

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
GEOLOGICO-MINERAS

**INVESTIGACION HIDROLOGICA DE LA  
MEDIA Y BAJA GUAJIRA**

INFORME No. 1751

Por:

GERRIT JOUSMA Y SERGIO SERRANO T.

BOGOTA, 1978



## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> . . . . .	44
<b>1. INTRODUCCION</b> . . . . .	44
<b>2. DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA</b> . . . . .	44
<b>3. DESCRIPCION HIDROLOGICA</b> . . . . .	45
3.1. METEOROLOGIA . . . . .	45
3.1.1. PRECIPITACION . . . . .	45
3.1.2. TEMPERATURAS . . . . .	59
3.1.3. EVAPOTRANSPIRACION . . . . .	59
3.1.4. VIENTOS . . . . .	59
3.2. AGUAS SUPERFICIALES . . . . .	59
3.3. AGUAS SUBTERRANEAS . . . . .	60
<b>4. MODIFICACION DE LOS LIMITES DEL PROYECTO</b> . . . . .	60
4.1. LIMITE SUR . . . . .	61
4.1.1. REGION DE DIBULLA . . . . .	61
4.1.2. REGION DE TOMARRAZON, BARBACOAS Y COTOPRIX . . . . .	61
4.1.3. REGION DE CUESTECITA HASTA MAJAYURA . . . . .	61
4.1.4. CUENCA DEL RIO RANCHERIA . . . . .	61
4.2. LIMITE NORTE . . . . .	61
<b>5. INVESTIGACION HIDROLOGICA</b> . . . . .	61
5.1. GENERALES . . . . .	61
5.2. BALANCE HIDRICO . . . . .	62
5.3. PRECIPITACION . . . . .	62
5.4. EVAPOTRANSPIRACION . . . . .	63
5.5. CAUDALES ( $R_o$ y $R_i$ ) . . . . .	63
5.6. INFILTRACION (I) . . . . .	63
5.6.1. CUENCAS ARRIBA DE LA FALLA DE OCA . . . . .	63
5.6.2. ZONA DE LA FALLA DE OCA . . . . .	64
5.6.3. CUENCAS AGUAS ABAJO DE LA FALLA DE OCA . . . . .	64
5.6.4. LOS AFLORAMIENTOS TERCARIOS AL NORTE DE LA FALLA DE OCA . . . . .	65
5.7. RECAPITULACION . . . . .	65
<b>6. RESULTADOS OBTENIDOS</b> . . . . .	65
6.1. PRECIPITACION . . . . .	66
6.2. EVAPORACION . . . . .	66
6.3. NIVELES DE LOS RIOS . . . . .	66
6.4. CAUDALES . . . . .	66
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> . . . . .	80

### FIGURAS

1. Corte Hidrogeológico de la Media y Baja Guajira . . . . .	46
2. Mapa Hidrogeológico . . . . .	47
3. Precipitación media mensual en las Estaciones de Serie Larga (Manaure, Uri- bia y Matitas) . . . . .	48
4. Precipitación media mensual en las Estaciones de Serie Larga (Cuestecita, Carraipía y La Paulina) . . . . .	49
5. Distribución de frecuencias de precipitación . . . . .	50
6. Mapa de Isoyetas medias anuales (1972-1975) . . . . .	51

	<u>Página</u>
7. Evapotranspiración media en estaciones típicas . . . . .	52
8. Mapa de Isopiécicas freáticas . . . . .	53
9. Precipitación media 1972 - 1975 en mm . . . . .	54
10. Precipitación media 1972 - 1975 en mm . . . . .	55
11. Precipitación media 1972 - 1975 en mm . . . . .	56
12. Precipitación media 1972 - 1975 en mm . . . . .	57
13. Correlación mensual de lluvias (1972-1975) en Estaciones de Himat . . . . .	58
14. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978 (El Abra, Juríakal) . . . . .	67
15. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978 (Wittuy, Aremasahin) . . . . .	68
16. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978 (Tomarrazón, Cotoprix) . . . . .	69
17. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978 (Siruma, Monguí) . . . . .	70
18. Velocidad media del viento en mt/sg (1972 - 1975) . . . . .	71
19. Mapa hidrológico general de la Media y Baja Guajira . . . . .	72

#### TABLAS

I. Areas de las Cuencas adentro y afuera de la zona de estudio . . . . .	60
II. Balances hídricos con motivo del estudio de infiltración . . . . .	65
III. Estaciones del Proyecto . . . . .	73
IV. Precipitación registrada intervalo 1972 - 1975 en mm . . . . .	73
V. Lluvia registrada en estaciones del Proyecto intervalo 1977-1978 . . . . .	74
VI. Lluvia en Manaure . . . . .	74
VII. Lluvia en Uribia . . . . .	75
VIII. Lluvia en Matitas . . . . .	75
IX. Lluvia en Cuestecita . . . . .	76
X. Lluvia en Carraipía . . . . .	76
XI. Lluvia en La Paulina . . . . .	76

	Página
XII. Temperaturas °C . . . . .	77
XIII. Valores medios de velocidad del viento 1972 - 1975 . . . . .	77
XIV. Niveles de agua en metros registrados en Aremasahin durante 1977-1978 . . . . .	77
XV. Niveles de agua en metros registrados en Aritayén durante 1977 - 1978.	78
XVI. Niveles de agua en metros registrados en Barbacoas durante 1977 - 1978 . . . . .	79
XVII. Niveles de agua en metros registrados en Camarones durante 1977 . . . . .	79
XVIII. Niveles de agua en metros registrados en Villa Martín . . . . .	79
XIX. Aforos realizados hasta el momento . . . . .	80

\* \* \*

## RESUMEN

El informe contiene un análisis preliminar de los factores climáticos e hidrológicos, como parte de la investigación hidrológica detallada del Proyecto de Evaluación de Acuíferos de la Media y Baja Guajira Fase 2.

Se expone el tratamiento de los datos recopilados hasta la fecha, así como la metodología a seguir en la investigación anterior del cálculo de la infiltración con base en balances hídricos.

### 1. INTRODUCCION

En enero de 1977 se comenzó el Proyecto Guajira II por acuerdo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, INGEOMINAS, de Colombia y el Instituto de Investigaciones de Aguas Subterráneas, T.N.O., de Holanda.

Básicamente las investigaciones fueron orientadas hacia la evaluación de las reservas de agua subterránea, las necesidades, las alternativas de explotación y las consecuencias técnicas y económicas de dicha explotación en la Media y Baja Guajira. El estudio hidrológico, como parte de las investigaciones mencionadas, abarca el análisis de las cantidades de agua subterránea disponible y las consecuencias de extracción. Importantes aspectos en este estudio son la recarga y el almacenamiento de los acuíferos, y los fenómenos relativos al eventual agotamiento temporal.

La investigación se divide en las siguientes partes:

Estudio del clima, los caudales de los ríos e infiltración con base en balances de agua.

Estudio de las características de los acuíferos, cantidades y calidades de agua subterránea.

Estudio de las consecuencias de explotación de agua subterránea con base en un modelo hídrico económico.

Este informe trata la primera parte.

El estudio del clima de los caudales de los ríos y de los balances de agua, empe-

zó en enero de 1977 con un análisis de la situación y de los datos existentes. Con base en este análisis se tomaron los límites definidos del área de estudio y se planificó la instalación de una red de mediciones detalladas, por carecerse de datos, caudales, y de suficientes datos climatológicos.

La densificación de la red existente y el balance hídrico de la totalidad de la zona de estudio no era el propósito del Proyecto, por lo que las investigaciones se limitaron al sur de la zona, donde se espera la más importante infiltración; esta zona comprende el área de la Falla de Oca y las cuencas altas del Río Camarones y de la Quebrada de Moreno. Para obtener los datos necesarios se instalaron cuatro limnógrafos y diez pluviómetros.

A causa de una interrupción forzosa del Proyecto en marzo de 1978, la posibilidad de recolectar datos se limitó y por lo tanto el cálculo de un balance de agua no es posible. Sin embargo, las mediciones corrientes continúan.

### 2. DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA

La zona de estudio abarca principalmente una fosa entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá al sur, y la Serranía de Cocinas al norte; está constituida por una serie sedimentaria, que en ciertos lugares sobrepasa los 2.000 m de espesor, constituida por arenas y calizas terciarias, de origen marino en su mayoría, con transición a sedimentos costeros y a depósitos costeros y depósitos continentales en las cercanías de la Sierra Nevada. Cubriendo estos sedimentos afloran rocas cuaternarias constituidas principalmente por sedimentos arcillosos y arenas eólicas que conforman una extensa llanura aluvial. En el suroeste del área de estudio (Fig. 2), los afloramientos del Terciario muestran, además de las capas arcillosas y arenosas, extensos conglomerados con cantos de tamaño fino a muy grueso; se supone que en esta área el terciario presenta una mayor permeabilidad y es más probable la percolación hasta los acuíferos profundos.

