

## PRESENTACION

Se presentan en este informe, tres documentos que en forma preliminar describen y analizan las condiciones hidrometeorológicas y de vulnerabilidad que caracterizan el problema de inundaciones en la vertiente Atlántica costarricense.

El sector estudiado es el comprendido por la parte media y baja de las cuencas de los ríos Madre de Dios, Barbilla, Chirripó-Matina, Blanco, Limoncito, Banano, Vizcaya, Bananito y Estrella. Estas fueron afectadas por el terremoto del 22 de abril de 1991, sobre todo en su geomorfología de laderas, geomorfología fluvial y cobertura forestal; los efectos de estos cambios aun no se han reflejado en las sectores de llanuras aluviales que son los lugares de mayor actividad poblacional y económica de estas cuencas.

En el primer documento "Análisis preliminar de zonas con potencial de inundación y sitios vulnerables", se describen los criterios aplicados para establecer la zonificación, se adjunta además un listado de sitios vulnerables para cada una de las cuencas.

En el segundo documento "Análisis hidroclimático del sector Madre de Dios-río Estrella", se hace un estudio de las condiciones de precipitación media mensual, lluvias máximas diarias, intensidades y caudales máximos; todo esto con base en los datos obtenidos de las pocas estaciones ubicadas en la zona que poseen registros confiables.

El tercer documento lo constituyen las Hojas Topográficas de escala 1:50 000, que cubren la parte media y baja de las cuencas estudiadas.

Lic. Gonzalo Hernández R.  
(Coordinador).

## ANALISIS PRELIMINAR DE ZONAS CON POTENCIAL DE INUNDACION Y SITIOS VULNERABLES

### I. INTRODUCCION

Las áreas estudiadas corresponden a la parte media y baja de las cuencas de los ríos Madre de Dios, Barbilla, Chirripó-Matina, Escondido, Cuba, Rojo, Toro, Blanco, Moín, Limoncito, Banano, Vizcaya, Bananito y Estrella.

Estas cuencas fueron muy afectadas por el terremoto del 22 de abril de 1991, los violentos cambios geomorfológicos y de cobertura forestal ocurridos en ellas hacen pensar que el régimen hidrológico y la morfodinámica fluvial también tendrá significativos "desequilibrios" que se manifestarán en las partes media y baja, principalmente en forma de inundaciones que incluso podrían afectar áreas de las cuales no se tiene registro de ningún evento parecido. Probablemente las mayores avenidas acarrearán gran cantidad de materiales y escombros como gravas, rocas, árboles y lodo, una buena parte de estos materiales se encuentran depositados en la cuenca media de los ríos antes mencionados, lo que fomenta la erosión lateral en estas zonas, a la vez estos materiales también causan sedimentación en la cuenca baja, lo cual puede ser un factor importante en el desvío de los cauces hacia otras direcciones con la consiguiente inundación.

Por lo tanto se ha considerado necesario identificar en mapas las zonas más propensas a los eventos mencionados, al mismo tiempo, reconocer en ellas los sitios más vulnerables.

### II. MATERIALES Y METODOS

Para establecer la zonificación se procedió principalmente al análisis de fotografías aéreas de escala 1:20 000 y 1:30 000, con la limitante de que solamente se contó con fotos de las décadas 60 y 70 ya que no existen fotos posteriores al terremoto. (para algunos sectores fue imposible contar con las fotos respectivas), además las fotografías aéreas infrarrojas (año 82-84) no permiten una buena resolución para el análisis geomorfológico. Debido al enorme tamaño del área estudiada y al poco tiempo disponible, no fue posible cubrir en forma detallada los aspectos de la comprobación de campo respectivo, sin embargo se "muestreó" en el campo sitios representativos.

La consulta del historial de áreas afectadas por inundaciones en estas cuencas, solamente sirvió como referencia muy general, ya que en este no se especifica en forma clara los

lugares exactos que han sido más afectados, mucho menos permiten hacer análisis de frecuencia o recurrencia. Además los cambios post-terremoto agregan nuevas condiciones que nunca antes se habían experimentado en estas zonas, y por lo tanto el comportamiento principalmente de morfodinámica fluvial, será un proceso relativamente diferente a lo ocurrido anteriormente.

Esta zonificación preliminar se cartografió en mapas topográficos de escala 1:50 000, se establecieron tres tipos diferentes de zonas según su supuesto potencial de inundación, a saber:

2.1 Zonas de mayor potencial. Corresponden principalmente con el thalweg y con límites que abarcan áreas un poco más "abiertas o extensas" que el lecho de inundación del río. Estas son las zonas que se inundan con mayor frecuencia así como con mayor facilidad. Por lo tanto, cualquier actividad antrópica que se desarrolla dentro de estos límites es altamente vulnerable (también se consideran aquí áreas afectadas por los efectos de mareas y oleaje).

2.2 Zonas de potencial secundario. Las inundaciones en estas zonas tienen una menor frecuencia que las anteriores, sin embargo no son menos desastrosas. Geomorfológicamente corresponden a áreas de llanura de inundación con límites más "abiertos o extensos" que las áreas de mayor potencial. Sus causas pueden ser producto combinado o individual de la saturación del suelo y de avenidas (también se consideran aquí los efectos de las mareas y oleaje).

2.3 Las zonas de potencial terciario. Son áreas que se inundan con una frecuencia relativamente alta, corresponden a terrenos de pendiente muy suave, especialmente muy relacionadas con áreas suamposas o de marisma. Por lo general la combinación de aguas de escorrentía superficial y la saturación del suelo causan el estancamiento y la consiguiente inundación, debido a ello este tipo generalmente no tiene un poder de arrastre destructivo como las inundaciones que se producen en las zonas mencionadas anteriormente, pero cuando la altura y duración de estas es significativa sus efectos pueden ser desastrosos, sobre todo para actividades agrícolas o aspectos sanitarios, y no tanto como riesgo para vidas humanas.

## LISTADO DE SITIOS VULNERABLES SEGUN CUENCA HIDROGRAFICA

En este listado se mencionan solamente aquellos sitios que, por sus obras de infraestructura y condiciones de densidad poblacional y ubicación espacial, están sujetos a sufrir en forma directa el impacto de una avenida o inundación. Se hace énfasis en listar principalmente los sitios más vulnerables de las zonas de potencial mayor y potencial secundario, ya que es en éstas en donde los eventos pueden ocurrir con un efecto más destructivo.

### RIO MADRE DE DIOS

Hojas topográficas Matina 3546 III y Parismina 3546 IV

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Madre de Dios	602-230	Desborde del río principal.
Camino	603-231	
Sahara	606-235	
Lola	603-230	
Sector de Veintisiete Millas	606-230	Pueden ser afectados como producto de la descarga del río Barbilla en la quebrada Salsipuedes.

### COMENTARIO

Debido a que algunas de las quebradas y ríos de este sector parecen formar parte de un mismo sistema hidrográfico, pueden ocurrir algunos eventos especiales como:

Que el río Madre de Dios, descargue en la quebrada Salsipuedes, lo que causaría problemas en Veintiocho Millas, Veintisiete Millas o incluso en Batán.

Situación semejante puede ocurrir si el río Barbilla descarga en el río Veintiseis.

## RIO BARBILLA (AFLUENTE DEL CHIRRIPO)

Hoja topográfica Matina 3546 III

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Poblado Barbilla y Veintisiete Millas	606-227 606-230	El rio Barbilla puede desviar su dirección y descargar en la quebrada Salsipuedes.
Davao	608-227	Efecto combinado de estancamiento de aguas y aguas fluviales del cauce principal.
Veinticuatro Millas y Margarita	610-229 611-119	La quebrada Calderón y el rio Barbilla pueden descargar en la quebrada Lyon.
Camino y carretera principal	608-225	Desde Barbilla 605-227 hasta 609-225 quebrada Calderón y rio Barbilla.

### COMENTARIO

Como ya se dijo, el rio Barbilla puede descargar en el rio Veintiseis, de igual manera puede drenar hacia la quebrada Lyon lo cual podria causar problemas en Veinticuatro Millas, Margarita, Veintitres Millas y, segun el comportamiento de los sistemas de canales, a Santa Marta y Luzón.

## RIO CHIRRIPO-MATINA

Hojas topográficas Matina 3546 III, Moín 3546 II y Barbilla 3545 IV.

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Sector Esperanza	610-223 610-222 610-224	El río Chirripó puede descargar en la quebrada Agua Fria.
Matina	614-228	Todas estas poblaciones, además de caminos, vías férreas, carretera principal y plantaciones se encuentran en la llanura de inundación del río Chirripó, por lo tanto todos son sitios muy vulnerables.
Linea B	612-225	
Bristol	612-223	
Baltimore	612-222	
Corina	611-220	
Finca Indio	615-222	
Zent	616-223	
Finca Trinidad	615-224	
Estrada	615-227	
Luisa Oeste	615-229	
Cuatro Millas	618-232	
Barra Matina Norte	621-234	
Barra Matina Sur	620-232	
Veinticuatro Millas	610-229	
Margarita y Veintisiete Millas	612-229	
Boston	618-222	Pueden sufrir la descarga del río Chirripó en las quebradas Boston y río Cuba.
Zent y Sterling	616-223	

### COMENTARIO

Por sus características geomorfológicas, hidrológicas e hidrográficas es este uno de los ríos que más problemas puede causar, principalmente tomando en cuenta que en su llanura de inundación se desarrolla una importante actividad poblacional y económica. En la parte media y baja de la cuenca todo el sistema de quebradas y ríos como quebrada Agua Fria, quebrada Boston, río Cuba, río Palacios, río Escondido, quebrada Lyon, quebrada Palma parecen ser parte integral del gran sistema de descarga Chirripó-Matina, por lo tanto existe la amenaza de que en cualquier momento o lugar el cauce principal descargue en alguno (s) de

ellos tomando en forma "imprevista" alguno de estos centros poblados.

### RIO PALACIOS, RIO ESCONDIDO, RIO CUBA, RIO ROJO Y RIO TORO

Hoja topográfica Moín 3546 II

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Vía ferrea Rio Cuba Nueva York Toro Rio Cedro	620-221 621-221 622-221 623-221	Desde 619-220 hasta 623-221, el agua se puede extender a lo largo de la vía lo cual actua en algunos sitios como dique o represa, causando daños a la vía y a las poblaciones alledañas.
Carretera principal y sitios alledaños		Desde 620-223 hasta 624-221, el terremoto destruyó drenajes, además el relleno de la carretera actua como un dique, lo que provoca la inundacion a lo largo de la misma y sitios alledaños.

#### COMENTARIO

Aquí se debe considerar la misma situación descrita para el rio Chirripo-Matina.

## RIO BLANCO

Hoja topográfica Rio Banano 3545 I

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Rio Blanco	629-217	Desborde del cauce principal.
Camino		Desde el rio Blanco hasta Liverpool.
Liverpool, carretera principal y via ferrea.	631-219	Desborde delcauce principal.

### COMENTARIO

No se tiene registros de que este río provoque problemas serios de inundación, sin embargo la sinuosidad de su cauce en la parte media y su relativamente amplia llanura de inundación, son indicadores de que el río podría causar problemas en toda esta zona, principalmente en Nueve Millas y Liverpool, incluyendo problemas de sedimentación en el río Moin.

## RIO BARTOLO, QUEBRADA CHOCOLATE Y RIO MOIN

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Recope y sitios aledaños	635-219	Los problemas en estos sitios pueden ser causados más que todo por saturación del suelo, en conjunto con el desborde del rio Bartolo y/o rio Moin y quebrada Chocolate

## COMENTARIO

El río Bartolo y quebrada Chocolate, forman una cuenca muy pequeña (10 km<sup>2</sup> aproximadamente), su importancia radica en que la planta de RECOPE se encuentra en la parte más baja y llana, muy cerca del thalweg, por lo tanto se constituye en amenaza para estas instalaciones y otras que se encuentran en la misma zona.

