

Estudio Hidrológico de la Quebrada Anauco

Análisis de Frecuencia de Picos

Máximos Anuales

Julio 1974

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE LA CUENCA	1
3. SEGMENTACION DE LA CUENCA Y RED DE CANALES	2
4. METODOLOGIA EMPLEADA	2
4.1 Descripción del Modelo M.S.C	3
4.2 Preparación del Modelo	4
4.3 Calibrado del Modelo	6
5. RESULTADOS DE LA SIMULACION	7
6. ANALISIS DE FRECUENCIA DE GASTOS MAXIMOS ANUALES	8
7. RESUMEN	8
8. RECOMENDACIONES	9

A N E X O S

	Nº
SEGMENTACION DE LA CUENCA Y RED DE CANALES	1
RESULTADOS DE LA SIMULACION DE LA CRECIENTE DE FECHA 18/06/70 EN LA QUEBRADA CAURIMARE EN PETARE	2
RESULTADOS DE LA SIMULACION EN LA QUEBRADA ANAUCO	3
GASTOS MAXIMOS SIMULADOS EN CADA TRAMO DE LA RED DE CANALES DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA ANAUCO	4
ANALISIS DE FRECUENCIA DE GASTOS MAXIMOS ANUALES	5

1. INTRODUCCION

A petición del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, se procedió a la realización del presente estudio hidrológico que tiene por objeto dar las crecientes para el diseño de la canalización de la Quebrada Anauco y sus afluentes las Quebradas: Caraballo, Cotiza, Gamboa y Las Beatas.

El presente estudio fué realizado en la Unidad Técnica de la División de Hidrología por el Ing. Francisco Obregón, con la colaboración del Asistente de Ing. III Tirso Luis García en los trabajos de campo y la preparación de los datos usados.

2. DESCRIPCION DE LA CUENCA

La Quebrada Anauco tiene su nacimiento en la Fila Maestra de la Cordillera de la Costa, entre los $10^{\circ} 34' \text{ L.N.}$ y $66^{\circ} 54' \text{ L.W.}$ Tiene una dirección franca Norte-Sur hasta su desembocadura en el Río Guaire. En su trayecto recorre una longitud de 5.4 Km. aproximadamente y drena una superficie de 15 Km^2 , recibiendo el aporte de varias quebradas tributarias entre ellas: Quebrada Caraballo, Quebrada Cotiza, Quebrada Gamboa y Quebrada Las Beatas. En la cuenca de la Quebrada Anauco, se observan dos sectores bien diferenciados, un sector que comprende la parte alta de la cuenca hasta la Avenida Boyaca. Este sector se caracteriza por su vegetación de bosque (Parque Nacional El Avila) y altas pendientes. La Quebrada Anauco y sus tributarios que surcan este sector, presentan en su cauce saltos y rápidos. El otro sector comprende la parte media y baja de

la cuenca, desde la Avenida Boyacá hasta su desembocadura en el Río Guaire. Este sector se caracteriza por estar altamente urbanizado. Las características climáticas son homogéneas en toda la cuenca.

3. SEGMENTACION DE LA CUENCA Y RED DE CANALES

Se define como un segmento de una cuenca, aquel sector donde las características climáticas, fisiográficas, topografía y vegetación sean homogéneas en todo el sector.

Atendiendo a esta definición, se dividió a la cuenca de la Quebrada Anauco en dos segmentos. El segmento I comprende la parte alta de la cuenca hasta la Avenida Boyacá. El segmento II comprende el sector urbanizado de la cuenca, desde la Avenida Boyacá hasta el Río Guaire. Estos segmentos comprenden una Area de 11.7 km^2 y $3,4 \text{ km}^2$ respectivamente .

La red de canales que forman la cuenca, se dividieron en 11 tramos, de los cuales 4 tramos están comprendidos en el segmento I y 7 tramos en el segmento II. En el Anexo N° 1, se muestra la división de la cuenca y los tramos que forman la red de canales.

4. METODOLOGIA EMPLEADA

Para la elaboración de este estudio se uso el modelo matemático MSC (Modelo de Simulación de Crecientes) elaborado por el Ing. Francisco A. Obregón.

Este modelo es una versión simplificada del modelo de Simulación Hidrológica de la Universidad de Stanford (Linsley y Crawford, 1966 Stan-

ford University, California) adaptado para su aplicación en cuencas urbanas, pequeñas cuencas rurales ó cuencas con combinación de parte rural y parte urbana, como es el caso de la Quebrada Anauco que nos ocupa en este estudio. El modelo MSC parte de la hipótesis de que en cuencas pequeñas y sobre todo aquellas que drenan zonas urbanizadas, las crecientes máximas son producidas por tormentas máximas ocurridas con condiciones óptimas de humedad antecedente a la tormenta. En el modelo se consideran solamente los escurrimientos que contribuyen directamente en la formación de la creciente, es decir, el escurrimiento directo (escurrimiento sobre área impermeable), escurrimiento superficial y escurrimiento intermedio ó interflujo.

4.1 Descripción del Modelo M.S.C.

El Modelo de Simulación de Crecientes está formado por tres Módulos o secciones que operan conjuntamente. En el Módulo I, se le suministran al modelo los datos básicos para la simulación de las crecientes, estos datos lo constituyen la precipitación y evaporación con intervalos de 15 minutos ocurridas durante una tormenta. Para la simulación de la creciente máxima anual se escoje dentro de las tormentas máximas ocurridas durante el año, aquella que estuviese precedida de mayores lluvias antecedentes.

En el Módulo II (Fase suelos), se le suministran los parámetros que gobernarán las expresiones matemáticas que representan las fa-

ses del ciclo hidrológico en que se forman los escurrimiento productores de la creciente. En este módulo se calculan para intervalos de 15 minutos las láminas de escurrimiento directo, superficial e interflujo. Estos cálculos se efectúan para cada uno de los segmentos en que previamente se ha subdividido la cuenca en estudio.

En el Módulo III (Fase Canales) se convierten las láminas de escurrimiento calculadas en gastos y se transitan por la red de canales que forman la cuenca. Para este tránsito se le suministra al modelo como datos de entrada las características topográficas e hidráulicas de las secciones transversales dominantes en cada uno de los tramos que conforman la red de Canales.

4.2 Preparación del Modelo

Como se indica en el aparte 3, la cuenca de la Quebrada Anaco se dividió en dos segmentos. El segmento I, lo constituye la parte alta de la cuenca hasta la Avenida Boyacá, con una área drenada de 11.7 km^2 aproximadamente. El segmento II está formado por la parte urbanizada de la cuenca hasta la Plaza Estrella en San Bernardino. Este segmento tiene un área de 3.4 Km^2 aproximadamente.