Fuera de estos afloramientos el terciario está cubierto por capas cuaternarias arcillo-arenosas, cuyo espesor no sobrepasa los 30 m; un estudio de detalle cerca del Río Ranchería, mostró que en la cuenca se en-

cuentran rellenos de arena gruesa y capas arcillosas como vestigios de antiguos lechos del cauce; se espera que este fenómeno se presente en las demás cuencas, pues a través de estos depósitos puede existir un contacto directo entre el agua superficial y la subterránea.

En el límite entre las cuarzomonzonitas, granodioritas grauvacas y rocas volcánicas impermeables de la Sierra Nevada y la Serranía de Perijá, y la Fosa del Norte se encuentra la Falla de Oca, que está cubierta por depósitos aluviales gruesos hacia el oeste de Cuestecita; en dichos depósitos se observó una altísima permeabilidad, que abre la posibilidad de flujos de agua de la Falla de Oca hacia el terciario al norte de esta falla (Fig. 1).

Cerca de Cuestecita, en la Serranía de Perijá se encuentran calizas y rocas calcáreas, limitadas al norte por la Falla de Oca, que muestran porosidad secundaria y fenómenos de karst; se presume que exista alguna infiltración desde esta región alta hacia la fosa, a través de la Falla. En la zona de Perijá las características del terciario no se pueden observar, pero al oeste de Cuestecita se presentan buenos afloramientos. Hacia el extremo norte del área de estudio afloran nuevamente rocas preterciarias puestas en contacto con la llanura aluvial a través de la Falla de Cuisa.

### 3. DESCRIPCION HIDROLOGICA

#### 3.1. METEOROLOGIA

El clima de la Media y Baja Guajira se caracteriza por una precipitación anual de 400 mm al norte y unos 1000 mm al sur del área de estudio, temperaturas uniformes (la media anual es de 28°C) y vientos fuertes en todas las estaciones (TAHAL, 1967, IGAC, 1975).

##### 3.1.1. PRECIPITACION

El clima en la Guajira muestra dos estaciones húmedas y dos secas. El período más húmedo es el de los meses de septiembre, octubre y noviembre cuando hay mayor precipitación. Otro período con cifras relativamente altas se presenta en los meses de mayo y junio.

Las épocas de sequía prevalecen desde diciembre hasta abril inclusive y en menor intensidad en julio.

Al sur de la región el invierno parece un poco más largo que al norte de tal manera que agosto muchas veces forma el primer mes del invierno y diciembre el último (Figs. 3 a 12, tablas 4 y 6 a 11).

Al sur hay un incremento en la precipitación, debido a que los vientos provocan lluvia orográfica en las zonas aledañas a la Sierra Nevada de Santa Marta. Esto puede verse en las isoyetas del período 1972-1975 (Fig. 6).

Algunas de las estaciones climatológicas existentes tienen series largas que permiten una investigación de frecuencias de precipitación media anual (Fig. 3 a 5).

En Manaure, situado al norte de la región, en la costa, y a 4 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual en el período de 1940 - 1975 fue de 378 mm. La más alta precipitación anual fue de 1285 mm en 1955 (con 411 mm en septiembre), la más baja 51 mm en el año 1957 en el mismo período. La estación más húmeda es la de los meses de septiembre, octubre y noviembre, cuando precipita el 71% de la lluvia. Los meses secos son de enero hasta abril, y julio.

En Uribia, situada en el centro de la Media Guajira, a 22 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual en el período de 1937 - 1974 fue de 377 mm. El valor máximo de 635 mm fue registrado en 1945 y el mínimo de 81 mm en 1947. En los meses de septiembre, octubre y noviembre se encuentra el 58% de la lluvia y en los meses de abril hasta junio inclusive, un 25%. Los demás meses son relativamente secos. En Matitas, situado en el suroeste de la región a una altura de 40 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual registrada en el período de 1964 - 1975 fue de 1237 mm. El año más húmedo de este período fue 1969 con 2.103 mm de lluvia; el año más seco fue 1972 con 543 mm. El 63% de la lluvia precipita en los meses de agosto hasta noviembre inclusive; otro 23% en los meses de mayo y junio. En Cuestecita, situado en el sur de la región a una altura de 100 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual registrada en el período de 1960 - 1975 fue de 996 mm. En es-

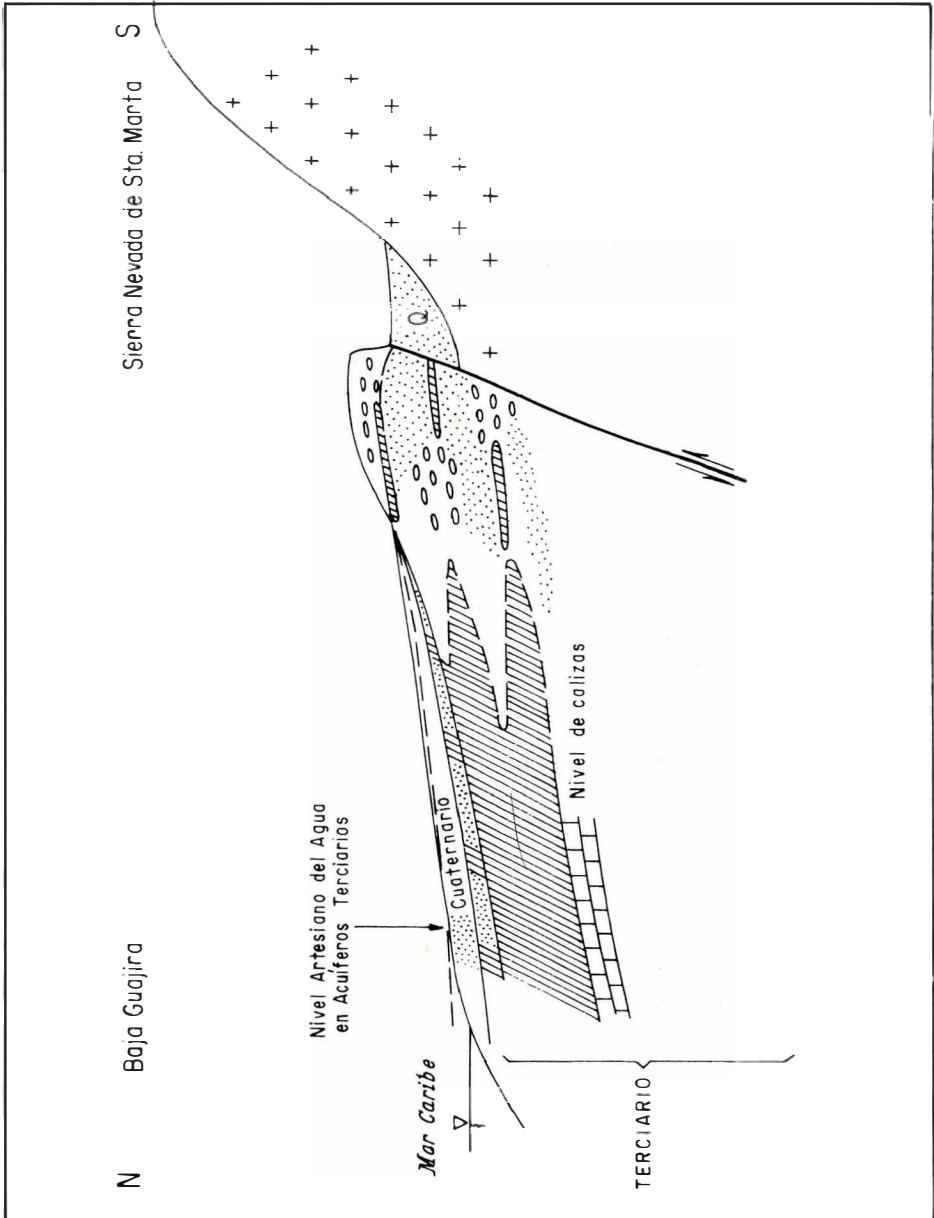
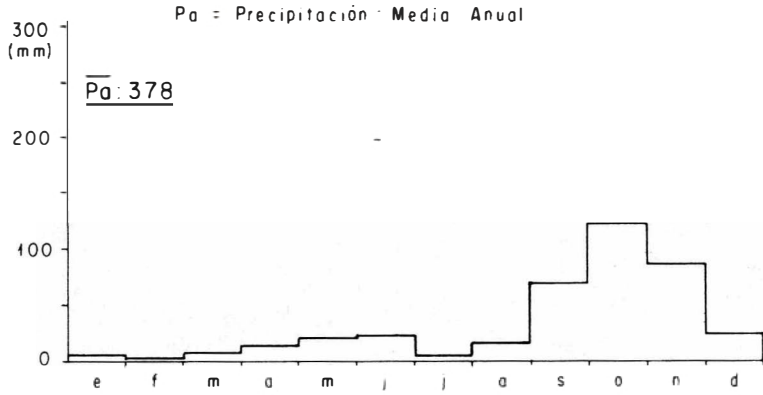


FIGURA 1.