## RIO LIMONCITO

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Pueblo Nuevo, Envaco, Barrio Quinto y Limoncito	641-218	La saturación casi permanente del suelo en conjunto con el aporte de escorrentía superficial causan constantemente inundaciones.
Cieneguita	642-217	La misma situación anterior en conjunto con el oleaje marino
Trebol Santa Rosa Waghope	636-213 637-214 638-215	Principalmente pueden sufrir problemas de inco- municación por desborde del cauce principal.
Desde aeropuerto hasta Westfalia	643-216 644-213	Saturación del suelo y oleaje marino.

## COMENTARIO

Este es el ejemplo más patente de ocupación residencial espontánea y sin planificación en una zona de reconocidas condiciones de susceptibilidad a inundación; prácticamente todos los años se tienen problemas de inundaciones en estos barrios al suroeste de la ciudad de Limón.

## RIO BANANO

Hoja topográfica Rio Banano 3545 I

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Asunción	626-208	Esta localidad puede quedar aislada sobre todo por deslizamientos.
Caminos		Desde 628-209 hasta La Bomba (639-210) los caminos pueden ser destruidos por inundación y derrumbes.
Aguas Zarcas	631-208 633-209	La confluencia de los ríos Aguas Zarcas y Banano puede causar inundaciones muy peligrosas en este sector.
Maria Luisa y Quitaria	636-209 636-210	La quebrada Maria Luisa y el río Banano pueden causar inundaciones en este sector.
Caminos		El camino desde 637-210 hasta la vía férrea en 638-211, pueden ser destruidos por socavamiento y deslizamiento.
La Bomba, caminos y vía férrea.	638-211 639-211	Desborde del cauce principal.

Mountain Cow	640-210
Beverly	641-211
Dondonia	640-209
Polonia	641-211

Los efectos en conjunto o en forma individual del río Vizcaya (que puede descargar en el Banano) y el río Banano pueden causar daños a población y carreteras.

#### COMENTARIO

Los ríos Banano, Vizcaya y Bananito tienen (por llamarlo de alguna manera) un régimen de inundaciones muy semejante, tanto temporal como espacialmente. En las épocas críticas las aguas del río Vizcaya descargan en el río Bananito, cubriendo grandes extensiones de terreno en las partes bajas, a la vez las características geomorfológicas son indicadores de que el río Banano y el Vizcaya podrían en un momento dado tener un proceso parecido, esto aumenta aun más el tamaño del área que posee estas condiciones especiales de susceptibilidad.

#### RIO VIZCAYA

Hojas topográficas Río Banano y San Andrés

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Kent Bananito Norte	642-209 644-208	Desborde del cauce principal.
Via ferrea		Desde 641-210 hasta Bananito Sur 645-206.

## RIO BANANITO

Hojas topográficas Rio Banano y San Andrés

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Finca San Cecilio	640-204	Desborde del cauce principal.
Camino		Desde Finca San Cecilio (640-204) hasta la desembocadura.
Bananito Sur	645-207	Desborde del cauce principal.
El Hueco	646-210	Saturación del suelo y escorrentía superficial.
Carretera principal		Desde 647-210 hasta 650-206.

## RIO ESTRELLA

Hojas topográficas Estrella 3545 II y Cahuita 3645 III

SITIOS VULNERABLES	COORDENADAS METRICAS	DESCRIPCION
Vesta	639-189	Inundación por saturación del suelo y/o aguas fluviales.
Finca 14	645-188	
Casa Amarilla	642-190	
Fortuna	645-190	
Colonia	647-191	
Loras	648-191	
Rio Ley		
Pandora	649-191 650-192	Posible destrucción del puente principal y vía férrea.

Piévades	651-193	Puede sufrir inundaciones por avenidas del río Niñey y/o río Estrella.
Porvenir	652-194 653-194	Daños a la población y vía férrea.
Tobruk	654-195	Daños a poblado, camino y vía férrea.
Bonifacio y Pensuert	655-196	Daños a población, carretera principal, caminos y vía férrea.
Boca Estrella	656-198	Desborde del cauce principal.
Tuba Creek	657-194	El río Tuba puede causar inundación por saturación del suelo y aguas fluviales.

#### COMENTARIO FINAL

Al observar el listado de sitios vulnerables y su ubicación en relación con los cauces y lechos de inundación, vemos que en la mayoría de las cuencas mencionadas en este estudio el problema es el mismo, las actividades de explotación de recursos y ocupación residencial, se desarrollan principalmente muy cerca de los cauces sin tomar en cuenta las condiciones de riesgo, por lo tanto conforme avanza la frontera agrícola, principalmente hacia las partes altas de las cuencas y conforme se incrementa la expansión urbana en los sectores más llanos (todo esto sin la debida planificación), se tendrá un aumento proporcional en cuanto a sitios y bienes vulnerables, en otras palabras el problema se agravará conforme pase el tiempo.

Los sitios en los cuales se debe tener un mayor control o vigilancia son:

-Río Unirripó-Matina (toda su llanura de inundación).

-Sector de Aguas Zarcas en el río Banano.

-Sector comprendido por la llanura aluvial de los ríos Banano, Vizcaya y Bananito.

-La cuenca media del río Estrella, específicamente el Valle de La Estrella.

Con el fin de mejorar la calidad de los resultados, que permita establecer una zonificación más detallada, es preciso disponer de mejores recursos (fotografías aéreas actualizadas, registros meteorológicos confiables, una mayor densidad de la red de estaciones, etc), además de un control de campo permanente de las zonas con problemas de inundación.

ANALISIS HIDROCLIMATICO DEL SECTOR  
MADRE DE DIOS - RIO LA ESTRELLA

1. CARACTERISTICAS GENERALES

La región Caribe se considera como una de las regiones más húmedas de Costa Rica; esto debido a la constante entrada de humedad transportada por el viento alisio desde el Mar Caribe y principalmente por la influencia de :

- Centros de baja presión o vaguadas al norte de Panamá que intensifican el viento del este (Alisio) sobre el país.
- Desplazamiento hacia el suroeste del centro de alta presión semipermanente o su dorsal que normalmente se encuentra sobre las Bermudas.
- Centros de baja presión en las partes altas de la atmósfera que se transportan desde el Caribe hacia Centroamérica.
- La penetración hasta Centroamérica de frentes fríos.

Ocasionalmente llueven prolongadas (temporales), y tormentas locales severas. (Ramírez, 1988) Tales situaciones representan un importante factor de amenaza de inundación para las zonas de llanuras aluviales, a la vez las tormentas locales con tiempos de concentración cortos, pueden provocar avalanchas de piedra y lodo e inundaciones sobre todo en las partes montañosas (Vahrson et al, 1988, I.C.E. 1988).

La cantidad de lluvia varía desde los 3000 mm en las zonas costeras, alrededor de 4500 mm hasta un máximo de 7000 mm en zonas con altitudes de 2000 m.s.n.m. aproximadamente. La zona montañosa no cuenta con una estación seca bien definida, solamente se produce un mínimo relativo de la precipitación en los meses de marzo y abril.

En las zonas cercanas a las costas se puede distinguir dos periodos relativamente secos uno cubre los meses de febrero y abril y otro los meses de setiembre y octubre. El mes más lluvioso es diciembre.

Básicamente lo que se ha pretendido en este trabajo es caracterizar el comportamiento de la precipitación y caudales para el sector comprendido desde la cuenca del río Madre de Dios hasta la cuenca del río La Estrella; se fundamenta en los análisis de valores de precipitación máxima diaria, promedios

mensuales, números de días con lluvia y las intensidades según periodos de retorno.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Para este análisis se utilizaron diferentes estaciones del Instituto Meteorológico Nacional y el Instituto Costarricense de Electricidad. (Ver Cuadro No.1)

CUADRO No. 1  
ESTACIONES METEOROLOGICAS

No.	EST.	CUENCA	LAT.LONG.		ELEV.
79005	M.CHIRRIPO	MATINA	9.50	83.27	1200
81003	LIMON	MOIN	10.00	83.03	5
83003	ASUNCION	BANANO	9.54	83.10	130
83004	SAN ANDRES	BANANITO	9.52	82.59	30
85001	PANDORA	ESTRELLA	9.45	82.57	17
85003	FORTUNA	ESTRELLA	9.44	83.01	30

FUENTE: I.M.N - I.C.E

Para el análisis de caudales se utilizaron las estaciones pluviograficas del Instituto Costarricense de Electricidad. (Ver

Cuadro No.2) Se trató de analizar por lo menos una estación por cada cuenca.

El análisis se basó en los valores de los caudales máximos instantáneos mensuales, según periodos de retorno.

CUADRO No. 2  
ESTACIONES FLUIDIGRAFICAS

No.	EST.	CUENCA	LAT.LONG.		ELEV.
790602	BARBILLA	MATINA	10.03	83.22	30
810503	BLANCO	MOIN	9.58	83.08	15
830301	ASUNCION	BANANO	9.53	83.10	156
850202	PANDORA	ESTRELLA	9.44	82.57	15

FUENTE: I.C.E

Se realizó un análisis estadístico para los valores promedios mensuales de la precipitación y del número de días con lluvia.

Tanto para los valores de precipitación máxima diaria como para las intensidades y los caudales máximos mensuales se aplicó el método de Gumbel (1941), el cual es recomendado por Vahrson & Fallas (1988), para eventos extremos. Este método utiliza como parámetros para la descripción de las series de eventos máximos sus promedios y sus desviaciones estandard.

### 3. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION.

#### 3.1 Precipitación Promedio Mensual.

En el sector en estudio se analizan la precipitación promedio mensual de las estaciones Asunción, Pandora, Limón y Fortuna, Valle la Estrella. (Ver Cuadro No. 1)

En la estación Asunción los datos de precipitación promedio mensual oscilan entre los 230 mm. y 475 mm. aproximadamente. Los meses en que se registran los mayores montos de precipitación son julio, noviembre y diciembre con valores que superan los 400 mm. promedio mensual.

La estación Limón presenta un comportamiento muy similar a la estación Asunción sus datos oscilan entre los 150 mm. a 450 mm aproximadamente. Los meses en que se registran los máximos valores son diciembre (450 mm.), julio (425 mm.) y enero con (310 mm.) respectivamente.

Y las estaciones (Pandora y Fortuna, Valle la Estrella), presentan un comportamiento muy homogéneo donde los meses en que se registran los mayores montos de precipitación son diciembre, noviembre, julio y enero, con valores entre 200 a 350 mm.

### 3.2. Cantidades Máximas Diarias a Nivel Anual y Mensual.

#### 3.2.1 Cuenca río Banano - Bananito

De esta cuenca se analizan las estaciones Asunción y San Andrés de Limón.

