  días después del pico.

$$\text{Siendo: } N = 0.827 A^{0.2}$$

$$A = \text{Area de recepción en km}^2$$

Este mismo tiempo se utilizó para todas las tormentas analizadas.

- 2) Anexo A-16. Curvas de masas de la tormenta generadora.
- 3) Anexo A-17. Isoyetas de la tormenta generadora.
- 4) Anexo A-18. Cálculo de la precipitación media pesada horaria en la cuenca utilizando isoyetas y polígonos de Thiessen. Esto se realizó por medio de un ajuste de las curvas de masas según factor de peso deducido del área de influencia de cada polígono, obteniéndose los incrementos medios horarios de precipitación en toda la cuenca.
- 5) Anexo A-19. Cálculo de la lluvia efectiva. Del cálculo anterior se deduce que la duración de la lluvia efectiva para esta tormenta resultó ser de 2 horas.

- 6) Con el fin de comprobar el resultado de la duración anterior se construyó la correspondiente curva  $S$ , cuyos valores corroboraron la duración antes mencionada. En el Anexo A-20 se muestran los valores y la representación gráfica de dicha curva.
- 7) Anexo A-21. Hidrograma unitario deducido de la avenida del 21-7-64.
- 8) Resumen de resultados.  
Pico =  $55,0 \text{ m}^3/\text{seg.}$   
Tiempo entre el comienzo del escurrimiento y el pico = 4 horas  
Tiempo base = 30 horas.

El mismo procedimiento que se indicó en la avenida del 21-7-64 se aplicó en las otras crecientes analizadas y cuyos resultados son los que a continuación se indican:

b) Avenida del 24 de agosto de 1.964:

- 1) Anexo A-22. Cálculo del gasto bruto, neto, volúmen, lámina escurrida e hidrograma bruto y neto.
- 2) Anexo A-23. Curva de masas de la tormenta generadora.
- 3) Anexo A-24. Isoyetas de la tormenta generadora.
- 4) Anexo A-25. Cálculo de la precipitación media pesada horaria en la cuenca.
- 5) Anexo A-19. Cálculo de la lluvia efectiva.
- 6) Anexo A-26. Cálculo de la curva  $S$  y su representación gráfica.
- 7) Anexo A-27. Hidrograma unitario deducido de la avenida del 24-8-64.

8) Resumen de resultados.

Pico =  $36.2 \text{ m}^3/\text{seg}$

Tiempo entre el comienzo del escurrimiento y el pico =  
6 horas.

Tiempo base = 34 horas.

c) Avenida del 15 de agosto de 1.966:

1) Anexo A-28. Cálculo del gasto bruto, neto, volúmen, lámina escurrida e hidrograma bruto y neto.

2) Anexo A-29. Curva de masas de la tormenta generadora.

3) Anexo A-30. Isoyetas de la tormenta generadora.

4) Anexo A-31. Cálculo de la precipitación media pesada horaria en la cuenca.

5) Anexo A-19. Cálculo de la lluvia efectiva.

6) Anexo A-32. Cálculo de la curva S y su representación gráfica.

7) Anexo A-33. Hidrograma unitario deducido de la avenida del 24-8-64.

8) Resumen de resultados.

Pico =  $53.95 \text{ m}^3/\text{seg}$

Tiempo entre el comienzo del escurrimiento y el pico =  
4 horas.

Tiempo base = 36 horas.

d) Hidrograma Unitario Adoptado:

Utilizando como base los hidrogramas unitarios de cada una de las avenidas analizadas, se calculó en forma gráfica el Hidrograma Unitario de la cuenca, para lo cual se dibujó cada uno de ellos, superpuestos con los otros, tomando como

eje la ordenada de los picos y se trazó la curva promedio - como "Hidrograma Unitario Adoptado". Dicho Hidrograma Unitario Adoptado se dá en el cuadro T-11 y gráfico G-3, cuyas - características resumidas son:

- Pico = 46.0.m<sup>3</sup>/seg.
- Tiempo entre el comienzo del escurrimiento y el Pico = 5 horas
- Tiempo Base = 33 horas

CUADRO T-11

HIDROGRAMA UNITARIO ADOPTADO

<u>Tiempo Hora</u>	<u>Gasto m<sup>3</sup>/seg.</u>	<u>Volúmen escurrido 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup></u>
0	0	3.96
1	2.20	18.36
2	8.00	45.90
3	17.50	90.90
4	33.00	142.20
5	46.00	156.60
6	41.00	122.40
7	27.00	80.10
8	17.50	54.90
9	13.00	42.30
10	10.50	34.20
11	8.50	27.90
12	7.00	23.04
13	5.80	19.44
14	5.00	16.92
15	4.40	

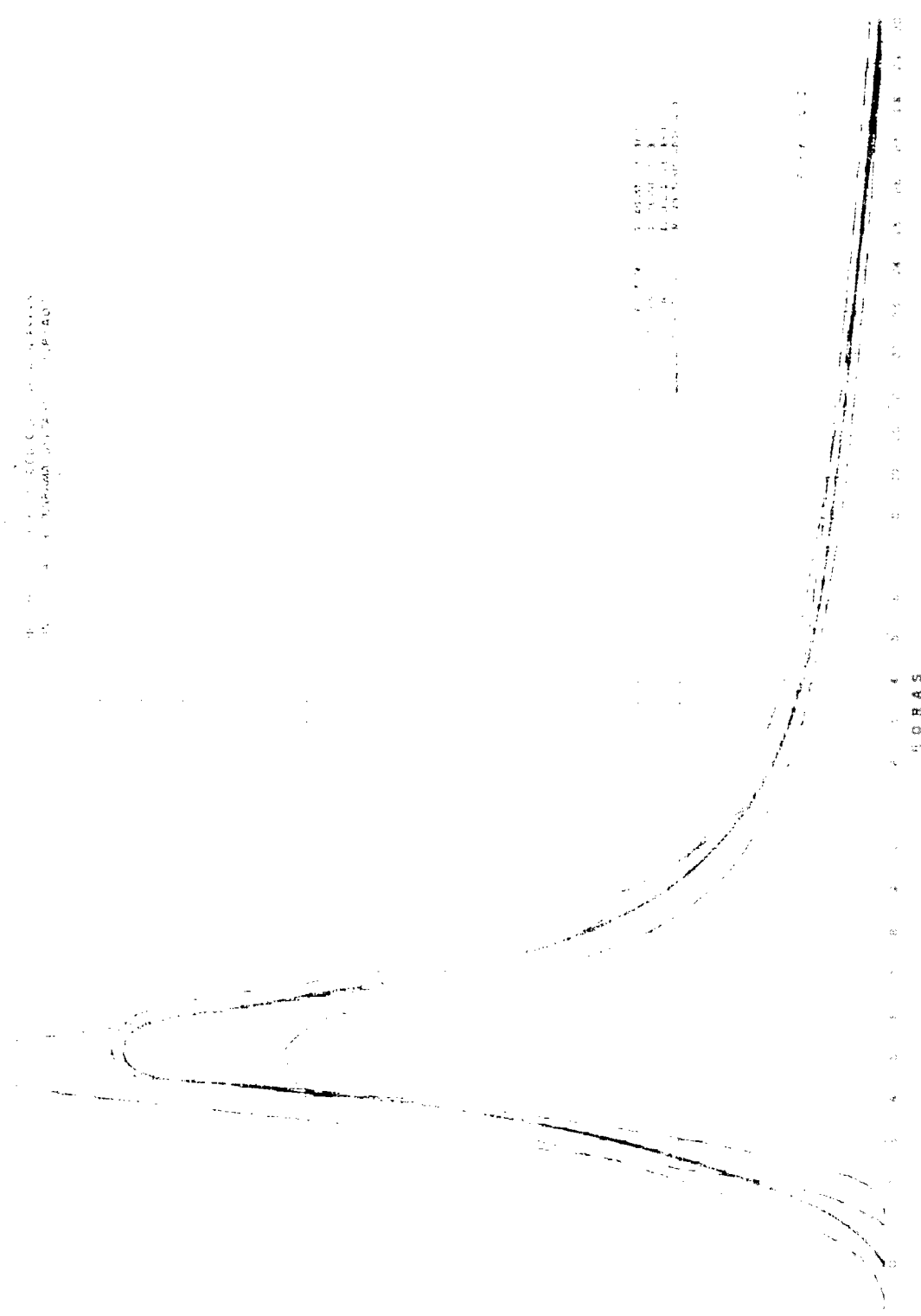
CUADRO T-11

<u>Tiempo Hora</u>	<u>Gasto m<sup>3</sup>/seg.</u>	<u>Volúmen escurrido 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup></u>
		15.12
16	4.00	13.86
17	3.70	12.96
18	3.50	12.06
19	3.20	11.16
20	3.00	9.90
21	2.50	8.64
22	2.30	7.74
23	2.00	7.02
24	1.90	6.30
25	1.60	5.40
26	1.40	4.68
27	1.20	3.96
28	1.00	3.42
29	0.90	2.70
30	0.60	1.80
31	0.40	1.08
32	0.20	0.36
33	0.00	
		<hr/> 1007.28x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

Comprobación:  $\frac{\text{escurrimiento en m}^3}{\text{Area cuenca en m}^2} =$

$$= \frac{1,00728 \times 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}}{1041 \times 10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2}} = 0.000967 \text{ m} \approx 0.001 \text{ m}$$

Figure 4. The effect of the initial concentration of the reactants on the rate of the reaction.



Legend: 1. 0.1 M  
2. 0.2 M  
3. 0.3 M  
4. 0.4 M  
5. 0.5 M

Figure 4

HOURS

W. CALCULO DE LA AVENIDA DE DISEÑO

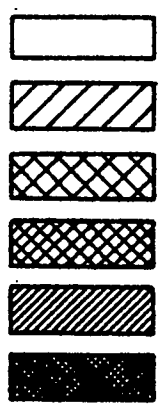
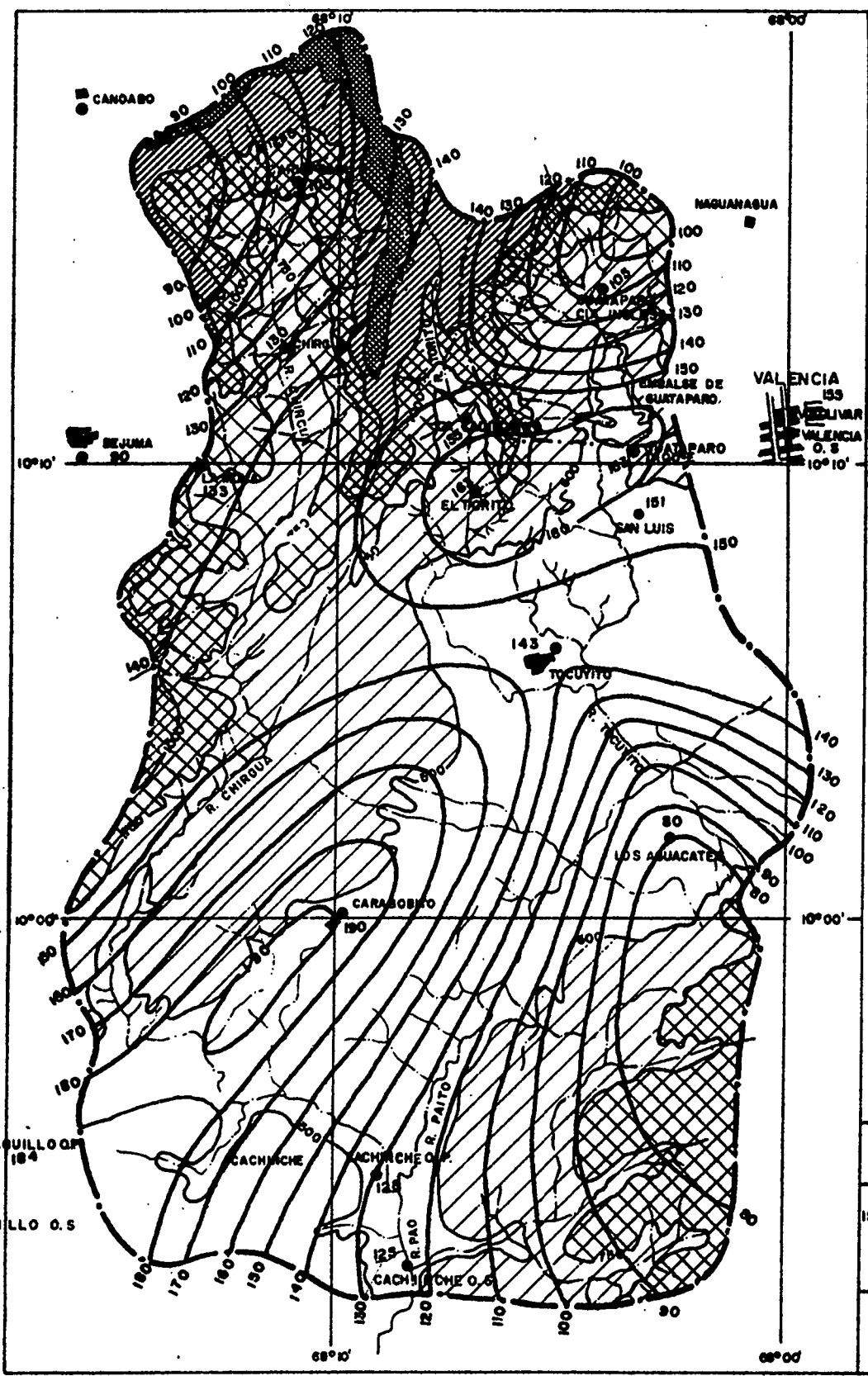
a). Selección de la Tormenta de Diseño.

Se analizaron las lluvias máximas para cada año en las diferentes estaciones ubicadas dentro y en los alrededores de la cuenca. Mediante el método estadístico de Gumbel se calcularon las lluvias máximas en 24 horas, para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, cuyos valores se indican en el cuadro T-12.

CUADRO T-12

MAXIMAS PRECIPITACIONES ANUALES EN 24 HORAS Y PARA PERIODOS DE RETORNO DE 5 A 100 AÑOS EN LAS ESTACIONES DE LA HOYA DEL RIO PAO

<u>Estación</u>	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>25</u>	<u>50</u>	<u>100</u>
Bejuma	61	68	77	83	90
Chirgua Colonia	74	88	105	117	130
Cariaprima	66	75	86	94	103
La Mona	79	92	109	121	133
La California	95	110	128	142	155
El Torito	93	110	131	147	163
Guataparo Cía Inglesa	67	76	88	97	105
Guataparo Dique	87	105	128	146	163
San Luis - Oficina	83	100	121	136	151
Valencia O.S.	89	105	125	140	155
Tocuyito	83	97	116	129	143
Los Aguacates	61	66	72	76	80
Dos Bocas	92	103	118	129	140
Campo Carabobo	102	123	150	171	190
Cachinche O.P.	81	92	107	118	128
Cachinche O.S.	79	90	105	115	125
Tinaquillo O.P.	100	120	146	165	184
Tinaquillo O.S.	65	70	77	81	86



ESTUDIO HIDROL  
 RIO PAENG

ISOLINEAS DE LLUVIAS PUNT  
 PERIODO DE RETOR

FECHA: CAR  
 ESCALA: 1:  
 MAPA N°

GRA

b). Isolíneas de las Lluvias Máximas de 24 Horas y Períodos de Retorno de 25, 50 y 100 Años.

Luego se trazó un mapa de isolíneas para períodos de retorno de 25, 50 y 100 años, determinándose posteriormente la precipitación media en la cuenca para los períodos antes mencionados y cuyos valores se dan a continuación:

Período de retorno años	Precipitación media en la cuenca mm
25	112
50	123
100	136

NOTA.- Solo se anexa el mapa correspondiente al período de retorno de 100 años, por ser éste el que se utilizará en el cálculo de la avenida de diseño (Gráfico G-4).

c). Relación entre la lluvia máxima puntual y la media en la cuenca.

Se determinó un coeficiente de reducción de lluvia puntual a lluvia areal en base a las tormentas analizadas, considerando que la lluvia de 24 horas se distribuirá en forma similar a la que presentaron dichas tormentas. Es de aclarar que se tomó como coeficiente de reducción el valor promedio de los obtenidos en las lluvias analizadas, que resultó ser de 45%.

Se supuso esta reducción areal en vista de que en el análisis de las diferentes tormentas se pudo comprobar que las precipitaciones ocurridas presentaban duraciones inferiores a las 24 horas.

Aplicando este porcentaje de reducción a la lluvia media puntual obtenemos los siguientes resultados:

<u>Frecuencia</u>	<u>Lluvia media mm</u>	<u>% Reducción</u>	<u>Lluvia media en la cuenca mm</u>
25	112	45	62
50	123	45	68
100	136	45	75

d). Distribución horaria de la tormenta de diseño de 24 horas y 100 años de período de retorno

Para el cálculo de la distribución horaria de la lluvia se realizó un análisis de las tormentas registradas en las estaciones ubicadas en la cuenca en estudio, concluyéndose que las máximas tormentas generadas en la zona, presentan su principal intensidad en una duración inferior a las 6 horas. Dichas tormentas fueron utilizadas posteriormente en la relación "Porcentaje de Precipitaciones vs. Tiempo". Comparando entre sí cada una de las relaciones antes mencionadas se observa gran similitud entre ellas, por lo que se dedujo una curva promedio para toda la cuenca (Anexo A-34). Aplicándole esta distribución a las lluvias medias en la cuenca (previa reducción areal) de diferentes frecuencias resultaron los siguientes valores:

<u>Hora</u>	<u>% de distribución de lluvia en la cuenca</u>	<u>Frecuencia</u>		
		<u>25</u>	<u>50</u>	<u>100</u>
1	71.3	44	48	53
2	86.7	54	59	65
3	93.9	58	64	70
4	97.3	60	66	73
5	99.1	61	67	74
6	100.0	62	68	75

Luego se calcularon los incrementos de lluvia, se hicieron varias distribuciones de estos incrementos de manera que representaran la condición más desfavorable y suponiéndose una infiltración inicial de 12 mm. y una horaria de 5 mm/h, se obtuvieron los resultados que se listan a continuación:

Frecuencia 25 años:

<u>Tiempo Horas</u>	<u>Lluvia mm</u>	<u>Incremento mm</u>	<u>Distribución Incrementos mm</u>	<u>Pérdidas mm</u>	<u>Lluvia efectiva mm</u>
1	44	44	1	1	0
2	54	10	2	2	0
3	58	4	44	9	35
4	60	2	10	5	5
5	61	1	4	5	0
6	62	1	1	5	0

Frecuencia 50 años:

<u>Tiempo Horas</u>	<u>Lluvia mm</u>	<u>Incremento mm</u>	<u>Distribución Incrementos mm</u>	<u>Pérdidas mm</u>	<u>Lluvia efectiva mm</u>
1	48	48	1	1	0
2	59	11	2	2	0
3	64	5	48	9	39
4	66	2	11	5	6
5	67	1	5	5	0
6	68	1	1	5	0

Frecuencia 100 años:

<u>Tiempo Horas</u>	<u>Lluvia mm</u>	<u>Incremento mm</u>	<u>Distribución Incrementos mm</u>	<u>Pérdidas mm</u>	<u>Lluvia efectiva mm</u>
1	53	53	1	1	0
2	65	12	3	3	0
3	70	5	53	8	45
4	73	3	12	5	7
5	74	1	5	5	0
6	75	1	$\frac{1}{75}$	5	$\frac{0}{52}$

e). Cálculo de la avenida de diseño.

Luego aplicando esta lluvia efectiva al hidrograma unitario adoptado se calculó las avenidas de diseño correspondiente a las diferentes frecuencias.

En el cuadro T-13 se dan los cálculos de la avenida de diseño para 100 años de frecuencia, y cuyas características principales son:

Pico Avenida	=	2521 m <sup>3</sup> /seg.
Tiempo Pico	=	5 horas
Volúmen	=	52.2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

En los Anexos A-35 y A-36 se presentan los cálculos de los hidrogramas de diseño para 25 y 50 años respectivamente, cuyas características principales son las siguientes:

Hidrograma de diseño 25 años:

Pico Avenida	=	1942 m <sup>3</sup> /seg.
Tiempo Pico	=	5 horas

Hidrograma de diseño 50 años:

Pico Avenida	=	2182 m <sup>3</sup> /seg.
Tiempo Pico	=	5 horas

CUADRO T-13  
CALCULO DE LA AVENIDA MAXIMA DE DISEÑO DEL RIO  
PAO EN GUAFILLAL  
Frecuencia 100 Años

<u>Tiempo</u> <u>Horas</u>	<u>H.U.</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>45</u>	<u>7</u>	<u>Hidrograma Total</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
0	0	0		0
1	4.4	198.0	0	198.0
2	11.6	522.0	30.8	552.8
3	23.4	1053.0	81.2	1134.2
4	42.6	1917.0	163.8	2080.8
5	49.4	2223.0	298.2	2521.2
6	32.6	1467.0	345.8	1812.8
7	21.4	963.0	228.2	1191.2
8	13.6	612.0	149.8	761.8
9	12.4	558.0	95.2	653.2
10	8.6	387.0	86.8	473.8
11	8.4	378.0	60.2	438.2
12	6.0	270.0	58.8	328.8
13	5.6	252.0	42.0	294.0
14	4.8	216.0	39.2	255.2
15	4.2	189.0	33.6	222.6
16	4.0	180.0	29.4	209.4
17	3.6	162.0	28.0	190.0
18	3.2	144.0	25.2	169.2
19	2.8	126.0	22.4	148.4
20	2.6	117.0	19.6	136.6
21	2.4	108.0	18.2	126.2
22	2.0	90.0	16.8	106.8
23	1.8	81.0	14.0	95.0
24	1.6	72.0	12.6	84.6
25	1.4	63.0	11.2	74.2
26	1.2	54.0	9.8	63.8
27	1.0	45.0	8.4	53.4
28	0.8	36.0	7.0	43.0
29	0.6	27.0	5.6	32.6
30	0.4	18.0	4.2	22.2
31	0.2	9.0	2.8	11.8
32	0.0	0.0	1.4	1.4
			0.0	0.0

VI. ACARREO DEL RIO PAO EN GUAFILLAL.  
ALMACENAMIENTO MUERTO REQUERIDO

La División de Hidrología del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, viene practicando mediciones y cálculo del acarreo del río Pao en Guafillal, desde el año 1960 hasta el presente, y los cuales se utilizaron en la determinación del gasto sólido medio anual del presente trabajo.

a). Resumen de Muestreos. Relaciones Gasto-Acarreo y Cálculo de Acarreos Anuales.

En el cuadro T-14 se resumen los muestreos y cálculos de acarreo año por año.

En él se puede observar que se han realizado un total de 142 muestreos, correspondientes a gastos variables entre un mínimo de  $0.640 \text{ m}^3/\text{seg.}$  (18-4-61) y un máximo de  $82.60 \text{ m}^3/\text{seg.}$  (13-9-64) y con una carga de sedimentos en suspensión en porcentaje de peso, variable desde un mínimo de 0.0005% a un máximo de 0.3262%.

El acarreo total en el año ha variado desde un mínimo de 46129 toneladas en 1960/61 hasta un máximo de 181757 toneladas en 1966/67.

El acarreo medio anual registrado es de 105307 toneladas que corresponden a un escurrimiento medio de 240.864 millones de  $\text{m}^3$ .

b). Acarreo Medio Anual y Tasa de Gasto Sólido Específico.

Con los valores de acarreo en suspensión calculados en el aparte anterior para cada año climático y los valores de los volúmenes escurridos se construyó una gráfica de acarreo en sus-

pensión contra volumen de agua escurrido, determinándose así una curva de relación (Gráfico G-5) con la cual se puede calcular el valor del acarreo correspondiente al escurrimiento medio de largo período del río Pao en Guafillal.

Así para un volumen medio escurrido de largo período igual a  $283.48 \times 10^6 \text{ m}^3$ , el acarreo medio correspondiente es de:  $106.1 \times 10^3$  toneladas.

El gasto sólido específico correspondiente es:

$$\frac{\text{Carga media anual de acarreo en suspensión}}{\text{Area drenada}}$$

$$\text{Gasto sólido específico} = \frac{106100 \text{ Ton}}{1041 \text{ km}^2} = 102 \text{ Ton/km}^2/\text{año}$$

Estos cálculos corresponden a los sedimentos en suspensión, por lo tanto hay que añadirle la cantidad de sólidos arrastrados por el fondo del río, pero hasta el presente no se han efectuado tales mediciones en el país, por lo que se estima el arrastre de fondo tomando un 20% de los sedimentos en suspensión, de acuerdo a determinaciones hechas en embalses de EE. UU. y México.