Los datos de precipitación y evaporación usados para el cálculo de los escurrimientos simulados en ambos segmentos, fueron tomados de los registros de la estación "La Salle" perteneciente al Instituto de Obras Sanitarias, que opera con un pluviógrafo registrador y tina

de evaporación al sol clase A. El período de registro para esta estación es de 14 años (1960-1973). Las tormentas usadas para la simulación de las crecientes fueron las siguientes:

Tormenta N°	Fecha	Precipitación (mm)	Duración (minutos)
1	13/11/60	40.6	120
2	01/09/61	41.5	73
3	03/06/62	38.6	120
4	17/05/63	57.2	120
5	28/06/64	33.3	90
6	02/08/65	41.6	90
7	27/09/66	52.2	120
8	06/09/67	26.2	75
9	13/09/68	50.2	60
10	27/07/69	31.6	120
11	15/06/70	17.4	60
12	27/04/71	71.9	105
13	04/10/72	83.4	60
14	07/12/73	34.7	75

Para el tránsito de las crecientes por la red de canales, en cada tramo se levantó topográficamente la sección transversal que se consideró como dominante para el tramo. A cada sección se le calcularon: el área, perímetro mojado y radio hidráulico para tirantes de agua con incrementos de 10 cm, hasta la cota de desborde de la sección. Con estos elementos se trazaron las curvas de tirante de agua v s gasto y tirante v s radio hidráulico. Mediante sucesivos tanteos se determinó para cada tramo una sección trapezoidal cuyas

características hidráulicas sean semejantes a las de la sección natural, es decir una sección trapecial que teniendo la misma cota de fondo que la natural, sus curvas de radio hidráulico vs tirante y tirante vs gasto coincidan sensiblemente con las de la sección natural o existente.

Esta sección trapecial equivalente es la usada en la fase canales para el tránsito de las crecientes. Además a cada tramo se le determino su pendiente y coeficiente de rugosidad.

4.3 Calibrado del Modelo

Cuando en el sitio de interés de la cuenca en estudio, se tiene crecientes registradas o aforadas, se fijan en la fase suelos unos parámetros iniciales de acuerdo a las características climáticas, topográficas, fisiográficas, geológicas y cobertura vegetal de la cuenca. En sucesivos corridos del modelo se van ajustando estos parámetros hasta obtener una creciente simulada semejante a la registrada. Como estos parámetros representan características físicas de la cuenca que no varían o varían poco con el tiempo (Excepto el índice de humedad antecedente), se supone el modelo en capacidad de generar las crecientes deseadas para el período de simulación.

En el estudio que nos ocupa de la Quebrada Anauco, no se tienen crecientes registradas ni aforadas y el calibrado del modelo se efectuó en base a una creciente registrada en la Quebrada Caurimare

en Petare. Esta creciete se simuló considerando un solo segmento y usando los datos de precipitación de la estación Petare, perteneciente al INOS. Los mismos parámetros usados en la fase suelos para la simulación de la creciete registrada en la Quebrada Caurimare, se usaron en los segmentos I y II de la cuenca de la Quebrada Anauco (Exceptuando los parámetros de las condiciones de humedad antecedente y área impermeable) ya que ambas son semejante en cuanto a sus características físicas. En el Anexo N° 2 se muestran los resultados obtenidos de la simulación de la creciete ocurrida el 18-06-70, de la Quebrada Caurimare en Petare.

5. RESULTADOS DE LA SIMULACION

Una vez calibrado el modelo, se procedió a la simulación de las crecientes producidas por las tormentas a que se hace mención en el aparte 3.2 para el período 1960-1973.

Debido al volumen de la impresión de los resultados, sólo se muestra en el Anexo N° 3 un ejemplo de la simulación de la creciete de fecha 17-05-63. Se observa en este ejemplo las láminas de escurrimientos calculados en la Fase Suelos y las crecientes para cada uno de los 11 Canales que forman la red (ver Anexo N° 1).

En el Anexo N° 4 se muestran los gastos máximos anuales simulados en cada uno de los 11 Canales de la red para las 14 crecientes anuales del período 1960-1973.

6. ANALISIS DE FRECUENCIA DE GASTOS MAXIMOS ANUALES

Con los gastos máximos anuales en los siguientes Canales:

- CANAL N° 5; Qda. Cotiza antes de la confluencia con Qda. Anauco
- CANAL N° 6; Qda. Anauco antes de la confluencia con Cotiza
- CANAL N° 8; Qda. Caraballo antes de la confluencia con Qda. Anauco.
- CANAL N° 10; Qda. Gamboa antes de la confluencia con Qda. Anauco
- CANAL N° 11; Qda. Anauco en Plaza Estrella.

se efectuó un análisis de frecuencia de valores extremos mediante la aplicación de método de Gumbel, con el objeto de determinar los gastos máximos a esperarse para períodos de retorno de 2.33; 5; 10; 25; 50 y 100 años.

En el Anexo N° 5 se muestran los resultados.

7. RESUMEN

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos

Canal N°	Identificación	Unidad	Período de Retorno (años)					100
			2,33	5	10	25	50	
5	Qda. Cotiza	m ³ /seg	3.96	5.81	7.32	9.23	10.64	12.05
6	Qda. Anauco	m ³ /seg	7.87	10.62	12.86	15.70	17.80	19.82
8	Qda. Caraballo	m ³ /seg	5.65	7.60	9.18	11.19	12.67	14.14
10	Qda. Gamboa	m ³ /seg	4.14	5.73	7.03	8.68	9.89	11.10
11	Qda. Anauco	m ³ /seg	23.46	31.61	38.24	46.65	52.86	59.03