La estación Asunción se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca del río Banano. Y la estación San Andrés en la parte baja de la cuenca del río Bananito. (Ver Anexo No 1)

Al analizar el comportamiento de la precipitación máxima diaria, se tiene que en la estación Asunción se presentan las precipitaciones máximas diarias en el mes de diciembre principalmente, seguido por el mes de enero y abril. Es así como para periodos de retorno de 2, 5 y 10 años se tiene una precipitación máxima diaria de 99.2, 185.8, y 243.1 mm. diarios respectivamente. Cabe resaltar que la precipitación máxima sobrepasa los 500 mm. diarios, ya que para un periodo de retorno de 200 años se tiene una precipitación máxima diaria de 475.6 mm. diarios. (Ver Fig. No.2)

En la estación San Andrés la precipitación máxima diaria para periodos de retorno de 2 a 200 años se dan en los meses de diciembre, enero y noviembre. Para un periodo de 2 años la precipitación máxima diaria se da en el mes de julio con 74.4 mm. diarios seguido por noviembre y diciembre con 70 y 64 mm. diarios

respectivamente. Para un periodo de 5 años la precipitación máxima diaria se da en el mes de diciembre con 126 mm. diarios seguido por noviembre con 124.2 mm. diarios y para un periodo de retorno de 10 años los meses noviembre y diciembre, registran montos entre 160 y 170 mm. diarios aproximadamente. (Ver Fig. No. 3)

### 3.2.2 Cuenca río La Estrella

En esta cuenca se analizan las estaciones Pandora y Fortuna, Valle La Estrella; las cuales se ubican en la parte media de la cuenca. (Ver Anexo No. 1)

En la estación Pandora la precipitación máxima diaria se da en el mes diciembre, esta oscila entre 120 y 464 mm. diarios para periodos de retorno 2 a 200 años. En el caso de periodos de retorno de 2 a 10 años, los montos de precipitación oscilan entre 120 y 252 mm. diarios, con una precipitación máxima observada de 306.6 mm diarios en el mes de marzo. Para un periodo de 5 años sobresalen los meses de marzo y julio con montos de 112 y 115 mm. diarios respectivamente. (Ver Fig. No.4)

La estación Fortuna presenta la precipitación máxima diaria en el mes de diciembre, cuyos datos oscilan entre 77.5 y 357.9 mm. diarios para periodos entre 2 y 200 años. Para un periodo de retorno de 2 años, los meses en que se dan las precipitaciones

máximas diarias son diciembre y julio con montos de 77.5 y 67.5 mm. diarios respectivamente. (Ver Fig. No. 5)

Para un período de retorno de 5 años sobresalen los meses de diciembre, julio y marzo, cuyos montos oscilan entre 100 y 140 mm diarios. Al igual que para un período de retorno de 5 años sobresalen los meses de diciembre y julio y para un período de retorno de 10 años poseen un monto de 184.7 y 159.5 mm diarios respectivamente.

### 3.3 Intensidades Máximas de las Lluvias.

Se analizaron intensidades de lluvia para las estaciones pluviográficas Limón, Asunción y Moravia de Chirripó.

Al realizar en análisis del comportamiento de las intensidades de las lluvias en la estación Limón se observa para duraciones cortas (5,10 y 15 minutos) y períodos de retorno de 2 años lluvias máximas anuales superiores a los 100 mm., mientras que para períodos de retorno de 5 y 10 años las lluvias oscilan entre 125 y 250 mm. (Ver Fig. No.6)

Para duraciones medias (30', 1 y 2 horas) las lluvias oscilan entre 25 y 100 mm para períodos de retorno entre 2 y 10 años.

Al igual que la estación Limón la estación Asunción presenta para duraciones cortas, lluvias superiores a los 100 mm para periodos de retorno de 2, 5 y 10 años, oscilando estos entre 100 y 250 mm; con un comportamiento similar para duraciones medias, las cuales oscilan entre 30 y 125 mm para periodos de 2 a 10 años. (Ver Fig. No.7)

Es así como 150 mm poseen un periodo de retorno de 50 años en 15 minutos.

La estación Moravia de Chirripó registra valores de precipitación según periodos de retorno de 2 a 200 años entre los 25 mm a 275 mm aproximadamente. Se tiene que para duraciones cortas ( 5', 10' y 15' ) y para un periodo de retorno de 5 años las precipitaciones oscilan entre 110 y 170 mm aproximadamente, mientras que para un evento de 1 hora para periodos de retorno de 2, 5 y 10 años presenta valores inferiores a los 75 mm. (Ver Fig. No.8)

Las tres estaciones presentan un comportamiento similar, donde las intensidades van de los 25 mm hasta los 475 mm aproximadamente, para periodos de 2 a 200 años.

### 3.4 Promedio Mensual de Días con Lluvia

Para las estaciones Asunción, Pandora, Fortuna, Limón y San Andrés se analizan los promedios mensuales de días con lluvia, esto con el fin de establecer cuales serian los meses en que podrian darse épocas criticas en cuanto a temporales severos, precipitaciones intensas etc. Lo cual provoca en la mayoria de los casos inundaciones o deslizamientos.

De acuerdo a la figura No. 9 se observa que las estaciones que registran mayores días con lluvia son Asunción y Limón.

En el caso de la estación Asunción los días con lluvia oscilan entre los 18 a 26 días. Los meses que sobresalen son julio con 26 días y agosto con 23 días, seguido por los meses de mayo, octubre y diciembre con 21 días.

En la estación Limón los días con lluvia oscilan entre los 16 a 22 días, donde sobresalen los meses julio y diciembre con 22 y 21 días respectivamente.

Las demás estaciones presentan un promedio de días con lluvia entre los 12 y 18 días aproximadamente. Excepto el mes de julio donde los días con lluvia sobrepasan los 18 días.

A nivel general se puede decir que la distribución mensual de los días con lluvia muestra una tendencia similar a la precipitación, coincidiendo en los meses de julio, diciembre y enero, con los valores promedios mensuales así como con los valores máximos diarios.

#### 4. COMPORTAMIENTO DE LOS CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS MENSUALES EN EL SECTOR MADRE DE DIOS - RIO LA ESTRELLA

De la cuenca Matina se analizan las estaciones Blanco y Barbilla.

La estación Barbilla presenta sus caudales máximos mensuales en los meses de julio y enero. En julio presenta caudales máximos mensuales entre 200 y 800 m<sup>3</sup>/seg. para periodos de retorno de 2 a 20 años aproximadamente. El caudal máximo observado se da en el mes de diciembre con alrededor de 1000 m<sup>3</sup>/seg. (Ver Fig. No. 10)

La estación Blanco presenta caudales máximos mensuales para periodos de 100 y 200 años durante los meses de junio, julio, mayo y abril, los cuales oscilan entre 400 y 500 m<sup>3</sup>/seg., mientras que para periodos de 2 a 10 años los caudales oscilan entre 50 y 232 m<sup>3</sup>/seg.; asimismo los máximos observados coinciden

en los mismos meses excepto mayo, con montos cercanos a 300 m<sup>3</sup>/seg. (Ver Fig. No. 11)

De la cuenca del río Banano, se analiza la estación Asunción, la cual presenta máximos caudales mensuales en los meses de julio, agosto y diciembre, sobresaliendo los máximos en los meses de julio y agosto, con caudales de 170 a 450 m<sup>3</sup>/seg. aproximadamente, para un periodo de retorno de 2, 5, y 10 años. Con respecto al caudal máximo observado se da en el mes de abril con un monto de 750 m<sup>3</sup>/seg. (Ver Fig. No. 12)

En la cuenca La Estrella se analiza la estación Pandora, esta presenta los caudales máximos mensuales, según periodos de retorno de 2 a 5 años en el mes de diciembre, presentando el máximo caudal para periodos de retorno de 2, 5, 10 y 20 años en el mes de diciembre, con caudales entre 500 m<sup>3</sup>/seg. y 1500 m<sup>3</sup>/seg., mientras que el caudal máximo observado se da durante el mes de agosto, con un monto de 1750 m<sup>3</sup>/seg. (Ver Fig. No. 13)

## 5. LIMITACIONES

Falta de información (pluviométrica, pluviográfica y fluviográfica). Generalmente las estaciones se encuentran ubicadas en las partes medias y bajas de las cuencas.

La mayor parte de las estaciones excepto la estación Limon y Asunción poseen registros cortos y algunas ya se encuentran fuera de operación.

Es importante mencionar que todos los datos utilizados están comprendidos entre el periodo de 1940 a 1988, por lo tanto el comportamiento hidrológico debido al evento del 22 de abril del presente año no puede coincidir con lo analizado.

## 6. CONCLUSION

Si se observa el comportamiento de la precipitación se tiene que los promedios mensuales para las estaciones analizadas oscilan entre 200 y 450 mm presentándose los mayores montos en los meses de noviembre, diciembre, enero y julio.

En cuanto a valores máximos para 24 horas según periodos de retorno sobresalen los meses diciembre, enero y julio, donde para periodos de retorno de 2 a 5 años se registran montos de 50 a 200 mm.

De acuerdo a las intensidades de las lluvias para periodos cortos las intensidades no son muy altas, mientras que para periodos largos las intensidades son altas, esto obedece generalmente a la presencia de temporales causados en algunas

ocasiones por centros de baja presión originados en el mar Caribe.

Con respecto a los días con lluvia estos también se registran en los mismos meses en que se dan los máximos diarios y promedios mensuales de precipitación.

De acuerdo al análisis de datos de las estaciones anteriores se puede decir que el comportamiento es muy parecido para todo el sector en estudio coincidiendo estas en los meses que suceden las máximas precipitaciones (noviembre, diciembre, enero y julio), así como en los montos de precipitación promedio mensual. Entonces se podría decir que las épocas críticas se emmarcan dentro de estos mismos meses donde podrían ocurrir diferentes eventos tales como inundaciones, deslizamientos, avalanchas de lodo etc.

Lo anterior ligado al comportamiento de los caudales máximos instantáneos, según períodos de retorno, en la mayor parte de los casos estos se dan durante el mes de diciembre y julio contribuyendo al desbordamiento de los principales ríos que drenan el sector (río Banano - Bananito, río Moin, Limoncito, Barbilla y la Estrella) lo cual trae serios problemas a la población, principalmente la que se ubica en las partes bajas de las cuencas y áreas cercanas a los cauces.

## 7. BIBLIOGRAFIA

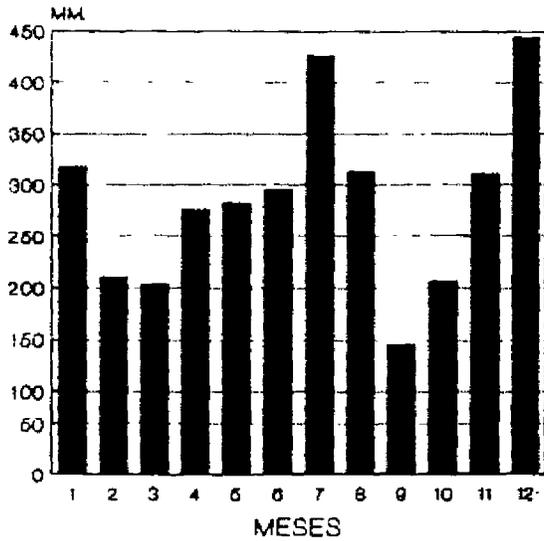
RAMIREZ, P., 1988: Descripción de Situaciones Meteorológicas que pueden Provocar Desastres en Costa Rica.

Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.

VAHRSON ET AL, 1987. Las Inundaciones, de 1987 en las Cuencas del río Grande de Oro y río Pejiballe. Presentación en el Primer Congreso Nacional de Desastres Naturales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

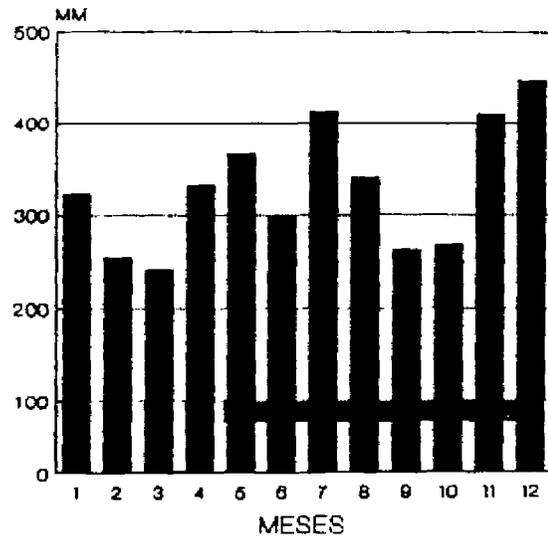
VAHRSON, W. & FALLAS, J.1988: Evaluación Preliminar de Tres Métodos para Estimar Periodos de Retorno para Lluvias Máximas de 24 horas para la estación San José, Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, Nota de Investigación No. 7. San José, Costa Rica.