La cantidad media anual de azolves incluyendo los de suspensión como los de fondo será entonces:

$$105307 \times 1.20 = 126368 \text{ Ton/año}$$

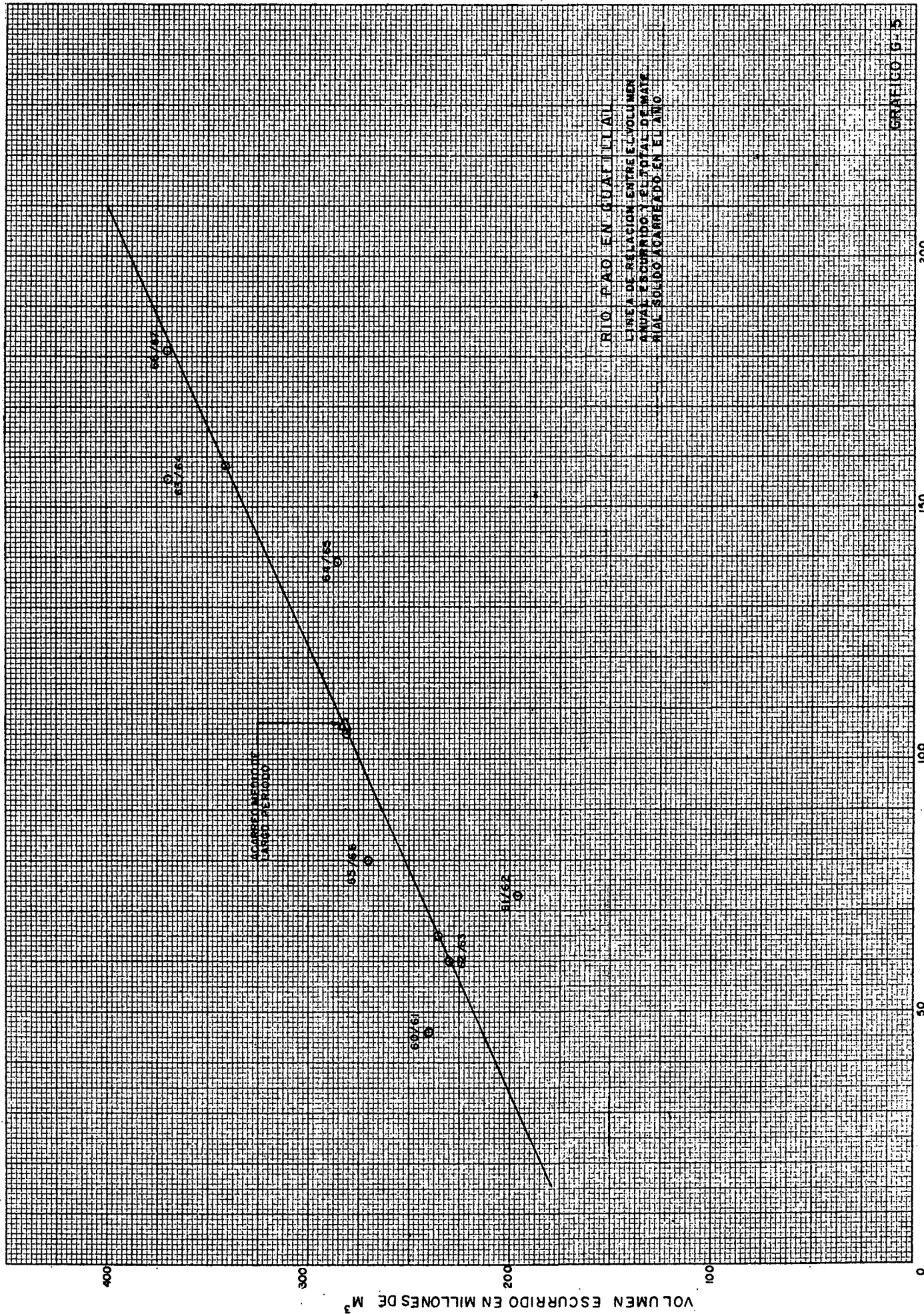
c). Almacenamiento Muerto Requerido.

Para calcular el volumen anual medio acumulado, tenemos la cantidad media anual de azolves incluyendo los de suspensión y los de fondo, considerando la densidad media de los sólidos ya sedimentados en  $1.12 \text{ ton/m}^3$ , por ser usualmente utilizado -

por los organismos encargados de esta clase de cómputos se tiene que:

$$\text{Volúmen anual medio acumulado} = \frac{126368}{1.12} = 112828 \text{ m}^3/\text{año}$$

Si consideramos un tiempo de 100 años de acumulación de sedimentos, se necesitará un almacenamiento muerto del orden de 11.3 millones de m<sup>3</sup>.



ACARREO EN SUSPENSION EN MILES DE TON.

VII. TRANSITO DE LA AVENIDA

a). Base teórica del método utilizado.

Se hizo uso del método gráfico expuesto en "Hydrology" de Wisler and Brater, complementado con el cómputo analítico correspondiente, desarrollado por el Profesor Fernando Key Sánchez. Este método tiene su base en la expresión:

$$S_1 + \frac{I_1 + I_2}{2} \times t - \frac{Q_1 + Q_2}{2} \times t = S_2$$

$$\frac{S_1}{t} + \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{Q_1}{2} = \frac{Q_2}{2} = \frac{S_2}{t}$$

$$\frac{S_1}{t} - \frac{Q_1}{2} + \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{S_2}{t} + \frac{Q_2}{2}$$

Siendo:

$S_1$  = almacenamiento sobre la cresta del vertedero en un momento  $T_1$

$S_2$  = almacenamiento sobre la cresta del vertedero en un momento  $T_2$

$I_1$  = gasto de entrada en el momento  $T_1$ , tomado del hidrograma de la avenida

$I_2$  = gasto de entrada en el momento  $T_2$ , también tomado del hidrograma

$Q_1$  = gasto del vertedero en el momento  $T_1$ , de acuerdo a la carga existente en ese momento sobre el aliviadero

$Q_2$  = gasto del vertedero en el momento  $T_2$ , correspondiente a la carga  $h_2$  en el aliviadero

$t$  = intervalo entre los momentos  $T_1$  y  $T_2$

Este método implica, por lo tanto, calcular la curva  $S$  de almacenamiento sobre la cresta, la curva  $Q$  de gasto del alivia

dero y las curvas  $\frac{S_i}{t} + \frac{Q}{2}$  y  $\frac{S_i}{t} - \frac{Q}{2}$ , una vez seleccionado el intervalo  $t$  a utilizar. Los gastos de entrada  $I_1, I_2, I_3 \dots etc.$ , vienen dados por el hidrograma de la avenida antes calculado.

b). Cálculo de la curva de almacenamiento sobre la cresta.

Se comienza a partir de la cota correspondiente a la capacidad máxima normal del embalse (354.50 m.s.n.m.), en la cual estará situada la cresta del aliviadero, incrementándola sucesivamente en valores  $\Delta h$  que estuviesen comprendidos dentro del rango de  $H$  (carga de diseño del aliviadero, estimado preliminarmente), y entrando en la curva de "Área - Capacidad" (Anexo - A-37) con las cotas anteriores, se obtienen las capacidades correspondientes, a las cuales se le resta la capacidad del embalse para la cota 354.50 que es el cero de las cargas sobre la cresta. Se obtienen los valores de almacenamiento sobre la cresta para distintas cargas comprendidas entre 0 y  $H$ .

En el cuadro T-16 se muestran los valores utilizados para la construcción de la curva "S" de almacenamiento sobre la cresta del aliviadero.

En el gráfico G-6 se incluye la curva "S" antes mencionada.

c). Cálculo de la curva  $Q$  de gastos en el aliviadero.

1). Selección preliminar de la longitud de cresta y carga de diseño:

Se estimó preliminarmente que la reducción del pico de la creciente ( $2521 \text{ m}^3/\text{seg}$ ), por regulación del embalse fuera de un 50%. Entonces  $Q$  máximo será aproximadamente igual a  $1260 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Se tomó la longitud de la cresta de 120 m y

un valor de  $C = 2.18$  para  $H$  (carga de diseño) por aplicación de la fórmula para vertedero de cresta ancha, tipo Creager:

$$Q = CL H^{3/2} \quad (1)$$

donde:

$C$  = coeficiente máximo correspondiente a la carga de diseño.

$L$  = longitud de la cresta del aliviadero.

$H$  = carga de diseño.

Se dedujo:

$$H^{3/2} = \frac{Q}{CL} = \frac{1260 \text{ m}^3/\text{seg}}{2.18 \times 120 \text{ m}} = 4.80$$

$$H = 2.85 \text{ m}$$

Se tomó como apoyo para estimar la longitud de cresta de 120 m el trabajo realizado por la Oficina de Ingeniería de A. J. Guruceaga, denominado "Abastecimiento de Agua para la ciudad de Valencia", en la cual para un pico de creciente de  $1.900 \text{ m}^3/\text{seg}$ . - toman una longitud de cresta de 80 m., la cual origina una carga sobre el vertedero de 2.80 m. En vista de que en el presente trabajo el pico de la creciente de diseño corresponde a un valor de  $2521 \text{ m}^3/\text{seg}$ , se consideró necesario aumentar la longitud de cresta del vertedero, de forma que la carga sobre éste se mantuviera aproximadamente en el mismo rango.

Para diferentes valores de la relación  $h/H$  (siendo  $h$  = carga actual de trabajo del vertedero) y el gráfico que aparece en la - Hidráulica de Trueba Coronel (pág. 104), para valores del coeficiente " $C$ " correspondiente, en vertedor con paramento aguas arriba a  $45^\circ$ ; se obtienen los correspondientes valores del coeficien-

te "C".

Por aplicaciones sucesivas de la fórmula (1) se calcularon los valores de gastos para el trazado de la curva Q. En el cuadro T-15, se indican los cálculos realizados y su representación en el gráfico G-6.

CUADRO T-15

CALCULO DE LA CURVA DE GASTO SOBRE EL VERTEDERO

$\frac{h}{H} = K$	C	$h = H \times K$	$h^{3/2}$	Q (m <sup>3</sup> /seg)
0.2	1.835	0.570	0.430	94.7
0.3	1.92	0.855	0.791	182.2
0.4	2.00	1.140	1.217	292.0
0.6	2.09	1.710	2.043	512.4
0.8	2.13	2.280	3.443	800.0
1.0	2.14	2.850	4.811	1236.0

d). Selección del tiempo (T)

Para el valor del intervalo a usar se acostumbra tomar lapsos equivalentes a  $\frac{1}{4}$  o  $\frac{1}{5}$  del tiempo de concentración y de manera que el pico de la avenida correspondá al final de un intervalo. En este caso se tomó 1 hora que es el 20% del tiempo de concentración en el hidrograma unitario adoptado.

e). Cálculo de las curvas  $\frac{S}{t} + \frac{Q}{2}$  y  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$

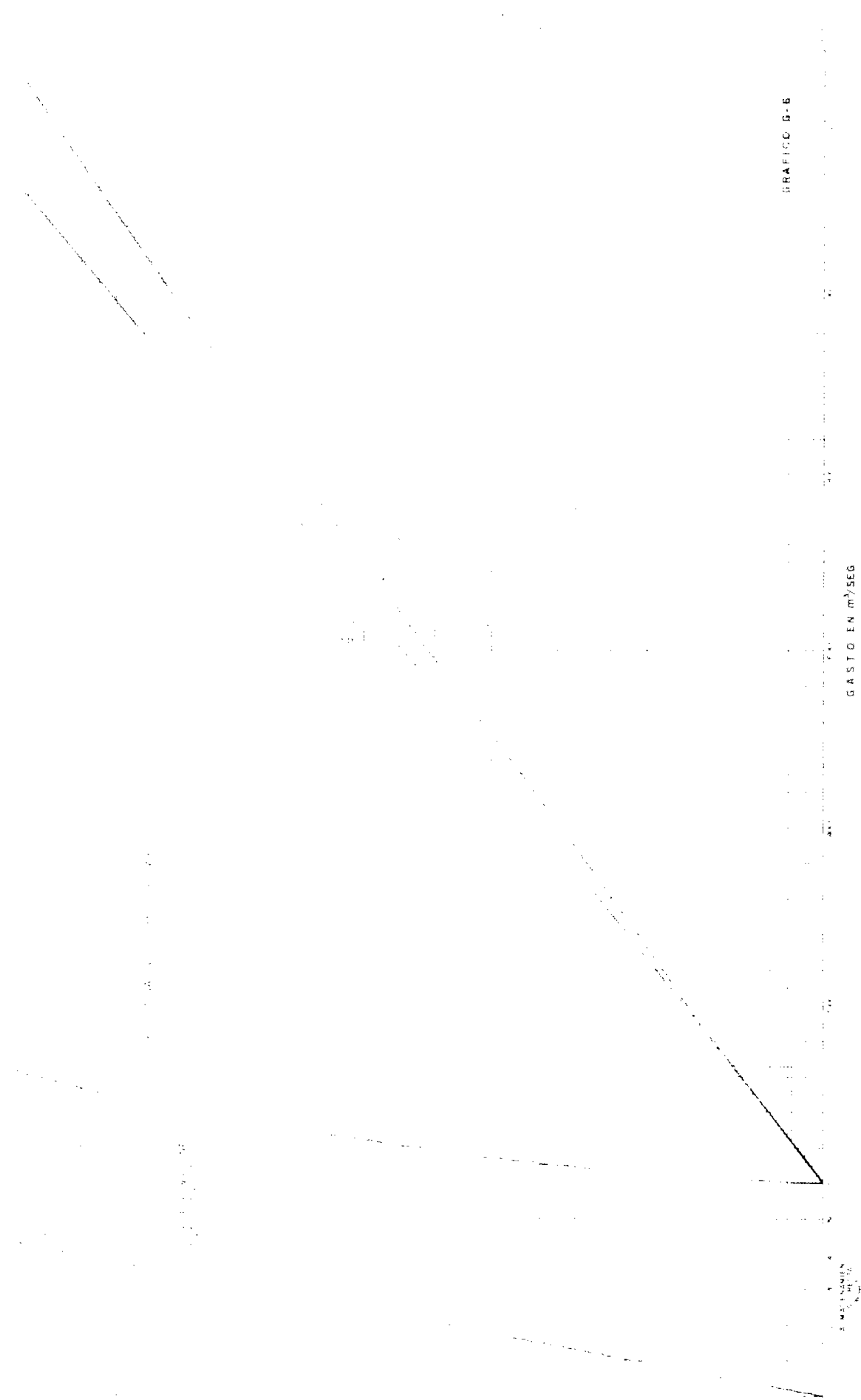
Se toman los diferentes valores de S, correspondientes a valores dados de h y se dividen por el tiempo T establecido en el punto anterior, y sumándole y restándole los respectivos valores de Q/2, resulta la gama de valores para el dibujo de las curvas  $\frac{S}{t} + \frac{Q}{2}$  y  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$  (gráfico G-6).

CUADRO T-16

<u>Cota</u> <u>m.s.n.m.</u>	<u>Carga</u> <u>S/cresta</u> <u>m</u>	<u>Almacenamiento</u> <u>S/cresta</u> <u>10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>S/T</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>Q</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>Q/2</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u><math>\frac{S}{T} + \frac{Q}{2}</math></u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u><math>\frac{S}{T} - \frac{Q}{2}</math></u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
354.50	0	0	0	0	0	0	0
355.00	0.50	7.5	2083	84	42	2125	2041
355.50	1.00	15.0	4167	226	113	4280	4054
356.00	1.50	22.5	6250	418	209	6459	6041
356.50	2.00	30.0	8333	640	320	8653	8013
357.00	2.50	37.5	10417	934	467	10884	9950
357.35	2.85	43.0	11944	1236	618	12562	11326

GRAFICO D-B

GASTO EN m<sup>3</sup>/SEG



f). Procedimiento de cálculo gráfico y de la comprobación analítica del tránsito de la avenida.

En el hidrograma de la creciente de diseño se leen los valores del gasto de entrada al comienzo y al final de cada intervalo  $T$ , se calcula el gasto medio en él, y multiplicándolo por el intervalo  $T$  en segundos, se obtiene el volúmen de entrada en cada intervalo.

Se lleva el primer valor de gasto medio de entrada a la curva  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$ , se prolonga horizontalmente hacia la derecha y en su extremo se traza una vertical hasta cortar la curva  $\frac{S}{t} + \frac{Q}{2}$ . La altura de este escalón representa la variación  $\Delta S$  del almacenamiento en el intervalo. Por lo tanto, cortando hacia atrás las curvas  $Q$  y  $S$ , sus valores deben corresponderse.

A partir del punto  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$ , determinado en el escalón anterior, se lleva horizontalmente mediante una escala móvil el segundo gasto medio de entrada. Desde este punto se levanta una nueva vertical hasta cortar la curva  $\frac{S}{t} + \frac{Q}{2}$ , desde aquí trazamos una horizontal hasta interceptar las curvas  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$ ,  $Q$  y  $S$ , leyendo el gasto de salida, la carga sobre la cresta y el almacenamiento sobre la cresta para el final de este intervalo.

Análíticamente se tiene: que el volúmen almacenado sobre la cresta al final del intervalo anterior, más el volúmen entrado correspondiente al gasto medio del intervalo en consideración, y menos el volúmen salido en este intervalo da el almacenamiento sobre la cresta para el final del intervalo. Si el valor analítico difiere apreciablemente del obtenido gráficamente, se hace un ajuste corrigiendo el valor de  $h$ , sobre la base del obtenido analíticamente. Llevando este va

lor corregido a la curva  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$  llevamos el siguiente gasto medio de entrada. Se sigue este proceso en los intervalos sucesivos, hasta que el gasto medio de salida iguale o supere el gasto medio de entrada, - del mismo intervalo. La carga correspondiente a ese momento será la - sobre-elevación máxima, o sea la sobre-elevación requerida en la pre- sa para el control de avenidas.

En el cuadro T-17 se dan los valores obtenidos y en el gráfico - G-7 el hidrograma de entrada vs. el hidrograma de salida.

g). Conclusiones.

El resultado del tránsito con el aliviadero utilizado es: sobre-elevación máxima de 1.95 m. a las 9 horas a partir del comienzo de la avenida y el gasto máximo de salida es de  $640 \text{ m}^3/\text{seg.}$  (25.4% del pico de la avenida de diseño).

CUADRO T-17

CALCULO DEL TRANSITO DE LA AVENIDA

Tiempo Horas	I Gasto entrada m <sup>3</sup> /seg	Gasto medio intervalo m <sup>3</sup> /seg	Volúmen entrada intervalo 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Gasto salido m <sup>3</sup> /seg	Gasto medio salido intervalo m <sup>3</sup> /seg	Volúmen salido intervalo m <sup>3</sup> /seg	Volúmen almacenado S/cresta x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Carga S/cresta m	Carga S/cresta S/gráfica m
0	0								
1	198	99	0.36	inap.			0.36		
2	553	376	1.35	15			1.71	0.125	
3	1134	844	3.04	45	30.0	0.11	4.64	0.325	0.335
4	2081	1608	5.79	140	92.5	0.33	10.10	0.695	0.675
5	2521	2301	8.28	320	230.0	0.83	17.55	1.195	1.165
6	1812	2166	7.80	480	400.0	1.44	23.91	1.598	1.610
7	1191	1502	5.41	570	525.0	1.89	27.43	1.830	1.855
8	762	976	3.51	622	596.0	2.15	28.79	1.925	1.965
9	653	703	2.53	640	631.0	2.27	29.05	1.950	1.950
10	474	564	.03	640	640.0	2.30	28.78	1.920	1.950
11	438	456	1.64	612	626.0	2.25	28.17	1.885	1.905
12	329	384	1.38	599	605.5	2.18	27.37	1.830	1.911
13	294	312							

MITIGACION DE LA  
CRECIENTE DE DISEÑO  
RIO PAO EN GUAFILELAL

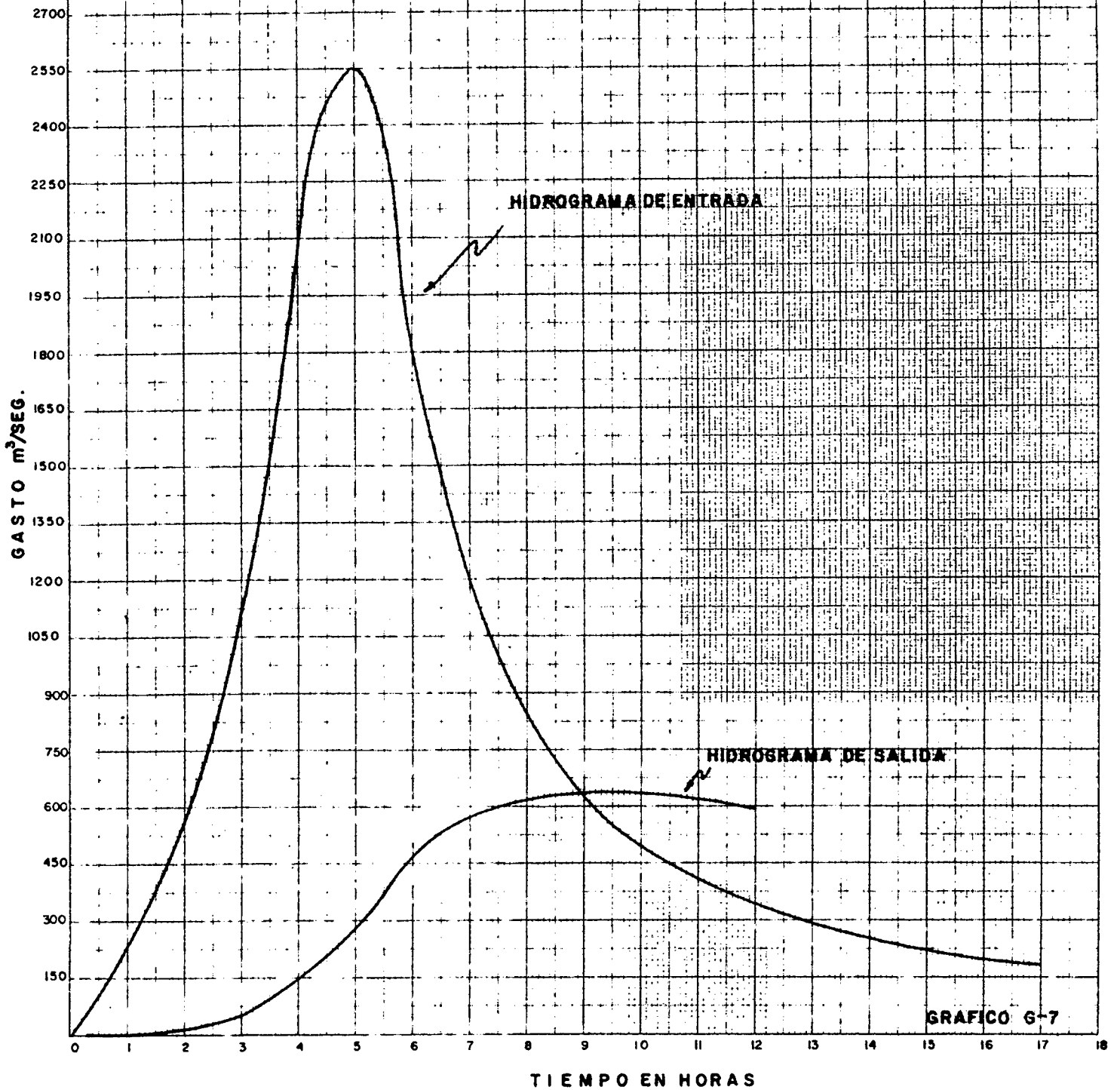


GRAFICO G-7

VIII. FUNCIONAMIENTO DEL EMBALSE:

- a). La solución adoptada se deduce de los cálculos realizados en los apartes anteriores y se tomarán como base para el cálculo del funcionamiento del embalse:

Almacenamiento muerto:  $11.3 \times 10^6 \text{ m}^3$  cota = 329.7 m.s.n.m.

Almacenamiento útil:  $191.2 \times 10^6 \text{ m}^3$

Almacenamiento total:  $202.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  cota = 354.50 m.s.n.m.

Extracción fija (acueducto): 7.300 lt/seg.

Avenida de diseño:  $2521 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Longitud cresta del aliviadero: 120 m

Altura máxima de aguas extraordinarias: 1.95 m cota 356.45

Basado en la densidad de población y el desarrollo industrial, que tendrá Valencia para el año 2.000, se estableció una extracción fija de 7.300 lt/seg. para efectuar el movimiento del embalse.

- b). La curva de área - capacidad utilizada se tomó del trabajo de la referencia (2) y se muestra en el Anexo A-37.
- c). Para el cálculo de las pérdidas probables del embalse por razón del saldo entre la lluvia y la evaporación, se tomó:

1). Lluvia en el embalse:

Como precipitación se utilizó la registrada en la estación Cachinche, la cual está ubicada dentro del área del embalse, con un período de registro de 1.951-1.967.

2). Evaporación en el embalse:

Para este cálculo se utilizaron los registros evaporimétricos de la estación Cachinche. No obstante, sólo se dispone de datos durante los años 1.963-1.967, por lo que

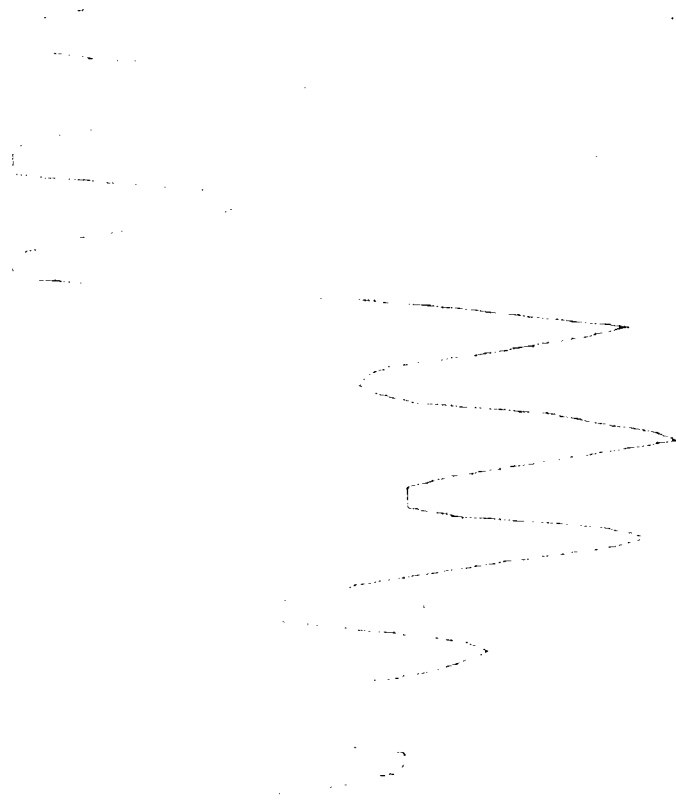
fué necesario suponer una evaporación media mensual deducida de los años antes mencionados; ahora bien, para que estos valores representen la evaporación en grandes masas de agua, es necesario la aplicación de un coeficiente evaporimétrico para hacer la reducción, dichos coeficientes fueron obtenidos del trabajo "Variación Mensual y su Relación con la Evaporación Anual" (1). Se tomaron los valores de la estación Maracay, por considerar similar la climatología de dichas zonas y por no existir otra estación más cercana con estudios de este tipo, encontrándose los valores que se indican a continuación:

<u>Mes:</u>	<u>Evaporación Cachinche mm</u>	<u>Coefficiente evaporimétrico</u>	<u>Evaporación en embalse</u>
Ene	144	0.64	92
Feb	164	0.67	110
Mar	223	0.68	152
Abr	182	0.72	131
May	154	0.86	132
Jun	124	0.82	102
Jul	129	0.98	126
Ago	122	0.88	107
Sep	128	0.79	101
Oct	138	0.80	110
Nov	127	0.80	102
Dic	121	0.81	98

Los cálculos del funcionamiento del embalse se indican en el Anexo A-38 y su representación en el gráfico G-8.

d). Conclusiones:

- 1). Que el aprovechamiento medio es de 234 millones de  $m^3$ /año, equivalente al 82.5% del escurrimiento medio anual.
- 2). Que el derrame promedio es de 48.8 millones de  $m^3$ /año, - equivalente al 17.2% del escurrimiento medio anual.
- 3). Que el porcentaje de evaporación con relación al escurrimiento medio es -0.3%, el cual representa un saldo lluvia- evaporación favorable en el embalse o sea una aportación - adicional del orden de 0.85 millones de  $m^3$ /año como promedio.