8. RECOMENDACIONES

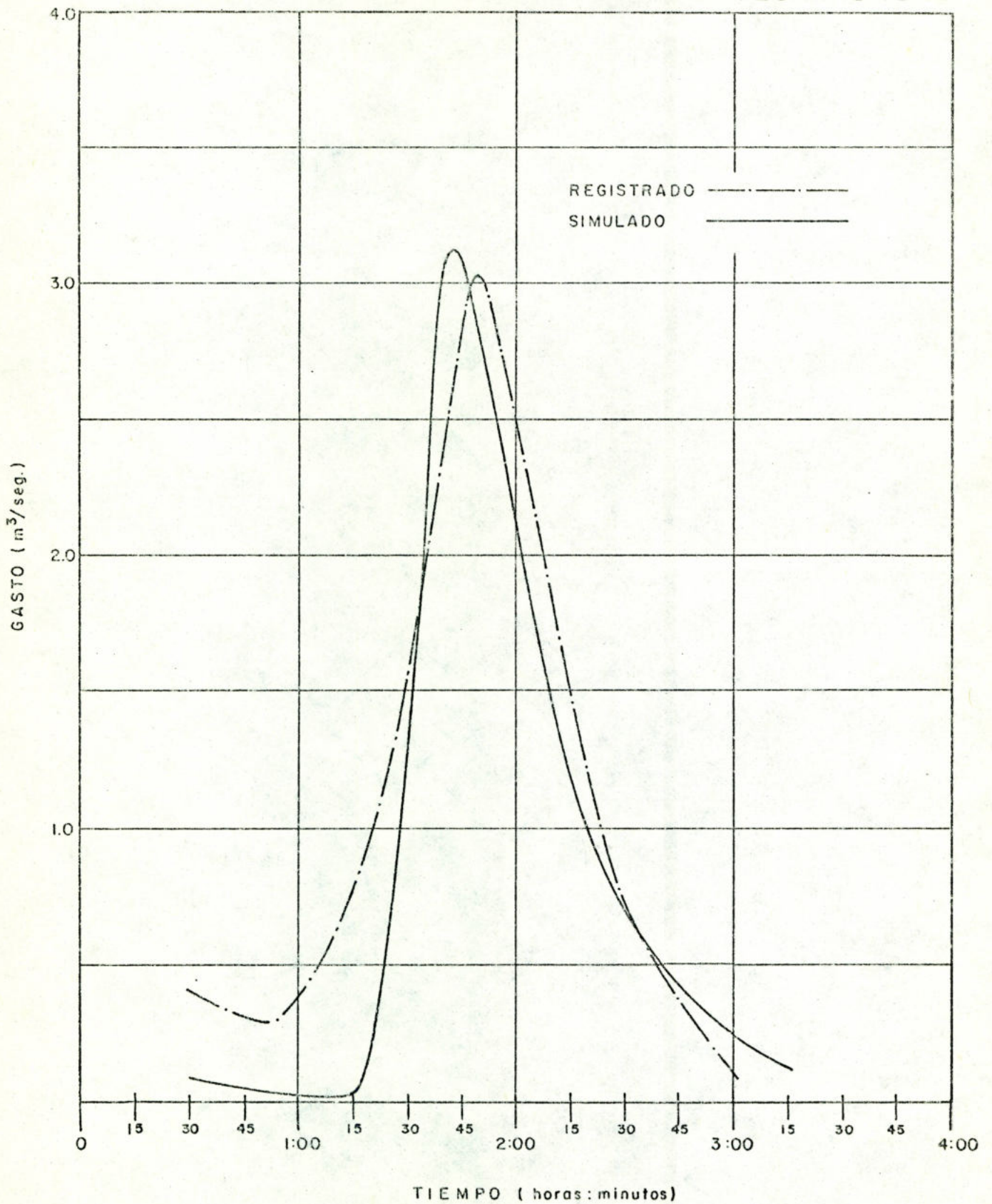
En vista de que en la Quebrada Anauco no existen registros fluviométricos ni aforos practicados, el Modelo MSC, se calibró con una creciente registrada en la Quebrada Caurimare, aún cuando la cuenca de las dos Quebradas son homogéneas, se recomienda tomar este estudio con carácter preliminar y practicar un aforo en la Quebrada Anauco, en momento de estar crecida para así poder comparar el gasto aforado con el gasto que resultaría de la simulación de esa creciente aforada.

ANEXO N° 1

ANEXO N° 2

QUEBRADA CAURIMARE EN PETARE
HIDROGRAMA REGISTRADO Y SIMULADO

FECHA: 18-06-70



MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

GUERRACA CAURIMARE EN PETARE

MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES

ESTIMACION DE LAS LAMINAS DE ESCURRIMIENTO

SEGMENTO NUMERO : 1

FECHA 70/ 6/18

PARAMETROS PARA EL CALCULO

PORCENTAJE DE AREA IMPERMEABLE : 0.01
INDICE DE ALMAC. POR INTERCEPCION: 3.50
ALMACENAMIENTO EN LA ZONA FAJA : 20.00
CONDICIONES DE HUMEDAD ANTECED. : 0.80
INDICE DE INFILTRACION : 3.00
INDICE DE INTERFLUJO : 1.00
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL : 5.20
PENC. DEL FLUJO HACIA EL CAUCE : 0.2500

MANNING PARA EL FLUJO SUPERFICIAL: 0.1500

TIEMPO EN MINUTOS	15	30	45	60	75	90	105	120
PRECIPITACION NETA	0.3	0.1	0.3	2.5	25.3	5.5	0.3	0.4
ESCURRIMIENTO S/A IMPERM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.05	0.00	0.00
ESCURRIMIENTO SUPERF.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.12	0.00	0.00
INTERFLUJO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01
ESCURRIMIENTO TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.19	0.01	0.01

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

GUERRACA CAURIMARE EN PETARE

MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES

FASE CANALES

TRANSITO DE LA CRECIENTE POR LA RED DE CANALES

ANOMES/DIA/ HORA / CANAL 1

70 6 18 0:25 0.10

70 6 18 0:30 0.09

70 6 18 0:35 0.07

70 6 18 0:40 0.06

70 6 18 0:45 0.05

70 6 18 0:50 0.04

70 6 18 0:55 0.03

70 6 18 0:60 0.03

70 6 18 1: 5 0.02

70 6 18 1:10 0.02

70 6 18 1:15 0.02

70 6 18 1:20 0.01

70 6 18 1:25 0.15

70 6 18 1:30 1.37

70 6 18 1:35 2.36

70 6 18 1:40 2.12

70 6 18 1:45 2.87

70 6 18 1:50 2.67

70 6 18 1:55 2.47

70 6 18 1:60 2.06

70 6 18 2: 5 1.72

70 6 18 2:10 1.44

70 6 18 2:15 1.21

~~70 6 18 2:20 1.02~~

~~70 6 18 2:25 0.85~~

~~70 6 18 2:30 0.72~~

~~70 6 18 2:35 0.60~~

~~70 6 18 2:40 0.49~~

~~70 6 18 2:45 0.41~~

~~70 6 18 2:50 0.34~~

~~70 6 18 2:55 0.29~~

~~70 6 18 2:60 0.23~~

~~70 6 18 3: 5 0.19~~

~~70 6 18 3:10 0.16~~

~~70 6 18 3:15 0.13~~

~~70 6 18 3:20 0.11~~

ANEXO N° 3

MGP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

QUEBRADA ANAUO EN PLAZA ESTRELLA

MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES

ESTIMACION DE LAS LAMINAS DE ESCURRIMIENTO

SEGMENTO NUMERO : 1

FECHA 63/ 5/17

PARAMETROS PARA EL CALCULO

PORCENTAJE DE AREA IMPERMEABLE : 0.01
INDICE DE ALMAC. POR INTERCEPCION: 3.50
ALMACENAMIENTO EN LA ZONA BAJA : 20.00
CONDICIONES DE HUMEDAD ANTECEDENTE: 0.50
INDICE DE INFILTRACION : 2.00
INDICE DE INTERFLUJO : 1.50
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL : 6.00
PEND. DEL FLUJO HACIA EL CAUCE : 0.3000
MANNING PARA EL FLUJO SUPERFICIAL: 0.2000

TIEMPO EN MINUTOS	15	30	45	60	75	90	105	120
PRECIPITACION NETA	12.9	5.3	27.5	7.9	1.9	0.9	0.2	0.6
ESCURRIMIENTO S/A IMPERM	0.09	0.05	0.28	0.08	0.02	0.01	0.00	0.01
ESCURRIMIENTO SUPERF.	0.00	0.04	0.22	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
INTERFLUJO	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
ESCURRIMIENTO TOTAL	0.10	0.10	0.51	0.16	0.05	0.05	0.04	0.05