**ESTACION LIMON  
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL**



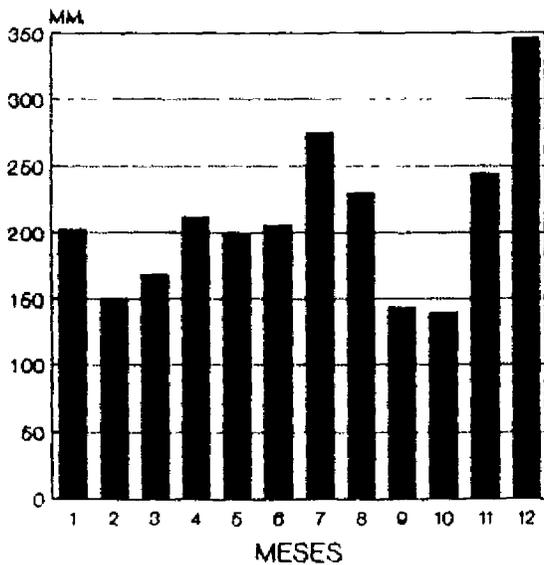
PERIODO: 1941 - 1986  
ELAB. ARAUZ & CHACON

**ESTACION ASUNCION  
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL**



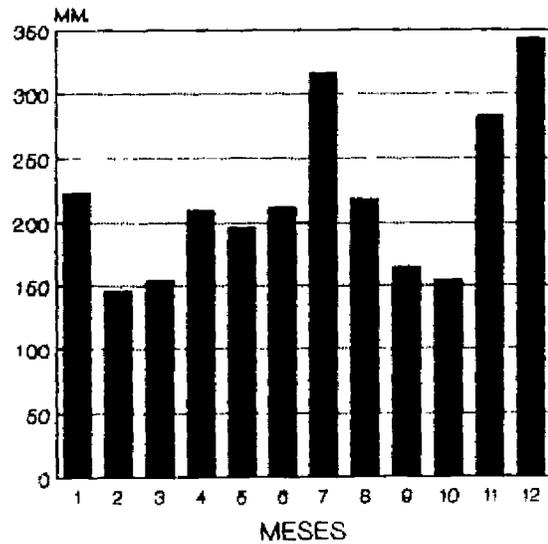
1950 - 1986  
ELAB. ARAUZ & CHACON

**ESTACION PANDORA  
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL**



PERIODO: 1960 - 1988  
ELAB. ARAUZ & CHACON

**ESTACION FORTUNA, VALLE LA ESTRELLA  
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL**

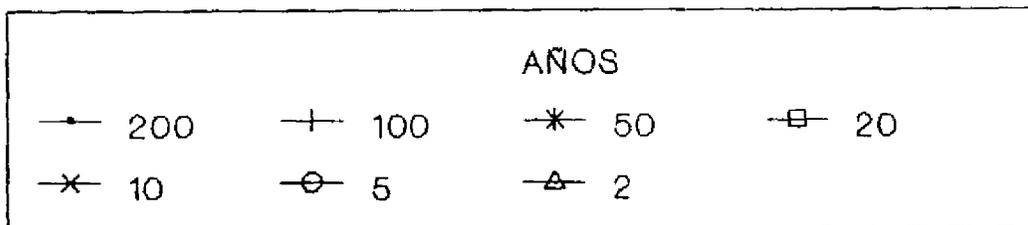
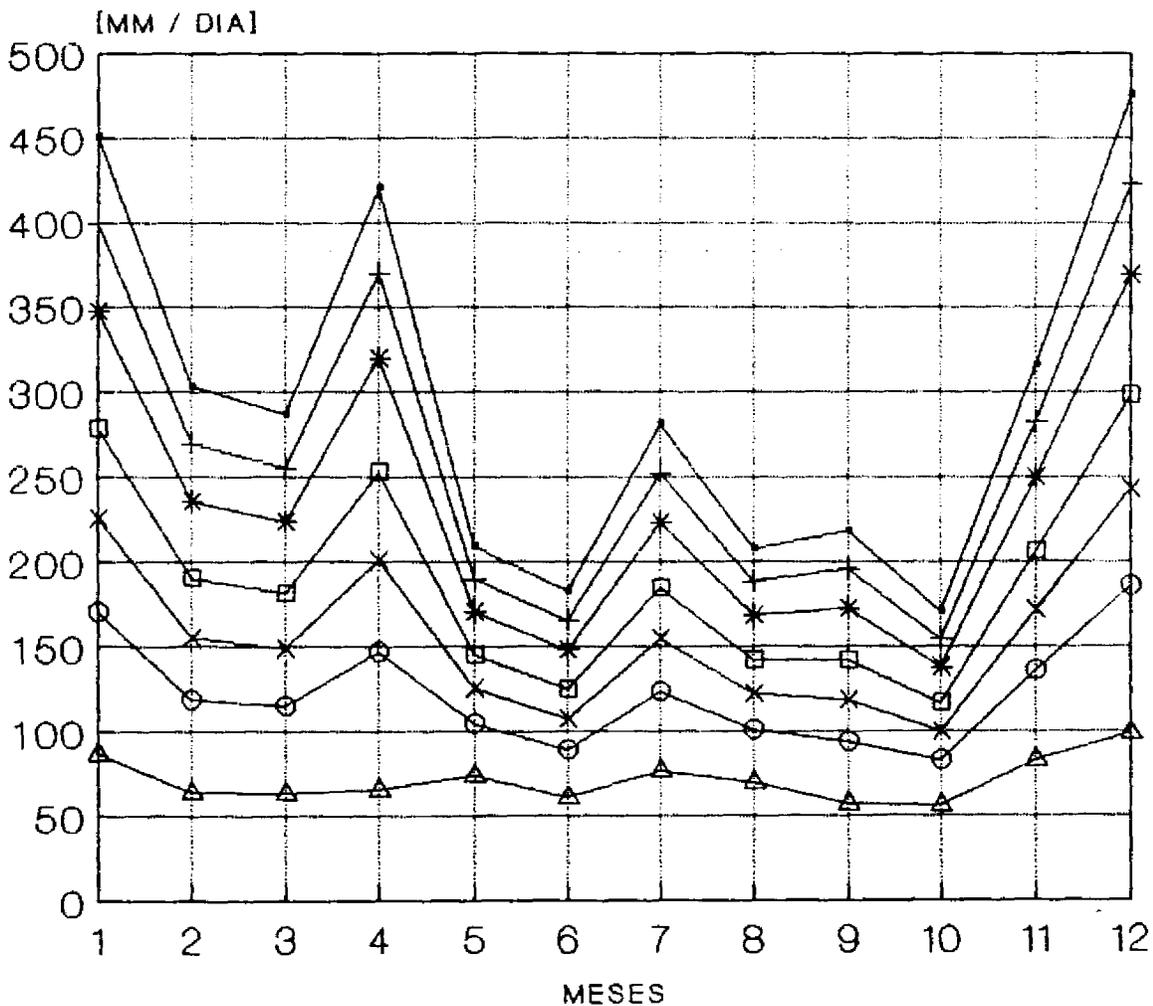


PERIODO: 1960 - 1983  
ELAB. ARAUZ & CHACON  
FUENTE: IMN - I.C.E

**FIGURA No. 1**

# ESTACION ASUNCION

## PRECIPITACION MAXIMA DIARIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES

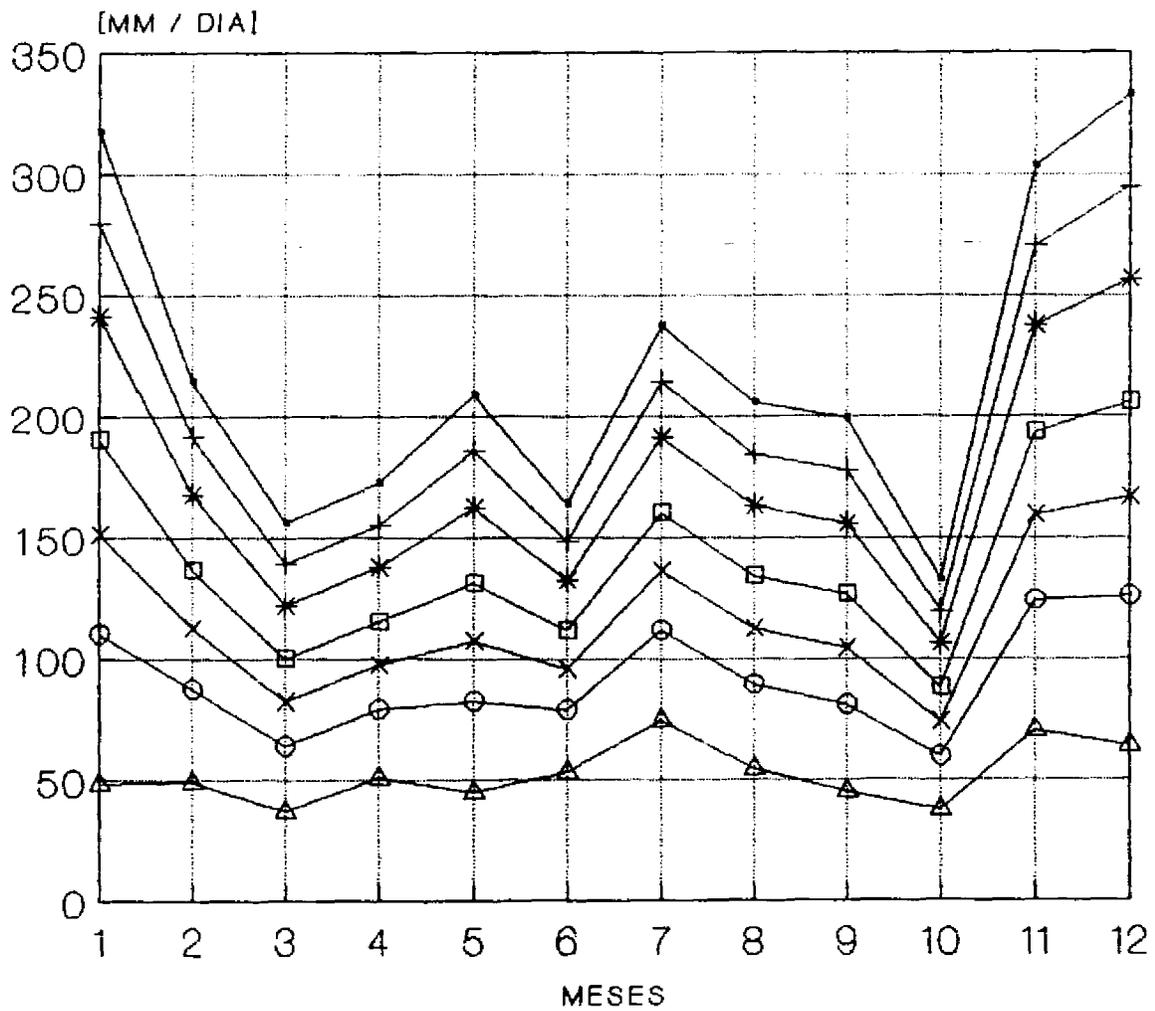


AÑOS EVALUADOS: 1962-1990  
 ELAB. POR: VAHRSON, ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 2**