MINI MAX 113 X 06 003

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

IX. CARACTERISTICAS FINALES DE LA SOLUCION ESTUDIADA Y  
COMPARACION CON LA DE LA OFICINA GURUCEAGA

a). Para la obtención de la altura total de la presa, es necesario la determinación de la altura de ola y la elección de un borde libre tal - que evite el rebasamiento del terraplen por efecto del fuerte oleaje anormal que pudiere coincidir con la ocurrencia de la avenida de diseño.

En vista de que no existen datos específicos de la altura de ola, se aplicará la fórmula desarrollada por Molitor para el cálculo de la misma:

$$Z = 0.032 \sqrt{VL} + 0.75 - 0.26 \sqrt[4]{L}$$

donde:

Z = altura de la ola en m.

V = velocidad del viento en km/h

L = distancia recta máxima posible dentro del embalse, que puede ser recorrida por el viento

Ahora bien, a falta de información de velocidades de viento en el sitio de presa, se realizó un análisis de las estaciones más cercanas cuyos valores del parámetro antes mencionado fuesen representativos - del sitio en estudio, encontrándose que la estación San Fernando, controlada por las Fuerzas Aéreas Venezolanas corresponde en forma más - adecuada a las condiciones exigidas. La velocidad máxima registrada - en dicha estación resultó ser de 96.5 km/h.

Para:

 L = 2.5 km

V = 96.5 km/h

$$Z = 0.032 \sqrt{96.5 \times 2.5} + 0.75 - 0.26 \sqrt[4]{2.5} \simeq 0.95$$

Luego considerando un borde libre de 2.60 m., se tiene que la altura total de la presa queda a una cota de 360.00 m.s.n.m., distribuida de la siguiente forma:

		<u>Cota</u>
Nivel de aguas normales:		354.50 m.s.n.m.
Nivel aguas extraordinarias:	1.95 m	356.45 m.s.n.m.
Altura de ola:	0.95 m	357.40 m.s.n.m.
Borde libre:	2.60 m	360.00 m.s.n.m.

b). A continuación se hará una breve comparación desde el punto de vista de costos, entre las soluciones propuestas por la Oficina de Ingeniería de A. J. Guruceaga y la del presente Trabajo; para lo cual se tomarán como base los costos de la Oficina antes mencionada, en la obtención del valor total de la presa con las modificaciones que se proponen. Por otra parte se consideraron iguales los costos referentes a renglones que no fueron sometidos a estudio en este Trabajo; a excepción de la indemnización, la cual se le aumentó en 10% (Bs200.000) estimando que será mayor el tiempo empleado en la construcción de la presa, debido al aumento del volumen de la misma. Se consideró igual el costo del aliviadero, pues, aunque existe un aumento de volumen de concreto por longitud del aliviadero a 120 m (vs. 80 m), hay disminución de la excavación por cota a 354.50 m.s.n.m. (vs. 353.000 m.s.n.m.).

El volumen total aproximado sería:

	Presente Trabajo	Oficina Guruceaga
Escurrimiento:	241.000 m <sup>3</sup>	196.000 m <sup>3</sup>
Núcleo:	$\frac{114.500 \text{ m}^3}{355.500 \text{ m}^3}$	$\frac{96.000 \text{ m}^3}{292.400 \text{ m}^3}$

resultando un volúmen mayor en un 21.5% que el del estudio conque se comparó.

A continuación se dá el costo total aproximado.

	<u>Presente Trabajo</u>	<u>Oficina Guruceaga</u>
Desforestación:	Bs 800.000	Bs 800.000
Presa:	" 13.850.000	Bs 11.400.000
Toma y salida:	" 1.500.000	" 1.500.000
Aliviadero:	" 6.000.000	" 6.000.000
Equipo:	" 50.000	" 50.000
Obras especiales:	" 2.000.000	" 2.000.000
Caminos:	" 2.500.000	" 2.500.000
Proyecto e Inspección:	" 2.400.000	" 2.400.000
Indemnización:	" 2.200.000	" 2.000.000
	<hr/> Bs 31.850.000	<hr/> Bs 28.250.000
l/s aprovechado	7300 l/s	5000 l/s
Costo /l/s	Bs 4.288/l/s	5.650/l/s
Volúmen aprovechado	233 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	158 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Costo /m <sup>3</sup>	Bs 0.134/m <sup>3</sup>	0.179/m <sup>3</sup>

A

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se indicará a manera de conclusión todos los valores - obtenidos en este trabajo, haciendo comparación con los del trabajo realizado por la Oficina del Ing° A. J. Guruceaga.

	<u>Valores obtenidos</u>	<u>Valores Guruceaga</u>
Area de la cuenca del río Pao en Guafillal	1041 Km <sup>2</sup>	1019 Km <sup>2</sup>
Precipitación media anual en la cuenca (Período 1.947-1.967)	1371 mm	-----
Escurrecimiento medio anual (Período 1.951-1.967)	283.48 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	-----
Almacenamiento muerto (100 años)	11.3 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	12.2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Almacenamiento útil	191.2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	155 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Almacenamiento total	202.5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	167.2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Hidrograma Unitario Adoptado	Pico = 46.0 m <sup>3</sup> /seg Tiempo al pico = 5 horas	----- -----
Hidrograma diseño (100 años frecuencia)	Pico=2521 m <sup>3</sup> /seg Tiempo al pico = 5 horas	1900 m <sup>3</sup> /seg -----
Extracciones fijas	7300 lt/s	6350 lt/s
Longitud de la cresta del aliviadero	120 m.	80 m.
Nivel de aguas normales	354.50 m.s.n.m.	353 m.s.n.m.
Altura máxima de aguas extraordinarias	1.95m-356.45m.s.n.m.	355.80 m.s.n.m.
Descarga máxima del aliviadero (24.5% del pico de la avenida de diseño)	640 m <sup>3</sup> /seg	-----

	<u>Valores obtenidos</u>	<u>Valores Guruceaga</u>
Volúmen aprovechado con respecto al escurrimiento medio anual	234 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	_____
% De aprovechamiento con respecto al escurrimiento medio anual	82.5%	_____
Volúmen derramado con respecto al escurrimiento medio anual	48.8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	_____
Porcentaje de derrame con respecto al escurrimiento medio anual	17.2	_____
Saldo lluvia-evaporación con respecto al escurrimiento medio anual	0.85 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	_____
Porcentaje de evaporación con respecto al escurrimiento medio anual	-0.3 %	_____
Altura de la ola	0.95 m	_____
Borde libre	2.60 m	_____
Cota de cresta de la presa	360 m.s.n.m.	358.50 m.s.n.m.
Altura máxima de la presa	50 m	50.50 m

Los resultados del presente trabajo indican que pueden ser analizados para el proyecto final otras alternativas como:

- a). Incremento de la extracción hasta unos 7500 ó 7600 lt/s y aceptar déficits no graves de un orden adecuado, 10% por ejemplo a presentarse en intervalos de 5 ó 10 años (2 a 4 veces dentro del período estudiado)
- b). Disminuir la longitud de cresta del aliviadero a unos 100 m. y aceptar una sobre-elevación de las aguas máximas extraordinarias a un nivel algo mayor de 1.95 m. encontrado en este trabajo. Todo lo cual conduciría a un mayor % de aprovechamiento del escurrimiento medio anual y a un menor costo todavía del l/s y del m<sup>3</sup> aprovechado.

XI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Variación mensual y Anual de los Coeficientes Evaporímetros en Venezuela".  
Publicación del Ministerio de Obras Públicas. Arnoldo J. Gabaldón
- 2.- "Abastecimiento de Agua para la Ciudad de Valencia". 1.961 A. J. Guruceaga
- 3.- "Tomo II. Embalses y Bombeo de Aguas Superficiales".  
Instituto Agrario Nacional, 1.966 Hipólito Kwiers Rodríguez
- 4.- "Applied Hydrology".  
Mc Graw-Hill. New York R.K. Linsley,  
M.A. Kohler y  
J.L.H. Paulhus
- 5.- "Hydrology for Engineers".  
Mc Graw-Hill Book Company,  
Inc. New York Toronto-London 1.958 R.K. Linsley,  
M. A. Kohler y  
J.L.H. Paulhus
- 6.- "Ingeniería de los Recursos Hidráulicos".  
Compañía Editorial Continental S.A. México-España. 1.967 R.K. Linsley,  
J.B. Franzini
- 7.- "Hidráulica".  
Compañía Editorial Continental S.A. México 22, D.F. 1.964 Trueba Coronel S.
- 8.- "Hydrologic Networks and Methods".  
Flood Control Series No 15 United Nations
- 9.- "Diseño de Presas Pequeñas".  
Compañía Editorial Continental S.A. México 22, D.F. 1.966 United States  
Department of The  
Interior, Stewart L.  
Udell, Secretary  
Bureau of Reclamation.  
Floyd E. Dominy,  
Commissioner
- 10.- "Hydrology".  
Wiley & Sons, New York 1.949 Wisler and Brater
- 11.- "Apuntes de Hidrología". VI Curso Nacional de  
Riego y Drenaje  
Universidad Central  
de Venezuela.  
Maracay, 1.966

## XII. APENDICES

### LISTA DE GRAFICOS

- G-1 Mapa de Isoyetas Medias compensadas.
- G-2 Curva de Masa de Escurrimiento Río Pao en Guafillal  
Período 1.951-1.967.
- G-3 Hidrograma Unitario Adoptado.
- G-4 Isolíneas de Lluvias Puntuales 24 horas, 100 Años  
de Frecuencia.
- G-5 Curva de Relación de Acarreo vs. Volúmen Escurrido.
- G-6 Curva de Almacenamiento sobre la Cresta. Gasto sobre  
el Vertedero,  
 $\frac{S}{t} + \frac{Q}{2}$  y  $\frac{S}{t} - \frac{Q}{2}$
- G-7 Hidrograma de Entrada vs. Hidrograma de Salida.
- G-8 Funcionamiento del Embalse.

LISTA DE CUADROS.

- T-1      Temperaturas.
- T-2      Evaporación.
- T-3      Registros pluviométricos compensados, período 1.947-1.967 según estaciones pilotos.
- T-4      Precipitación mensual y anual.
- T-5      Escurrimiento Río Pao en Guafillal, período - 1.960-1.967.
- T-6      Precipitación media en la cuenca para cada año entre 1.947 y 1.967.
- T-7      Relación entre el escurrimiento del Río Pao en Guafillal y precipitación en la cuenca, período 1.960-1.967.
- T-8      Gastos medios mensuales en Pao-Guafillal, registrados y estimados para el período 1.951-1.967.
- T-9      Escurrimientos mensuales y anual, registrados y estimados en Pao-Guafillal, para el período - 1.951-1.967.
- T-10     Almacenamiento útil requerido para aprovechar - gastos indicados en Pao-Guafillal.
- T-11     Hidrograma Unitario Adoptado.
- T-12     Precipitación puntual en 24 horas, para frecuencias de 5, 10, 25, 50 y 100 años en la cuenca.
- T-13     Cálculo de la avenida de diseño.
- T-14     Acarreos anuales del Río Pao en Guafillal.
- T-15     Cálculo de la curva de gasto Q.
- T-16     Cálculos de S, Q,  $\frac{S}{T} + \frac{Q}{2}$  y  $\frac{S}{T} - \frac{Q}{2}$
- T-17     Cálculo del Tránsito de la avenida

## LISTA DE ANEXOS

- A-1 Precipitación 23 estaciones
- A-2 Cálculo de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 1.
- A-3 Cálculo de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 2.
- A-4 Cálculo de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 3.
- A-5 Cálculo de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 4.
- A-6 Curvas de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 1.
- A-7 Curvas de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 2.
- A-8 Curvas de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 3.
- A-9 Curvas de las desviaciones de la precipitación y su acumulación. Grupo 4.
- A-10 Cálculo de las desviaciones de la precipitación en la cuenca. (Según 5 estaciones).
- A-11 Curva de las desviaciones de la precipitación en la cuenca. (Según 5 estaciones).
- A-12 Gráfico de la precipitación-coeficiente escurrimiento. 1.960-1.967.
- A-13 Cálculo de extrapolación del registro de escurrimiento. Método Logarítmico.
- A-14 Cálculo de la curva de masa del escurrimiento. - Pao en Guafillal. 1.951-1.967.
- A-15 Avenida 21-7-64. Gasto bruto y neto, lámina escurrida, hidrograma bruto y neto.
- A-16 Avenida 21-7-64. Curva de masas de la tormenta - generadora.
- A-17 Avenida 21-7-64. Isoyetas de la tormenta.

- A-18 Avenida 21-7-64. Precipitación media pesada.
- A-19 Cálculo de la lluvia efectiva. Avenida 21-7-64, 24-8-64 y 15-8-66.
- A-20 Cálculo y representación curva S. Avenida 21-7-64.
- A-21 Avenida 21-7-64. Hidrograma unitario deducido.
- A-22 Avenida 24-8-64. Gasto bruto y neto, lámina escurrida, hidrograma bruto y neto.
- A-23 Avenida 24-8-64. Curva de masas de la tormenta generadora.
- A-24 Avenida 24-8-64. Isoyetas de la tormenta.
- A-25 Avenida 24-8-64. Precipitación media pesada.
- A-26 Avenida 24-8-64. Curva S y representación gráfica.
- A-27 Avenida 24-8-64. Hidrograma unitario deducido.
- A-28 Avenida 15-8-66. Gasto bruto y neto, lámina escurrida, hidrograma bruto y neto.
- A-29 Avenida 15-8-66. Curva de masas de la tormenta generadora.
- A-30 Avenida 15-8-64. Isoyetas de la tormenta.
- A-31 Avenida 15-8-64. Precipitación media pesada.
- A-32 Avenida 15-8-64. Curva S y representación gráfica.
- A-33 Avenida 15-8-64. Hidrograma unitario deducido.
- A-34 Gráfico de % de precipitación vs. tiempo en las grandes lluvias.
- A-35 Cálculo del hidrograma de diseño de 25 años de frecuencia..
- A-36 Cálculo del hidrograma de diseño de 50 años de frecuencia.
- A-37 Curva Area-Capacidad.
- A-38 Cálculo del funcionamiento del embalse.

ANEXO A-1

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

<u>Estación</u>	<u>Serial</u>	<u>Tipo</u>	<u>Periodo de Registro.</u> <u>Año Climático</u>	<u>Coordenadas</u>		<u>Elevación</u> <u>m.s.n.m.</u>
				<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	
Canuabo	Op-1370	PRm	1960/67	10º 18'	68º 18'	
Chirgua						
Colonia	OP-1366	PR	1947/54-1958/67	10º 12'	68º 10'	740
Los Aguacates	OS-1493	PR	1962/67	10º 01'	68º 02'	572
Cachinche O.S.	OS-2319	PR	1962/67	09º 53'	68º 08'	120
Cachinche O.P.	OP-2318	PC	1951/67	09º 54'	68º 09'	125
Bejuma	OP-1375	PCd	1947/67	10º 10'	68º 15'	650
Valencia O.S.	OS-1369	PR	1951/67	10º 10'	68º 00'	479
Valencia Av. Bolívar	PV-1378	P	1947/67	10º 11'	67º 05'	
San Luis Ofic.	OP-1387	PC	1947/67	10º 09'	68º 03'	250
Guataparo	OP-1359	PRs	1951/67	10º 10'	68º 03'	
Dique						
Guataparo Cia Inglesa	OP-1358	PR	1947/67	10º 13'	68º 03'	760
La California	OS-6376	PR	1949/67	10º 11'	68º 07'	950
La Mona	OS-1396	PR	1962/67	10º 02'	68º 11'	823
Tinaquillo O.S.	OS-2315	PR	1962/67	09º 55'	68º 19'	537
Tinaquillo O.P.	OP-2316	PCd	1947/67	09º 55'	68º 17'	423
Cariaprima	OP-1356	PCd	1947/67	10º 15'	68º 10'	760
Tocuyito	OP-1349	PRs	1951/67	10º 06'	68º 05'	500
Campo Carabobo	OP-1397	PR	1951/67	10º 00'	68º 09'	500
Dos Bocas	OP-0491	PC	1949/67	10º 03'	67º 56'	700
Torito-Las Mangas	OS-1386	PR	1948/67	10º 08'	68º 07'	500
Miranda La T.	OP-1385	PR	1947/67	10º 09'	68º 24'	628
Valencia G.F.	SP-0461	PR	1947/67	10º 11'	67º 59'	650

ANEXO A-2

CALCULO DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION

GRUPO 1

<u>Año Climático</u>	<u>Bejuma</u>	<u>Miranda La Trinidad</u>	<u>Promedio mm</u>	<u>% sobre o por bajo la media</u>	<u>% sobre o por bajo la media acumulada</u>
1947-1948	853	780	817	- 20.76	- 20.76
1948-1949	1216	1093	1155	+ 12.03	- 8.73
1949-1950	901	989	945	- 8.34	- 17.07
1950-1951	1444	1339	1392	+ 35.01	+ 17.94
1951-1952	921	1062	992	- 3.78	+ 14.16
1952-1953	1098	1200	1149	+ 11.45	+ 25.61
1953-1954	955	1075	1015	- 1.55	+ 24.06
1954-1955	1340	1259	1300	+ 26.09	+ 50.15
1955-1956	902	874	888	- 13.87	+ 36.28
1956-1957	775	641	708	- 31.33	+ 4.95
1957-1958	952	738	845	- 18.04	- 13.09
1958-1959	1298	844	1071	+ 3.88	- 9.21
1959-1960	1136	1064	1100	+ 6.69	- 2.52
1960-1961	1197	814	1006	- 2.42	- 4.94
1961-1962	1005	941	973	- 5.63	- 10.57
1962-1963	870	901	886	- 14.06	- 24.63
1963-1964	1152	1013	1083	+ 5.04	- 19.59
1964-1965	908	877	893	- 13.39	- 32.98
1965-1966	1120	1062	1091	+ 5.82	+ 27.16
1966-1967	1486	1128	1307	+ 26.77	- 0.39
<b>MEDIA</b>	1076	985	1031		

ANEXO A-3

CALCULO DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION

GRUPO 2

<u>Año Climático</u>	<u>San Luis Oficina</u>	<u>% por encima o por debajo de la media anual</u>	<u>% acumulado por encima o por debajo de la media anual</u>
1947-48	817	- 26.26	- 26.26
1948-49	1151	+ 3.88	- 22.38
1949-50	1097	- 0.99	- 23.37
1950-51	1486	+ 34.12	+ 10.75
1951-52	950	- 14.26	- 3.51
1952-53	1294	+ 16.79	+ 13.28
1953-54	1165	+ 5.14	+ 18.42
1954-55	1333	+ 20.31	+ 38.73
1955-56	1094	- 1.26	+ 37.47
1956-57	916	- 17.33	+ 20.14
1957-58	802	- 27.62	- 7.48
1958-59	1312	+ 18.41	+ 10.93
1959-60	1054	- 4.87	+ 6.06
1960-61	1118	+ 0.90	+ 6.96
1961-62	995	- 10.20	- 3.24
1962-63	832	- 24.91	- 28.15
1963-64	1436	+ 29.60	+ 1.45
1964-65	1037	- 6.41	- 4.96
1965-66	1022	- 7.76	- 12.72
1966-67	1243	+ 12.18	- 0.54
MEDIA	1108		

ANEXO A-4

CALCULO DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION

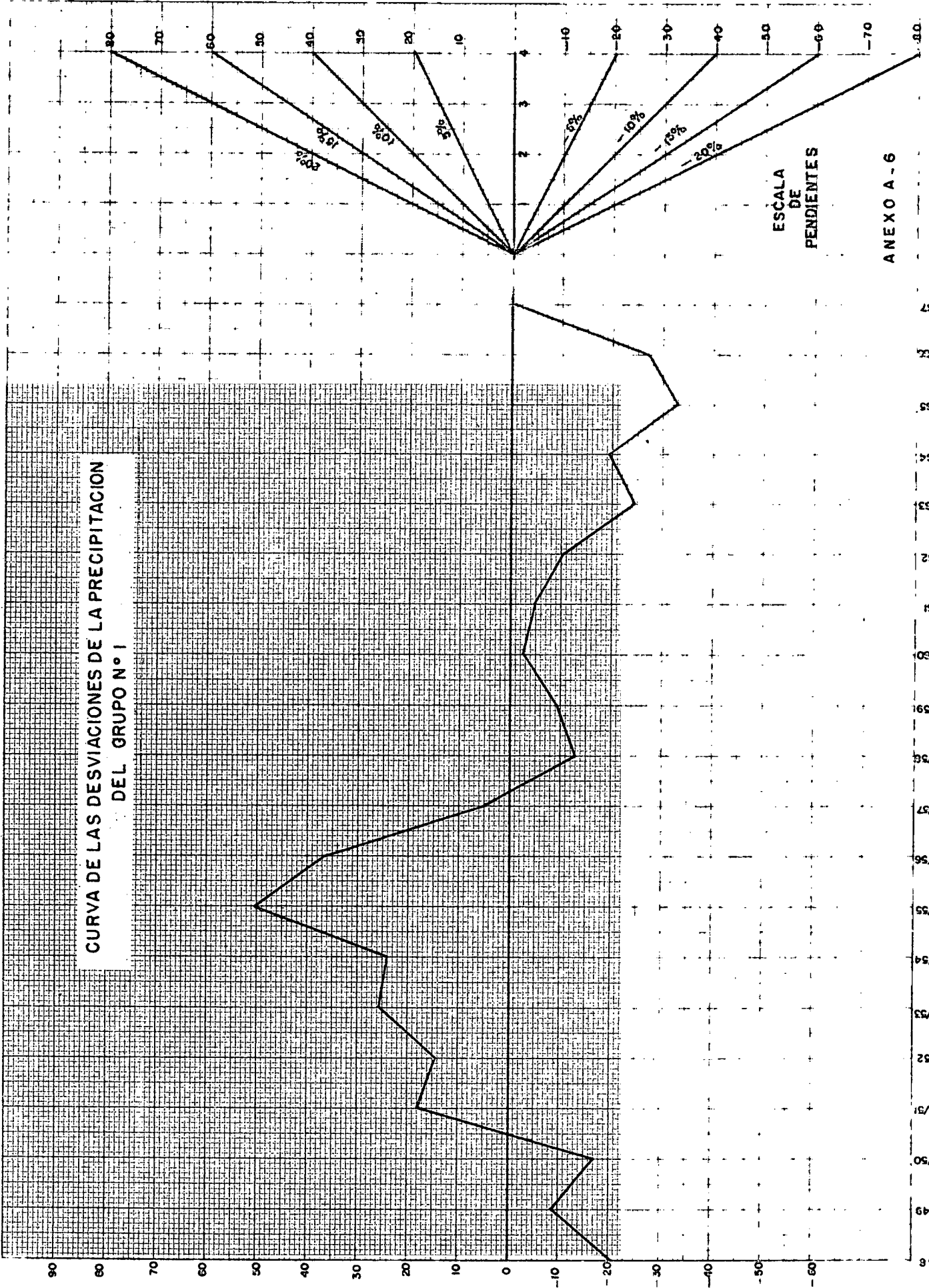
GRUPO 3

<u>Año Climático</u>	<u>Guataparo Cía Inglesa</u>	<u>Cariaprima</u>	<u>Valencia G.F.V.</u>	<u>Valencia Av. Bolívar</u>	<u>Promedio mm</u>	<u>% encima y debajo la media</u>	<u>% acumulado por encima y bajo la media</u>
1947-1948	754	807	461	834	714	- 33.83	- 33.83
1948-1949	1180	1149	449	1223	1000	- 7.32	- 41.15
1949-1950	942	1184	885	1007	1004	- 6.95	- 48.10
1950-1951	1512	1269	1241	1436	1364	+ 26.41	- 21.69
1951-1952	1298	1025	1042	1152	1129	+ 4.63	- 17.06
1952-1953	1087	1259	1202	1188	1184	+ 9.73	- 7.33
1953-1954	1110	1186	1184	1132	1153	+ 6.86	- 0.47
1954-1955	1321	1245	1377	1410	1338	+ 24.00	+ 23.53
1955-1956	1127	1241	908	1068	1086	+ 0.65	+ 24.18
1956-1957	895	1064	881	874	928	- 14.00	+ 10.18
1957-1958	1026	1033	651	701	853	- 20.95	- 10.77
1958-1959	1354	925	1120	1214	1153	+ 6.86	- 3.91
1959-1960	1062	839	902	1205	1002	- 7.14	- 11.05
1960-1961	1282	995	1005	1342	1156	+ 7.14	- 3.91
1961-1962	988	893	788	1012	920	- 14.74	- 18.65
1962-1963	954	1121	892	1175	1036	- 3.99	- 22.64
1963-1964	1450	1101	1287	1420	1314	+ 21.78	- 0.86
1964-1965	1004	939	932	1024	975	- 9.64	- 10.50
1965-1966	1199	971	836	1216	1056	- 2.13	- 12.63
1966-1967	1540	1105	833	1383	1215	+ 12.60	- 0.03
<b>MEDIA</b>	1154	1068	944	1151	1079		