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA
QUEBRADA ANAUO EN PLAZA ESTRELLA
MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES
ESTIMACION DE LAS LAMINAS DE ESCURRIMIENTO

SEGMENTO NUMERO : 2

FECHA 63/ 5/17

PARAMETROS PARA EL CALCULO

PORCENTAJE DE AREA IMPERMEABLE : 0.30
INDICE DE ALMAC. POR INTERCEPCION: 2.00
ALMACENAMIENTO EN LA ZONA BAJA : 10.00
CONDICIONES DE HUMEDAD ANTECEDENTE: 0.50
INDICE DE INFILTRACION : 1.00
INDICE DE INTERFLUJO : 1.00
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL : 2.00
PEND. DEL FLUJO HACIA EL CAUCE : 0.1000
MANNING PARA EL FLUJO SUPERFICIAL: 0.0700

TIEMPO EN MINUTOS	15	30	45	60	75	90	105	120
PRECIPITACION NETA	12.9	5.3	27.5	7.9	1.9	0.9	0.2	0.6
ESCURRIMIENTO S/A IMPERM	3.28	1.60	8.26	2.38	0.58	0.28	0.07	0.19
ESCURRIMIENTO SUPERF.	0.00	0.03	0.16	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
INTERFLUJO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
ESCURRIMIENTO TOTAL	3.28	1.63	8.42	2.43	0.59	0.29	0.08	0.21

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

QUEBRADA ANAUO EN PLAZA ESTRELLA

MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES

FASE CANALES

TRANSITO DE LA CRECIENTE POR LA RED DE CANALES

ANO/MES/DIA/ HORA / CANAL 1 CANAL 2 CANAL 3 CANAL 4 CANAL 5 CANAL 6 CANAL 7 CANAL 8 CANAL 9 CANALIO CANAL11

63	5	17	11:00	0.65	0.67	0.26	0.54	2.01	4.51	1.33	4.21	8.54	2.19	16.05
63	5	17	11:05	0.05	0.06	0.06	0.12	0.41	1.74	0.35	1.30	0.67	0.48	1.54
63	5	17	11:10	0.10	0.13	0.11	0.23	0.74	2.80	0.62	2.27	1.87	0.90	3.86
63	5	17	11:15	0.14	0.18	0.15	0.31	0.96	3.27	0.80	2.85	3.09	1.19	6.16
63	5	17	11:20	0.19	0.23	0.18	0.37	0.95	2.76	0.80	2.63	3.81	1.21	7.44
63	5	17	11:25	0.23	0.28	0.20	0.41	0.96	2.53	0.81	2.48	4.16	1.24	8.10
63	5	17	11:30	0.28	0.34	0.22	0.49	1.07	2.89	0.89	2.71	4.41	1.39	8.67
63	5	17	11:35	0.46	0.58	0.29	0.85	1.87	6.35	1.51	5.33	6.04	2.38	12.21
63	5	17	11:40	0.53	0.78	0.35	1.12	2.47	8.24	1.94	7.06	8.40	3.16	16.75
63	5	17	11:45	0.77	0.95	0.38	1.29	2.85	8.89	2.17	7.93	10.67	3.68	21.02
63	5	17	11:50	0.78	0.95	0.36	1.15	2.53	6.45	1.85	6.33	11.37	3.32	21.98
63	5	17	11:55	0.80	0.96	0.34	1.05	2.31	5.20	1.63	5.27	11.03	3.03	21.28
63	5	17	11:60	0.80	0.95	0.33	0.96	2.15	4.42	1.46	4.48	10.36	2.77	19.90
63	5	17	12:05	0.77	0.90	0.30	0.81	1.84	3.14	1.19	3.28	9.27	2.33	17.60
63	5	17	12:10	0.74	0.85	0.28	0.70	1.63	2.46	1.01	2.49	8.08	1.99	15.16
63	5	17	12:15	0.72	0.81	0.27	0.61	1.47	2.06	0.88	1.95	7.00	1.72	12.96
63	5	17	12:20	0.69	0.77	0.26	0.55	1.32	1.70	0.76	1.48	6.06	1.47	11.00
63	5	17	12:25	0.67	0.73	0.25	0.50	1.21	1.49	0.69	1.17	5.27	1.28	9.38
63	5	17	12:30	0.65	0.70	0.25	0.46	1.13	1.36	0.63	0.95	4.65	1.13	8.09
63	5	17	12:35	0.62	0.67	0.24	0.43	1.04	1.17	0.57	0.73	4.13	1.00	7.01
63	5	17	12:40	0.60	0.64	0.24	0.41	0.98	1.06	0.53	0.59	3.69	0.89	6.13
63	5	17	12:45	0.59	0.61	0.23	0.39	0.93	1.00	0.51	0.50	3.35	0.81	5.45
63	5	17	12:50	0.57	0.60	0.23	0.38	0.91	1.02	0.50	0.48	3.11	0.77	4.99

63	5	17	12:55	0.56	0.58	0.23	0.38	0.89	1.02	0.50	0.47	2.95	0.74	4.67
63	5	17	12:60	0.55	0.56	0.23	0.38	0.86	0.99	0.49	0.46	2.83	0.72	4.44
63	5	17	13:5	0.54	0.55	0.23	0.37	0.83	0.89	0.47	0.38	2.70	0.67	4.19
63	5	17	13:10	0.52	0.53	0.23	0.36	0.80	0.82	0.46	0.33	2.57	0.64	3.96
63	5	17	13:15	0.51	0.52	0.23	0.36	0.77	0.79	0.45	0.29	2.46	0.62	3.75
63	5	17	13:20	0.50	0.51	0.23	0.35	0.75	0.76	0.44	0.27	2.36	0.60	3.58
63	5	17	13:25	0.49	0.50	0.23	0.35	0.74	0.74	0.44	0.25	2.28	0.59	3.45
63	5	17	13:30	0.48	0.49	0.23	0.35	0.72	0.73	0.44	0.24	2.22	0.58	3.34
63	5	17	13:35	0.48	0.48	0.23	0.35	0.71	0.71	0.43	0.24	2.17	0.57	3.25
63	5	17	13:40	0.47	0.47	0.23	0.35	0.70	0.70	0.43	0.23	2.13	0.57	3.19
63	5	17	13:45	0.46	0.46	0.23	0.35	0.69	0.69	0.43	0.23	2.10	0.56	3.14
63	5	17	13:50	0.46	0.46	0.23	0.35	0.68	0.69	0.43	0.23	2.07	0.56	3.09
63	5	17	13:55	0.45	0.45	0.23	0.35	0.68	0.68	0.43	0.22	2.04	0.56	3.06

ANEXO N° 4

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA
 QUEBRACA ANAUCO EN PLAZA ESTRELLA
 MODELO PARA LA SIMULACION DE CRECIENTES MAXIMAS ANUALES