# ESTACION SAN ANDRES DE LIMON

## PRECIPITACION MAXIMA DIARIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



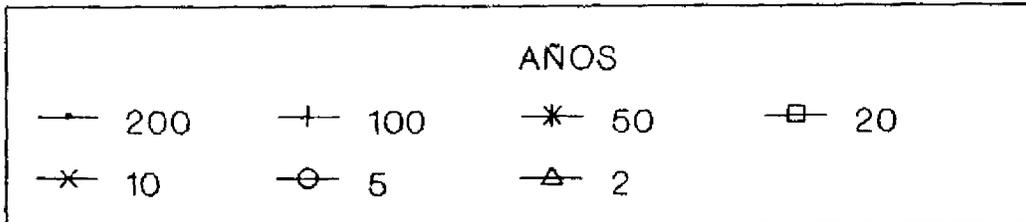
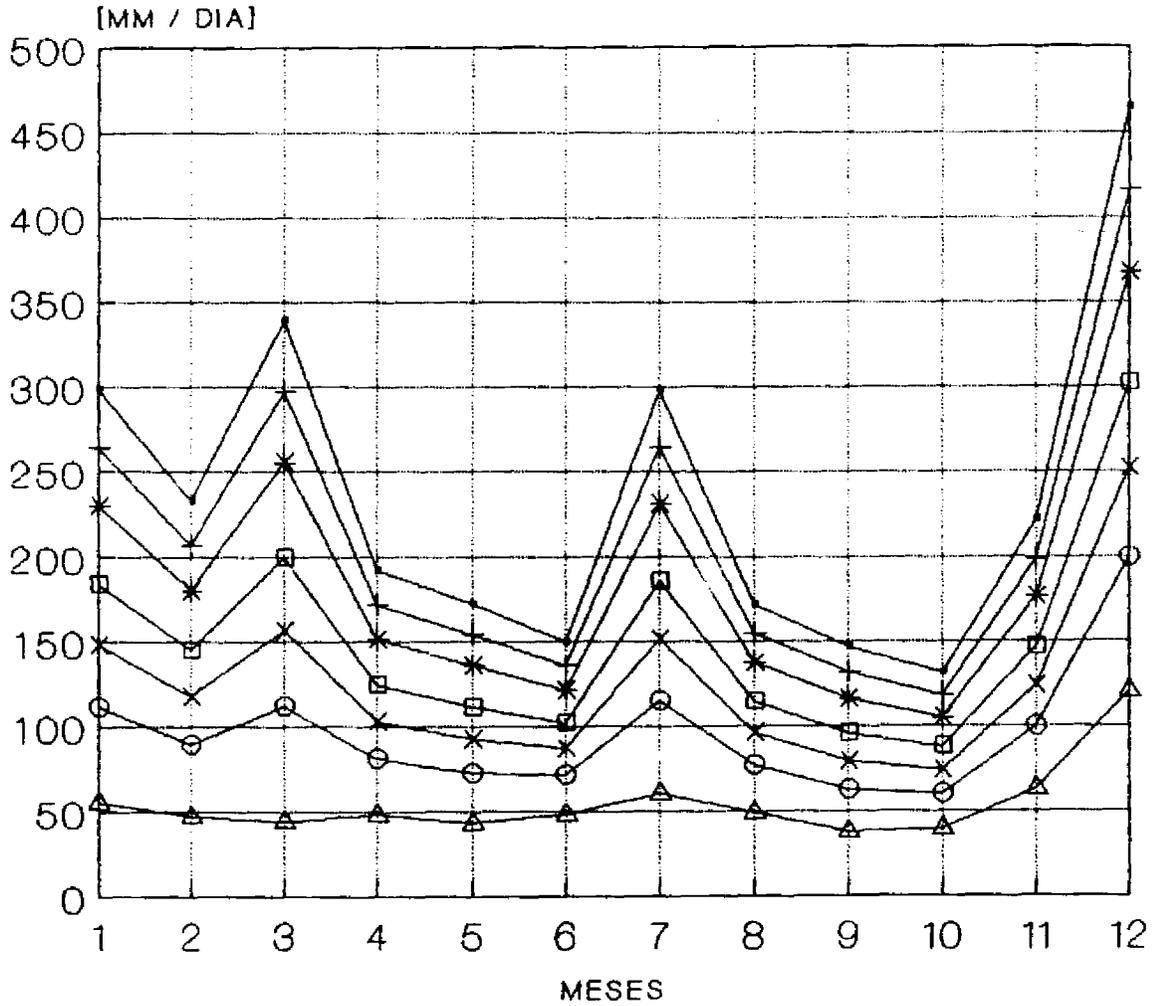
AÑOS			
—●— 200	—+— 100	—*— 50	—□— 20
—x— 10	—○— 5	—△— 2	

AÑOS EVALUADOS: 1971-1983  
 ELAB. POR: VAHRSON, ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 3**

# ESTACION PANDORA

## PRECIPITACION MAXIMA DIARIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES

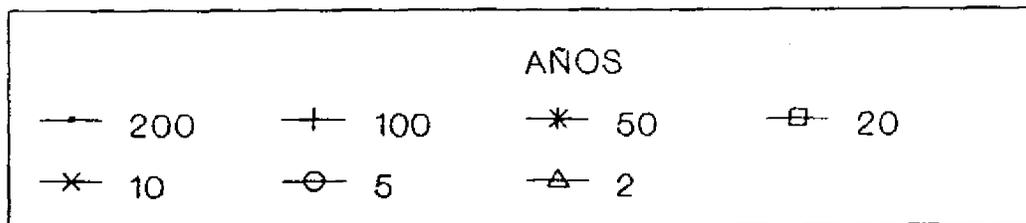
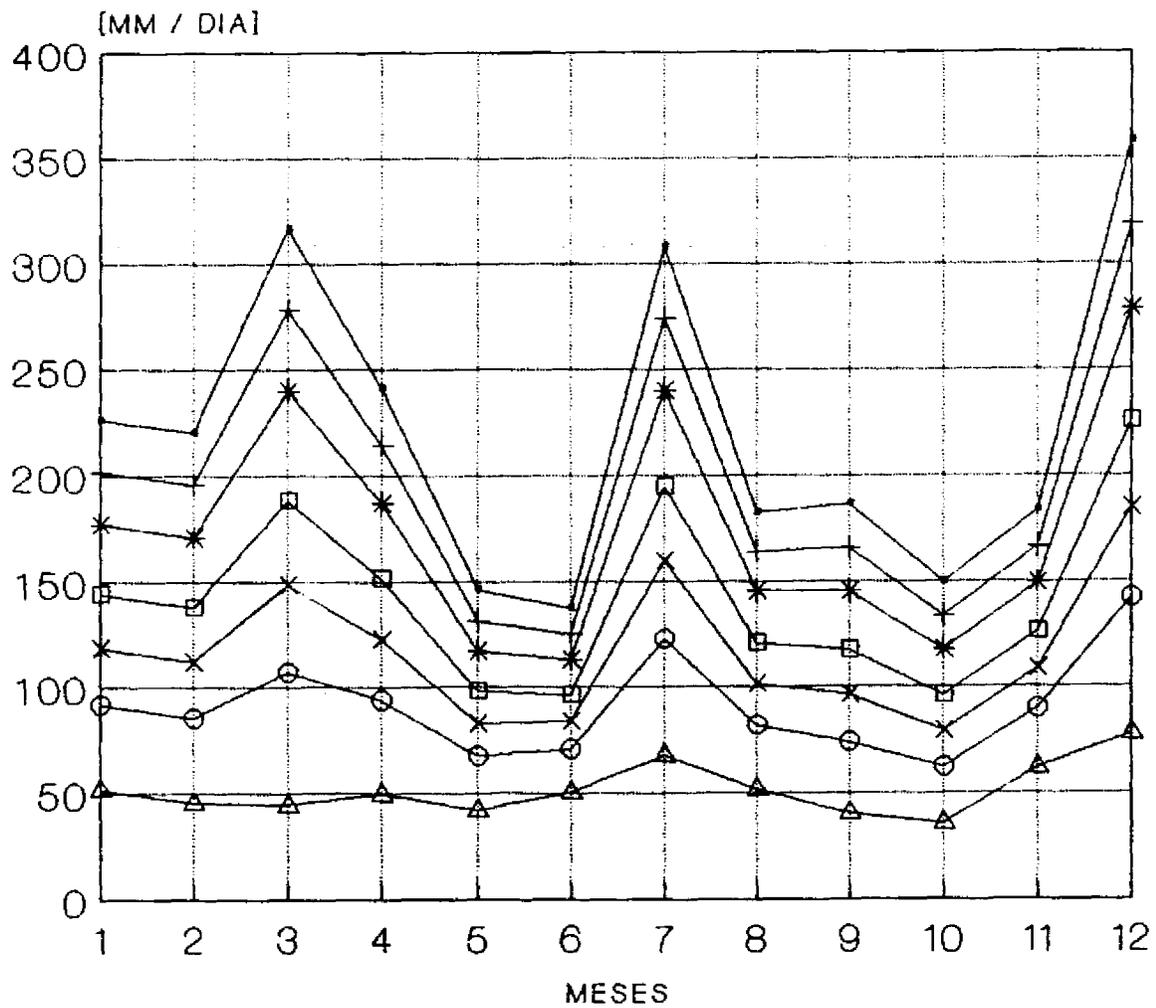


AÑOS EVALUADOS: 1965-1988  
 ELAB. POR: VAHRSON, ARAUZ & CHAGON

**FIGURA No. 4**

# ESTACION FORTUNA, VALLE LA ESTRELLA

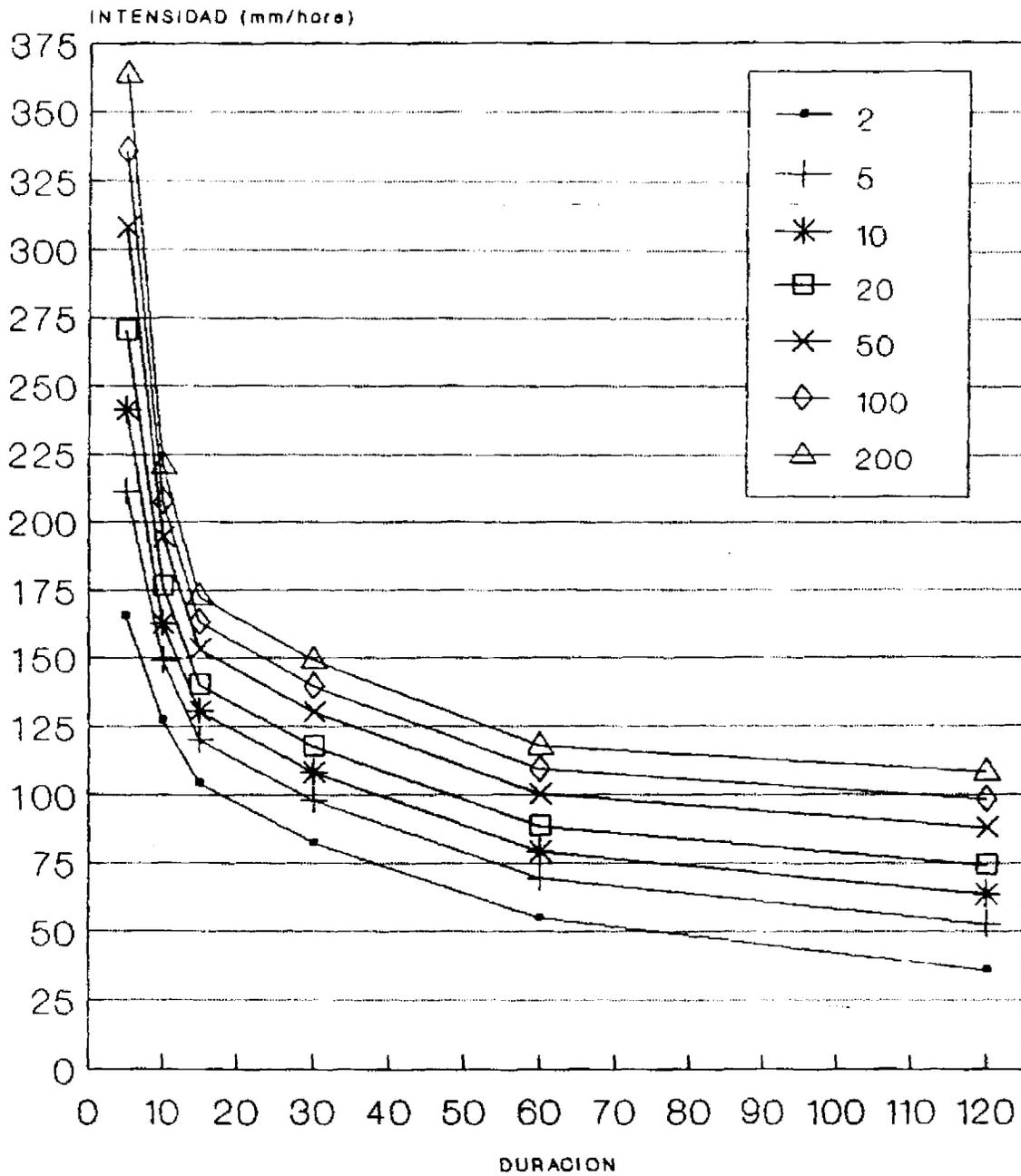
## PRECIPITACION MAXIMA DIARIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