ANEXO A-5

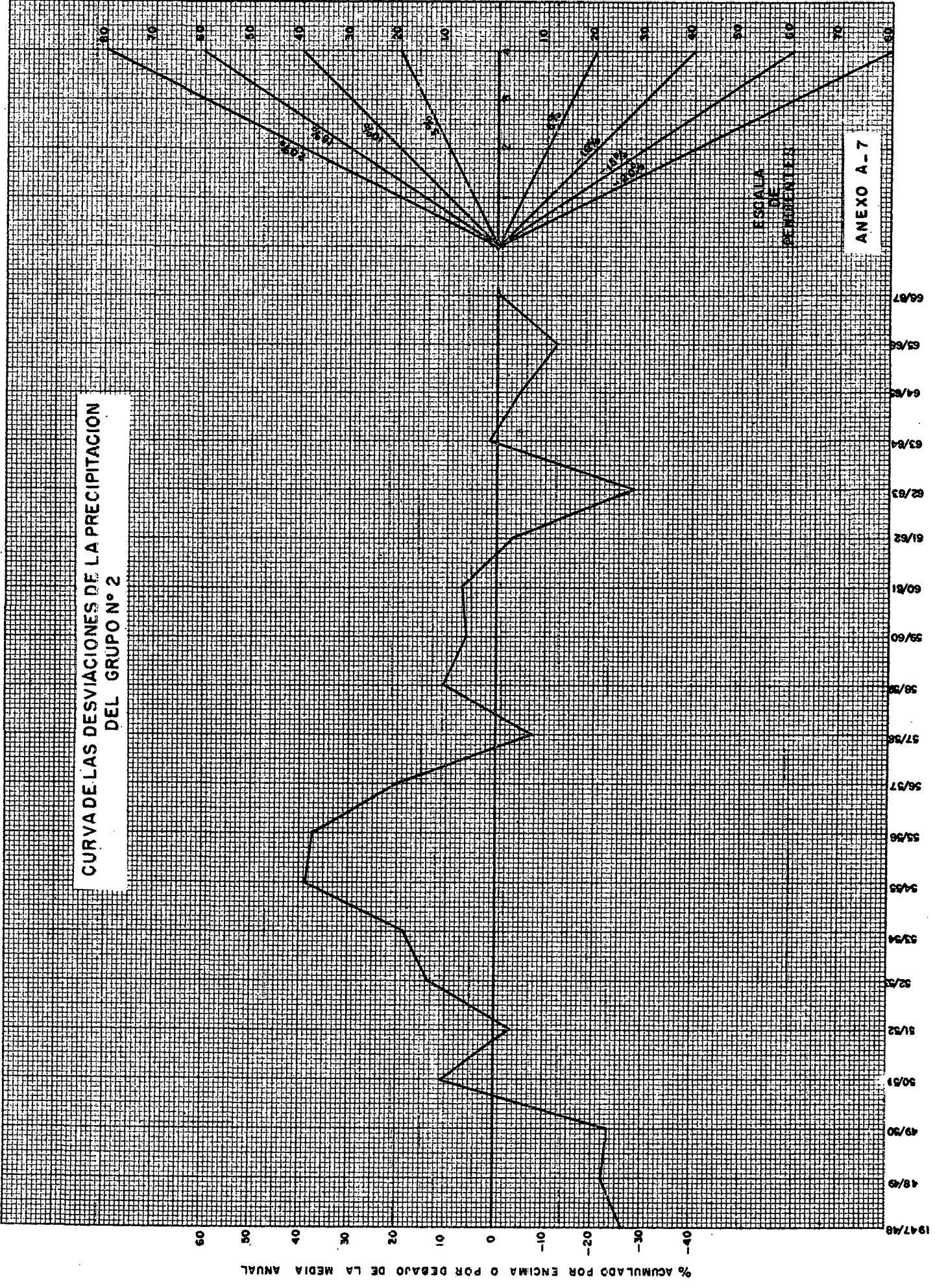
CALCULO DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION

<u>Año Climático</u>	<u>Tinaquillo</u>	<u>% sobre o por debajo la media</u>	<u>% sobre o por debajo la media acumulada</u>
1947-1948	1475	+ 5.51	+ 5.51
1948-1949	1652	+ 18.17	+ 23.68
1949-1950	1667	+ 19.24	+ 42.92
1950-1951	1678	+ 20.03	+ 62.95
1951-1952	1632	+ 16.74	+ 79.69
1952-1953	1554	+ 11.16	+ 90.85
1953-1954	968	- 30.76	+ 60.09
1954-1955	1799	+ 28.68	+ 88.77
1955-1956	1308	- 6.44	+ 82.33
1956-1957	1298	- 7.15	+ 75.18
1957-1958	1424	+ 1.86	+ 77.04
1958-1959	1213	- 13.23	+ 63.81
1959-1960	1344	- 3.86	+ 59.95
1960-1961	1323	- 5.36	+ 54.59
1961-1962	1429	+ 2.22	+ 56.81
1962-1963	1044	- 25.32	+ 31.49
1963-1964	1531	+ 9.51	+ 41.00
1964-1965	1322	- 5.44	+ 35.56
1965-1966	1188	- 15.02	+ 20.54
1966-1967	1111	- 20.53	+ 0.01
MEDIA	1398		



CONSTRUCCION POR ENCARGO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

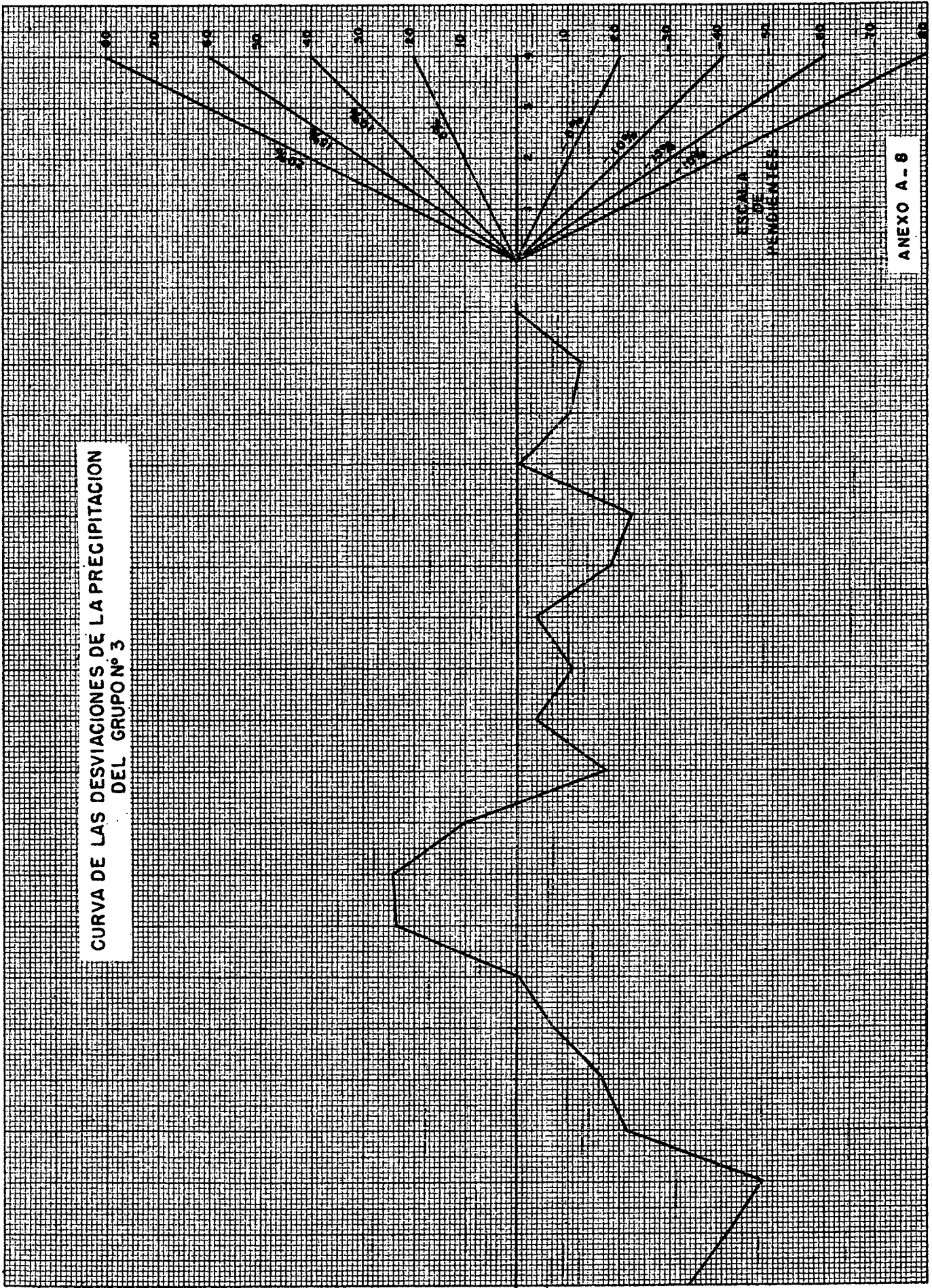
**CURVA DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION DEL GRUPO N° 2**



**ANEXO A-7**

CURVA DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION DEL GRUPO N° 3

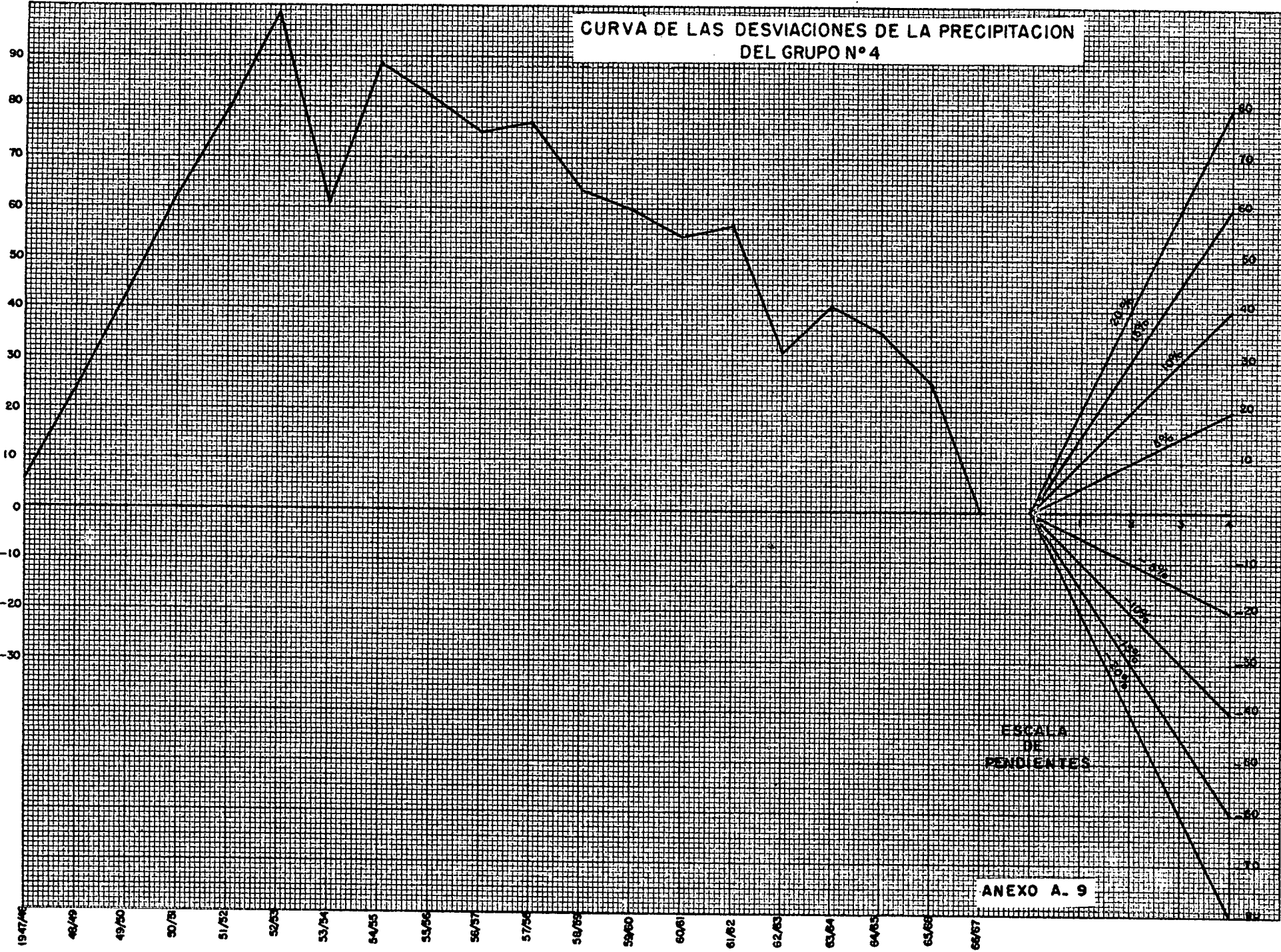
% ACUMULADOS POR ENCIMA C POR DEBAJO DE LA MEDIA ACUMULADA



ANEXO A-8

**CURVA DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION DEL GRUPO N° 4**

**% ACUMULADO POR ENCIMA O POR DEBAJO DE LA MEDIA ANUAL**



ESCALA DE PENDIENTES

**ANEXO A. 9**

ANEXO A-10

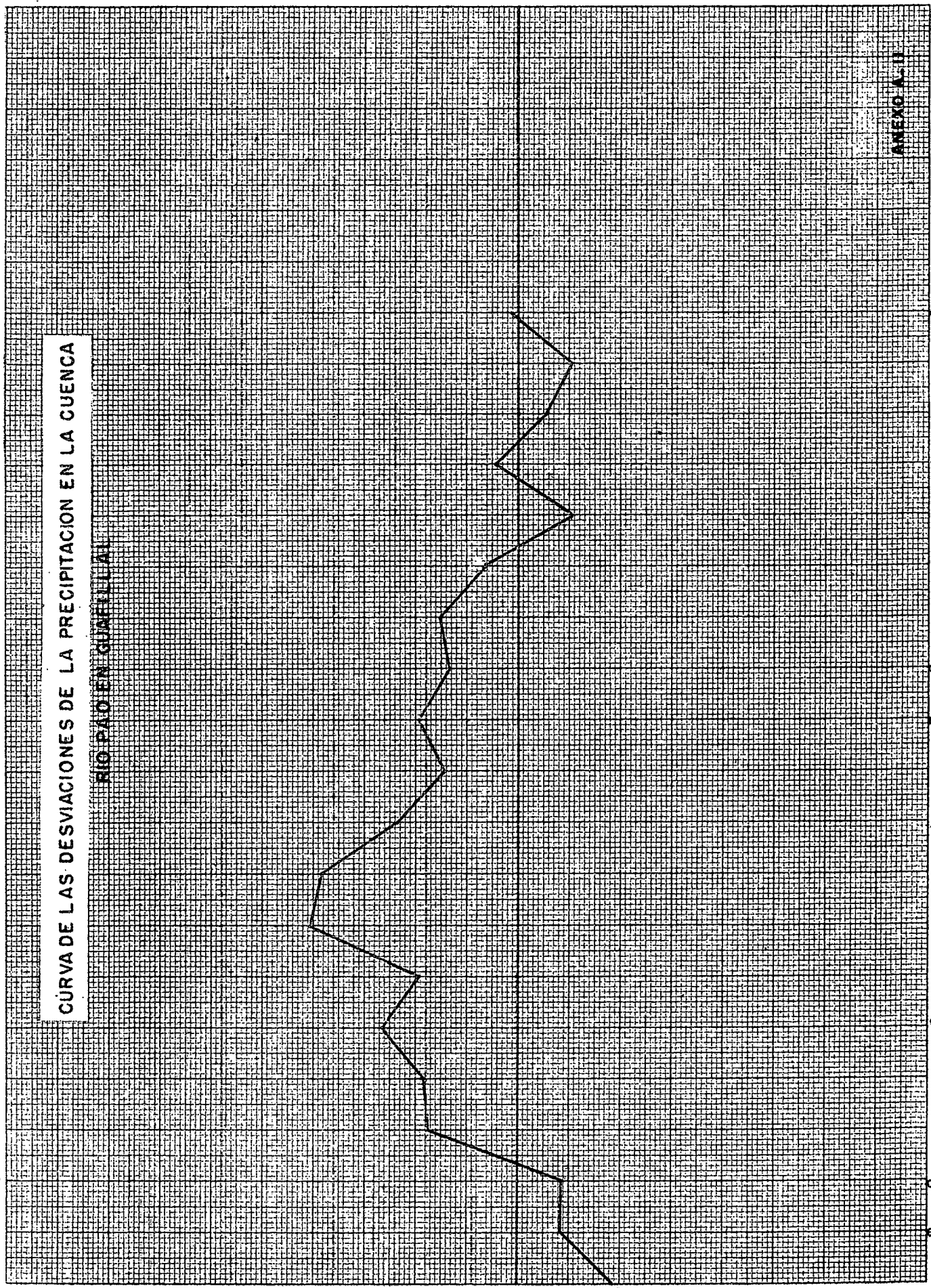
CALCULO DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION EN LA CUENCA

<u>Año Climático</u>	<u>Tinaquillo</u>	<u>Bejuma</u>	<u>Cariaprima</u>	<u>Guataparo Cía Inglesa</u>	<u>San Luis</u>	<u>Promedio MMS</u>	<u>%por encima o debajo la media anual</u>	<u>%acumulado por encima o debajo la media anual</u>
1947-1948	1475	853	807	754	817	941	- 18.88	- 18.88
1948-1949	1652	1216	1149	1180	1151	1270	+ 9.48	- 9.40
1949-1950	1667	901	1184	942	1097	1158	- 0.17	- 9.57
1950-1951	1678	1444	1269	1512	1486	1478	+ 27.41	+ 17.84
1951-1952	1632	921	1025	1298	950	1165	+ 0.43	+ 18.27
1952-1953	1554	1098	1259	1087	1294	1258	+ 8.45	+ 26.72
1953-1954	968	955	1186	1110	1165	1077	- 7.16	+ 19.56
1954-1955	1799	1340	1245	1321	1333	1408	+ 21.38	+ 40.94
1955-1956	1308	902	1241	1127	1094	1134	- 2.24	+ 38.70
1956-1957	1298	775	1064	895	916	989	- 14.74	+ 23.96
1957-1958	1424	952	1033	1026	802	1047	- 9.74	+ 14.22
1958-1959	1213	1298	925	1354	1312	1220	- 5.17	+ 19.39
1959-1960	1344	1136	839	1062	1054	1087	- 6.29	+ 13.10
1960-1961	1323	1197	995	1282	1118	1183	+ 1.98	+ 15.08
1961-1962	1429	1005	893	988	995	1062	- 8.45	+ 6.63
1962-1963	1044	870	1121	954	832	964	- 16.90	- 10.27
1963-1964	1531	1152	1101	1450	1436	1334	+ 15.00	+ 4.73
1964-1965	1322	908	939	1004	1037	1042	- 10.17	- 5.44
1965-1966	1188	1120	971	1199	1022	1100	- 5.17	- 10.61
1966-1967	1111	1486	1105	1540	1243	1297	+ 11.81	+ 1.20
<b>MEDIA</b>	<b>1398</b>	<b>1076</b>	<b>1068</b>	<b>1154</b>	<b>1108</b>	<b>1160</b>		

CÚRVA DE LAS DESVIACIONES DE LA PRECIPITACION EN LA CUENCA

RIO PAO EN GUARELLA

% ACUMULADO POR ENCIMA O POR DEBAJO DE LA MEDIA ANUAL



ANEXO A-11

1947-48 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 66-67

RIO PAO EN GUAPILLI AL  
CORRELACION ENTRE EL ESCURRIMIENTO Y LA PRECIPITACION

KEUFFEL & ESSER CO.  
PRECIPITACION MEDIA EN LA CUENCA (mm.)

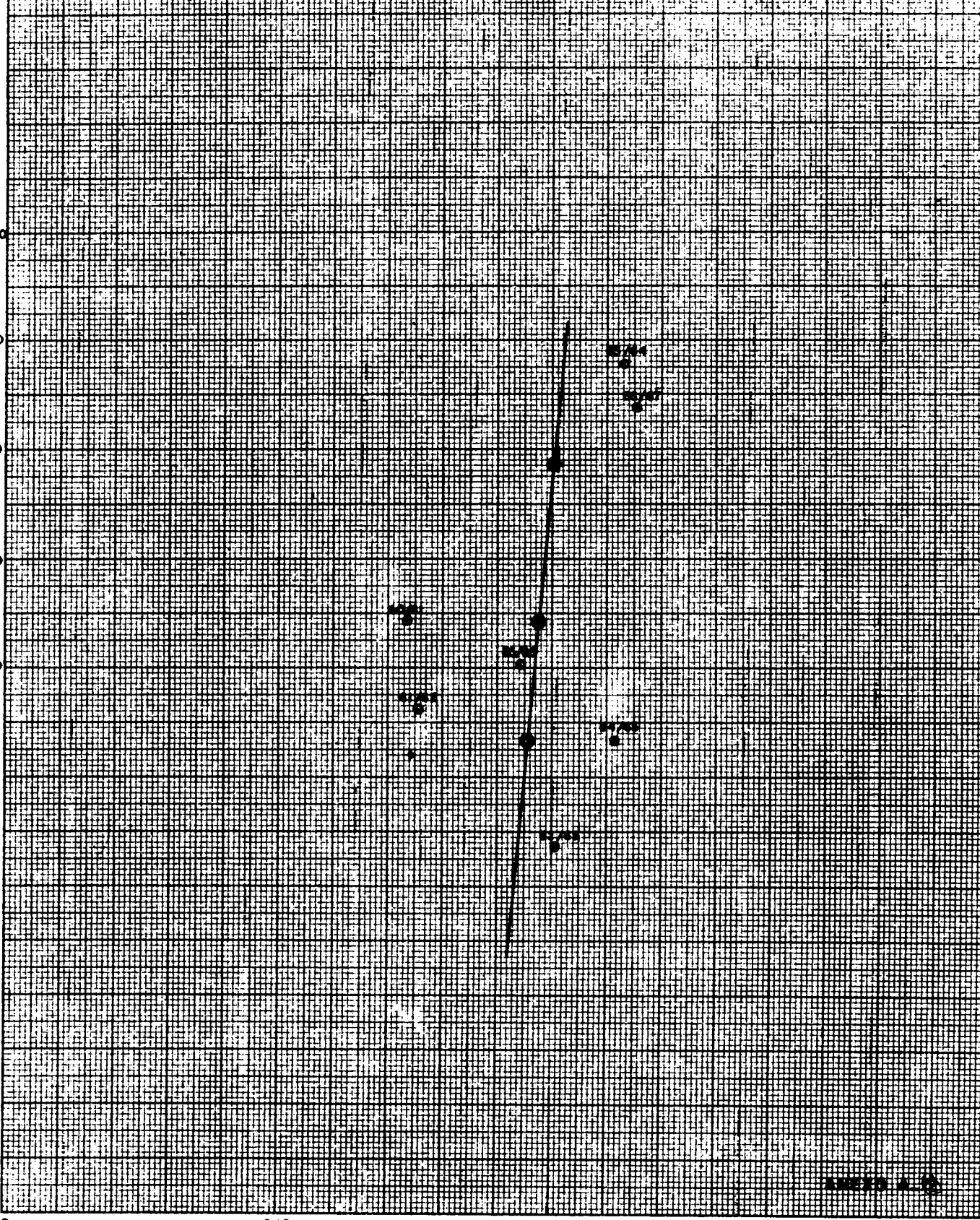
1700  
1600  
1500  
1400  
1300  
1200  
1100  
1000  
900  
800

0.10

0.20

0.30

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO



ANEXO A-13

CALCULO DE LA EXTRAPOLACION DEL REGISTRO POR EL METODO LOGARITMICO

RIO PAO EN LA BALSA

RIO PAO EN GUAFILLAL

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>Log Q</u>	<u>Desviacion</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
1951-52	Abr	5.98	3.78	+ 0.38			3.39
	May	13.00	4.11	+ 0.16			5.75
	Jun	37.50	4.57	+ 0.17			13.18
	Jul	70.80	4.85	+ 0.22			22.38
	Ago	77.40	4.89	+ 0.11			26.91
	Sep	54.70	4.74	+ 0.05			19.05
	Oct	27.80	4.44	- 0.05			9.77
	Nov	22.80	4.36	0.00			9.12
	Dic	12.40	4.09	+ 0.04			5.49
	Ene	6.43	3.81	+ 0.05			3.23
	Feb	3.66	3.56	+ 0.06			2.14
	Mar	2.79	3.45	+ 0.13			1.86

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>Log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1952-53	Abr	19.7	3.29	- 0.11			1.10
	May	10.7	4.03	+ 0.08			4.79
	Jun	37.0	4.57	+ 0.17			13.18
	Jul	59.1	4.77	+ 0.14			18.62
	Ago	85.9	4.92	+ 0.15			29.51
	Sep	49.9	4.70	+ 0.01			17.37
	Oct	32.6	4.51	+ 0.02			11.48
	Nov	19.1	4.28	- 0.08			7.58
	Dic	11.6	4.06	+ 0.01			5.13
	Ene	5.86	3.77	+ 0.01			2.95
	Feb	2.74	3.44	- 0.06			1.62
	Mar	1.72	3.24	- 0.08			1.15

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>Log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup> /seg</u>
1953-54	Abr	2.92	3.47	+ 0.07			1.66
	May	20.10	4.30	+ 0.35			8.91
	Jun	17.10	4.23	- 0.17			6.02
	Jul	29.30	4.47	- 0.16			9.33
	Ago	71.60	4.85	+ 0.07			24.54
	Sep	50.00	4.70	+ 0.01			17.37
	Oct	29.50	4.47	- 0.02			10.47
	Nov	29.70	4.47	+ 0.11			11.74
	Dic	10.20	4.01	- 0.04			4.57
	Ene	5.16	3.71	- 0.05			2.57
	Feb	3.80	3.59	+ 0.08			2.24
	Mar	2.52	3.40	+ 0.08			1.70

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup> /seg</u>
1954-55	Abr	4.24	3.63	+ 0.23			2.40
	May	11.60	4.06	+ 0.11			5.13
	Jun	24.90	4.70	0.00			8.91
	Jul	7.15	4.85	+ 0.22			2.24
	Ago	76.90	4.89	+ 0.11			2.75
	Sep	49.90	4.70	- 0.01			16.59
	Oct	80.30	4.90	+ 0.41			28.18
	Nov	39.30	4.59	+ 0.23			15.48
	Dic	21.20	4.33	+ 0.28			9.55
	Ene	11.10	4.05	+ 0.29			5.62
	Feb	7.03	3.85	+ 0.35			4.17
	Mar	5.04	3.70	+ 0.38			3.31

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
1955-56	Abr	5.73	3.76	+ 0.36			3.24
	May	6.06	3.78	- 0.17			2.69
	Jun	28.70	4.46	+ 0.06			10.23
	Jul	57.50	4.76	+ 0.13			18.19
	Ago	70.10	4.85	+ 0.07			24.54
	Sep	60.80	4.78	+ 0.09			20.89
	Oct	50.90	4.71	+ 0.22			18.19
	Nov	33.70	4.53	+ 0.17			13.48
	Dic	14.60	4.16	+ 0.11			6.46
	Ene	8.78	3.94	+ 0.18			4.36
	Feb	5.58	3.75	+ 0.25			3.31
	Mar	5.41	3.73	+ 0.41			3.55