FASE CANALES

GASTOS MAXIMOS ANUALES

	SERIE	CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 8	CANAL 9	CANAL 10	CANAL 11
1	0.51	0.60	0.29	0.68	1.52	4.00	1.22	3.58	6.59	1.92	12.55	
2	2.92	2.05	0.58	2.28	4.68	8.13	1.93	5.57	15.58	4.39	26.96	
3	5.42	6.10	1.13	5.36	6.04	8.80	1.96	3.66	16.32	6.23	25.98	
4	0.81	0.96	0.38	1.29	2.85	5.13	2.19	8.02	11.37	3.68	21.98	
5	5.78	6.06	1.18	5.65	7.36	10.58	2.18	4.96	20.89	6.50	33.44	
6	2.60	2.72	0.57	2.12	4.20	7.29	1.77	5.01	14.02	3.95	24.26	
7	2.43	2.71	0.66	2.70	3.50	7.74	1.88	5.42	10.90	3.97	19.28	
8	1.69	1.77	0.43	1.53	2.82	4.88	1.30	3.40	9.58	2.68	16.60	
9	5.34	5.59	0.88	4.05	8.34	14.56	2.18	5.84	27.42	7.76	47.42	
10	1.21	1.26	0.33	0.95	2.92	6.19	1.67	5.41	11.60	3.05	21.45	
11	0.52	0.53	0.24	0.44	1.55	3.38	1.08	3.12	6.57	1.70	12.25	
12	0.89	1.02	0.38	1.37	3.08	10.75	2.50	9.44	12.30	4.23	24.10	
13	0.55	0.56	0.27	0.58	1.67	3.64	1.14	3.37	7.02	1.81	13.13	
14	1.80	2.21	0.67	2.79	3.08	8.29	2.08	6.38	10.93	4.42	20.64	

ANEXO N° 5

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
 COTIZA ANTES DE LA CONF. CON ANAUCCO (CANAL 5)

RESULTADOS PROBABILISTICCS

ORDEN	VALOR	P. RETORNO,	PROB. OCURR.	PROB. NO OCURR.
1	8.340	15.0	0.067	0.933
2	7.360	7.5	0.133	0.867
3	6.040	5.0	0.200	0.800
4	4.670	3.8	0.267	0.733
5	4.190	3.0	0.333	0.667
6	3.490	2.5	0.400	0.600
7	3.070	2.1	0.467	0.533
8	3.070	1.9	0.533	0.467
9	2.920	1.7	0.600	0.400
10	2.840	1.5	0.667	0.333
11	2.820	1.4	0.733	0.267
12	1.660	1.3	0.800	0.200
13	1.560	1.2	0.867	0.133
14	1.520	1.1	0.933	0.067

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
COTIZA ANTES DE LA CONF. CON ANAUO (CANAL 5)

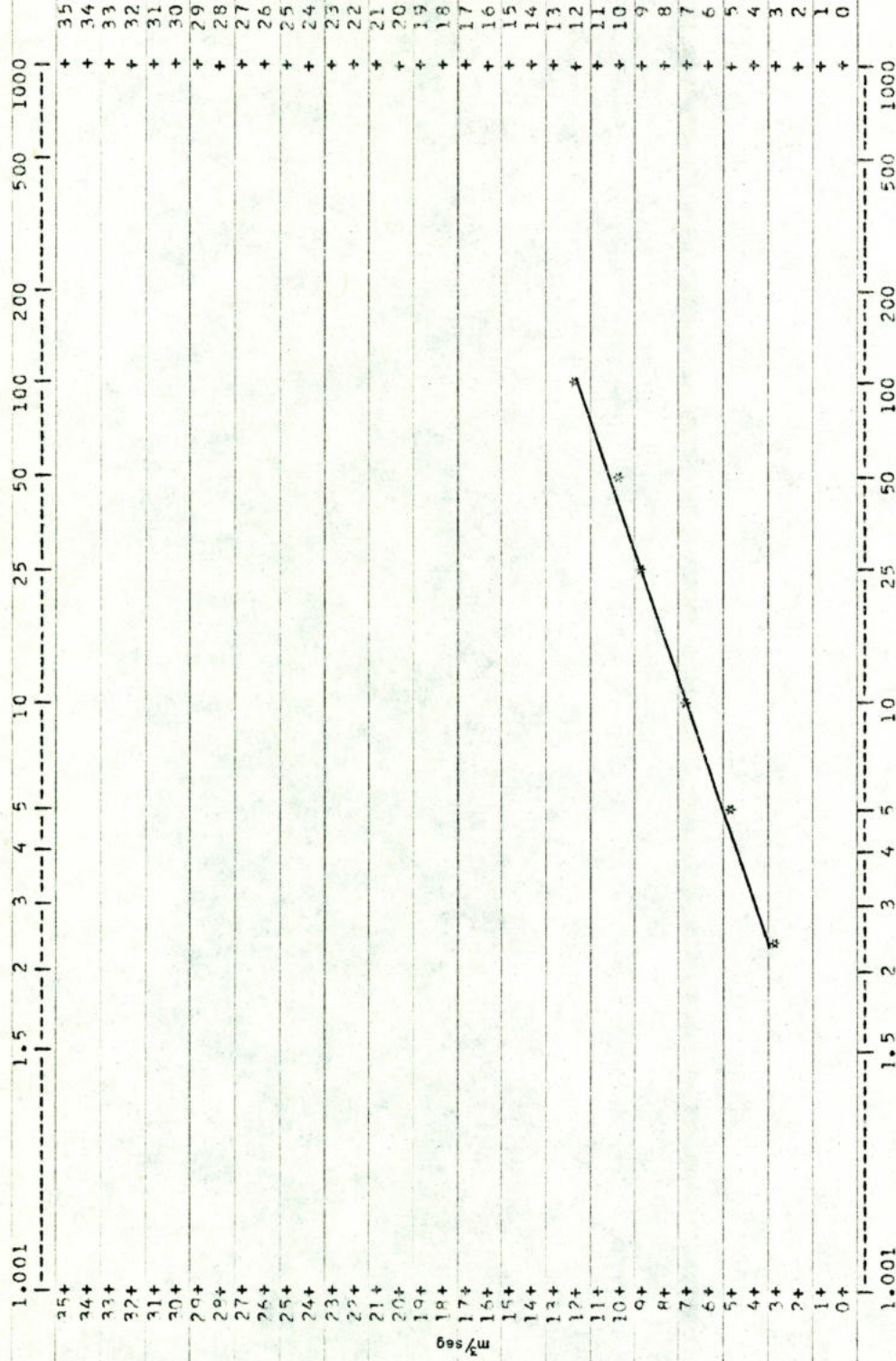
VALCR MEDIC 3.82

DESVIACION STD. 2.03

TR	VALOR	Q/Q(2.3)
2.33	3.96	1.00
5.00	5.81	1.47
10.00	7.32	1.85
25.00	9.23	2.33
50.00	10.64	2.69
100.00	12.05	3.04

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 CURVAS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
 COTIZA ANTES DE LA CONF. CON ANAUO (CANAL 5)



PERIODO DE RETORNO (AÑOS)

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMCS ANUALES
ANAUCO ENTFS DE LA CCNF. CCN CCTIZA (CANAL 6)