AÑOS EVALUADOS: 1966-1983  
 ELAB. POR: VAHRSON, ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 5**

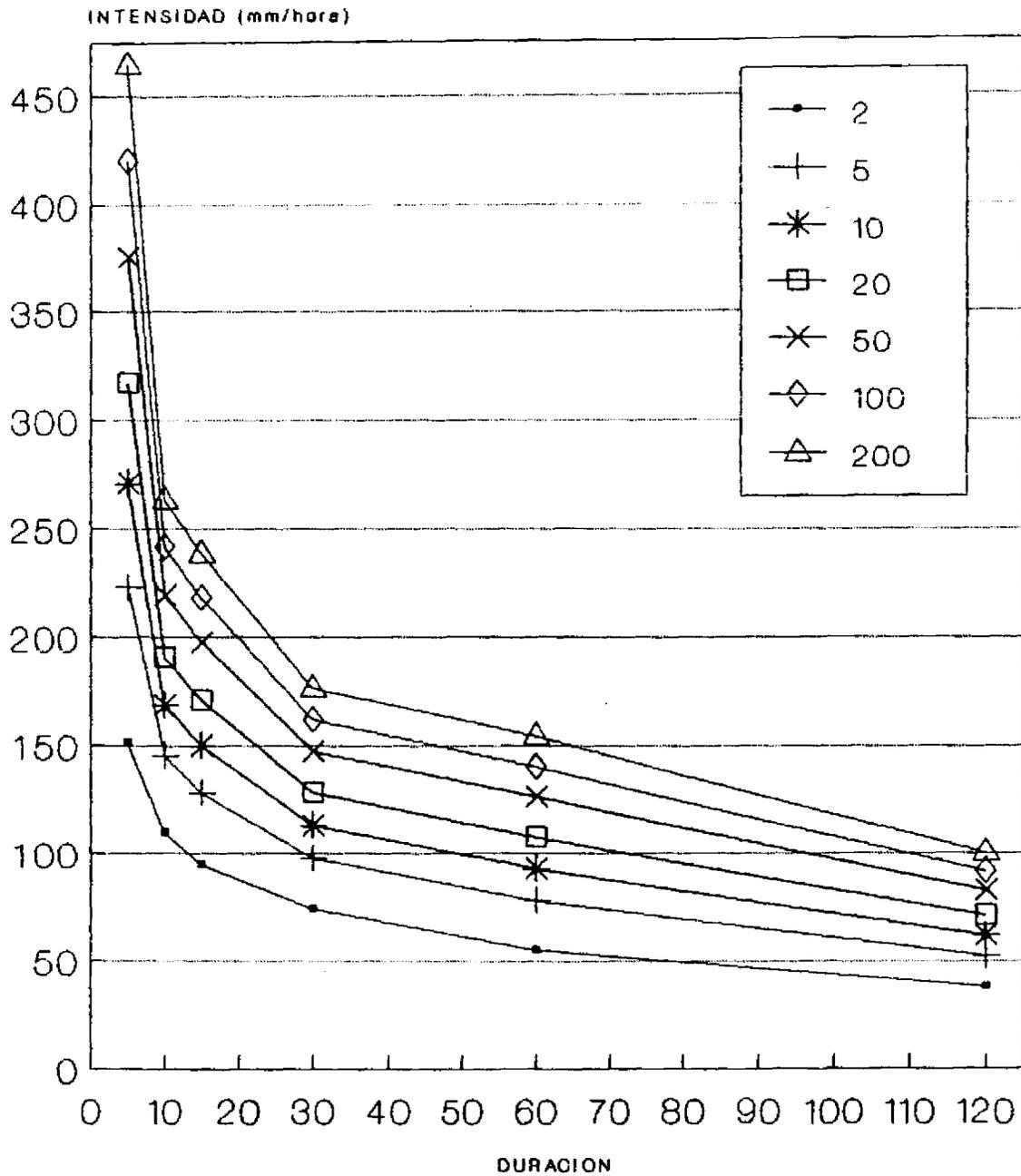
# INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS MAXIMAS ANUALES ESTACION LIMON



AÑOS EVALUADOS: 1978-1987  
ELABORADO POR: ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 6**

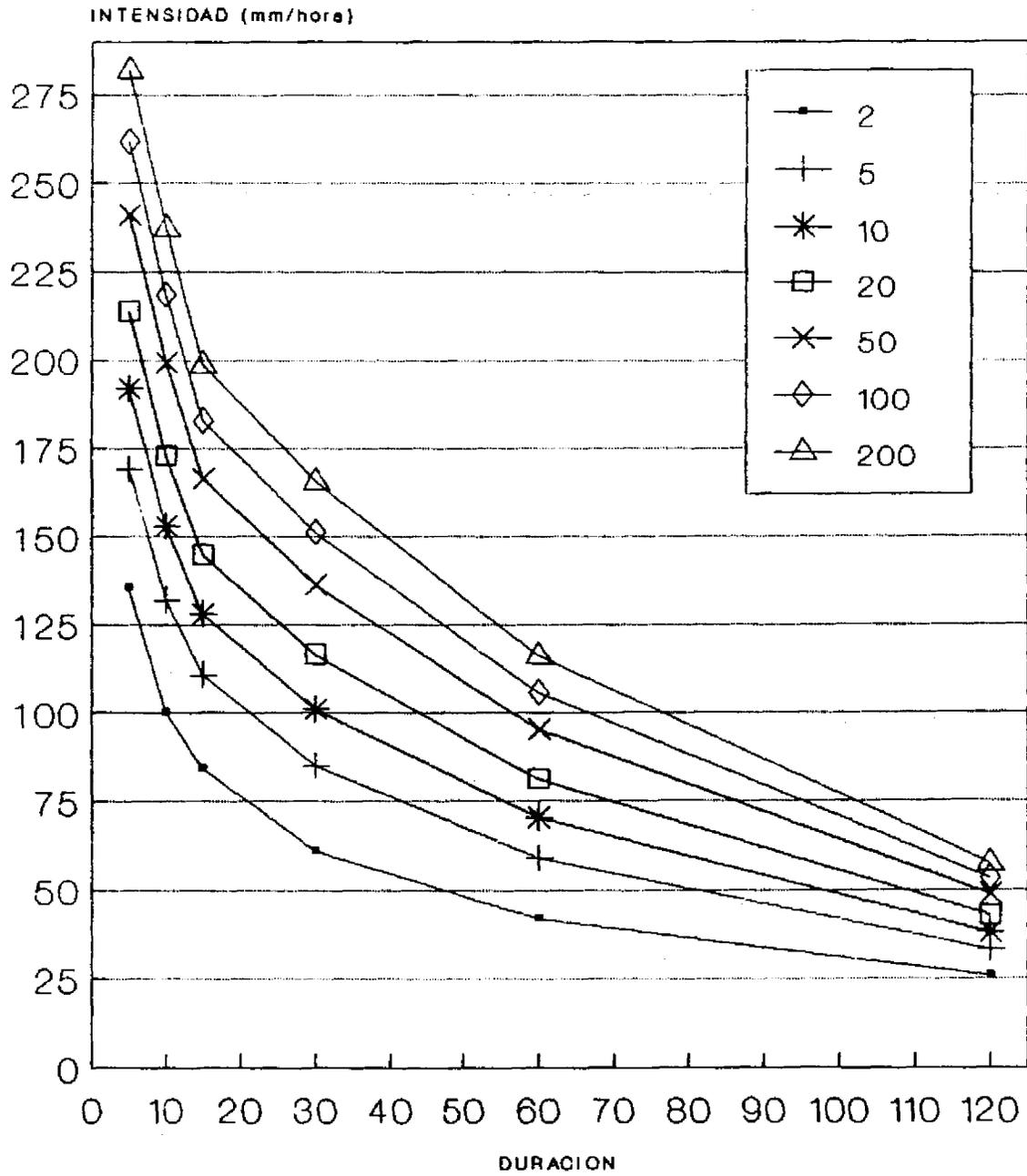
# INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS MAXIMAS ANUALES ESTACION ASUNCION



AÑOS EVALUADOS: 1978-1987  
ELABORADO POR: ARAUZ & GHACON

**FIGURA No. 7**

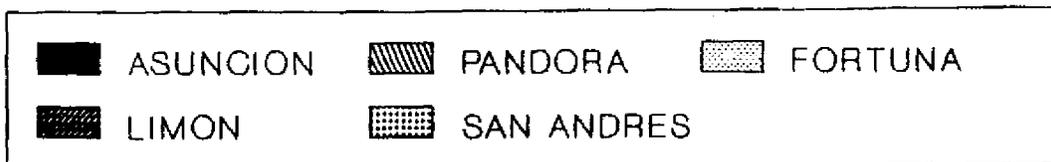
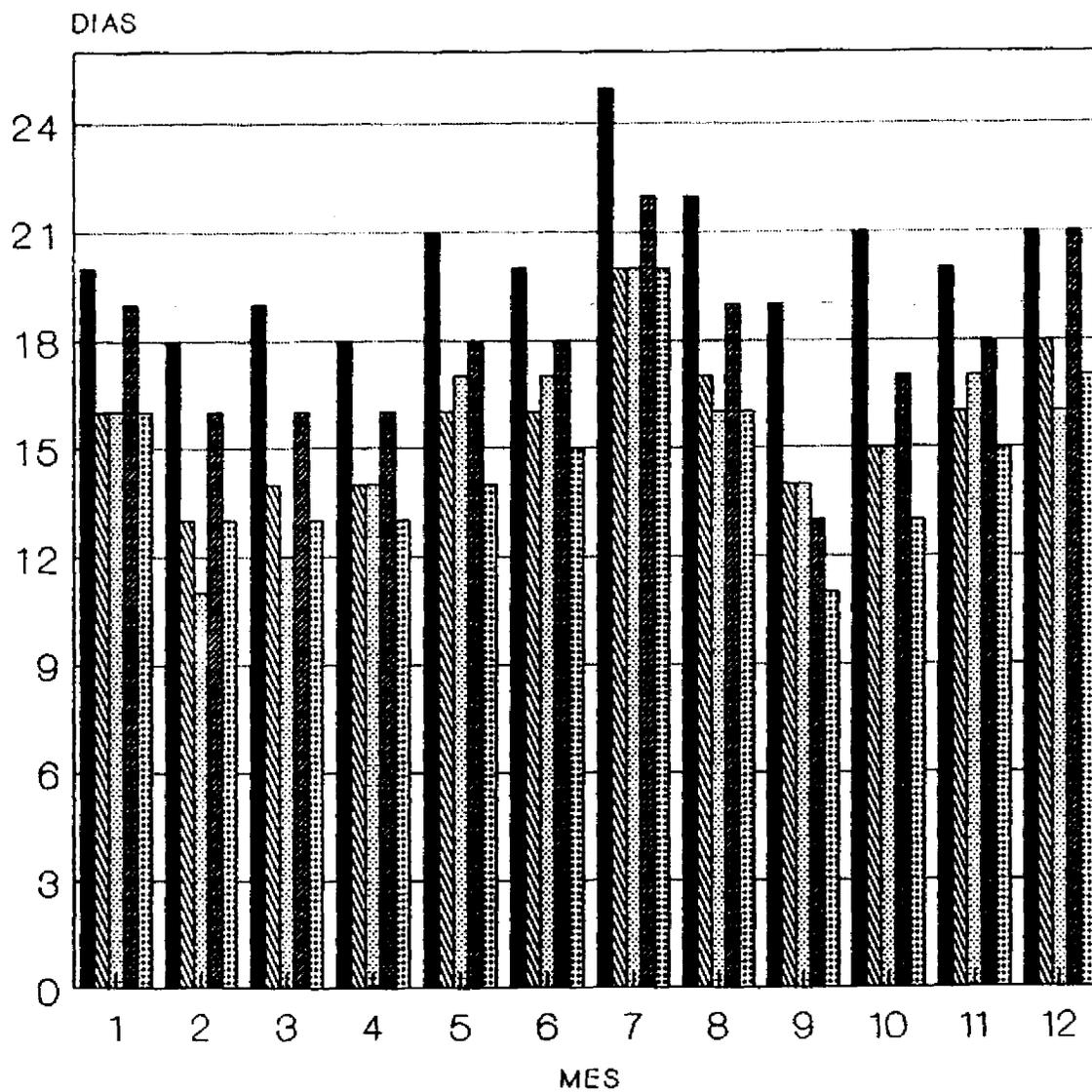
# INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS MAXIMAS ANUALES ESTACION MORAVIA DE CHIRRIPO