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
1956-57	Abr	5.74	3.76	+ 0.36			3.24
	May	11.20	4.05	+ 0.10			5.01
	Jun	12.30	4.09	- 0.31			4.36
	Jul	32.70	4.51	- 0.12			10.23
	Ago	60.20	4.78	0.00			20.89
	Sep	43.10	4.63	- 0.06			14.79
	Oct	40.50	4.61	+ 0.12			14.45
	Nov	22.80	4.36	0.00			9.12
	Dic	11.90	4.08	+ 0.03			5.37
	Ene	5.26	3.72	- 0.04			2.63
	Feb	3.65	3.56	+ 0.06			2.14
	Mar	2.70	3.43	+ 0.11			1.78

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1957-58	Abr.	2.59	3.41	+ 0.01			1.44
	May	6.83	3.83	- 0.12			3.02
	Jun	18.10	4.26	- 0.14			6.46
	Jul	24.60	4.39	- 0.24			7.76
	Ago	38.40	4.58	- 0.20			13.18
	Sep	59.10	4.77	+ 0.08			20.41
	Oct	34.20	4.53	+ 0.04			12.02
	Nov	35.40	4.55	+ 0.19			14.12
	Dic	12.20	4.08	+ 0.03			5.37
	Ene	5.94	3.77	+ 0.01			2.95
	Feb	3.12	3.49	- 0.01			1.82
	Mar	2.02	3.31	- 0.01			1.35

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1958-59	Abr	1.45	3.16	- 0.24			0.81
	May	16.50	4.22	+ 0.27			7.41
	Jun	62.70	4.80	+ 0.40			22.38
	Jul	72.70	4.86	+ 0.23			22.90
	Ago	84.40	4.93	+ 0.15			29.51
	Sep	37.80	4.58	- 0.11			13.18
	Oct	19.20	4.28	- 0.21			6.76
	Nov	10.90	4.04	- 0.32			4.36
	Dic	6.11	3.79	- 0.26			2.75
	Ene	3.54	3.55	- 0.21			1.82
	Feb	2.15	3.33	- 0.17			1.26
	Mar	1.22	3.09	- 0.23			0.81

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
1959-60	Abr	1.14	3.06	- 0.34			0.65
	May	6.66	3.82	- 0.13			2.95
	Jun	14.60	4.16	- 0.24			5.13
	Jul	22.00	4.34	- 0.29			6.92
	Ago	37.00	4.57	- 0.21			12.88
	Sep	44.60	4.65	- 0.04			15.48
	Oct	25.40	4.40	- 0.09			8.91
	Nov	31.00	4.49	+ 0.13			12.30
	Dic	10.20	4.01	- 0.04			4.57
	Ene	5.49	3.74	- 0.02			2.75
	Feb	2.79	3.45	- 0.05			1.66
	Mar	1.51	3.18	- 0.14			2.00

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup> /seg</u>
1960-61	Abr	2.81	3.45	+ 0.05	1.58	3.20	
	May	7.24	3.86	- 0.09	4.94	3.69	
	Jun	18.30	4.26	- 0.14	4.42	3.65	
	Jul	30.20	4.48	- 0.15	9.59	3.98	
	Ago	39.20	4.59	- 0.19	16.50	4.22	
	Sep	49.70	4.70	+ 0.01	15.64	4.19	
	Oct	18.20	4.26	- 0.23	9.11	3.96	
	Nov	10.60	4.03	- 0.33	5.97	3.78	
	Dic	9.68	3.99	- 0.06	4.71	3.67	
	Ene	3.30	3.52	- 0.24	1.94	3.29	
	Feb	1.74	3.24	- 0.26	1.19	3.08	
	Mar	0.94	2.97	- 0.35	0.86	2.93	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup> /seg</u>
1961-62	Abr	1.01	3.00	- 0.40	0.79	2.90	
	May	0.83	2.92	- 1.03	0.73	2.86	
	Jun	10.50	4.02	- 0.38	3.59	3.56	
	Jul	28.60	4.46	- 0.17	12.35	4.09	
	Ago	63.70	4.80	+ 0.02	20.86	4.32	
	Sep	39.60	4.60	- 0.09	13.29	4.12	
	Oct	23.70	4.37	- 0.12	7.38	3.87	
	Nov	24.90	4.40	+ 0.04	7.44	3.87	
	Dic	11.20	4.05	0.00	3.60	3.56	
	Ene	4.53	3.66	- 0.10	2.03	3.31	
	Feb	2.48	3.39	- 0.11	1.49	3.17	
	Mar	1.55	3.19	- 0.13	1.28	3.11	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1962-63	Abril	1.11	3.05	- 0.35	0.83	2.92	
	May	16.40	4.21	+ 0.26	8.91	3.95	
	Jun	46.50	4.67	+ 0.27	13.87	4.14	
	Jul	26.10	4.42	- 0.21	11.93	4.08	
	Ago	47.90	4.68	- 0.10	19.86	4.30	
	Sep	26.90	4.43	- 0.26	11.86	4.07	
	Oct	21.10	4.32	- 0.17	9.36	3.97	
	Nov	14.80	4.17	- 0.19	6.63	3.82	
	Dic	5.11	3.71	- 0.34	2.88	3.46	
	Ene	3.05	3.48	- 0.28	2.01	3.30	
	Feb	1.61	3.21	- 0.29	1.27	3.10	
	Mar	1.00	3.00	- 0.32	0.89	2.95	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación</u> <u>media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup></u> <u>lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado</u> <u>m<sup>3</sup> /seg</u>
1963-64	Abr	5.01	3.70	+ 0.30	2.88	3.46	
	May	75.90	4.88	+ 0.93	15.54	4.19	
	Jun	67.90	4.83	+ 0.43	15.88	4.20	
	Jul	89.10	4.95	+ 0.32	19.06	4.28	
	Ago	68.80	4.84	+ 0.06	21.78	4.34	
	Sep	79.00	4.90	+ 0.21	26.84	4.43	
	Oct	34.10	4.53	+ 0.04	13.41	4.13	
	Nov	24.80	4.39	+ 0.03	11.46	4.06	
	Dic	10.10	4.00	- 0.05	5.93	3.77	
	Ene	5.37	3.73	- 0.03	3.61	3.56	
	Feb	3.47	3.54	+ 0.04	2.35	3.37	
	Mar	2.21	3.34	+ 0.02	1.84	3.26	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1964-65	Abr	3.04	3.48	+ 0.08	2.67	3.43	
	May	5.50	3.74	- 0.21	3.90	3.59	
	Jun	15.20	4.18	- 0.22	9.15	3.96	
	Jul	54.10	4.73	+ 0.10	18.97	4.28	
	Ago	56.70	4.75	- 0.03	21.88	4.34	
	Sep	68.00	4.83	+ 0.14	22.68	4.36	
	Oct	29.30	4.47	- 0.02	10.99	4.04	
	Nov	12.70	4.10	- 0.26	6.92	3.84	
	Dic	6.37	3.80	- 0.25	4.03	3.61	
	Ene	4.62	3.66	- 0.10	3.23	3.51	
	Feb	3.24	3.51	+ 0.01	2.31	3.36	
	Mar	2.30	3.36	+ 0.04	1.61	3.21	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1965-66	Abr	1.77	3.25	- 0.15	2.00	3.00	
	May	3.26	3.51	- 0.44	2.84	3.45	
	Jun	26.10	4.42	+ 0.02	9.33	3.97	
	Jul	34.20	4.53	- 0.10	9.92	3.99	
	Ago	66.20	4.82	+ 0.04	21.99	4.34	
	Sep	43.70	4.64	- 0.05	14.73	4.17	
	Oct	30.90	4.49	0.00	9.90	3.99	
	Nov	28.00	4.45	+ 0.09	13.84	4.14	
	Dic	11.20	4.05	0.00	5.28	3.72	
	Ene	5.71	3.76	0.00	3.41	3.53	
	Feb	2.70	3.43	- 0.07	2.09	3.32	
	Mar	1.84	3.26	- 0.06	1.28	3.11	

ANEXO A-13

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Desviación media mensual</u>	<u>Q x 10<sup>3</sup> lt/seg</u>	<u>log Q</u>	<u>Q estimado m<sup>3</sup>/seg</u>
1966-67	Abr	1.56	3.19	- 0.21	1.14	3.06	
	May	6.52	3.81	- 0.14	3.15	3.50	
	Jun	35.30	4.55	+ 0.15	14.93	4.17	
	Jul	44.90	4.65	+ 0.02	17.08	4.23	
	Ago	55.20	4.74	- 0.04	23.05	4.36	
	Sep	40.30	4.61	- 0.08	18.60	4.27	
	Oct	34.60	4.54	+ 0.05	20.68	4.32	
	Nov	41.00	4.61	+ 0.25	17.00	4.23	
	Dic	36.10	4.56	+ 0.51	13.47	4.13	
	Ene	9.14	3.96	+ 0.20	5.26	3.72	
	Feb	5.00	3.70	+ 0.20	3.26	3.51	
	Mar	2.89	3.46	+ 0.14	2.68	3.43	

ANEXO A-13

RIO PAO EN LA BALSA

RIO PAO EN GUAFILLAL

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Promedio log Q</u>	<u>Promedio log Q</u>
1951-67	Abr	3.40	3.15
	May	3.95	3.60
	Jun	4.40	3.95
	Jul	4.63	4.13
	Ago	4.78	4.32
	Sep	4.69	4.23
	Oct	4.49	4.04
	Nov	4.36	3.96
	Dic	4.05	3.70
	Ene	3.76	3.46
	Feb	3.50	3.27
	Mar	3.32	3.14

ANEXO A-14

CALCULO CURVA DE MASAS POR DIFERENCIA DEL ESCURRIMIENTO  
DEL RIO PAO EN GUAFILLAL

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volumen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1951-52	Abril	8.79	- 63	- 63
	Mayo	15.40	- 65	- 98
	Junio	34.16	+ 45	- 53
	Julio	59.97	+ 154	+ 101
	Agosto	72.10	+ 205	+ 306
	Septiembre	49.38	+ 109	+ 415
	Octubre	26.17	+ 11	+ 426
	Noviembre	23.64	+ 0	+ 426
	Diciembre	14.73	- 38	+ 388
	Enero	8.68	- 63	+ 325
	Febrero	5.36	- 77	+ 248
	Marzo	4.98	- 79	+ 169
1952-53	Abril	2.85	- 88	+ 81
	Mayo	12.83	- 46	+ 35
	Junio	34.16	+ 45	+ 80
	Julio	49.87	+ 111	+ 191
	Agosto	79.04	+ 235	+ 426
	Septiembre	45.05	+ 91	+ 517
	Octubre	30.75	+ 30	+ 547
	Noviembre	19.65	- 17	+ 530
	Diciembre	13.74	- 42	+ 488
	Enero	7.90	- 67	+ 421
	Febrero	3.92	- 83	+ 338
	Marzo	3.08	- 87	+ 251

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1953-54	Abril	4.30	- 82	+ 169
	Mayo	23.86	+ 1	+ 170
	Junio	15.60	- 34	+ 136
	Julio	24.99	+ 6	+ 142
	Agosto	65.75	+ 178	+ 320
	Septiembre	45.05	+ 91	+ 411
	Octubre	28.04	+ 19	+ 430
	Noviembre	30.43	+ 29	+ 459
	Diciembre	12.24	- 48	+ 411
	Enero	6.88	- 71	+ 340
	Febrero	5.42	- 77	+ 263
	Marzo	4.45	- 81	+ 182
1954-55	Abril	6.22	- 74	+ 108
	Mayo	13.74	- 42	+ 66
	Junio	23.09	- 2	+ 64
	Julio	59.97	+ 154	+ 218
	Agosto	72.10	+ 205	+ 423
	Septiembre	43.03	+ 82	+ 505
	Octubre	75.48	+ 220	+ 725
	Noviembre	40.15	+ 70	+ 795
	Diciembre	25.58	+ 8	+ 803
	Enero	15.05	- 36	+ 767
	Febrero	10.09	- 57	+ 710
	Marzo	8.87	- 62	+ 648

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volumen</u> <u>x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o</u> <u>debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1955-56	Abril	8.40	- 64	+ 584
	Mayo	7.20	- 70	+ 514
	Junio	26.52	+ 12	+ 526
	Julio	48.75	+ 106	+ 632
	Agosto	65.75	+ 178	+ 810
	Septiembre	54.15	+ 129	+ 939
	Octubre	48.75	+ 106	+ 1045
	Noviembre	34.97	+ 48	+ 1093
	Diciembre	17.30	- 27	+ 1066
	Enero	11.68	- 51	+ 1015
	Febrero	8.29	- 65	+ 950
	Marzo	9.51	- 60	+ 890
1956-57	Abril	8.40	- 64	+ 826
	Mayo	13.42	- 43	+ 783
	Junio	11.30	- 52	+ 731
	Julio	24.70	+ 16	+ 747
	Agosto	55.95	+ 137	+ 884
	Septiembre	38.34	+ 62	+ 946
	Octubre	38.70	+ 64	+ 1010
	Noviembre	23.64	+ 0	+ 1010
	Diciembre	14.38	- 39	+ 971
	Enero	7.04	- 70	+ 901
	Febrero	5.18	- 78	+ 823
	Marzo	4.77	- 80	+ 743

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1957-58	Abril	3.73	- 84	+ 659
	Mayo	8.09	- 66	+ 593
	Junio	16.74	- 29	+ 564
	Julio	20.78	- 12	+ 552
	Agosto	35.30	+ 49	+ 601
	Septiembre	52.93	+ 124	+ 725
	Octubre	32.19	+ 36	+ 761
	Noviembre	36.60	+ 55	+ 816
	Diciembre	14.38	+ 39	+ 777
	Enero	7.90	- 67	+ 710
	Febrero	4.40	- 81	+ 629
	Marzo	3.62	- 85	+ 544
1958-59	Abril	2.10	- 91	+ 453
	Mayo	19.85	- 16	+ 437
	Junio	58.03	+ 146	+ 583
	Julio	61.36	+ 160	+ 743
	Agosto	79.04	+ 235	+ 978
	Septiembre	34.16	+ 45	+ 1023
	Octubre	18.11	- 23	+ 1000
	Noviembre	11.30	- 52	+ 948
	Diciembre	7.37	- 69	+ 879
	Enero	4.77	- 80	+ 799
	Febrero	3.05	- 87	+ 712
	Marzo	2.17	- 91	+ 621

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1959-60	Abril	1.68	- 93	+ 528
	Mayo	7.90	- 67	+ 461
	Junio	13.30	- 44	+ 417
	Julio	18.53	- 22	+ 395
	Agosto	34.50	+ 46	+ 441
	Septiembre	40.15	+ 70	+ 511
	Octubre	23.86	+ 1	+ 512
	Noviembre	31.88	+ 35	+ 547
	Diciembre	12.24	- 40	+ 499
	Enero	7.36	- 69	+ 430
	Febrero	4.16	- 82	+ 348
	Marzo	5.36	- 77	+ 271
1960-61	Abril	4.10	- 83	+ 188
	Mayo	13.23	- 44	+ 144
	Junio	11.44	- 52	+ 92
	Julio	25.69	+ 9	+ 101
	Agosto	44.19	+ 87	+ 188
	Septiembre	40.53	+ 72	+ 260
	Octubre	24.40	+ 3	+ 263
	Noviembre	15.48	- 34	+ 229
	Diciembre	12.62	- 47	+ 182
	Enero	5.20	- 78	+ 104
	Febrero	2.88	- 88	+ 16
	Marzo	2.29	- 90	- 74

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen</u> <u>x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o</u> <u>debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1961-62	Abril	2.06	- 91	- 165
	Mayo	1.95	- 92	- 257
	Junio	9.31	- 61	- 318
	Julio	33.07	+ 40	- 278
	Agosto	55.88	+ 137	- 141
	Septiembre	34.46	+ 46	- 95
	Octubre	19.77	- 16	- 111
	Noviembre	19.28	- 18	- 129
	Diciembre	9.64	- 59	- 188
	Enero	5.43	- 77	- 265
	Febrero	3.60	- 85	- 350
	Marzo	3.44	- 85	- 435
1962-63	Abril	2.15	- 91	- 526
	Mayo	23.86	+ 1	- 525
	Junio	35.94	+ 52	- 473
	Julio	31.96	+ 35	- 438
	Agosto	53.20	+ 125	- 313
	Septiembre	30.75	+ 30	- 283
	Octubre	25.08	+ 6	- 277
	Noviembre	17.18	- 27	- 304
	Diciembre	7.73	- 67	- 371
	Enero	5.39	- 77	- 448
	Febrero	3.08	- 87	- 535
	Marzo	2.38	- 90	- 625

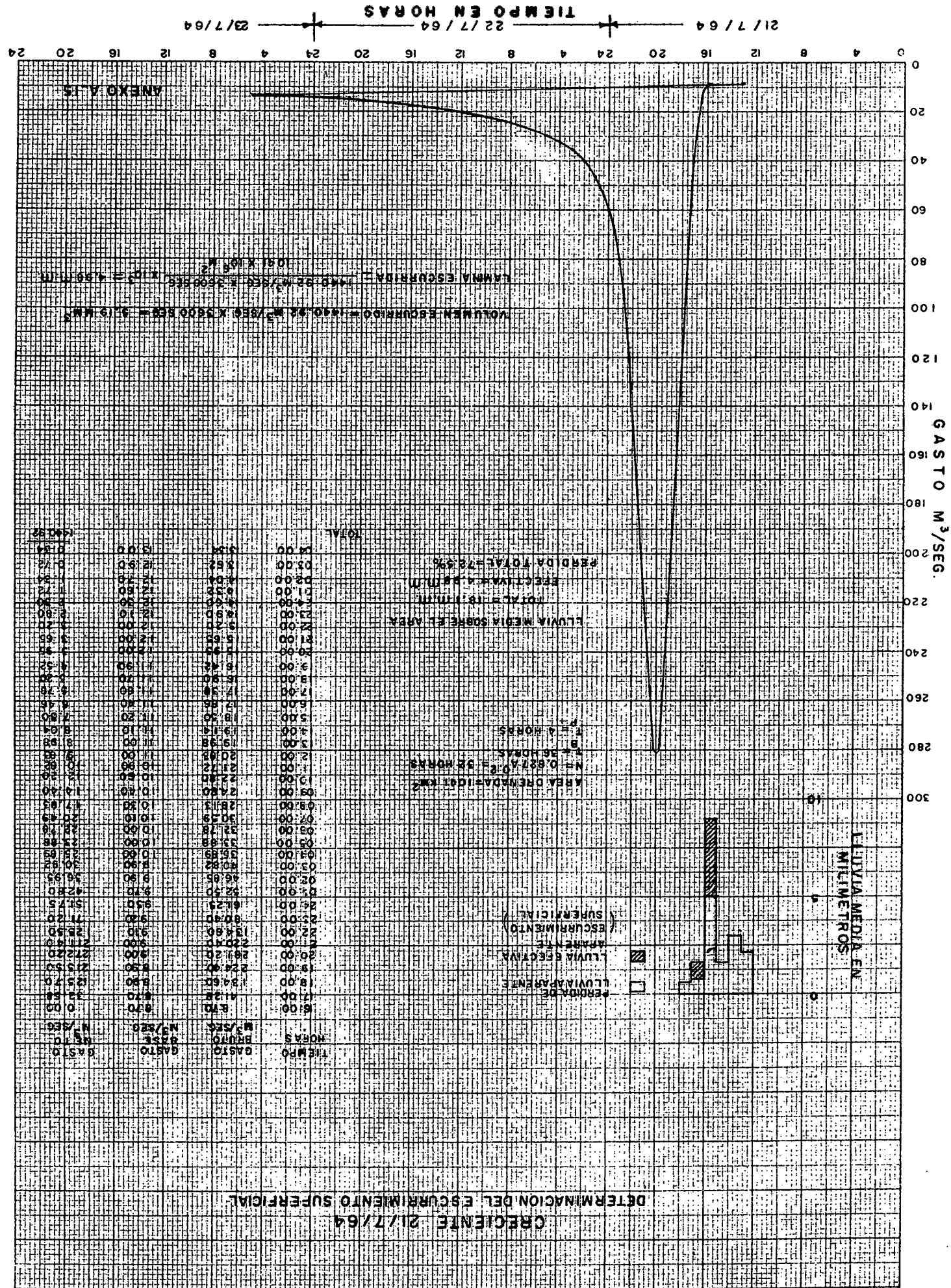
ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1963-64	Abril	7.47	- 68	- 693
	Mayo	41.62	+ 76	- 617
	Junio	41.15	+ 74	- 543
	Julio	51.05	+ 116	- 427
	Agosto	58.32	+ 147	- 280
	Septiembre	69.57	+ 195	- 85
	Octubre	35.91	+ 52	- 33
	Noviembre	29.70	+ 26	- 7
	Diciembre	15.89	- 33	- 40
	Enero	9.68	- 59	- 99
	Febrero	5.88	- 75	- 174
	Marzo	4.94	- 79	- 253
1964-65	Abril	6.91	- 71	- 324
	Mayo	10.44	- 56	- 380
	Junio	24.28	+ 3	- 377
	Julio	50.81	+ 115	- 262
	Agosto	58.60	+ 148	- 114
	Septiembre	58.79	+ 149	+ 35
	Octubre	29.44	+ 25	+ 60
	Noviembre	17.94	- 24	+ 36
	Diciembre	10.78	- 54	- 18
	Enero	8.65	- 63	- 81
	Febrero	5.60	- 76	- 157
	Marzo	4.32	- 82	- 239

ANEXO A-14

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Volúmen x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>	<u>% por encima o debajo la media</u>	<u>% Acumulado</u>
1965-66	Abril	5.18	- 78	- 317
	Mayo	7.60	- 68	- 385
	Junio	24.18	+ 2	- 383
	Julio	26.57	+ 12	- 371
	Agosto	58.90	+ 149	- 222
	Septiembre	38.19	+ 62	- 160
	Octubre	26.52	+ 12	- 148
	Noviembre	35.86	+ 52	- 96
	Diciembre	14.15	- 40	- 136
	Enero	9.14	- 61	- 197
	Febrero	5.05	- 79	- 276
	Marzo	3.42	- 86	- 362
1966-67	Abril	2.96	- 88	- 450
	Mayo	7.26	- 69	- 519
	Junio	38.71	+ 64	- 455
	Julio	45.75	+ 94	- 361
	Agosto	61.75	+ 161	- 200
	Septiembre	48.20	+ 104	- 96
	Octubre	55.38	+ 134	+ 38
	Noviembre	44.07	+ 87	+ 125
	Diciembre	36.07	+ 53	+ 178
	Enero	14.09	- 40	+ 138
	Febrero	7.89	- 67	+ 71
	Marzo	7.16	- 70	+ 1

16 14 14 15 16  
1 2 3 4



CRECIENTE 21/7/64  
 DETERMINACION DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

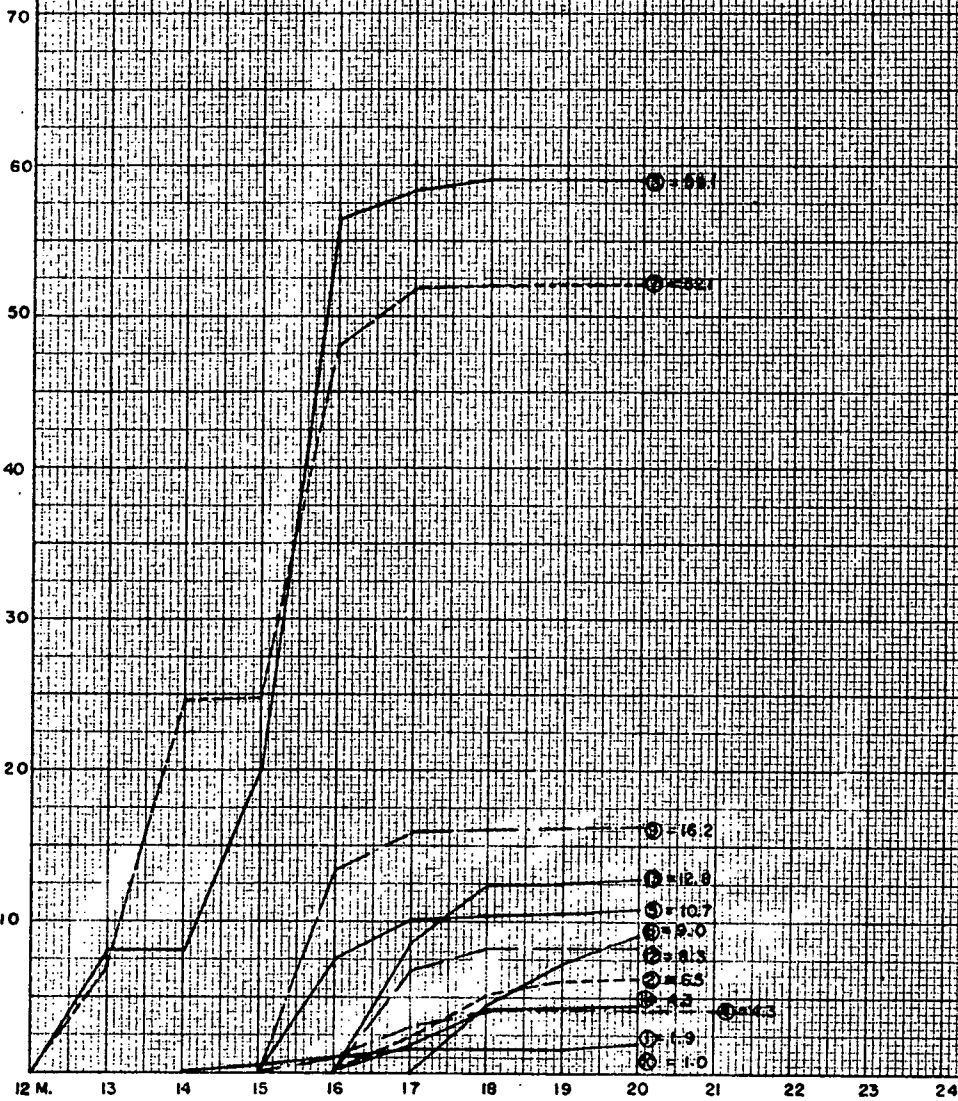
TIEMPO HORAS	GASTO BRUTO M³/SEG	GASTO N/SEG
0.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00
2.00	2.00	2.00
3.00	3.00	3.00
4.00	4.00	4.00
5.00	5.00	5.00
6.00	6.00	6.00
7.00	7.00	7.00
8.00	8.00	8.00
9.00	9.00	9.00
10.00	10.00	10.00
11.00	11.00	11.00
12.00	12.00	12.00
13.00	13.00	13.00
14.00	14.00	14.00
15.00	15.00	15.00
16.00	16.00	16.00
17.00	17.00	17.00
18.00	18.00	18.00
19.00	19.00	19.00
20.00	20.00	20.00
21.00	21.00	21.00
22.00	22.00	22.00
23.00	23.00	23.00
24.00	24.00	24.00