RESULTADOS PROBABILISTICCS

ORDEN	VALOR	P. RETORNO,	PROB. OCURR.	PROB. NO OCURR.
1	14.550	15.0	0.067	0.933
2	10.740	7.5	0.133	0.867
3	10.580	5.0	0.200	0.800
4	9.130	3.8	0.267	0.733
5	8.780	3.0	0.333	0.667
6	8.290	2.5	0.400	0.600
7	8.130	2.1	0.467	0.533
8	7.740	1.9	0.533	0.467
9	7.280	1.7	0.600	0.400
10	6.190	1.5	0.667	0.333
11	4.880	1.4	0.733	0.267
12	3.950	1.3	0.800	0.200
13	3.640	1.2	0.867	0.133
14	3.380	1.1	0.933	0.067

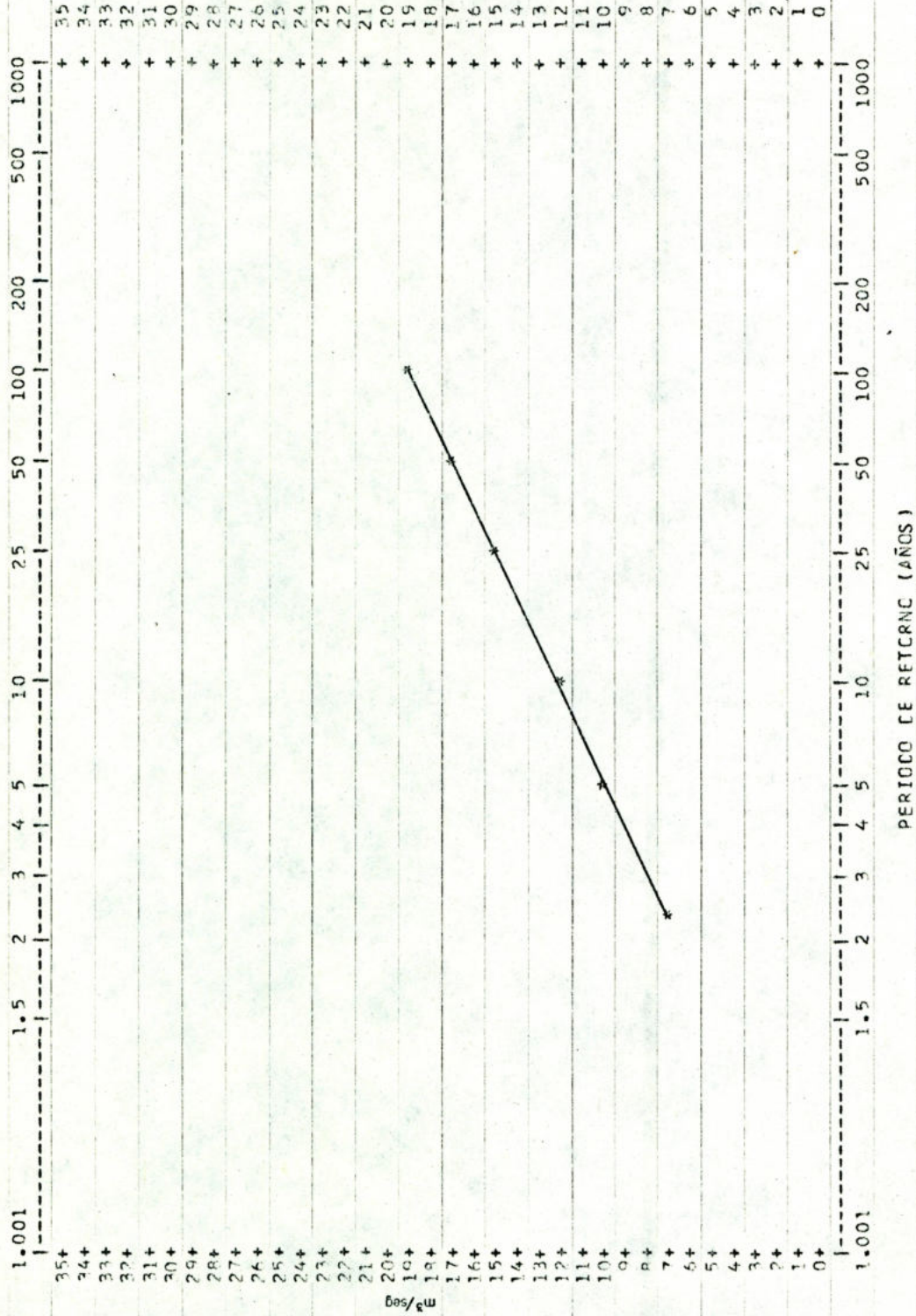
ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
ANAUCO ENTES DE LA CCNF. CON COTIZA (CANAL 6)

VALOR MEDIO 7.56

DESVIACION STD. 3.02

TR	VALCR	Q(Q12.3)
2.33	7.87	1.00
5.00	10.62	1.35
10.00	12.86	1.63
25.00	15.70	2.00
50.00	17.80	2.26
100.00	19.88	2.53

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 CURVAS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
 ANAUCO ENTES DE LA CONF. CON COYIZA (CANAL 6)



ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO

ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES

CARABALLO ENTES DE LA CONF. CON ANAUCC (CANAL 8)

RESULTADOS PROBABILISTICOS

ORDEN	VALOR	P. RETORNO,	PROB. OCURR.	PROB. NO OCURR.
1	9.840	15.0	0.067	0.933
2	5.430	7.5	0.133	0.867
3	8.020	5.0	0.200	0.800
4	6.370	3.8	0.267	0.733
5	5.560	3.0	0.333	0.667
6	5.410	2.5	0.400	0.600
7	5.410	2.1	0.467	0.533
8	5.000	1.9	0.533	0.467
9	4.950	1.7	0.600	0.400
10	3.650	1.5	0.667	0.333
11	3.580	1.4	0.733	0.267
12	3.400	1.3	0.800	0.200
13	3.360	1.2	0.867	0.133
14	3.110	1.1	0.933	0.067

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO

ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES

CARABALLO ENTES DE LA CONF. CON ANAUO (CANAL 8)