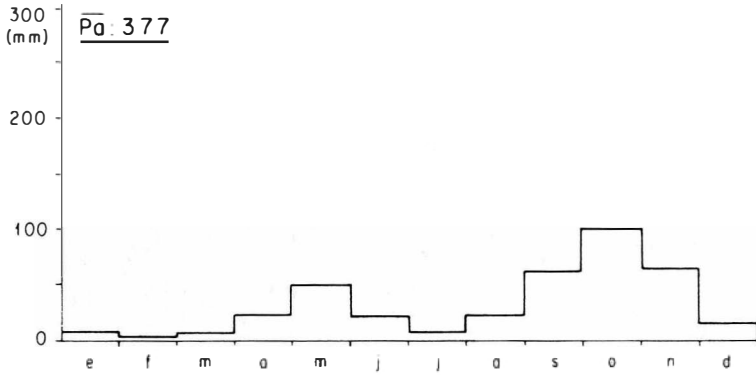
Corte Hidrogeológico de la Media y Baja Guajira.



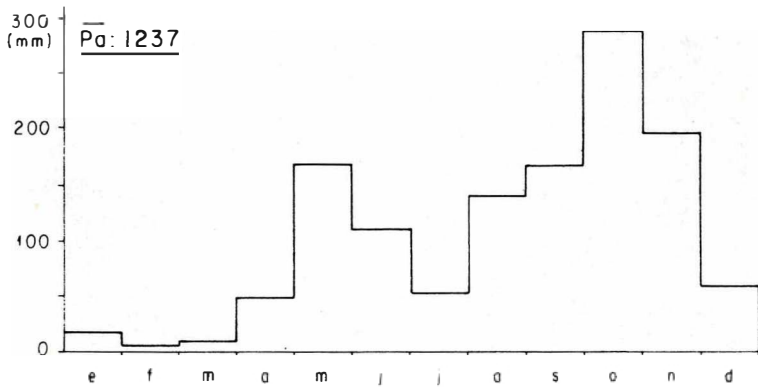




MANAURE: 1940 - 1944, 1953 - 1955  
1957 - 1961, 1967 - 1975



URIBIA: 1937 - 1947, 1952 - 1960  
1962 - 1964, 1968 - 1974



MATITAS: 1964 - 1975

FIGURA 3. Precipitación media mensual en las estaciones de Serie Larga.

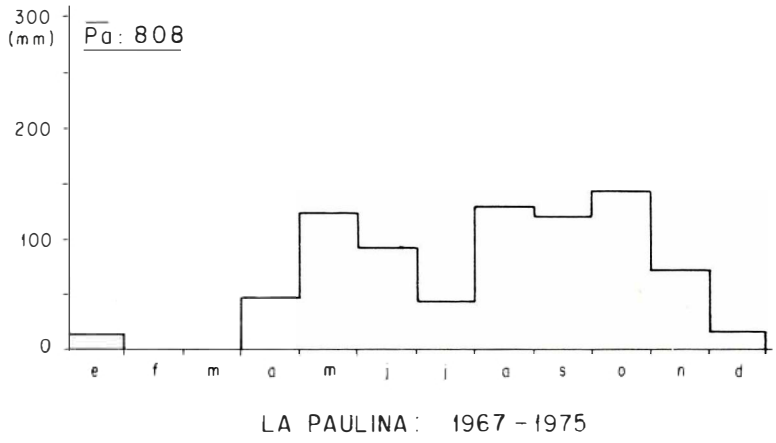
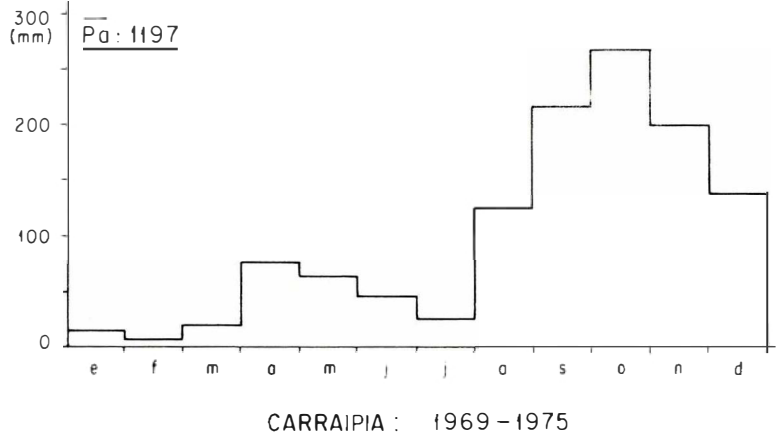
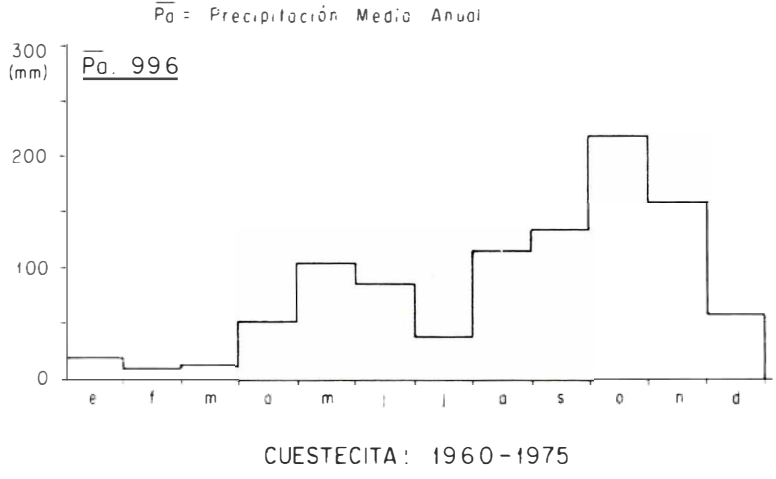


FIGURA 4. Precipitación media mensual en las estaciones de Serie Larga.

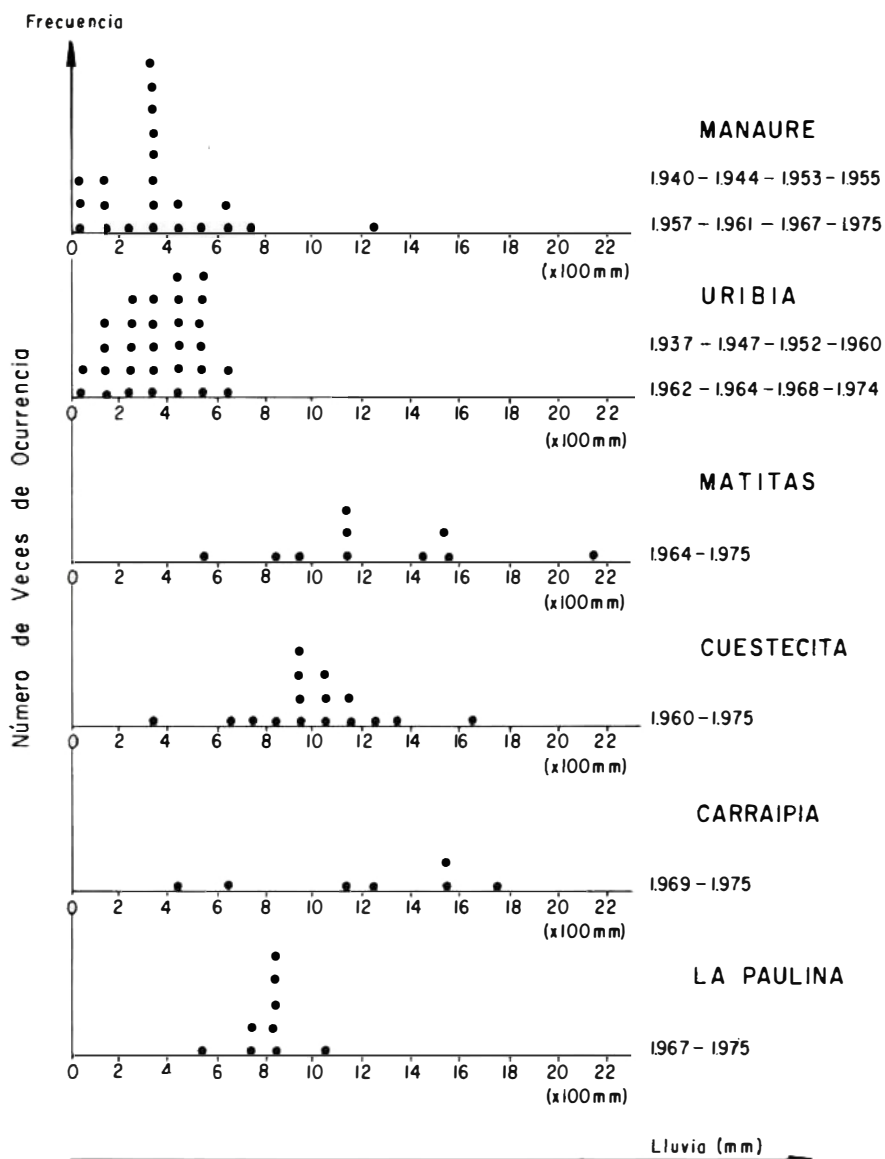


FIGURA 5.