# CURVAS DE MASA

## TORMENTA DEL 21-7-64

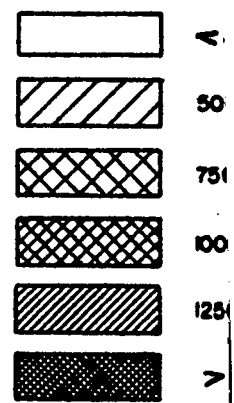
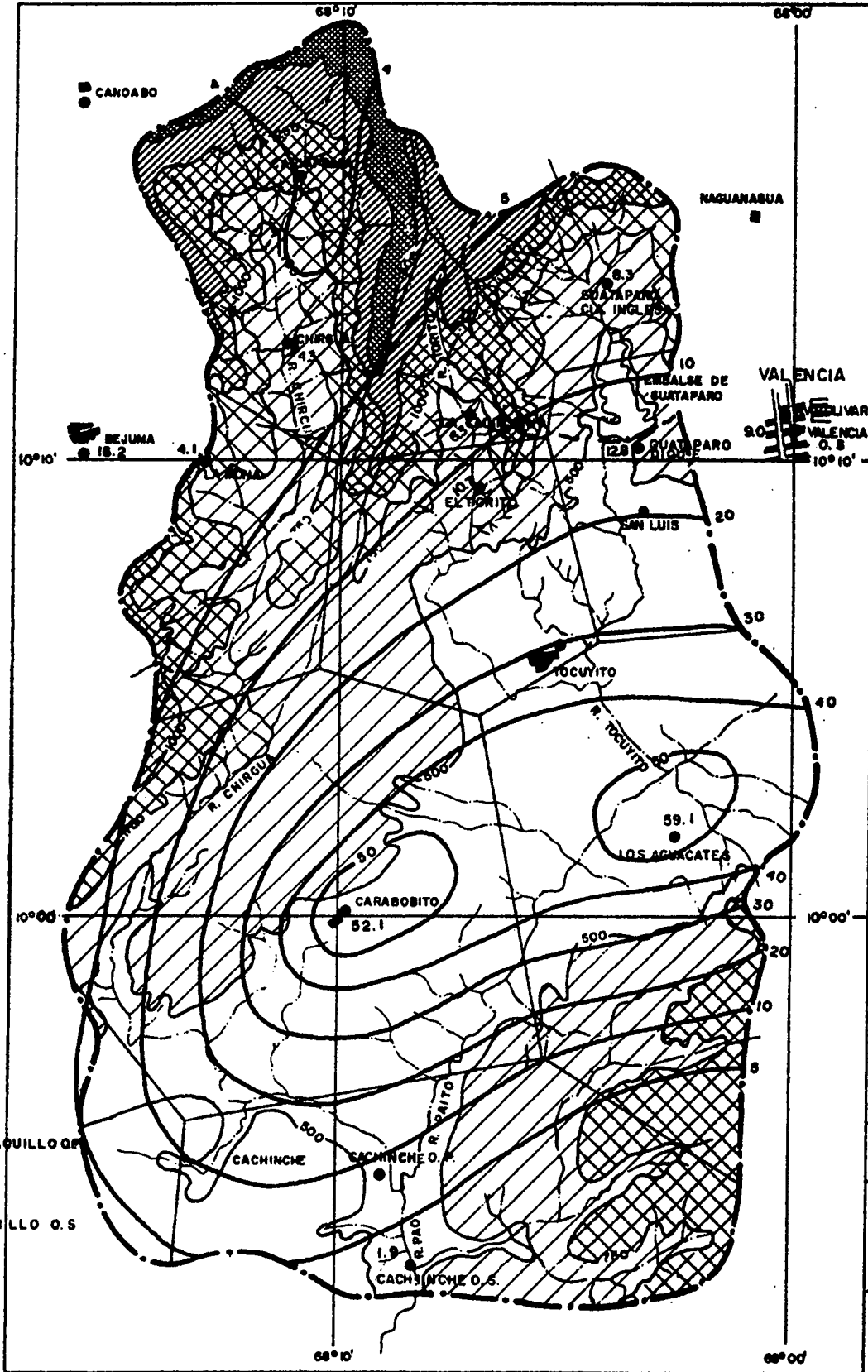
- 1 GACHINCHE
- 2 LA CALIFORNIA
- 3 LOS AGUACATES
- 4 LA MOYA
- 5 EL TORITO
- 6 VALENTIA
- 7 CAMPO CARABOBO
- 8 TOCUMITO
- 9 SEJUNA
- 10 TINAQUILLOS
- 11 CIMARRA COLONIA
- 12 GUATAPARO DIA INGLESA
- 13 GUATAPARO CINQUE

KEUFFEL & ESSER CO.  
LLUVIA EN M.M.



ANEXO A-16

TIEMPO EN HORAS



ESTUDIO HIDROLOGICO  
RIO PAO EN GUAFILLA

TORRENTA  
21 DE JULIO D  
(ISOLINEAS EN M.M.)

FECHA: CARACAS  
ESCALA 1:250.000  
MAPA N° 2

ANEXO A-18

CALCULO DE LA PRECIPITACION MEDIA PESADA HORARIA EN LA CUENCA

TORMENTA 21 - 7 - 64

Curva de Masas

<u>ESTACION</u>	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Chirgua-Colonia					0.0	1.9	4.1	4.2	4.3
La California					0.0	2.4	5.1	6.1	6.3
El Torito				0.0	7.5	10.0	10.3	10.5	10.7
La Mona				0.0	1.0	3.0	4.1	4.1	4.1
Guataparo Cía Inglesa					0.0	6.7	8.2	8.2	8.3
Guataparo Dique					0.0	8.5	12.4	12.5	12.8
Campo Carabobo	0.0	7.0	24.6	24.7	48.0	51.8	52.0	52.1	52.1
Los Aguacates	0.0	8.1	8.1	20.0	56.5	58.4	59.1	59.1	59.1
Cachinche O.S.			0.0	0.4	1.0	1.6	1.6	1.6	1.9
Tinaquillo O.S.				0.0	1.0				

<u>ESTACION</u>	<u>Area</u>	<u>Iso</u>	<u>Lect</u>	<u>Fact</u>
	1041	18.1		

Chirgua Colonia	1285	13				0.25	0.53	0.55	0.56
La California	338	3				0.07	0.15	0.18	0.19
El Torito	943	9			0.68	0.90	0.93	0.95	0.96
La Mona	744	7			0.07	0.21	0.29	0.29	0.29
Guataparo Cía Inglesa	61	1				0.07	0.08	0.08	0.08
Guataparo Dique	435	4				0.34	0.50	0.50	0.51
Campo Carabobo	2585	25	1.75	6.15	6.18	12.00	12.95	13.00	13.02
Los Aguacates	1924	19	1.54	1.54	3.80	10.74	11.10	11.23	11.23
Cachinche O.S.	1694	16			0.06	0.16	0.26	0.26	0.30
Tinaquillo O.S.	294	3			0.03				
C. M. Pesada	10303		3.29	7.69	10.07	23.65	26.15	26.97	27.06
C. M. Ajustada			2.2	5.2	6.8	15.8	17.5	18.1	18.1
Incremento Ajustado			2.2	3.0	1.6	9.0	1.7	0.6	0.0

ANEXO A-19

CALCULO DE LA LLUVIA EFECTIVA

Tormenta 21 agosto de 1964

Lámina escurrida = 4.98 mm.

Tiempo Hora	Incrementos de lluvia mm	Tasa inicial de Infiltración	Tasa Horaria	Lluvia efectiva mm
13.00	2.2	5.0 mm		0
14.00	3.0	5.0 mm		0
15.00	1.6	5.0 mm		0
16.00	9.0	5.0 mm		4.0
17.00	1.7		0.72 mm/h	0.98
18.00	0.6		0.72 mm/h	
<hr/>				
TOTAL	18.1			4.98

Tormenta 24 de agosto de 1964

Lámina escurrida = 3.38 mm.

Tiempo Hora	Incrementos de lluvia mm	Tasa inicial de Infiltración	Tasa Horaria	Lluvia efectiva mm
17.00	0.1	5.0 mm		0
18.00	2.4	5.0 mm		0
19.00	3.3	5.0 mm	4.06 mm/h	0
20.00	3.1		4.06 mm/h	0
21.00	4.5		4.06 mm/h	0.44
22.00	7.0		4.06 mm/h	2.94
23.00	3.0		4.06 mm/h	0
<hr/>				
TOTAL	23.4			3.38

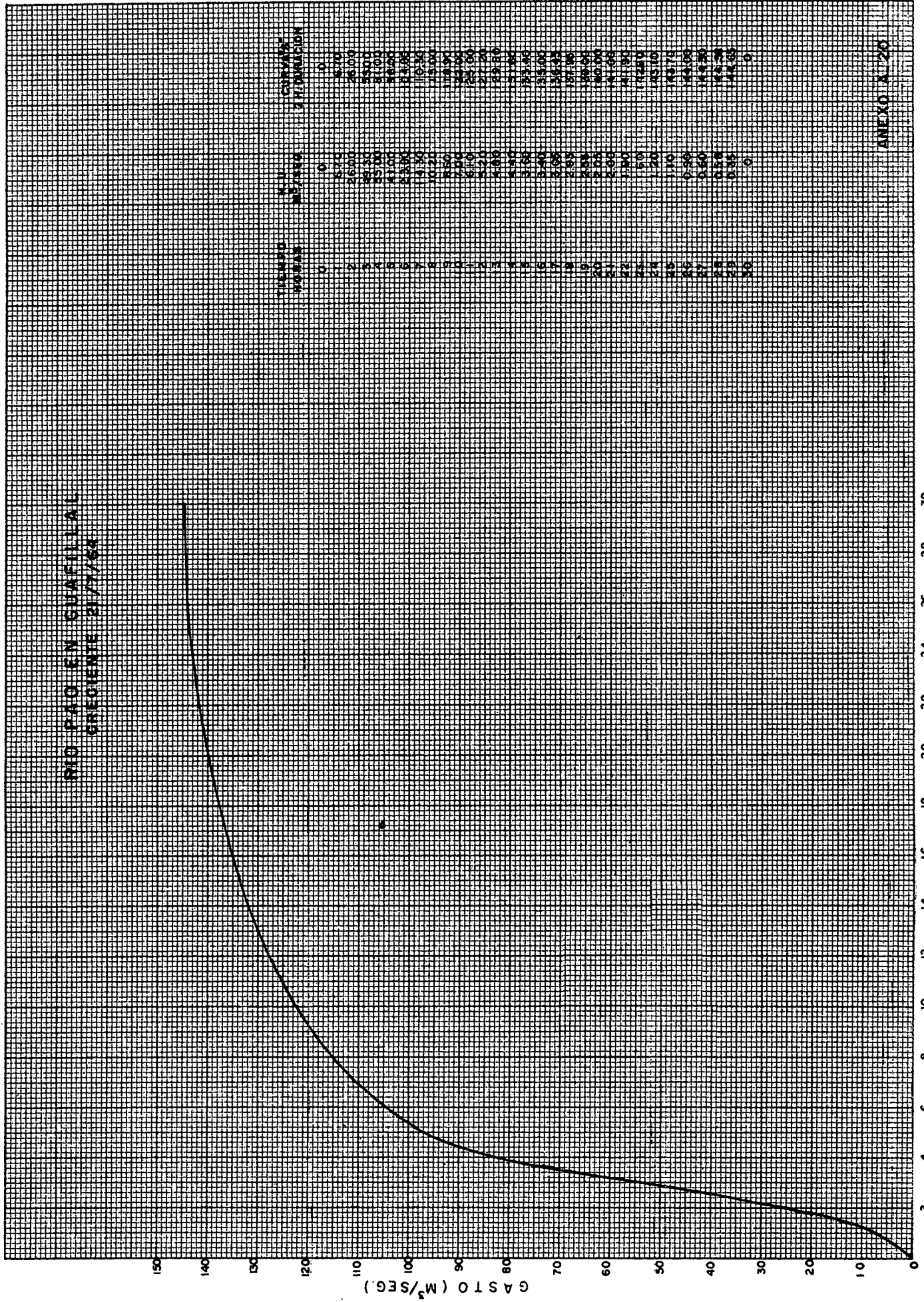
ANEXO A-19

Tormenta 15 de agosto de 1966

Lámina escurrida = 3.47 mm

Tiempo Hora	Incrementos de lluvia mm	Tasa inicial de Infiltración	Tasa horaria de Infiltración	Lluvia efectiva mm.
14.00	5.9	6.0 mm		0
15.00	5.7	6.0 mm		0
16.00	6.4		2.93 mm/h	3.47
17.00	2.4		2.93 mm/h	0
18.00	2.3		2.93 mm/h	0
19.00	0.8		2.93 mm/h	0
20.00	0.6		2.93 mm/h	0
<b>TOTAL</b>	<b>24.1</b>			<b>3.47</b>

REG PLO EN GUAFILLAL  
CRECIENTE 21/7/62

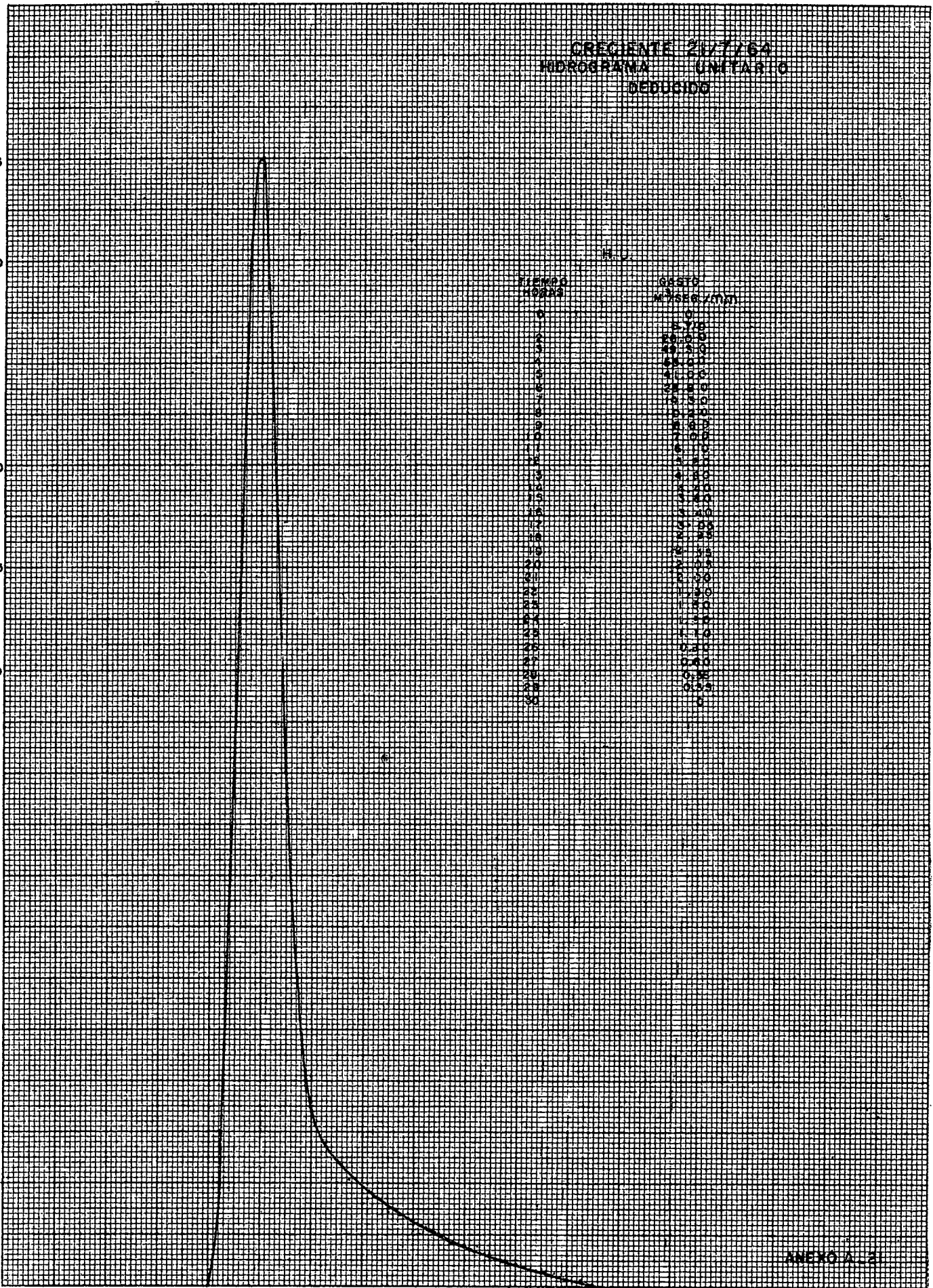


TIEMPO HORAS	REG PLO M³/SEG.	CURVA INTEGRACION
0	0	0
2	10	10
4	25	35
6	55	90
8	95	185
10	125	310
12	145	465
14	140	630
16	135	805
18	130	990
20	125	1185
22	120	1390
24	115	1605
26	110	1830
28	105	2065
30	100	2310

CRECIENTE 21/7/64  
 HIDROGRAMA UNIDAD 0  
 DEDUCIDO

GASTO M<sup>3</sup>/SEG.

TIEMPO HORAS	GASTO M <sup>3</sup> /SEG./MIN.
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0
24	0
25	0
26	0
27	0
28	0
29	0
30	0
31	0
32	0
33	0
34	0
35	0
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0
51	0
52	0
53	0
54	0
55	0
56	0
57	0
58	0
59	0
60	0
61	0
62	0
63	0
64	0
65	0
66	0
67	0
68	0
69	0
70	0
71	0
72	0
73	0
74	0
75	0
76	0
77	0
78	0
79	0
80	0
81	0
82	0
83	0
84	0
85	0
86	0
87	0
88	0
89	0
90	0
91	0
92	0
93	0
94	0
95	0
96	0
97	0
98	0
99	0
100	0



KEUFFEL & ESSER CO.

ANEXO A 2

TIEMPO EN HORAS

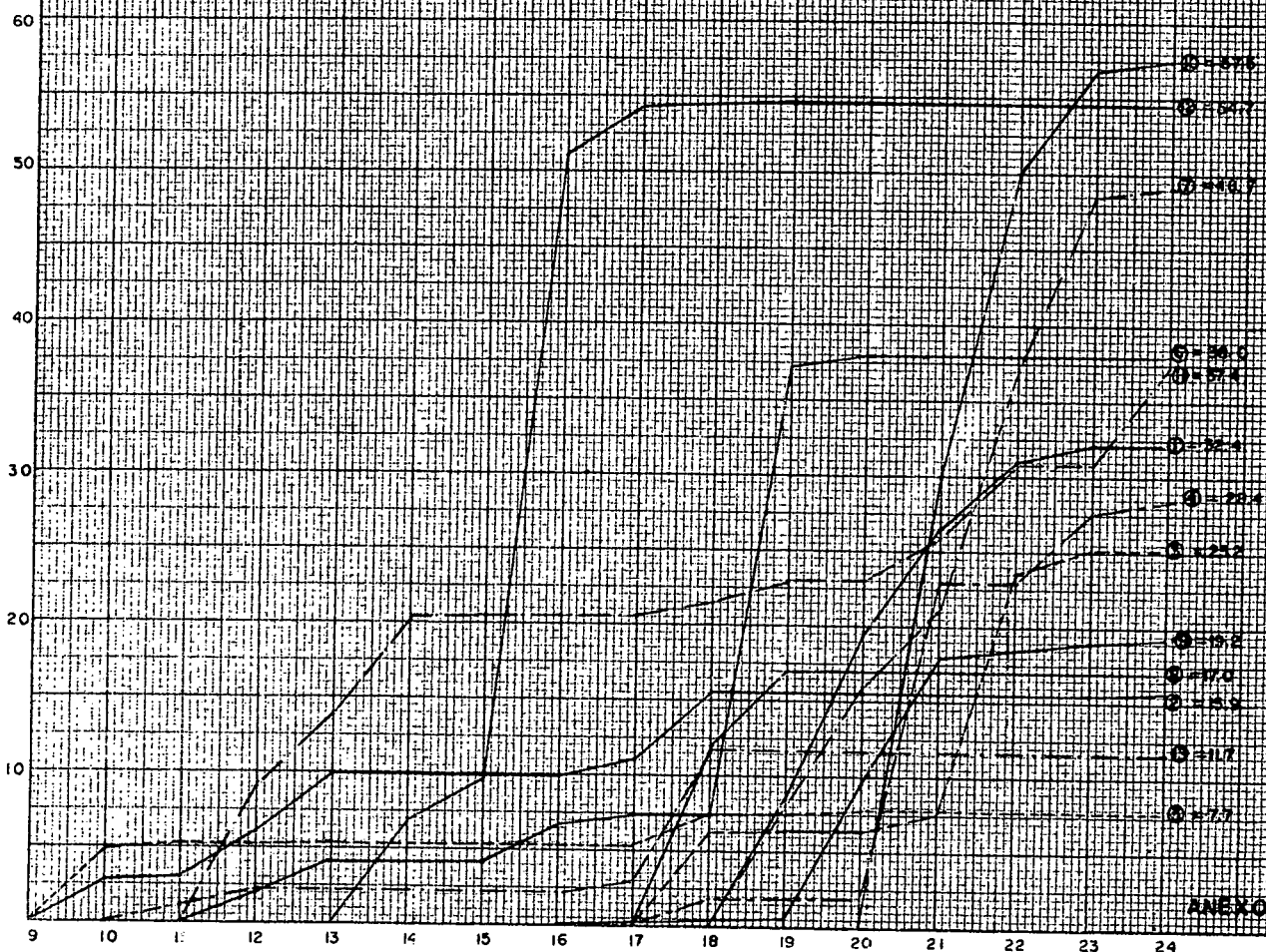


# CURVAS DE MASA TORMENTA DEL 24-8-64

- CABINONE**
- 2 LA CALIFORNIA
  - 3 LOS AGUACATES
  - 4 LA MONA
  - 5 EL TORITO
  - 6 VALENCIA
  - 7 CAMPO CARABOBO
  - 8 TOCIVITO
  - 9 BEJIMA
  - 10 PINACUILLO G.S.
  - 11 CHIRIQUA COLONIA
  - 12 SUATAPAROCIA INGLESA
  - 13 SUATAPAROCIA

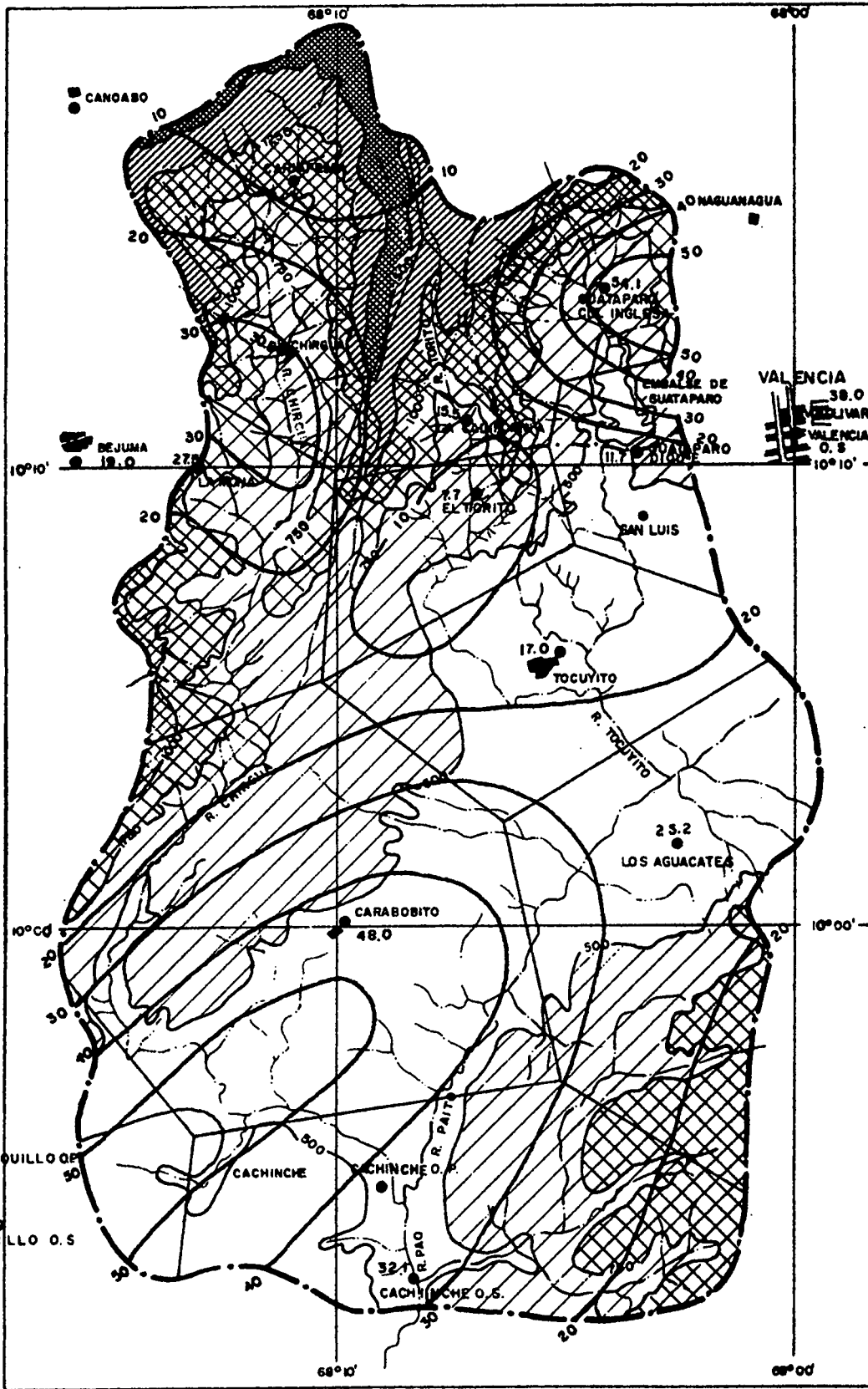
P. 1. 19. 18 X 25 CM.  
 KEUFFEL & ESSER CO.  
 MADE IN U.S.A.