VALCR MEDIO 5.51

DESVIACION STD. 2.13

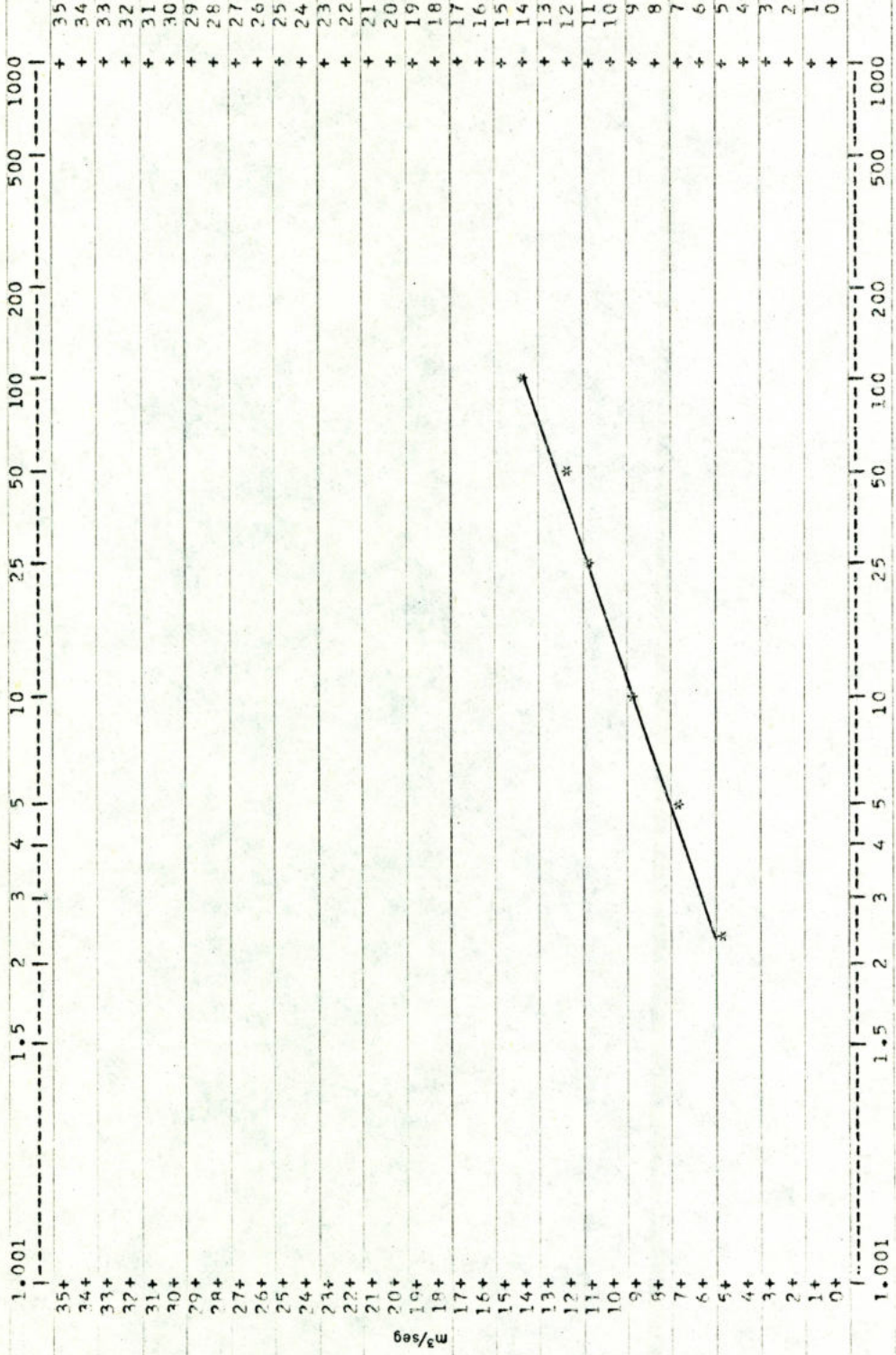
TR	VALCR	Q/Q(2.3)
2.33	5.65	1.00
5.00	7.60	1.34
10.00	9.18	1.62
25.00	11.19	1.98
50.00	12.67	2.24
100.00	14.14	2.50

MOP HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO

CURVAS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES

CAPABALLO ENTES DE LA CONF. CON ANALCO (CANAL 8)



PERIODO DE RETORNO (AÑOS)

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
 GAMBDA ANTES DE LA CCAF. CON ANAUCO (CANAL 10)

RESULTADOS PROBABILISTICOS

ORDEN	VALCR	F. RETORNO,	PROB. OCURR.	PROB. NO OCURR.
1	7.750	15.0	0.067	0.933
2	6.500	7.5	0.133	0.867
3	6.230	5.0	0.200	0.800
4	4.420	3.8	0.267	0.733
5	4.390	3.0	0.333	0.667
6	4.230	2.5	0.400	0.600
7	3.570	2.1	0.467	0.533
8	3.940	1.9	0.533	0.467
9	3.680	1.7	0.600	0.400
10	3.040	1.5	0.667	0.333
11	2.680	1.4	0.733	0.267
12	1.920	1.3	0.800	0.200
13	1.910	1.2	0.867	0.133
14	1.690	1.1	0.933	0.067

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO

ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES

GAMBOA ANTES DE LA CONF. CON ANAUO (CANAL 10)