Distribución de frecuencias de precipitación.

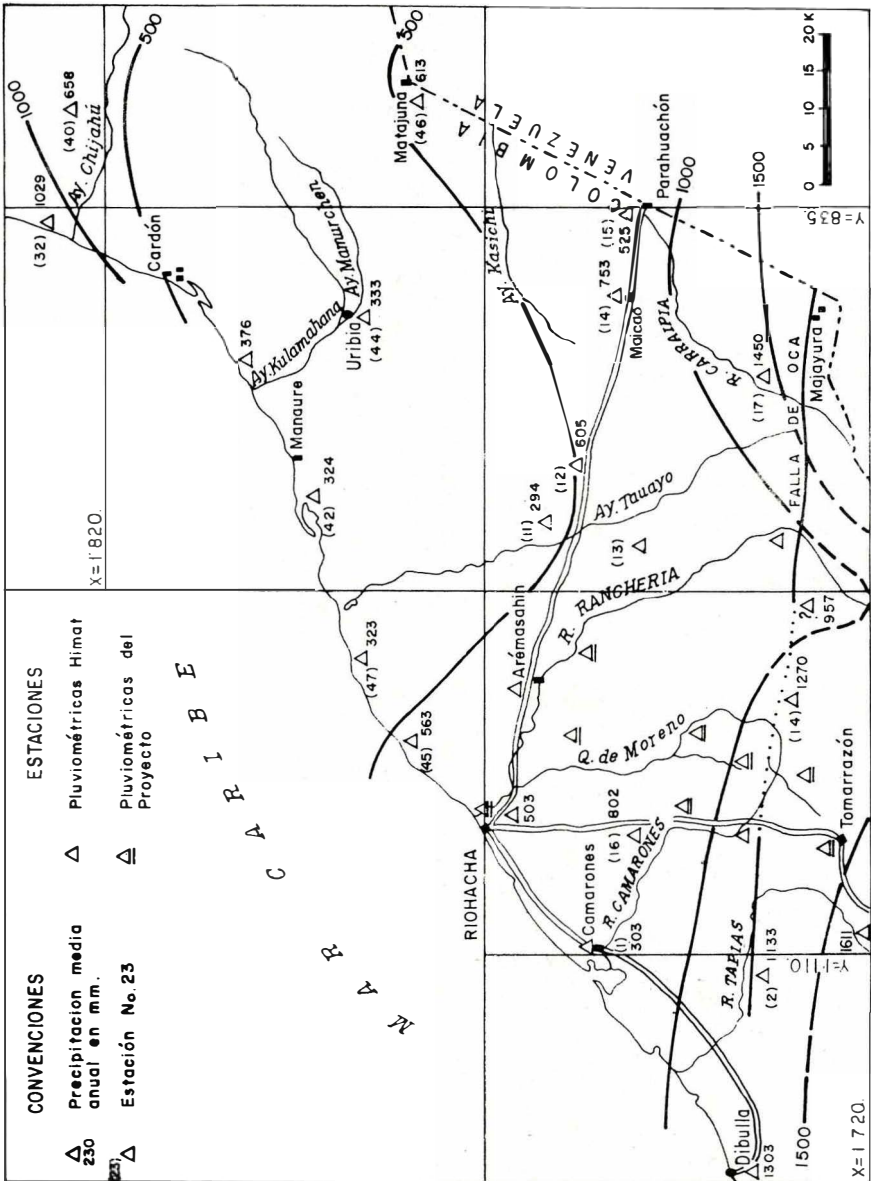


FIGURA 6.

Mapa de Isoyetas medias anuales (1972 - 1975)

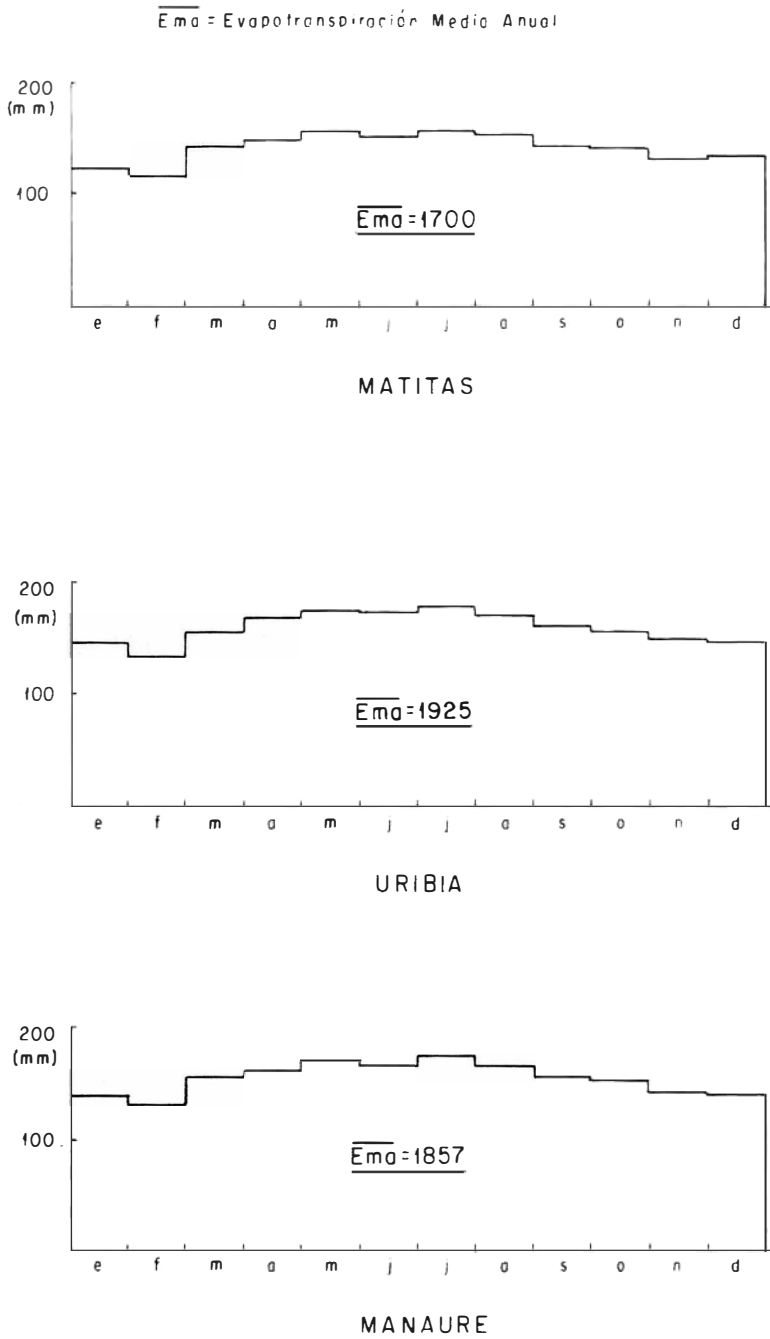


FIGURA 7. Evapotranspiración media en estaciones típicas (1951 - 1973).

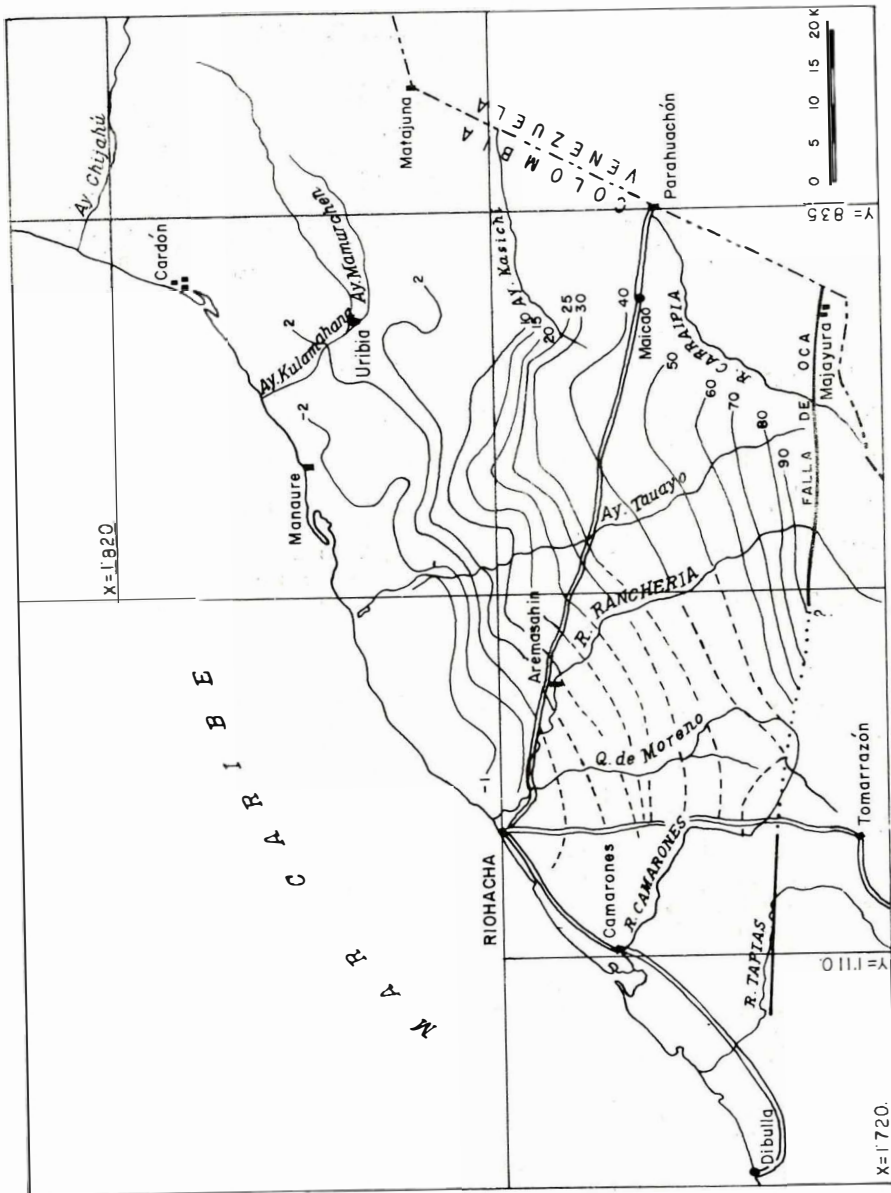


FIGURA 8.