**LLUVIA EN M.M.**



ANEXO A. 23

**TIEMPO EN HORAS**




● DOS BOCAS

ESTUDIO HIDROGRÁFICO	
RIO PAÓ	
TORMENTAS	
24 DE AGOSTO	
(ISOLINEAS)	
FECHA	MAI
ESCALA	

ANEXO A-25

CALCULO DE LA PRECIPITACION MEDIA PESADA HORARIA EN LA CUENCA

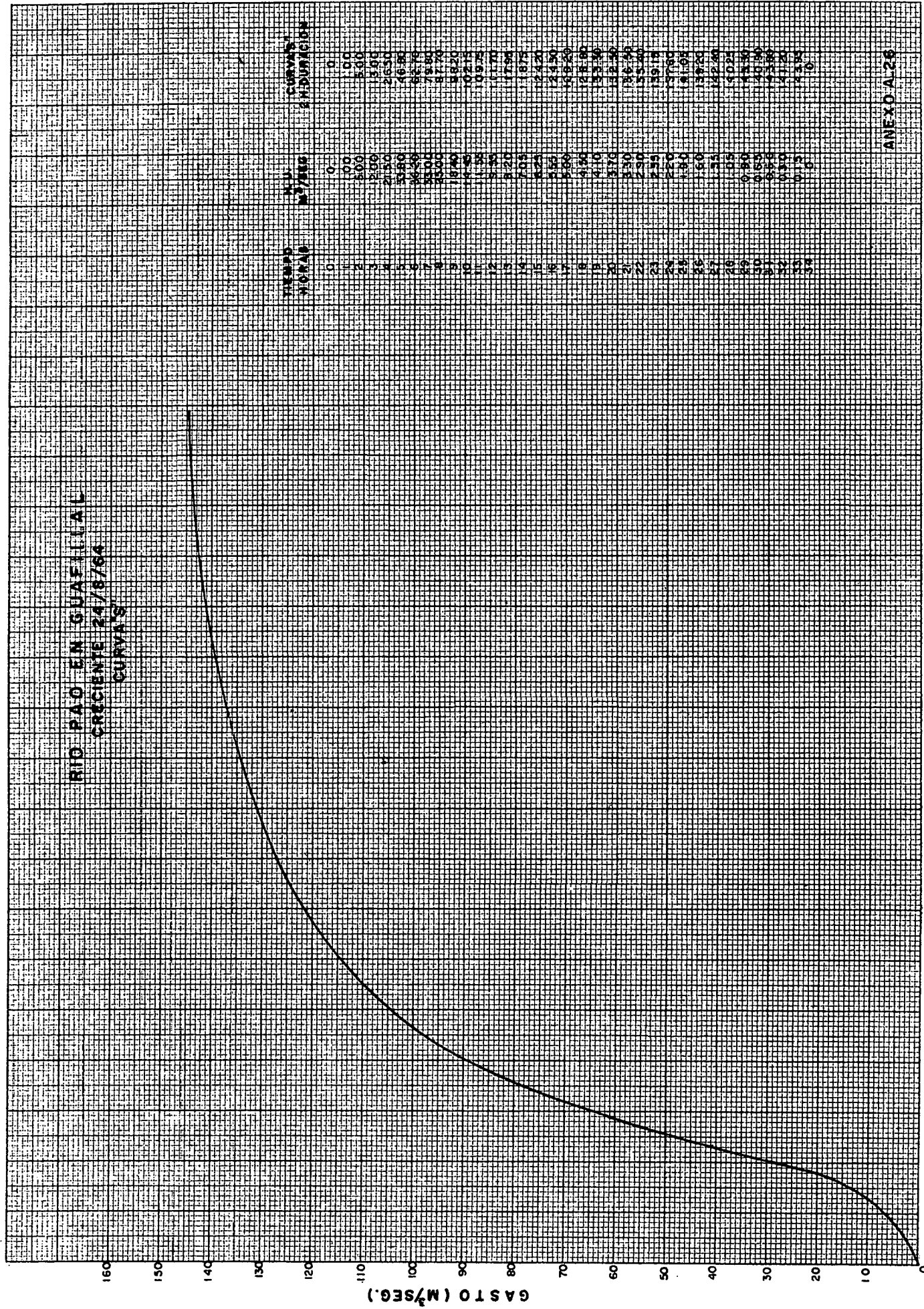
TORMENTA 24 - 8 - 64

Curvas de masas

<u>ESTACION</u>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
Chirgua-Colonia			9.1	13.9	20.9	20.5	20.5	20.5	21.5	23.0	23.0	25.9	30.8	30.8
La California	2.8	3.0	6.0	9.9	9.9	9.9	9.9	11.0	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
El Torito	4.9	5.1	5.1	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	7.5	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7
La Mona									1.9	1.9	1.9	22.9	27.5	27.5
Guataparo Cía Inglesa					6.9	9.7	51.2	54.4	54.5	54.6	54.7	54.7	54.7	54.7
Guataparo Dique		1.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.0	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
Tocuyito									12.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Campo Carabobo										8.1	15.8	21.1	37.1	48.5
Los Aguacates									6.3	6.4	6.4	7.5	23.5	25.2
Cachinche O.S.										8.5	19.4	26.6	31.0	32.1
Tinaquillo O.S.												30.0	50.0	56.9

<u>ESTACION</u>	<u>Prec</u>		<u>Lect</u>	<u>Fact</u>											
	<u>Area</u>	<u>Iso</u>													
	1041	26.0													
Chirgua Colonia	1182	12													
La California	338	3	0.08												
El Torito	536	5	0.24												
La Mona	763	7													
Guataparo Cía Inglesa	63	1			0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Guataparo Dique	278	3		0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
Tocuyito	1058	10								1.2	1.7	1.7	1.7	1.7	
Campo Carabobo	2475	24									1.94	3.79	5.06	8.90	
Los Aguacates	1579	15								0.95	0.96	0.96	1.13	3.52	
Cachinche O.S.	1699	17									1.44	3.30	4.52	5.27	
Tinaquillo O.S.	296	3											0.90	1.50	
C. M. Pesada	10267	100	0.32	0.39	1.60	2.31	3.09	3.11	3.15	3.20	16.10	10.17	13.88	19.26	
C. M. Ajustada			0.3	0.3	1.3	1.9	2.6	2.6	2.6	2.7	5.1	8.4	11.5	16.0	
Incremento Ajustado			0.3	0.0	1.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.1	2.4	3.3	3.1	4.5	

RIO PAO EN GUAFILLAL  
CRESCIENTE 24/8/64  
CURVAS



ANEXO A-26

TIEMPO EN HORAS

GASTO (M³/SEG.)

CRECIENTE 24/8/64  
 HIDROGRAMA UNITARIO  
 DE DUCIDO

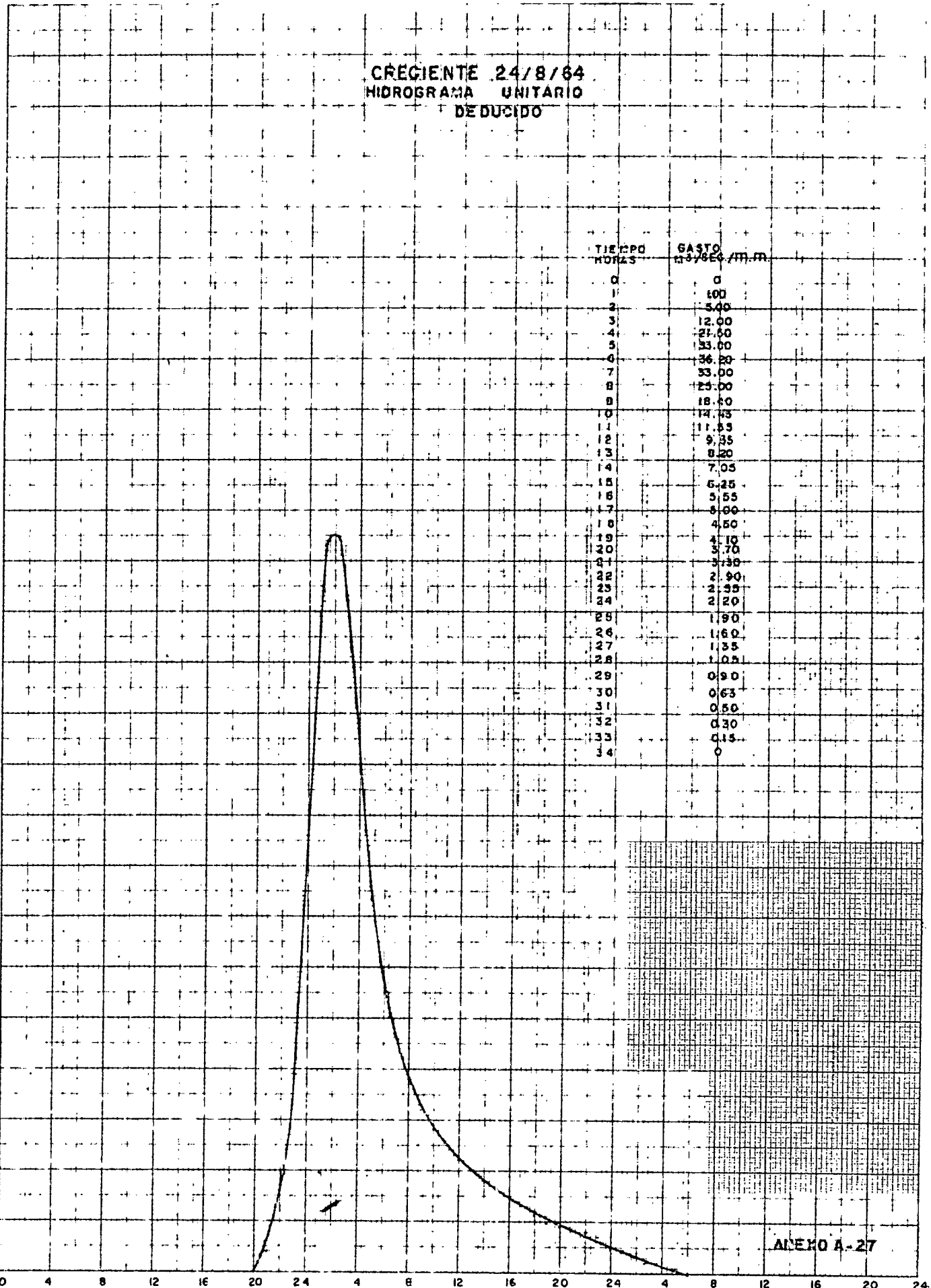
TIEMPO HORAS	GASTO M <sup>3</sup> /SEG. (M.M.)
0	0
1	1.00
2	5.00
3	12.00
4	21.00
5	33.00
6	36.20
7	33.00
8	29.00
9	18.00
10	14.00
11	11.55
12	9.35
13	8.20
14	7.05
15	6.25
16	5.55
17	5.00
18	4.50
19	4.10
20	3.70
21	3.30
22	2.90
23	2.55
24	2.20
25	1.90
26	1.60
27	1.35
28	1.05
29	0.90
30	0.63
31	0.50
32	0.30
33	0.15
34	0

GASTO M<sup>3</sup>/SEG.

40  
35  
30  
25  
20  
15  
10  
5  
0

TIEMPO EN HORAS

ANEJO A-27

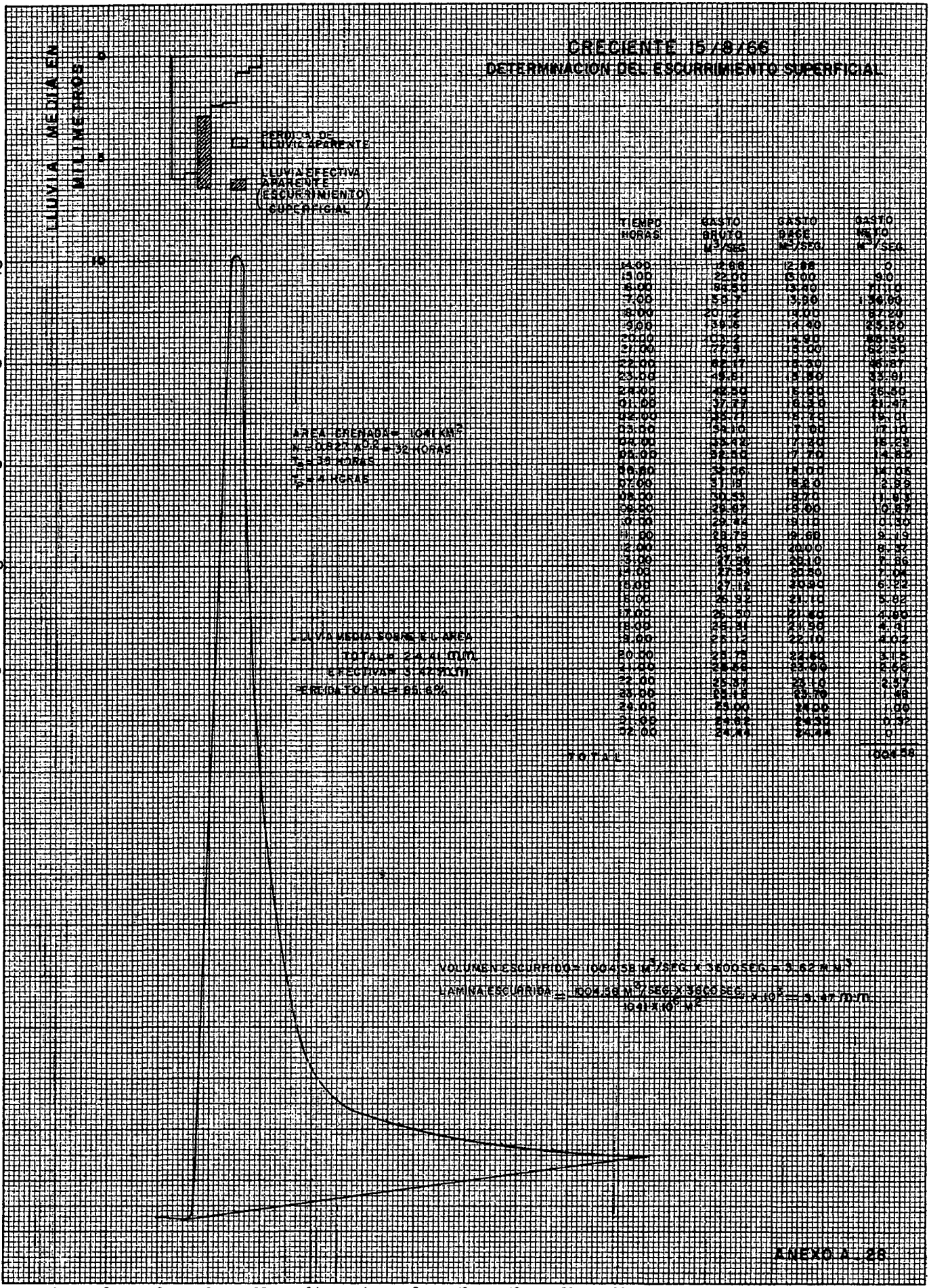


**CRECIENTE 15/8/66**  
**DETERMINACION DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL**

GASTO M<sup>3</sup>/SEG.

LLUVIA MEDIA EN MILIMETROS

200  
180  
160  
140  
120  
100  
80  
60  
40  
20



AREA CRENADA = 107 KM<sup>2</sup>  
 N. OBTEN. A. P. = 32 HORAS  
 T. = 30 HORAS  
 S. = 4 HORAS

LLUVIA MEDIA SOBRE EL AREA  
 TOTAL 24 X 10<sup>6</sup> LITROS  
 ESCURRIMIENTO 5.40 X 10<sup>6</sup> LITROS  
 PERDIDA TOTAL = 88.6%

TIEMPO HORAS	GASTO BRUTO M <sup>3</sup> /SEG	GASTO P.E.S.E. M <sup>3</sup> /SEG	GASTO NETO M <sup>3</sup> /SEG
14.00	1.88	12.88	0
15.00	22.00	13.00	9.00
16.00	38.50	13.40	25.10
17.00	53.7	13.80	39.90
18.00	201.2	14.00	187.20
19.00	139.5	14.40	125.10
20.00	103.2	14.80	88.40
21.00	77.5	15.00	62.50
22.00	48.17	15.30	32.87
23.00	28.3	15.60	12.70
24.00	18.50	16.00	2.50
01.00	17.75	16.30	1.45
02.00	15.71	16.70	1.01
03.00	14.10	17.00	0.10
04.00	12.42	17.30	0.50
05.00	10.50	17.70	14.20
06.00	8.00	18.00	14.00
07.00	6.18	18.00	2.33
08.00	5.53	18.10	13.63
09.00	4.87	18.00	10.13
10.00	4.44	18.10	8.10
11.00	4.00	18.60	6.37
12.00	3.50	19.00	4.50
13.00	3.00	19.50	3.00
14.00	2.75	20.00	2.00
15.00	2.50	20.50	1.50
16.00	2.30	20.90	1.00
17.00	2.10	21.30	0.60
18.00	1.90	21.50	0.40
19.00	1.70	21.70	0.30
20.00	1.50	22.00	0.20
21.00	1.30	22.50	0.10
22.00	1.10	23.00	0.00
23.00	1.00	23.50	0.00
24.00	0.90	24.00	0.00
01.00	0.80	24.50	0.00
02.00	0.70	24.80	0.00
03.00	0.60	25.00	0.00
04.00	0.50	25.00	0.00
TOTAL	24.84	24.84	204.50

VOLUMEN ESCURRIDO = 1004.58 M<sup>3</sup>/SEG X 3600 SEG = 3.62 X 10<sup>6</sup> M<sup>3</sup>  
 LAMINA ESCURRIDA =  $\frac{1004.58 \text{ M}^3/\text{SEG} \times 3600 \text{ SEG} \times 10^3}{1041 \times 10^6 \text{ M}^2}$  = 3.47 CM

KEUFFEL & ESSER CO.

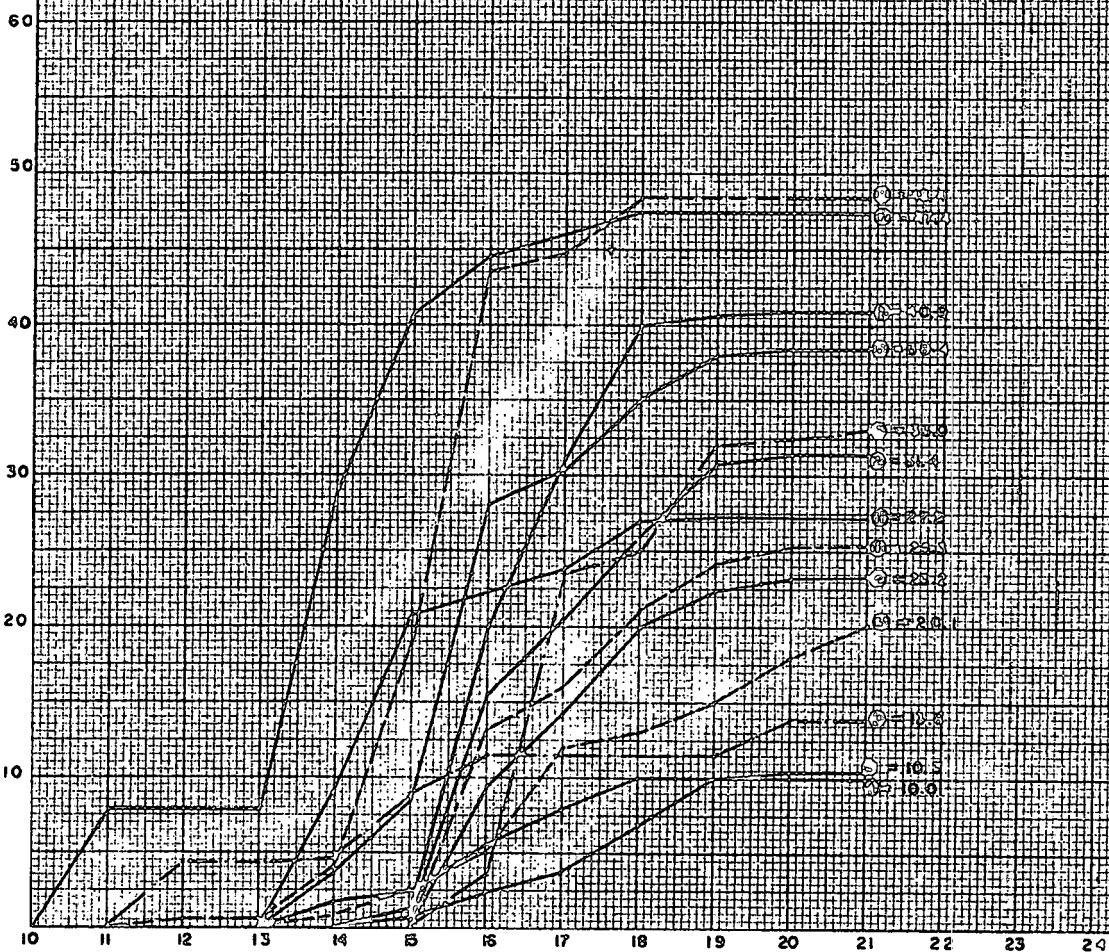
15/8/66 — 16/8/66 — 17/8/66  
 TIEMPO EN HORAS

# CURVAS DE MASA TORMENTA DEL 15-8-56

- GASERICHÉ
- 1 CALIFORNIA
  - 2 LOS ANGELES
  - 3 LA JOLLA
  - 4 SEBRING
  - 5 VALENCIA
  - 6 TAMPA CARABOB
  - 7 MOBILE
  - 8 SEUMI
  - 9 TAMPAQUE OJO
  - 10 MONTE CARLO
  - 11 GUAYAMA
  - 12 GUAYAMA
  - 13 GUAYAMA

RUFFEL & ESSER CO.

LLUVIA EN M.M.



AVENIDA 29

TIEMPO EN HORAS



ANEXO A-31

CALCULO DE LA PRECIPITACION MEDIA PESADA HORARIA EN LA CUENCA

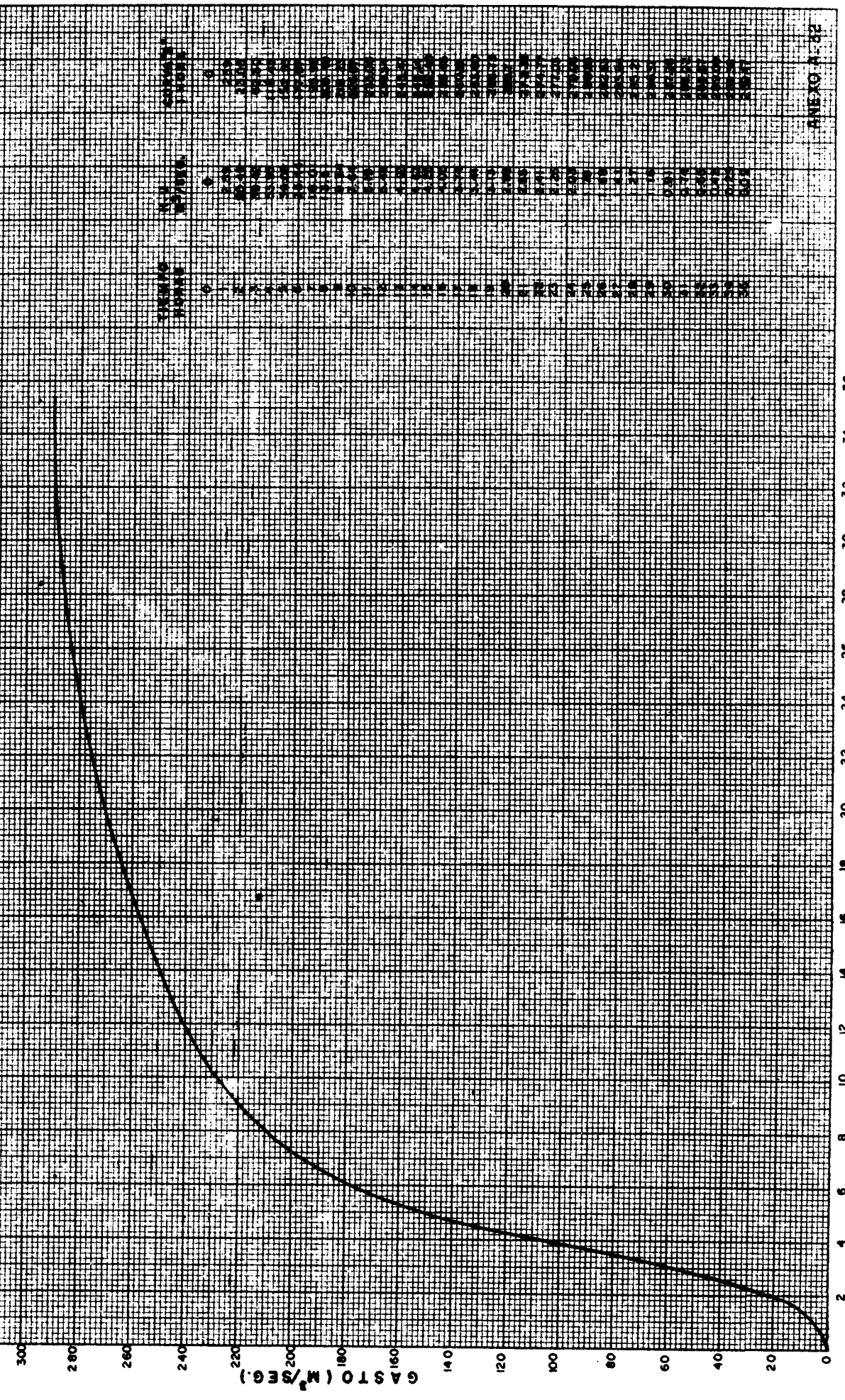
TORMENTA 15 - 8 - 66

<u>ESTACION</u>	<u>Curva de masas</u>										
	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Chirgua Colonia						0.0	13.2	16.0	21.0	24.1	25.3
La California					0.0	0.7	15.5	20.5	26.0	30.7	31.4
El Torito				0.0	3.6	8.5	28.1	30.4	35.1	38.0	38.4
La Mona				0.0	1.7	2.4	5.6	7.9	10.0	10.0	10.0
Guataparo Cia Inglesa						0.0	9.4	14.2	20.0	22.4	23.2
Guataparo Dique					0.0	1.3	20.0	31.1	40.0	40.6	40.9
Tocuyito		0.0	0.6	0.6	4.1	18.8	43.6	44.8	48.4	48.4	48.4
Campo Carabobo	0.0	7.8	7.8	7.8	28.8	40.7	44.5	46.0	47.4	47.4	47.4
Los Aguacates				0.0	0.8	2.6	5.0	11.9	13.0	15.0	18.0
Cachinche O.S.				0.0	9.2	20.7	22.2	23.8	27.0	27.2	27.4
Tinaquillo O.S.		0.0	4.3	4.3	4.7	8.9	11.5	11.5	11.5	11.5	13.8