ANOS EVALUADOS: 1978-1987  
ELABORADO POR: ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 8**

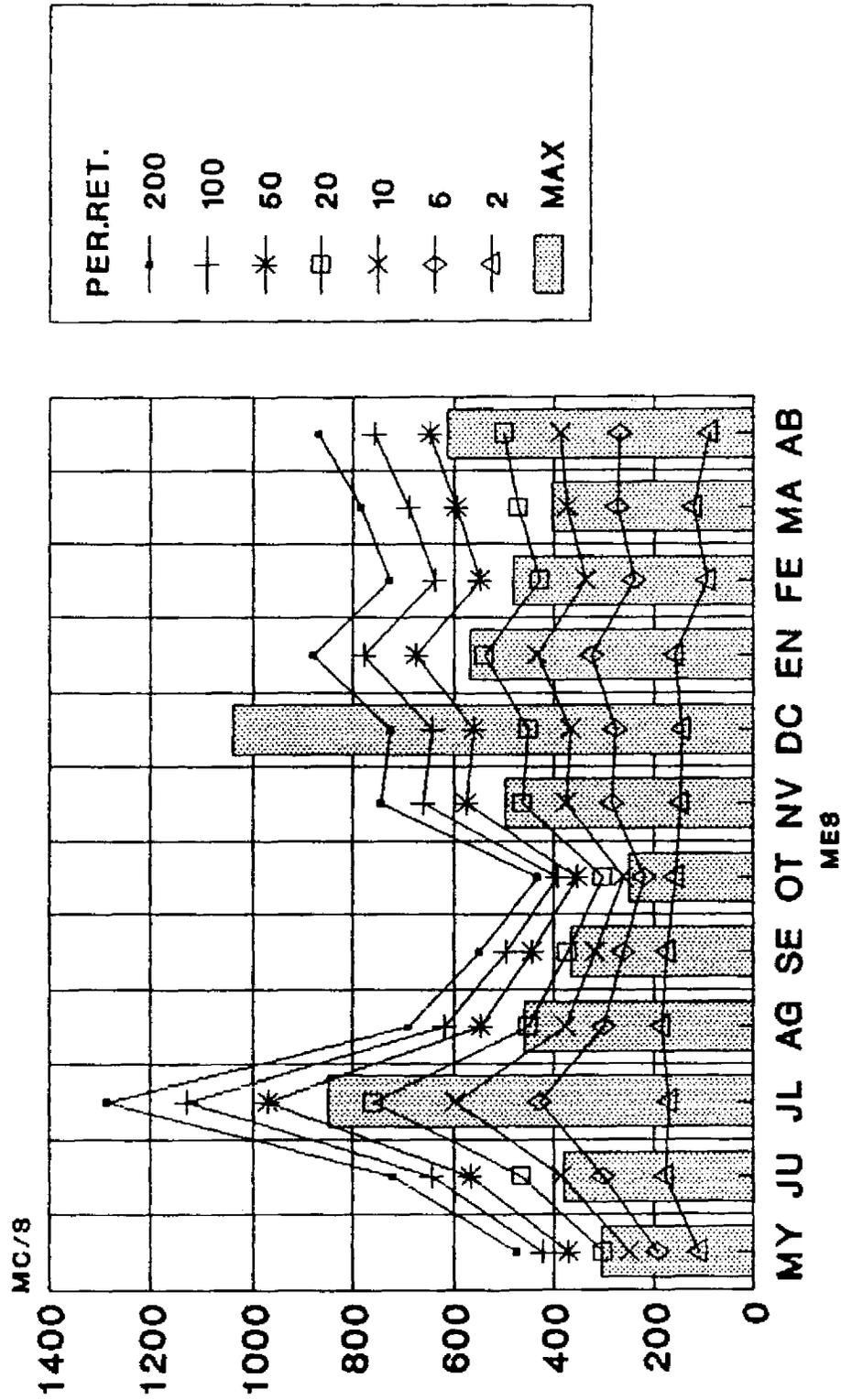
## PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA SECTOR MATINA - VALLE LA ESTRELLA



PERIODO: 1949 - 1988  
 FUENTE: I.M.N - I.C.E  
 ELAB. ARAUZ & CHACON

**FIGURA No. 9**

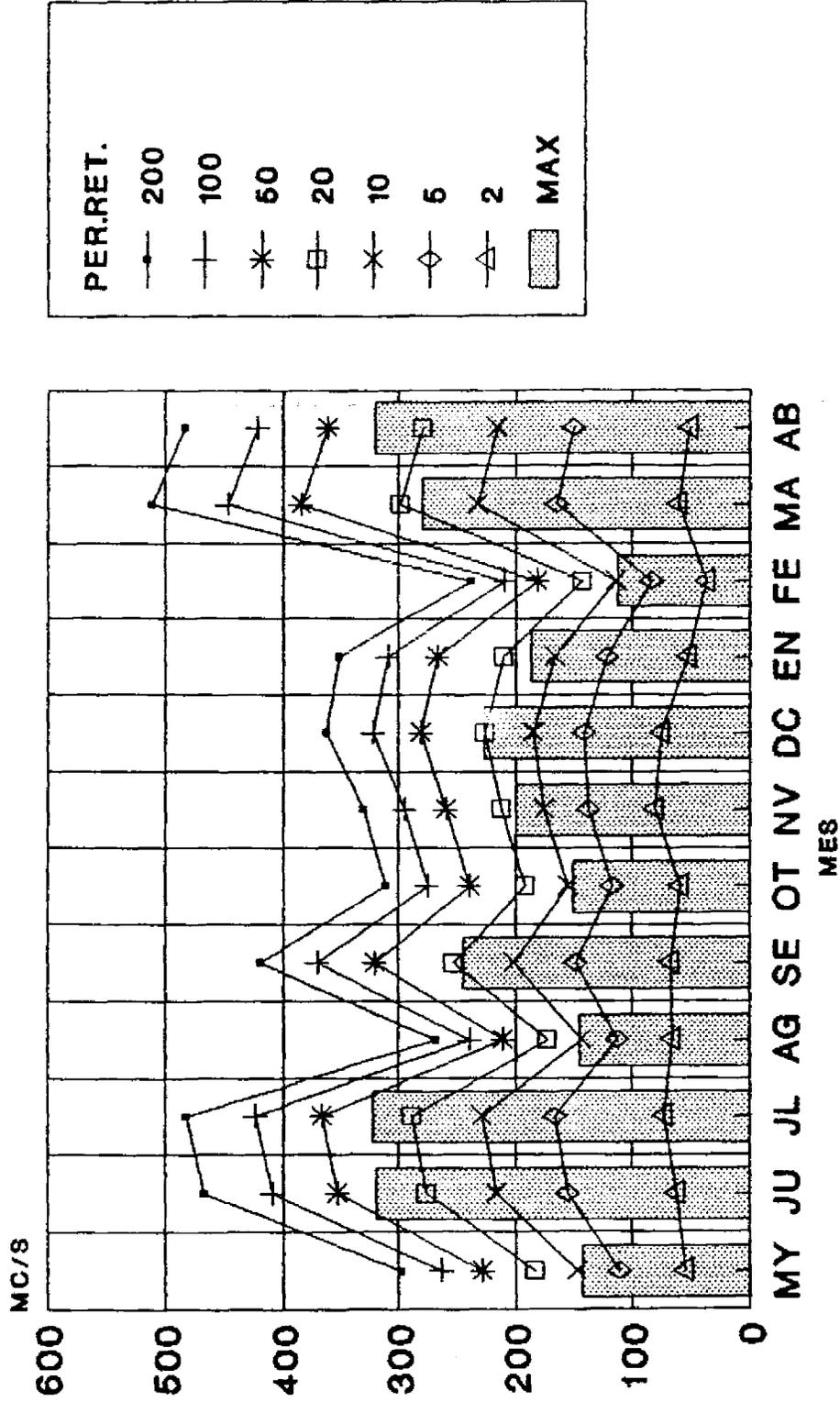
**ESTACION BARBILLA  
CAUDALES MAXIMOS MENSUALES  
SEGUN PERIODOS DE RETORNO**



FUENTE DE DATOS: ICE  
AÑOS EVALUADOS: 1976-1989  
ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