Mapa de Isopiécicas freáticas

$\bar{P}_a$  = Precipitación Media Anual  
(2) = Estación numero 2

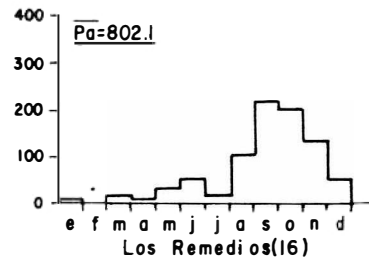
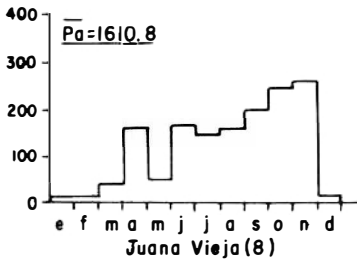
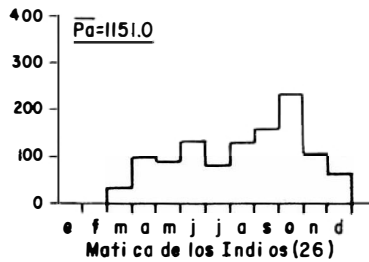
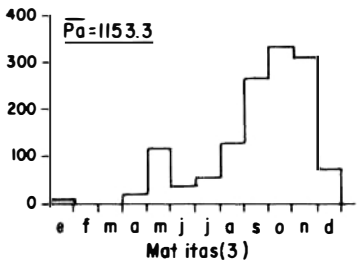
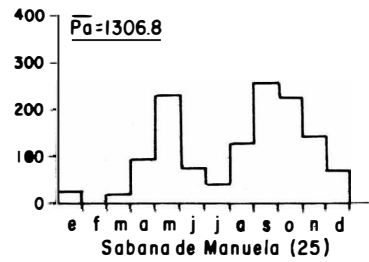
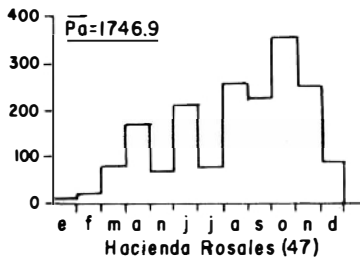
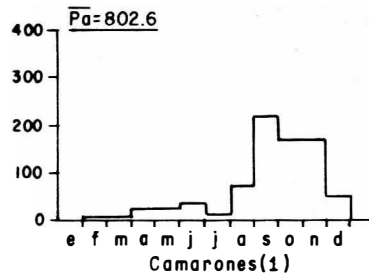
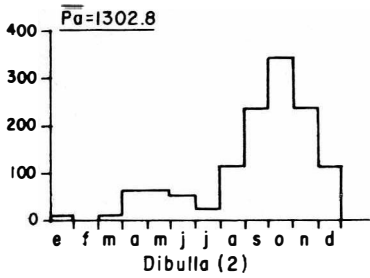


FIGURA 9. Precipitación media 1972 - 1975 (mm).



$\bar{P}_a$  = Precipitación Media Anual  
 (45) = Estación número 45

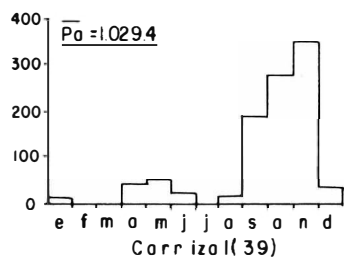
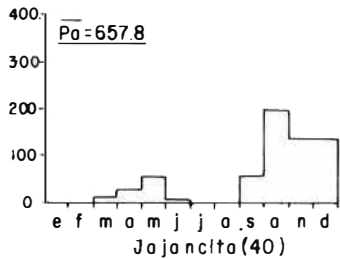
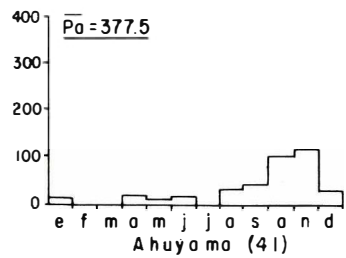
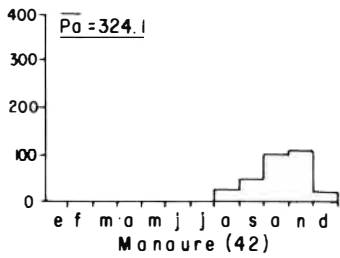
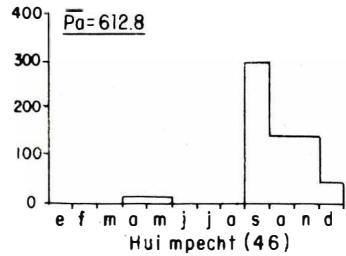
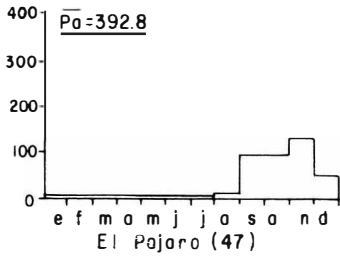
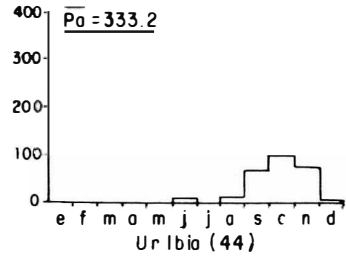
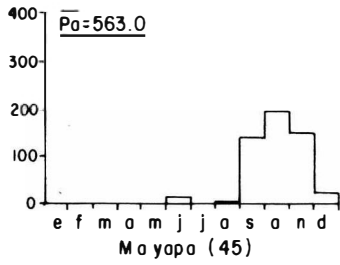


FIGURA 10.

Precipitación media 1972 - 1975 (mm).

$\bar{P}_a$  = Precipitación medio Anual  
 (18) = Estación número 18

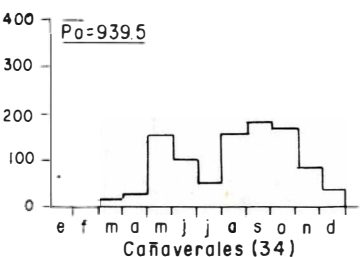
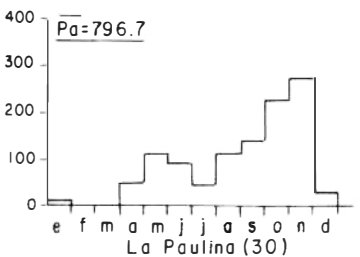
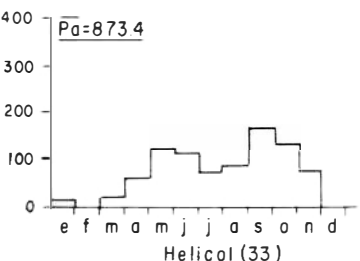
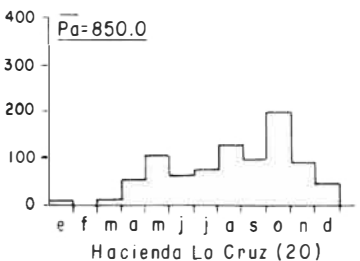
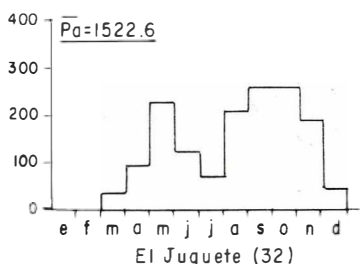
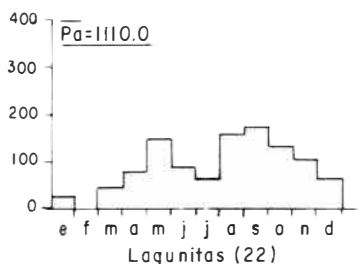
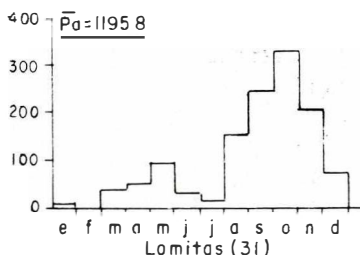
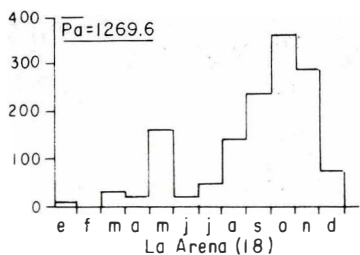


FIGURA 11.