<u>ESTACION</u>	<u>Area</u>	<u>Prec Iso</u>	<u>Lect</u>	<u>Fact</u>
	1041	25.8		

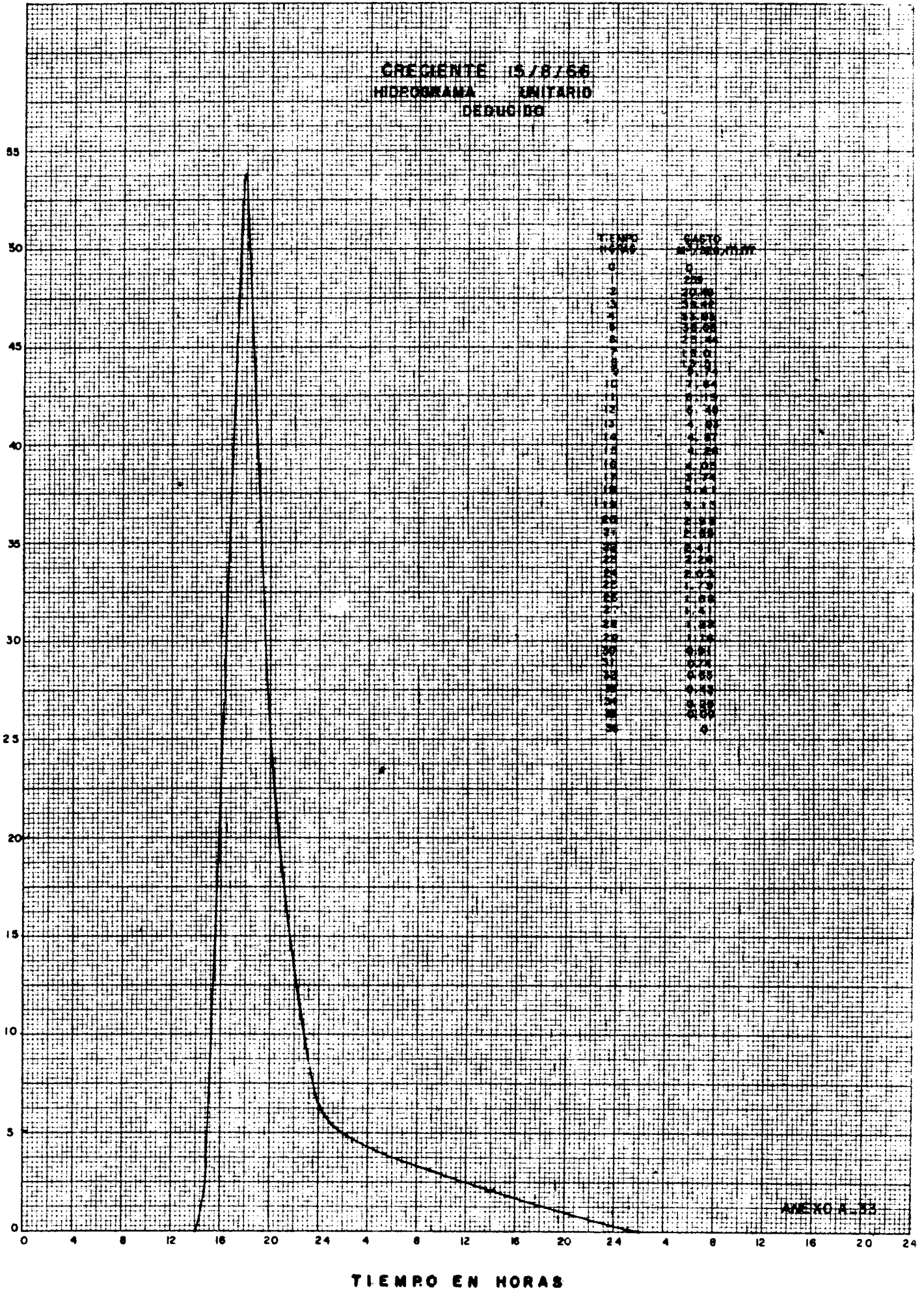
Chirgua Colonia	1182	12					1.58	1.92	2.52	2.89	3.04
La California	338	3					0.02	0.46	0.62	0.78	0.92
El Torito	536	5				0.18	0.42	1.40	1.52	1.76	1.90
La Mona	763	7				0.12	0.17	0.39	0.55	0.70	0.70
Guataparo Cia Inglesa	63	1						0.01	0.01	0.02	0.02
Guataparo Dique	278	3					0.04	0.60	0.93	1.20	1.22
Tocuyito	1058	10		0.06	0.06	0.41	1.88	4.36	4.48	4.48	4.48
Campo Carabobo	2475	24	1.87	1.87	1.87	6.91	9.77	10.68	11.04	11.38	11.38
Los Aguacates	1579	15				0.12	0.39	0.75	1.79	1.95	2.25
Cachinche O.S.	1699	17				1.56	3.52	3.77	4.05	4.59	4.62
Tinaquillo O.S.	296	3		0.13	0.13	0.14	0.27	0.35	0.35	0.35	0.41
C. M. Pesada	10267	100	1.87	2.06	2.06	9.44	16.48	24.35	27.26	30.09	31.09
C. M. Ajustada			1.5	1.7	1.7	7.6	13.3	19.7	22.1	24.4	25.2
Incremento Ajustado			1.5	0.2	0.0	5.9	5.7	6.4	2.4	2.3	0.8

# RIO PAO EN GUAFILLAL CONCRETO (37.5 CM) CURVA 2

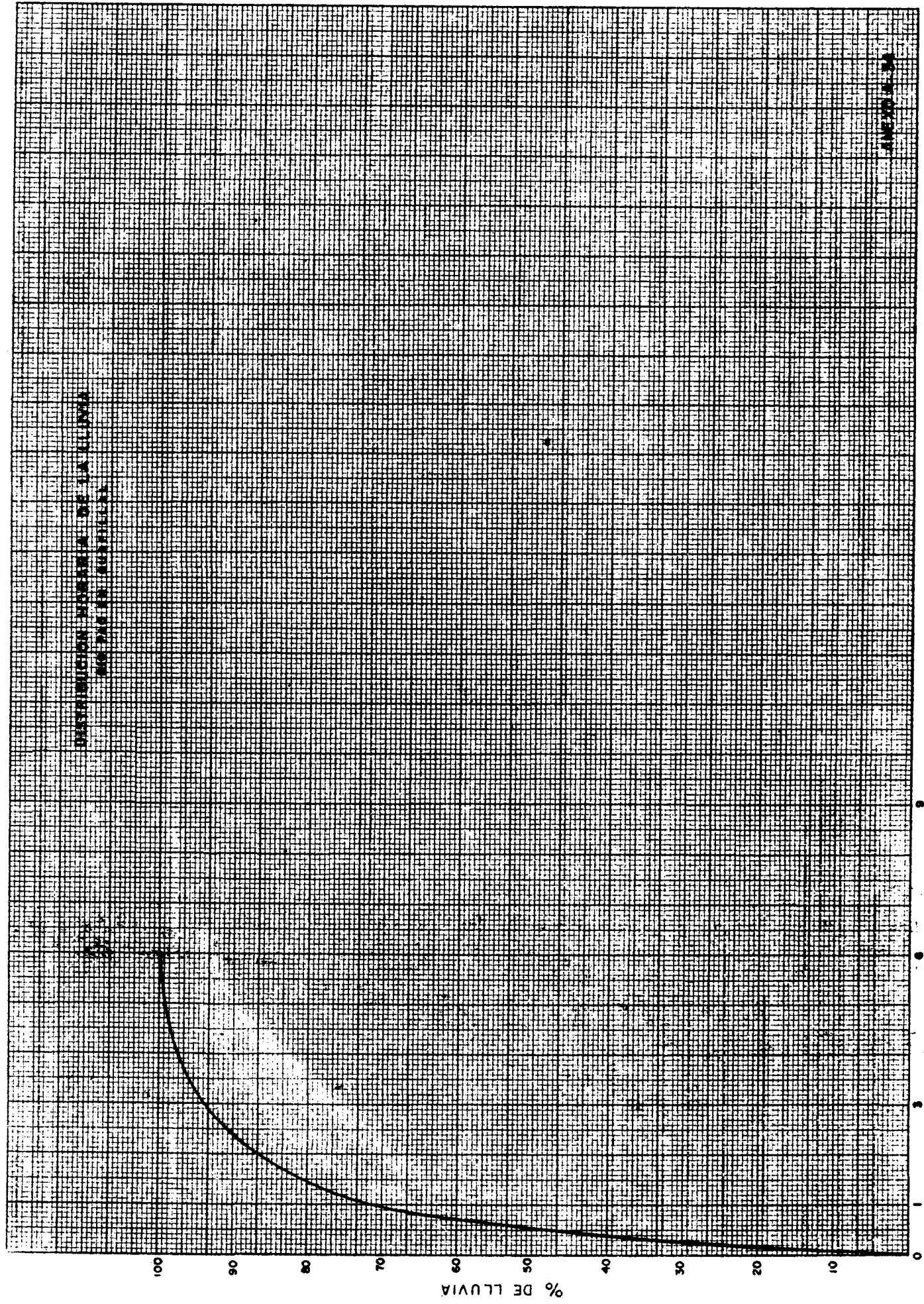


NYE 16 X 25 CM.  
KEUFFEL & ESSER CO.  
MADE IN U.S.A.

GASTO M<sup>3</sup>/SEG.



DISTRIBUCION DIARIANA DE LA LLUVIA  
MAYO EN SUZUKI



TIEMPO EN HORAS

% DE LLUVIA

ANEXO A-35

CALCULO DEL HIDROGRAMA DE DISEÑO  
(25 años de Frecuencia)

<u>Tiempo</u> <u>Horas</u>	<u>H.U.</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>Lluvia Efectiva</u>		<u>Creciente máxima</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>
		<u>35</u>	<u>5</u>	
0	0	0	0	0
1	4.4	154.0	0	154
2	11.6	406.0	22.0	428
3	23.4	819.0	58.0	877
4	42.6	1491.0	117.0	1608
5	49.4	1729.0	213.0	1942
6	32.6	1141.0	247.0	1388
7	21.4	749.0	163.0	912
8	13.6	476.0	107.0	583
9	12.4	434.0	68.0	502
10	8.6	301.0	62.0	363
11	8.4	294.0	43.0	337
12	6.0	210.0	42.0	252
13	5.6	196.0	30.0	226
14	4.8	168.0	28.0	196
15	4.2	147.0	24.0	171
16	4.0	140.0	21.0	161
17	3.6	126.0	20.0	146
18	3.2	112.0	18.0	130
19	2.8	98.0	16.0	114
20	2.6	91.0	14.0	105
21	2.4	84.0	13.0	97
22	2.0	70.0	12.0	82
23	1.8	63.0	10.0	73
24	1.6	56.0	9.0	65
25	1.4	49.0	8.0	57
26	1.2	42.0	7.0	49
27	1.0	35.0	6.0	41
28	0.8	28.0	5.0	33
29	0.6	21.0	4.0	25
30	0.4	14.0	3.0	17
31	0.2	7.0	2.0	9
32	0	0.0	1.0	1
			0.0	0.0

ANEXO A-36

CALCULO DEL HIDROGRAMA DE DISEÑO  
(50 años de Frecuencia)

<u>Tiempo</u> <u>Horas</u>	<u>H.U.</u> <u>m<sup>3</sup>/seg</u>	<u>Lluvia Efectiva</u>		<u>Creciente</u> <u>Máxima</u>
		<u>39</u>	<u>6</u>	
0	0			0
1	4.4	171.6	0	171.6
2	11.6	452.4	26.4	478.8
3	23.4	912.6	69.6	982.2
4	42.6	1661.4	140.4	1801.8
5	49.4	1926.6	255.6	2182.2
6	32.6	1271.4	296.4	1567.8
7	21.4	834.6	195.6	1030.2
8	13.6	530.4	128.4	658.8
9	12.4	483.6	81.6	565.2
10	8.6	335.4	74.4	409.8
11	8.4	327.6	51.6	379.2
12	6.0	234.0	50.4	284.4
13	5.6	218.4	36.0	254.4
14	4.8	187.2	33.6	220.8
15	4.2	163.8	28.8	192.6
16	4.0	156.0	25.2	181.2
17	3.6	140.4	24.0	164.4
18	3.2	124.8	21.6	146.4
19	2.8	109.2	19.2	128.4
20	2.6	101.4	16.8	118.2
21	2.4	93.6	15.6	109.2
22	2.0	78.0	14.4	92.4
23	1.8	70.2	12.0	82.2
24	1.6	62.4	10.8	73.2
25	1.4	54.6	9.6	64.2
26	1.2	46.8	8.4	55.2
27	1.0	39.0	7.2	46.2
28	0.8	31.2	6.0	37.2
29	0.6	23.4	4.8	28.2
30	0.4	15.6	3.6	19.2
31	0.2	7.8	2.4	10.2
32	0	0.0	1.2 0.0	1.2 0.0

1000 3 170 128

DEFICIENCIA MAXIMA MENSUAL		ESTUDIO HIDROLOGICO DEL RIO: RIO PAO										CASO: HOJA NUMERO 1		
DEFICIENCIA MAXIMA ANUAL		FUNCIONAMIENTO DEL VASO: PAO EN GUAFILIAL										VERIFICO: 1		
Nº DE VECES QUE SE VACIA EL VASO		ninguna												
% DE DERR. EN RELACION CON EL ESCURR.		17.2 (48.8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> / año)												
% DE EMP. CON RESP. AL ESCURR. TOTAL		0.3 (10.85 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> / año)												
% DE APROV. CON RESP. AL ESCURR. TOTAL		82.5 (234 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> / año)												
EXTRACCION		7.300 lt/seg												
AÑO	MES	ALMACENAMIENTO INICIAL 1º DEL MES	ENTRADAS AL VASO	ALMACENAMIENTO DISPONIBLE (3) + (4)	EXTRACCION	ALMACENAMIENTO FINAL SIN CONSIDERAR PERDIDAS POR EVAPORACION	ALMACENAMIENTO MEDIO $\frac{(3)+(7)}{2}$	SUPERFICIE MEDIA	EVAPORACION MED. POR LLUVIA VIA	VOL QUE SE PIERDE POR EVAPORACION	DERRAME	DEFICIENCIAS EN VOLUMEN	DEFICIENCIAS EN % CON RELACION A LA EXTRACCION	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	E													
	F													
	M													
	A													
	M													
	J													
	J													
	A													
	S													
	O													
	N	202.5												
	D	202.5	14.7			19.6	197.6	200.1	14.58	53	0.8			
ANUAL			14.7			19.6					0.8			
	E	196.8	8.7			19.6	185.9	191.4	14.01	78	1.1			
	F	184.8	5.4			18.3	171.4	178.4	13.49	110	1.5			
	M	170.4	5.0			19.6	155.8	163.1	12.80	152	1.9			
	A	153.9	2.8			18.9	137.8	145.8	11.92	-8	-0.9			
	M	138.7	12.8			19.6	131.9	135.3	11.39	62	0.7			
	J	131.2	34.2			18.9	146.5	138.8	11.54	-76	-0.9			
	J	147.4	49.9			19.6	177.7	162.6	12.78	-99	-1.3			
	A	179.0	79.0			19.6	202.5	190.8	14.12	-158	-2.2			
	S	202.5	45.0			18.9	202.5	202.5	14.64	-78	-1.1			
	O	202.5	30.8			19.6	202.5	202.5	14.64	28	0.4			
	N	202.5	19.6			18.9	202.5	202.5	14.64	-10	-0.4			
	D	202.5	13.7			19.6	196.6	199.6	14.47	41	0.6			
ANUAL			306.9			231.1					-0.3			76.9

FECHA: FEBRERO 1969

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	E	196.0	7.9		19.6	184.3	190.2	14.05	81	1.1			
	F	183.2	3.9		17.7	169.4	176.3	13.42	110	1.5			
	M	167.9	3.1		19.6	151.4	12.61	141	1.8	1.8			
	A	149.6	4.3		18.9	135.0	142.3	11.73	-28	-0.3			
	M	135.3	23.9		19.6	139.6	137.4	11.50	-191	-2.2			
	J	141.8	15.6		18.9	138.5	140.2	11.61	0	0			
	J	138.5	25.0		19.6	143.9	141.2	11.67	-2	0			
	A	143.9	65.8		19.6	190.1	167.0	13.00	-146	-1.9			
	S	192.0	45.0		18.9	202.5	197.8	14.39	-94	-1.4	17.0		
	O	202.5	28.0		19.6	202.5	202.5	14.64	-24	-0.4	8.8		
	N	202.5	30.4		18.9	202.5	202.5	14.64	-45	-0.7	12.2		
	D	202.5	12.2		19.6	195.1	198.8	14.46	37	0.5			
	ANUAL		265.1		230.5					-2.0	38.0		
	E	194.6	6.9		19.6	181.9	188.2	14.00	76	1.1			
	F	180.8	5.4		17.7	168.5	174.6	13.31	80	1.1			
	M	167.4	4.4		19.6	152.2	159.8	12.63	152	1.9			
	A	150.3	6.2		18.9	137.6	144.0	11.81	-2	0.0			
	M	137.6	13.7		19.6	131.7	134.6	11.31	-75	-0.8			
	J	132.5	23.1		18.9	136.7	134.6	11.31	-229	-2.6			
	J	139.3	60.0		19.6	139.7	159.5	12.60	-470	-5.9	38.7		
	A	185.6	72.1		19.6	202.5	194.1	14.23	-219	-3.1	24.8		
	S	202.5	43.0		18.9	202.5	202.5	14.64	-45	-0.7	57.8		
	O	202.5	75.5		19.6	202.5	202.5	14.64	-128	-1.9	21.5		
	N	202.5	40.2		18.9	202.5	202.5	14.64	-12	-0.2	5.5		
	D	202.5	25.6		19.6	202.5	202.5	14.64	37	0.5			
	ANUAL		376.1		230.5					-10.6	148.3		
	E	202.5	15.0		19.6	197.9	200.2	14.51	48	0.7			
	F	197.2	10.1		17.7	189.6	193.4	14.24	108	1.5			
	M	188.1	8.9		19.6	177.4	182.8	13.70	81	1.1			
	A	176.3	8.4		18.9	165.8	171.0	13.15	29	0.4			
	M	165.4	7.2		19.6	153.0	159.7	12.61	23	0.3			
	J	152.7	26.5		18.9	160.3	156.5	12.41	-177	-2.2			
	J	162.5	48.8		19.6	191.7	177.1	13.45	-213	-2.9	40.1		
	A	194.6	65.8		18.9	202.5	198.6	14.35	-123	-1.8	39.0		
	S	202.5	54.2		19.6	202.5	202.5	14.64	-254	-3.7	30.1		
	O	202.5	48.8		19.6	202.5	202.5	14.64	-64	-0.9	16.9		
	N	202.5	35.0		18.9	202.5	202.5	14.64	-56	-0.8	16.9		
	D	202.5	17.3		19.6	200.2	201.4	14.56	75	1.1	16.9		
	ANUAL		346.0		203.5					-7.2	126.1		



ANEXO A- 38

CASO: \_\_\_\_\_

HOJA Nº \_\_\_\_\_

4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	E	178.2	4.8		19.6	163.4	170.3	13.12	92	1.2			
	F	162.2	3.0		17.7	147.5	154.8	12.41	110	1.4			
	M	146.1	2.2		19.6	128.7	137.4	11.50	152	1.7			
	A	127.0	1.7		18.9	109.8	118.4	10.47	109	1.1			
1.959	M	108.7	7.9		19.6	97.0	102.8	9.56	- 78	-0.7			
	J	97.7	13.3		18.9	92.1	94.9	9.07	-121	-1.1			
1.960	J	93.2	18.5		19.6	92.1	92.6	8.94	-102	-0.9			
	A	93.0	34.5		19.6	107.9	100.4	9.40	-144	-1.4			
	S	109.3	40.2		18.9	130.6	120.0	10.55	- 37	-0.4			
	O	131.0	23.9		19.6	135.3	133.2	11.26	- 57	-0.6			
	N	135.9	31.9		18.9	148.9	142.4	11.75	- 51	-0.6			
	D	149.5	12.2		19.6	142.1	145.8	11.92	11	0.1			
	ANUAL		194.1		230.5					-0.2			
	E	142.0	7.4		19.6	129.8	135.9	11.44	92	1.1			
	F	128.7	4.2		18.3	114.6	121.6	10.61	90	1.0			
	M	113.6	5.4		19.6	99.4	101.5	9.49	152	1.4			
	A	98.0	4.1		18.9	83.2	90.1	8.75	- 26	-0.2			
1.961	M	83.4	13.2		19.6	77.0	80.2	8.10	11	0.1			
	J	76.9	11.4		18.9	69.4	73.2	7.59	- 59	-0.4			
1.960	J	69.8	25.7		19.6	75.9	72.8	7.56	- 60	-0.4			
	A	76.3	44.2		19.6	100.9	88.6	8.66	-212	-1.8			
	S	102.7	40.5		18.9	124.3	113.5	11.19	-148	-1.7			
	O	126.0	24.4		19.6	130.8	128.4	11.02	30	0.3			
	N	130.5	15.5		18.9	127.1	128.8	11.03	13	0.1			
	D	127.0	12.6		19.6	120.8	123.5	10.72	24	0.2			
	ANUAL		208.6		231.1					-0.3			
	E	119.8	5.2		19.6	105.4	112.6	10.15	92	0.9			
	F	104.5	2.9		17.7	89.7	97.1	9.21	110	1.0			
	M	88.7	2.3		19.6	71.4	80.0	8.07	149	1.2			
	A	70.2	2.1		18.9	53.4	61.8	6.75	123	0.8			
1.961	M	52.6	2.0		19.6	35.0	43.8	5.23	107	0.6			
	J	34.4	9.3		18.9	24.8	29.6	3.95	- 91	-0.4			
1.960	J	25.2	33.1		19.6	38.7	32.0	4.19	-156	-0.6			
	A	30.3	55.9		19.6	75.6	57.4	6.39	-123	-0.8			
	S	76.4	34.5		18.9	92.0	84.2	8.36	- 2	0.0			
	O	92.0	19.8		19.6	92.2	92.1	8.89	- 2	0.0			
	N	92.2	19.3		18.9	92.6	92.4	8.90	5	0.0			
	D	92.6	9.6		19.6	82.6	87.6	8.59	73	0.6			
	ANUAL		196.0		230.5					3.3			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	E	82.0	5.4		19.6	67.8	74.9	7.73	92	0.7			
	F	67.1	3.6		17.7	53.0	60.0	6.60	110	0.7			
	M	52.3	3.4		19.6	36.1	44.2	5.30	106	0.6			
	A	35.5	2.2		18.9	18.8	27.2	3.70	122	0.4			
	M	18.4	23.9		19.6	22.7	20.5	3.04	-128	-0.5			
	J	23.2	35.9		18.9	40.2	31.7	4.15	-166	-0.7			
1.962	J	40.9	32.0		19.6	53.3	47.1	5.54	-48	-0.3			
	A	53.6	53.2		19.6	87.2	70.4	7.37	-202	-1.5			
	S	88.7	30.8		18.9	100.6	94.6	9.03	-14	-0.1			
	O	100.7	25.1		19.6	106.2	103.4	9.57	53	0.5			
	N	105.7	17.2		18.9	104.0	52.0	5.95	21	0.1			
	D	103.9	7.7		19.6	92.0	98.0	9.25	98	0.9			
	ANUAL		240.4		230.5					0.8			
	E	91.1	5.4		19.6	76.9	84.0	8.30	67	0.6			
	F	76.3	3.1		17.7	61.7	69.0	7.30	110	0.8			
	M	60.9	2.4		19.6	43.7	52.3	6.00	152	0.9			
	A	42.8	7.5		18.9	31.4	37.1	4.65	4	0.0			
	M	31.4	41.6		19.6	53.4	42.4	5.11	-184	-0.9			
1.963	J	54.3	41.2		18.9	76.6	65.4	7.01	-91	-0.6			
	J	77.2	51.1		19.6	108.7	93.0	8.94	-110	-1.0			
	A	109.7	58.3		19.6	148.4	129.0	11.10	-58	-0.6			
	S	149.0	69.6		18.9	199.7	174.4	13.31	-32	-0.4			
	O	200.1	35.9		19.6	202.5	201.3	14.54	-117	-1.7	15.6		
	N	202.5	29.7		18.9	202.5	202.5	14.64	47	0.7	10.1		
	D	202.5	15.9		19.6	198.8	200.6	14.50	48	1.4			
	ANUAL		361.7		230.5					-0.8	25.7		
	E	197.4	9.7		19.6	187.5	192.4	14.20	92	1.3			
	F	186.2	5.9		18.3	173.8	180.0	13.58	110	1.5			
	M	172.3	4.9		19.6	157.6	165.0	12.87	152	2.0			
	A	155.6	6.9		18.9	143.6	149.6	12.11	78	0.9			
	M	142.7	10.4		19.6	133.5	138.1	11.50	35	0.4			
1.964	J	133.1	24.3		18.9	138.5	135.8	11.39	-87	-1.0			
	J	139.5	50.8		19.6	170.7	155.1	12.37	7	0.1			
	A	170.6	58.6		19.6	202.5	186.6	13.92	-193	-2.7	9.8		
	S	202.5	58.8		18.9	202.5	202.5	14.64	-136	-2.0	41.9		
	O	202.5	29.4		19.6	202.5	202.5	14.64	19	0.3	9.5		
	N	202.5	17.9		18.9	201.5	202.0	14.58	46	0.7			
	D	200.8	10.8		19.6	192.0	196.4	14.30	98	1.4			
	ANUAL		288.4		231.1					2.9	61.2		



12

1

100

10

1