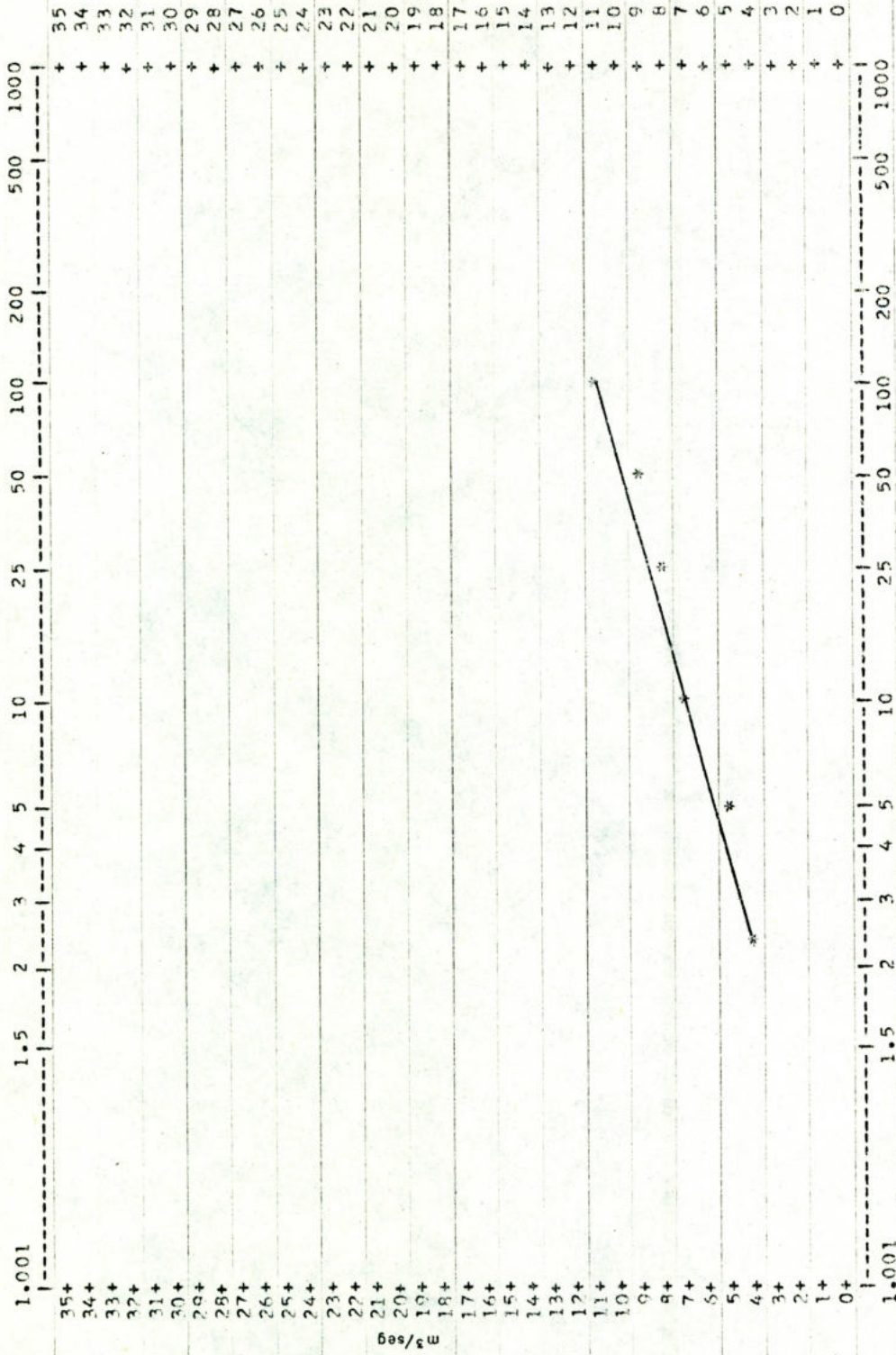
VALOR MEDIO 4.02

DESVIACION STD. 1.75

TR	VALOR	G/C(2.3)
2.33	4.14	1.00
5.00	5.73	1.39
10.00	7.03	1.70
25.00	8.68	2.10
50.00	9.89	2.39
100.00	11.10	2.68

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 GAMBOA ANTES DE LA CONF. CON ANAUOCO (CANAL 10)

CURVAS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES



PERIODO DE RETORNO (AÑOS)

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO

ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES

ANAUCO EN PLAZA LA ESTRELLA (CANAL 11)

RESULTADOS PROBABILISTICOS

ORDEN	VALCR	P. RETORNO	PROB. OCURR.	PROB. NO OCURR.
1	47.410	15.0	0.067	0.933
2	33.440	7.5	0.133	0.867
3	26.950	5.0	0.200	0.800
4	25.970	3.8	0.267	0.733
5	24.760	3.0	0.333	0.667
6	24.100	2.5	0.400	0.600
7	21.970	2.1	0.467	0.533
8	21.440	1.9	0.533	0.467
9	20.630	1.7	0.600	0.400
10	19.270	1.5	0.667	0.333
11	16.590	1.4	0.733	0.267
12	13.120	1.3	0.800	0.200
13	12.540	1.2	0.867	0.133
14	12.240	1.1	0.933	0.067

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
ANAUCO EN PLAZA LA ESTRELLA (CANAL II)

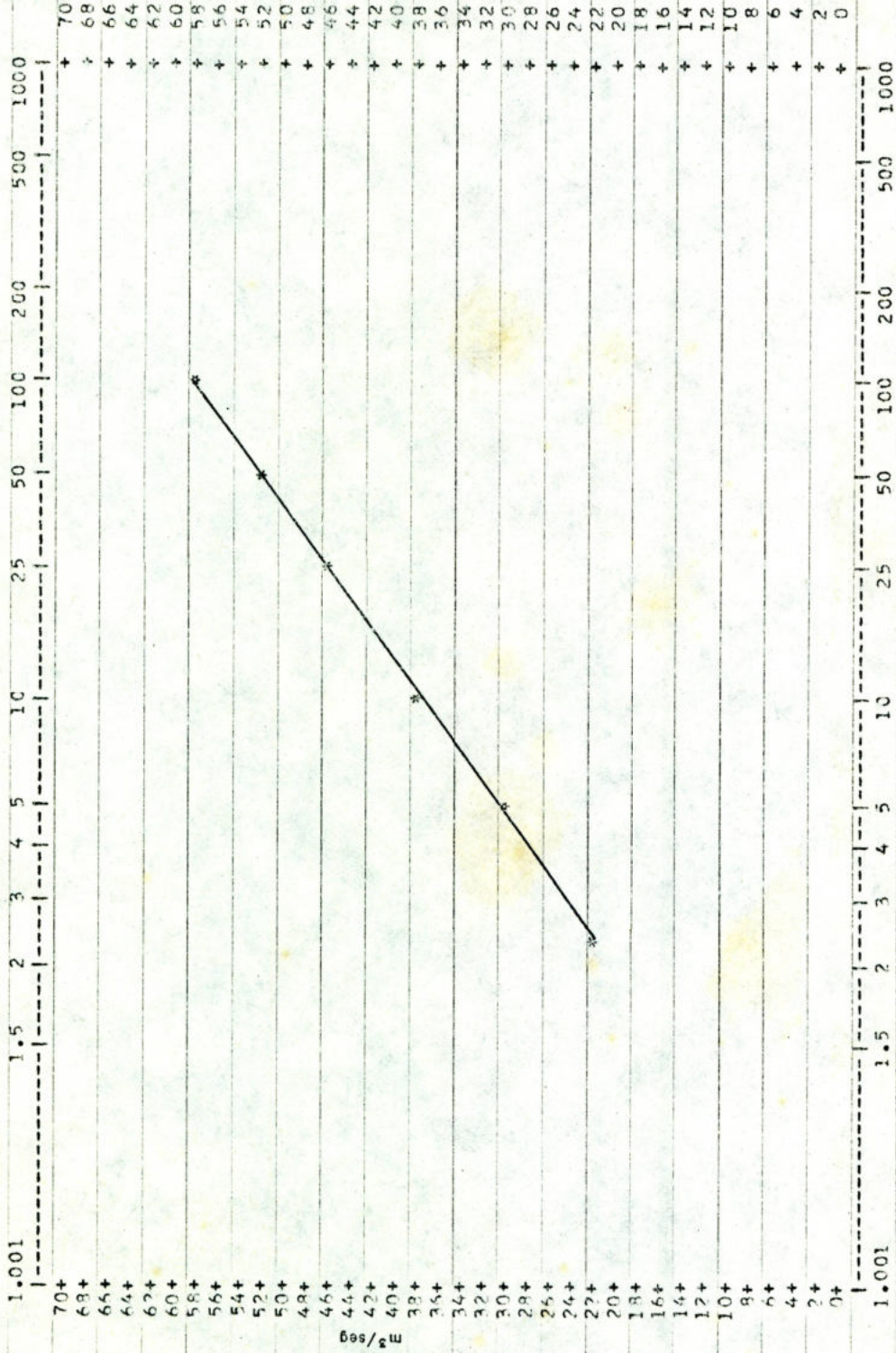
VALCR MEDIC 22.85

DESVIACION STD. 6.54

TR	VALCR	Q/C(2.3)
2.33	23.46	1.00
5.00	31.61	1.35
10.00	38.24	1.63
25.00	46.65	1.99
50.00	52.86	2.25
100.00	59.03	2.52

MOP/HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO
 CURVAS DE FRECUENCIA DE PICOS MAXIMOS ANUALES
 ANAUCA EN PLAZA LA ESTRELLA (CANAL II)



PERIODO DE RETORNO (AÑOS)