Precipitación media 1972 - 1975 (mm).

$\bar{P}_a$  = Precipitación, Media Anual  
 (35) = Estación número 035

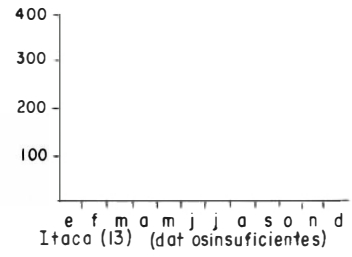
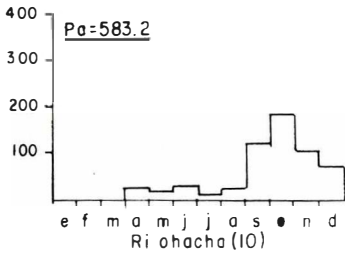
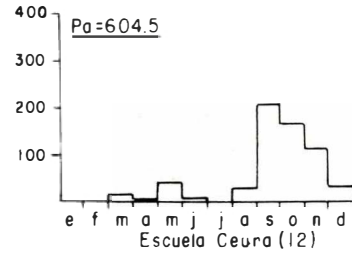
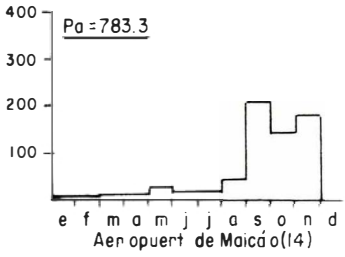
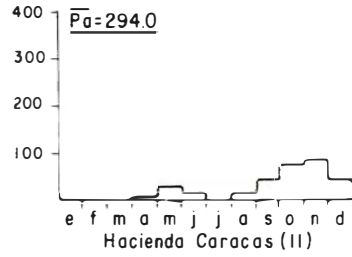
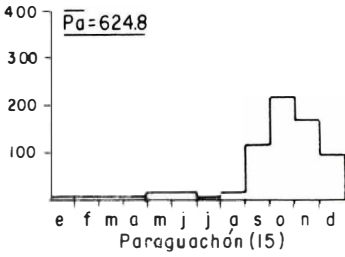
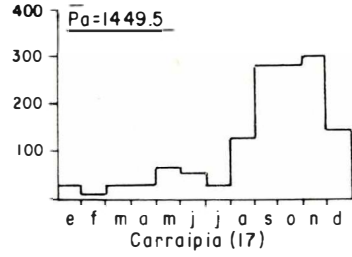
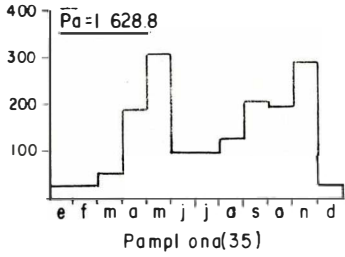


FIGURA 12.

Precipitación media 1972 - 1975 (mm).

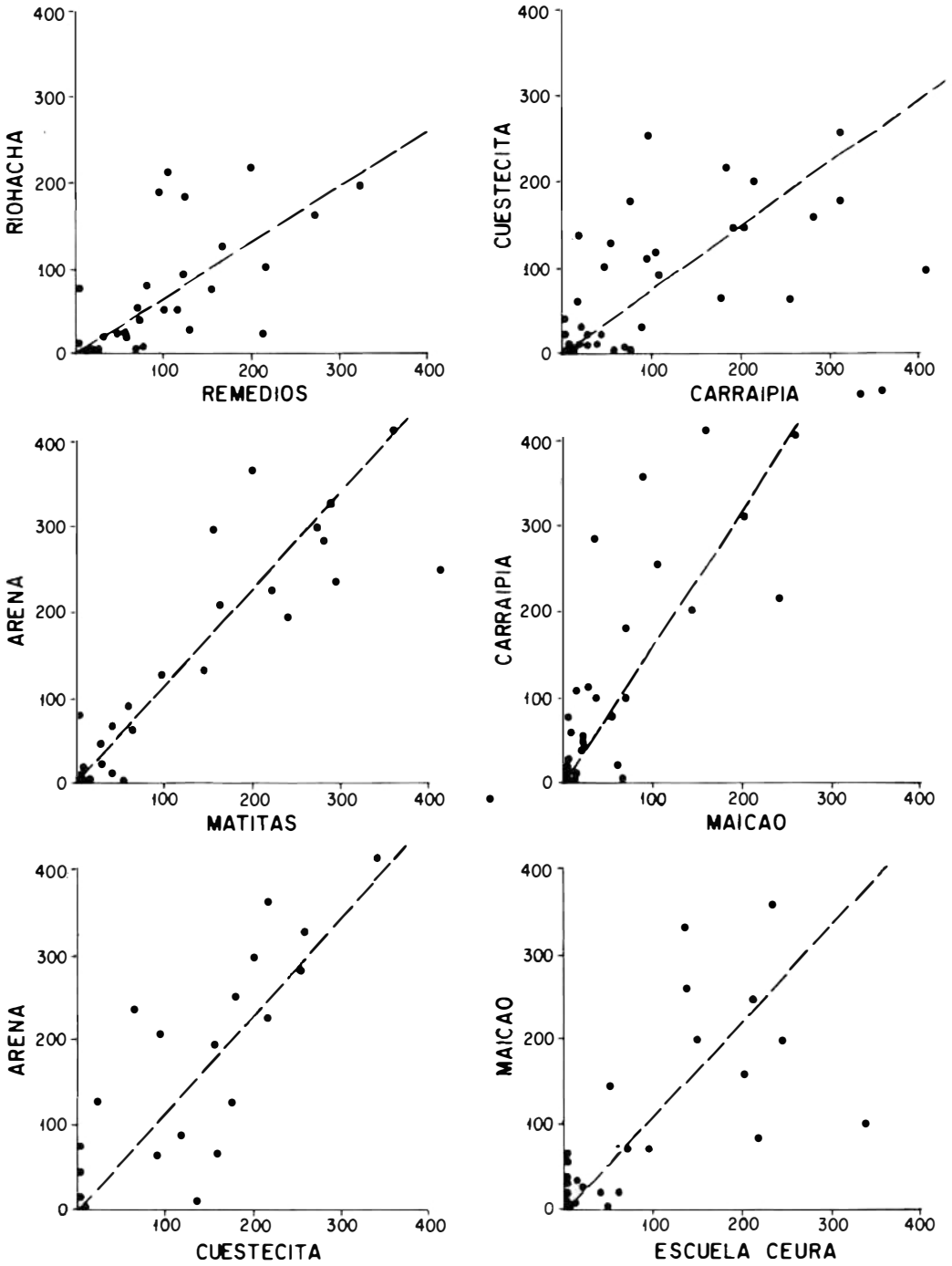


FIGURA 13. Correlación mensual de lluvias (1972 - 1975) en estaciones de HIMAT.

te período el año más húmedo fue 1969 con 1632 mm; el año más seco fue 1972 con 328 mm. La estación más húmeda es durante los meses de agosto hasta noviembre inclusive, cuando precipita 62 % de la lluvia. Otros meses húmedos son mayo y junio.

En Carraipía situado al suroeste de la región, a 110 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual en el período de 1969 - 1975 fue de 1197 mm. El año más seco fue 1971 con 497 mm. En los últimos cinco meses del año se concentró el 79% de la lluvia.

En la Paulina, situada al sur de la región a 160 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual registrada en el período de 1967-1975 fue de 808 mm. La variación anual parece más pequeña: un máximo de 1.037 mm en 1970 y un mínimo de 526 mm en 1967. De las dos estaciones húmedas la de agosto hasta noviembre inclusive contiene el 50% y la de mayo a junio el 26 % de la lluvia.

### 3.1.2. TEMPERATURAS

El valor de la temperatura en la Media y Baja Guajira es relativamente uniforme, pero muestra un pequeño decrecimiento hacia el sur (Tb. 12). En las medias mensuales no se encuentra gran variación y la oscilación durante el año no sobrepasa el 15% mientras en intervalos largos es del orden del 20%. Las medias máximas mensuales, que en general ocurren en julio, casi nunca sobrepasan los 36°C y las medias mínimas no bajan a menos de 17°C. Las temperaturas diarias en los períodos observados tienen una amplitud máxima entre 14 y 39,2 grados pero la oscilación diaria en general no sobrepasa los 10°C.