FIGURA No. 10

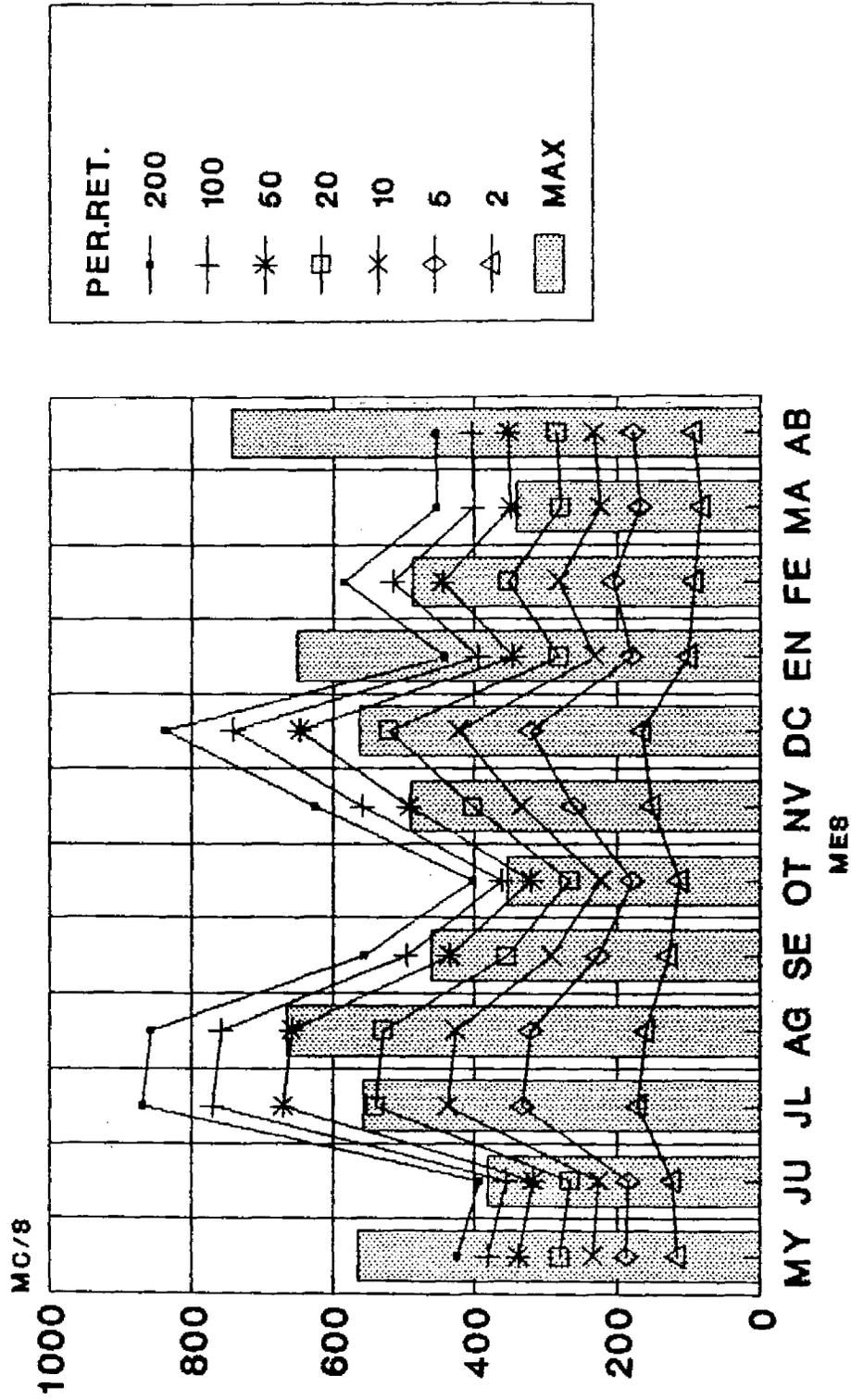
**ESTACION BLANCO  
CAUDALES MAXIMOS MENSUALES  
SEGUN PERIODOS DE RETORNO**



FUENTE DE DATOS: ICE  
AÑOS EVALUADOS: 1976-1989  
ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

FIGURA No. 11

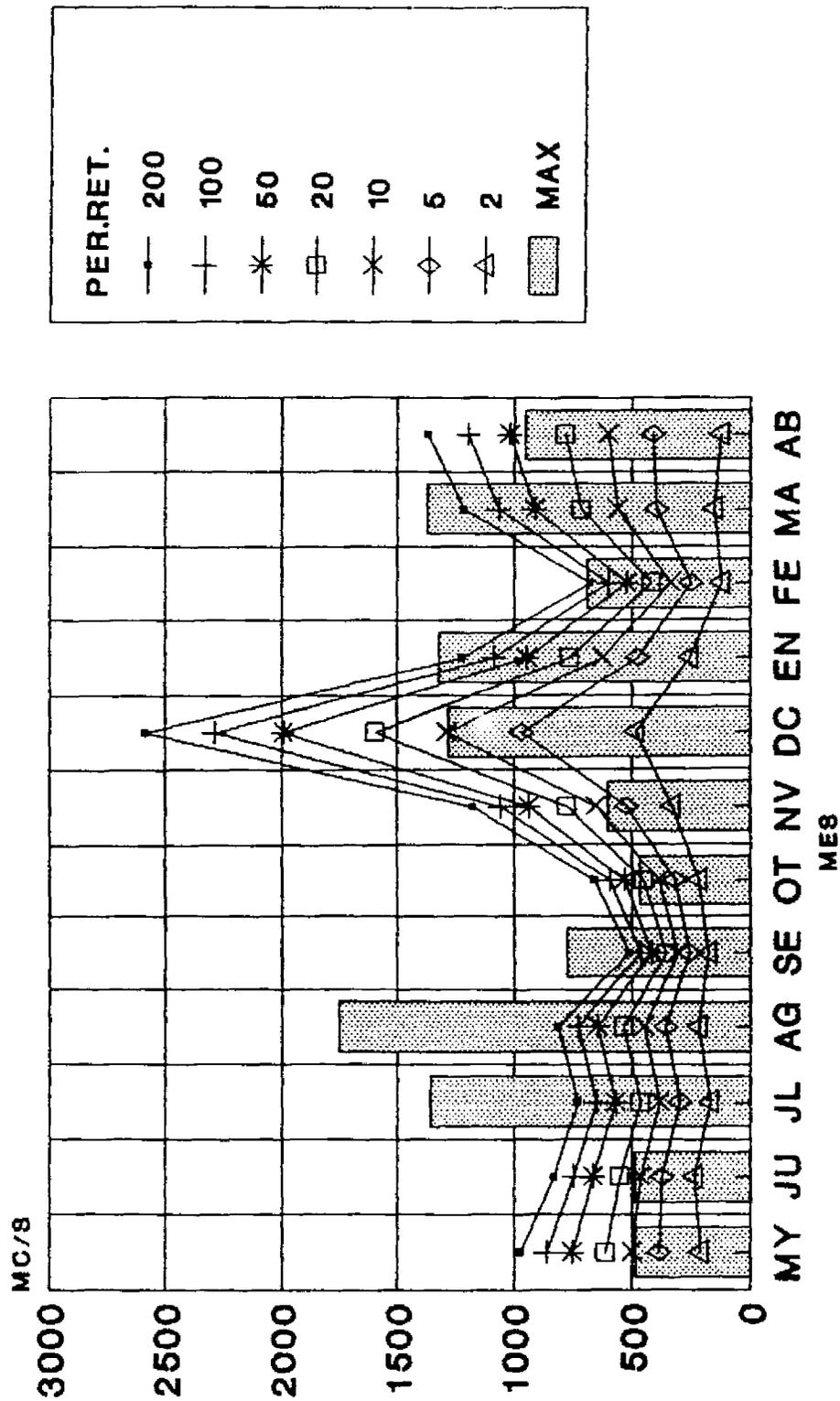
**ESTACION ASUNCION  
CAUDALES MAXIMOS MENSUALES  
SEGUN PERIODOS DE RETORNO**



FUENTE DE DATOS: ICE  
AÑOS EVALUADOS: 1957-1988  
ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

FIGURA No. 12

**ESTACION PANDORA  
CAUDALES MAXIMOS MENSUALES  
SEGUN PERIODOS DE RETORNO**

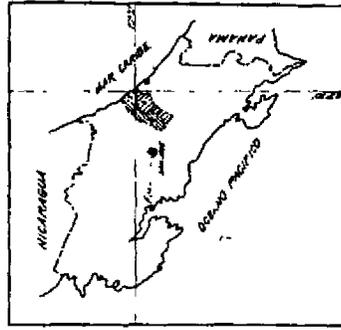


FUENTE DE DATOS: ICE  
AÑOS EVALUADOS: 1973-1989  
ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

FIGURA No. 13

ANEXOS

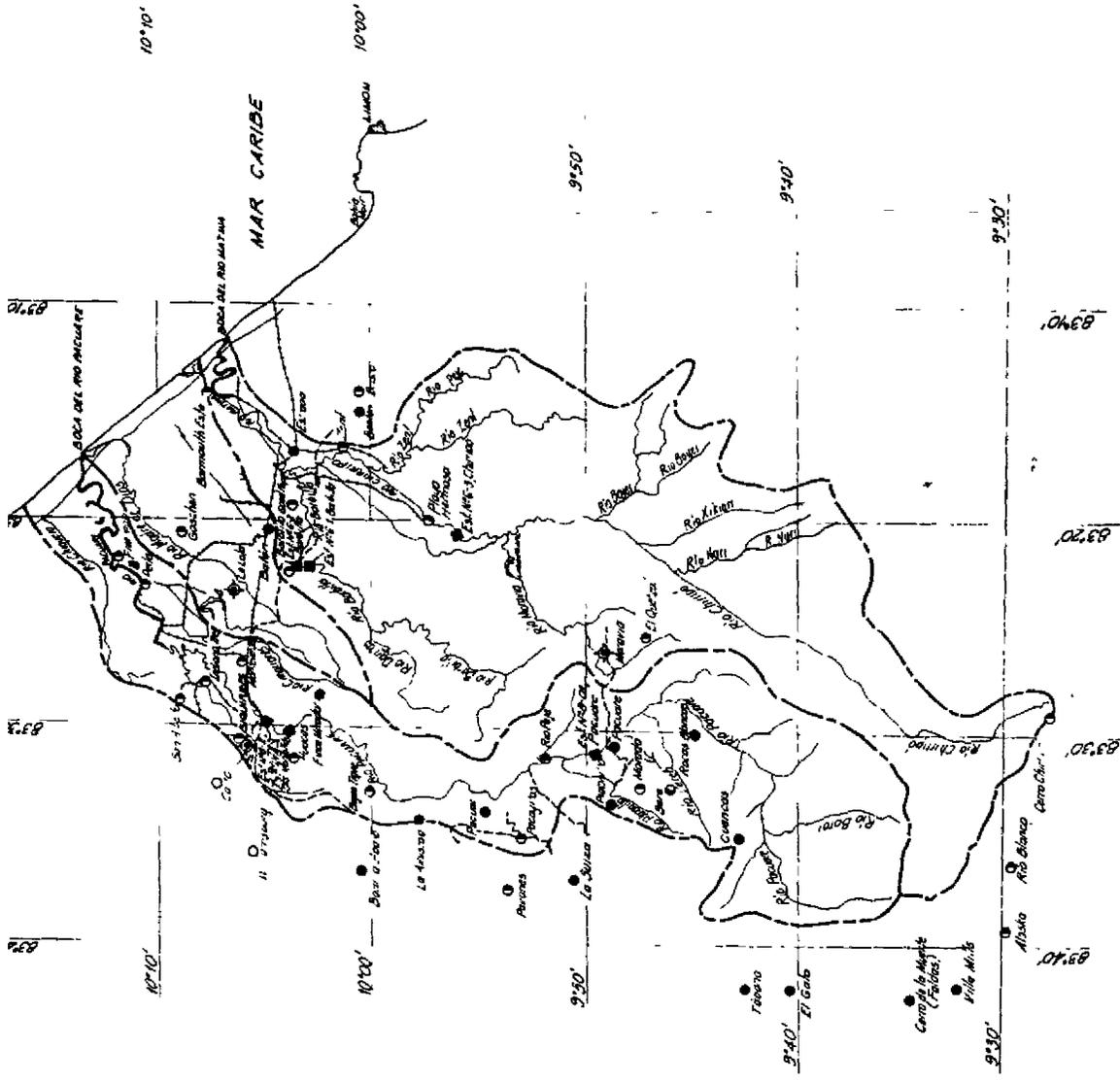
SIMBOLOGIA	
	Rios y arroyos
	Canales y drenajes
	Carreras y caminos
	Rios y arroyos
	Estaciones de altura



LOCALIZACION DE LAS CUENCAS N.º 6, RIO MATINA, N.º 7, MADERE DE DIOS Y OTROS Y N.º 8, RIO PACUA

Nota: Este estudio efectuado de los mapas del Instituto Geográfico de Costa Rica, escala 1:100,000. La información actualizada a mayo de 1989.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SOCIALES Y ECONOMICOS "SIMON BOLIVAR" DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS OFICINA DE HIDROLOGIA  
 CUENCAS N.º 6, RIO MATINA, N.º 7, MADERE DE DIOS Y OTROS Y N.º 8, RIO PACUA  
 Presentó: Lic. P. E. Chacón M. Autorizó: Lic. S. L. Martínez  
 Diseñó: Ing. Alvaro Rodríguez R. Corrió: Miguel Ángel



CANTONAL		TOTAL	
Superficie (Km <sup>2</sup> )	Superficie de las Cuencas (Km <sup>2</sup> )	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Superficie de las Cuencas (Km <sup>2</sup> )
6. Rio Matina	1408.9	94	24.0
7. Madre de Dios y Otros	248.0	37	1.82
8. Rio Pacua	288.9	199	7.4