### 3.1.3. EVAPOTRANSPIRACION

La evapotranspiración potencial (Ep), calculada con base en la temperatura por el método de Thornthwaite muestra muy poca variación regional, aunque parece ser un poco menor en Matitas al Sur, con respecto a Uribia en el norte y Manaure en la costa (Fig. 7). La variación inicial de la media mensual es menor del 20%.

La evapotranspiración real (Ea) no puede superar a la precipitación, siendo una pequeña parte de la evapotranspiración po-

tencial (Ep); en el norte se espera que evapore con algún retraso la mayor parte de la precipitación a excepción de los aguaceros duros (Compárense los gráficos de P y Ep para Uribia, figuras 3 y 7).

### 3.1.4. VIENTOS

En la Media Guajira los vientos soplan durante todo el año y su régimen se encuentra condicionado por los alisios provenientes del noreste. Con base en los datos arrojados por las estaciones en Manaure, Uribia, Matitas, La Arena, Carraipía y La Paulina, se han calculado las velocidades medias mensuales del viento para el período comprendido entre 1972 y 1975 (Tb. 13; Fig. 18).

Puede observarse que la distribución anual presenta dos períodos de alta velocidad: uno de diciembre a marzo y el otro más corto en julio, que generalmente registra las más altas, llegando a presentarse velocidades absolutas hasta de 12,5 m/sq. Estos dos períodos coinciden como era de esperarse con los de más baja precipitación, ya que la mayor velocidad y la relativa menor humedad disminuye la condensación del agua atmosférica. Las épocas de baja velocidad coinciden con las de alta pluviosidad pues la humedad recogida en el océano alcanza a precipitarse con mayor facilidad; este período de velocidades mínimas ocurre entre octubre y noviembre, justamente al tiempo del invierno fuerte (Figs. 9 a 12).

En general la dirección predominante es del este, y en menor grado del noreste y sureste, a excepción de La Paulina, donde los vientos parecen ser canalizados en dirección NE-SW por la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta.

Puede notarse también que las estaciones al norte como Manaure y Uribia registran velocidades más altas con respecto a las del sur como Carraipía, La Paulina y Matitas. La Arena presenta velocidades relativas mayores, posiblemente por su proximidad a las estribaciones de la Sierra Nevada.

## 3.2. AGUAS SUPERFICIALES

Los ríos, quebradas y arroyos de la zona de estudio pueden ser divididos en dos grupos:

- a) Los ríos provenientes de la montaña que pasan a través de la zona de falla. Debido al exceso de precipitación sobre la evapotranspiración estos ríos fluyen la mayor parte del año; los más importantes son: el Río Tapias, el Río Camarones, La Quebrada de Moreno, el Río Ranchería y el Río Carraipía.
- b) Los ríos quebradas y arroyos que nacen dentro de la zona de estudio funcionan como sistemas de drenaje; estos solamente fluyen en las estaciones húmedas; los más importantes son: el Brazo Jotomahana del Río Ranchería, el Arroyo Tayayo y el Arroyo Kutamahana.

Importante para el régimen de los ríos del grupo A en el área de estudio, la sedimentación y las influencias correspondientes al agua subterránea, es la relación entre el área de las cuencas afuera de la zona de estudio, en general en las montañas, y el área adentro. Estas relaciones aproximadas se presentan en la Tabla I.

TABLA I

AREAS DE LAS CUENCAS ADENTRO  
Y AFUERA DE LA ZONA DE ESTUDIO

CUENCA	ADENTRO	AFUERA
Río Tapias	115 km <sup>2</sup>	600 km <sup>2</sup>
Río Camarones	350 km <sup>2</sup>	90 km <sup>2</sup>
Quebrada de Moreno	750 km <sup>2</sup>	300 km <sup>2</sup>
Río Ranchería	650 km <sup>2</sup>	2.400 km <sup>2</sup>
Río Carraipía	280 km <sup>2</sup>	50 km <sup>2</sup>

### 3.3. AGUAS SUBTERRANEAS

Con base en mediciones estacionales de niveles estáticos, se concluye que el agua freática fluye en dirección noroeste y noreste (Fig. 8).

Aunque se carece de esta información para los acuíferos profundos, no se esperan grandes diferencias en la imagen general. La división de aguas (Pl.19) que viene desde el límite sur pasando por Carraipía en dirección norte tomando luego hacia el noreste, también se presenta en las isopiécicas freáticas; al oeste de esta divisoria el agua

fluye en dirección del mar Caribe, mientras que al este fluye hacia el Golfo de Venezuela.

Vistas las condiciones hidrogeológicas (Fig. 1) y climatológicas existentes en la región, se asume que existe infiltración directa en las siguientes áreas:

En las cuencas de la Quebrada Moreno y del Río Camarones al sur de la Falla de Oca.

En los afloramientos terciarios en la parte sur del área de estudio directamente al norte de la Falla de Oca.

En las calizas cerca de Cuestecita y en la Serranía de Perijá.

No obstante la escasez de precipitación, también en el norte del área.

La infiltración desde los ríos puede ocurrir cuando estos están en contacto con capas permeables y se puede asumir que en este caso es sobre todo agua transportada desde la montaña, como puede observarse en el Río Camarones y en el Río Ranchería.

El agua infiltrada en el sur, solo fluye hacia el norte; en las regiones de capas impermeables (Fig. 1), parece que los potenciales de agua subterránea profunda son más altos que los del acuífero superficial, de mejor drenaje. Por esto se supone que más al norte se presenta un flujo vertical ascendente.

El drenaje del acuífero superficial ocurre durante y después de períodos de lluvia, siendo ésta la causa de que los ríos que inicialmente transportan agua superficial luego continúan fluyendo durante un tiempo; este hecho parece suceder en la región de la Quebrada de Moreno, y puede ser de mayor importancia en el Río Ranchería.

### 4. MODIFICACION DE LOS LIMITES DEL PROYECTO

La facilidad de la investigación hidrogeológica depende en gran parte de los límites de la zona del proyecto; los límites originalmente planteados especialmente al sur y al norte se modifican de acuerdo a factores

hidrogeológicos; los límites oeste (el mar) y este (la Frontera Colombo Venezolana) se consideran definitivos.

#### 4.1. LIMITE SUR

##### 4.1.1. REGION DE DIBULLA

En esta región se propuso un estudio geoelectrónico limitado, la perforación de dos o tres pozos y mediciones de niveles estáticos en los pozos existentes, sin estudio hidrológico debido a que:

Las líneas isopiécicas estimadas y la divisoria de aguas superficiales al norte del Río Tapias (Pl.19), parecen mostrar que el agua subterránea de esta zona no influye mucho en la totalidad de la zona de estudio.

El estudio del régimen hidrológico del Río Tapias sería muy engorroso y el tiempo del proyecto es limitado para realizarlo.

##### 4.1.2. REGION DE TOMARRAZON, BARBACOAS Y COTOPRIX

Las cuencas de los ríos Nuevo, Viejo y de la Quebrada de Moreno al sur de la Falla de Oca son consideradas como regiones de infiltración importantes; se prefiere un límite que incluya estas cuencas.

##### 4.1.3. REGION DE CUESTECITA HASTA MAJAYURA

Es posible que las calizas cretáceas permitan infiltración por lo que igualmente se prefiere como límite la divisoria de aguas superficiales al sur de la Falla de Oca.

##### 4.1.4. CUENCA DEL RIO RANCHERIA

Muy probablemente las aguas del Río Ranchería empiezan a influir en las aguas subterráneas de la Guajira desde la Falla de Oca. Por esta razón no creemos necesario investigar la totalidad de la cuenca del Ranchería, sino solamente la parte al norte de Cuestecita.

#### 4.2. LIMITE NORTE

La mayor parte de las rocas de la Seranía de Cocinas son impermeables; se toma

la divisoria de agua superficial, incluyendo la cuenca del del arroyo Kutamahana.

### 5. INVESTIGACION HIDROLOGICA

#### 5.1. GENERALES

La investigación está básicamente orientada al cómputo del agua subterránea disponible y por consiguiente abarca los acuíferos superficiales y profundos.

Este estudio contiene las siguientes clases de datos:

Precipitación, evaporación, temperatura y humedad del aire, vientos y brillo solar.

Caudales de los ríos.

Calidades de las aguas superficiales.

Extensión, espesor y profundidad de acuíferos y acuicierres, transmisividad, almacenamiento y resistencia hidráulica de las capas.

Potenciales, corrientes, alimentación, drenaje y calidades de las aguas subterráneas.

Al empezar se ignoraban las condiciones hidrogeológicas y los datos del agua subterránea profunda; estos se obtendrían durante el Proyecto. Se comenzó con medidas e investigaciones en la superficie que indicaran la forma y cantidad de alimentación y drenaje de las capas acuíferas. Estos estudios se realizaron con base en balances hídricos.

Con el fin de obtener datos en cuanto a la infiltración, se escogieron unas de las áreas donde esta parecía de mayor importancia, en el sur de la zona de estudio, para una investigación detallada:

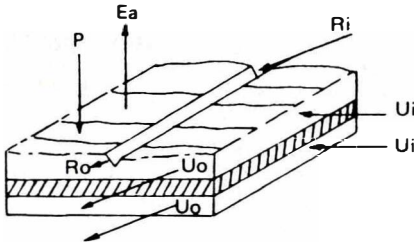
Las cuencas del Río Camarones y la Quebrada de Moreno aguas arriba de la Falla de Oca.

El área de la Falla de Oca donde los ríos Camarones y Ranchería y la Quebrada de Moreno la atraviesan.

Las cuencas del Río Camarones y Río Ranchería, aguas abajo de la Falla de Oca.

- Los afloramientos terciarios al norte de la Falla de Oca.

## 5.2. EL BALANCE HIDRICO



Esquema con los elementos para el cálculo del Balance Hídrico

El balance hídrico general de una cuenca se puede escribir como:

$$P - E_a + R_i - R_o + U_i - U_o = \Delta S \times \Delta U \quad (1)$$

en donde:

- P = Precipitación
- E<sub>a</sub> = Evapotranspiración real
- R<sub>i</sub> = Caudal del río que entra en la cuenca
- R<sub>o</sub> = Caudal del río que sale de la cuenca
- U<sub>i</sub> = Caudal del agua subterránea que entra en la cuenca.
- U<sub>o</sub> = Caudal del agua subterránea que sale de la cuenca
- ΔS = Incremento en almacenamiento de agua superficial.
- ΔU = Incremento en almacenamiento de agua subterránea.

Si definimos la infiltración, I, como la cantidad de agua que percola de la superficie a las capas subterráneas, esta será, en la fórmula, igual a la suma de los términos de aguas subterráneas:

$$I = -U_i + U_o + \Delta U \quad (2)$$

Substituyendo en la fórmula (1), se obtiene:

$$P - E_a + R_i - R_o - I = \Delta S \quad (3)$$

Conociendo los términos P, E<sub>a</sub>, R<sub>i</sub>, R<sub>o</sub> y ΔS, puede calcularse la infiltración, I.

Con base en la fórmula (3) la infiltración no siempre podrá determinarse con segu-

ridad; esto depende mucho de la precisión de los otros términos. Supongamos por ejemplo un error promedio de 10% en los términos y la situación siguiente: E<sub>a</sub> = 0,6 P, R<sub>i</sub> = 0, R<sub>o</sub> = 0,3 P, ΔS = 0.

La infiltración, I, se calcularía como sigue:

$$\begin{aligned} I &= P - E_a + R_i - R_o - \Delta S \quad (4) \\ &= (P \pm 0,1 P) - (0,6 P \pm 0,06 P) - (0,3 P \pm 0,03 P) \\ &= (0,1 P \pm 0,19 P) \end{aligned}$$

El error (± 0,19) sería mayor que la diferencia calculada (0,1 P); en este caso supuesto, la infiltración puede determinarse únicamente excediendo el 19%. Como puede concluirse hay que poner mucha atención a los errores en mediciones y cálculos.

## 5.3. PRECIPITACION

Para un estudio de tipo regional sería necesaria una red pluviométrica de bastante densidad. Dado que en la red existente casi no hay correlación entre las cifras mensuales, y menos aún en las diarias, se puede concluir que esta red posiblemente da buenas indicaciones en isoyelas de tiempos largos (unos años) pero no para balances de agua de regiones y tiempo limitados.

Para una correlación mejor sería necesario ampliar la red por ejemplo hasta una densidad de 1 pluviómetro por cada 100 km<sup>2</sup> y calcular nuevamente la correlación. Sin embargo para una determinación de esta clase se requieren unos 70 meses, lo que significa unos 5 a 10 años de mediciones. Entonces dentro del Proyecto únicamente sería posible un cálculo muy aproximado. Además de esta limitación teórica los problemas prácticos como la obtención de sitios convenientes y observadores capaces serían muy difíciles de resolver. Con respecto a las dificultades mencionadas y a las limitaciones del Proyecto se debería pensar hacer el estudio regional de precipitación con base en la red existente.

Se pensó en una condensación de pluviómetros en las áreas escogidas para investigaciones detalladas. Se estimó obtener buenos resultados con una densidad de pluviómetros mayor o igual a 1/100 km<sup>2</sup>.



La elección de instrumentos depende de los resultados requeridos. Aparte de los estudios detallados no fue necesario conocer en gran detalle la relación entre precipitación y caudal. En general se esperaban buenos resultados con pluviómetros totalizadores diarios que son mucho más baratos que los pluviógrafos.

Para los estudios de infiltración en la zona de la Falla de Oca se pensó en medir varias veces por día con una red más densa.

Los pluviómetros complementarios han sido ubicados teniendo en cuenta la posición de las estaciones existentes de HIMAT. En las regiones montañosas, las cuencas altas del Río Camarones y de la Quebrada de Moreno, se debían instalar a diferentes alturas para hallar la relación altura-precipitación.

## 5.4. EVAPOTRANSPIRACION

La evapotranspiración real es función de factores meteorológicos (brillo solar, presión atmosférica, humedad y temperatura de aire y velocidad del viento), factores de vegetación (clase y densidad) y de constitución del suelo (permeabilidad y perfil de humedad).

Solamente existen datos de los factores climatológicos en las estaciones de HIMAT; los datos de evaporación existentes difieren entre sí, pero permiten una interpolación. Teniendo en cuenta los objetos y límites del Proyecto se pensó en instalar unos tanques de evaporación intercalados entre los de HIMAT, en lugares donde se encontraran observadores capaces.

La ejecución de estas mediciones es más difícil, puesto que pueden resultar con errores grandes que distorsionen la imagen del fenómeno obtenido con base en las observaciones de HIMAT.

Los lugares donde se colocaron tanques de Evaporación fueron: La Escuela de Tomarrazón, el Colegio de Aremasahin y el Campamento en Riohacha.

## 5.5. CAUDALES (Ro y Ri)

Son los parámetros de más precisión ya que simplemente se obtienen por aforos convencionales con micromolinete en los es-

tiajes, y con molinete de cazoletas en invierno, aprovechando puentes o bien con una lancha a motor. Sin embargo los cálculos se limitan a la accesibilidad de la región y la estabilidad de la sección de aforo al calibrar la curva de niveles-caudales.

El estudio se facilitará con los limnigrafos, al poder superponer las curvas de crecida y descarga para la evaluación de la infiltración. Una ayuda adicional se conseguirá comparando las mediciones con correntómetro y algunos aforos con isótopos que se ejecutarán en las áreas de estudios detallados y que a la vez servirán para controlar someramente la infiltración directa en épocas de estiaje.

## 5.6. INFILTRACION (I)

### 5.6.1. CUENCAS ARRIBA DE LA FALLA DE OCA

Hay dos cuencas arriba de la Falla donde se espera infiltración directa de bastante importancia: La Cuenca del Río Camarones y de La Quebrada de Moreno.

Estos ríos atraviesan esta falla en las cercanías de los puentes de Barbacoas y Villa Martín, que resultaron ser excelentes sitios para la medida de caudales, ya que registran la totalidad del agua que fluye en dichas cuencas aguas arriba de la Falla de Oca. Puesto que los caudales pueden variar mucho y a fin de obtener una precisión bastante alta, era necesario medir continuamente, lo que se solucionó con un limnógrafo.

La fórmula para el cálculo de la infiltración en las cuencas arriba sería la número (4), teniendo en cuenta que  $R_i = 0$ :

$$I = P - E_a - R_o - \Delta S$$

En tiempo seco ( $P = 0$ ,  $R_o = 0$ ) la fórmula se reduce a:

$$I + E_a = \Delta S \quad (5)$$

Como se puede ver, el almacenamiento en el río y en su cauce decrece a causa de la infiltración o de la evapotranspiración hasta que llegan a cero. La infiltración en estos tiempos secos no puede ser muy importante.

En tiempos húmedos se puede esperar una infiltración mayor según la fórmula 4. Como se dijo anteriormente, la seguridad con la que se puede fijar la infiltración depende mucho de la precisión de los otros términos. Esto requiere observaciones permanentes de lluvia y evaporación de bastante densidad e intensidad.

#### 5.6.2. ZONA DE LA FALLA DE OCA

La zona de la Falla de Oca puede ser por su estructura un área de infiltración donde los ríos pierden agua. Para calcular esta infiltración a base de medidas en la superficie se aplica:

$$I = P \cdot Ea + Ri \cdot Ro \cdot \Delta S \quad (4)$$

Esto indica que hay que medir los caudales arriba y abajo de la zona de la Falla; las grandes variaciones en niveles y la necesidad de precisión en el cálculo requieren mediciones continuas. Cuando se planeó la instalación de los instrumentos de medición se presentaron las siguientes posibilidades:

- Instalación de un limnógrafo a cada lado de la Falla.
- Instalación de una mira a cada lado de la Falla.
- Instalación de una o dos miras en combinación con un limnógrafo.

La primera solución era muy costosa (aprox. \$ 40.000 por limnógrafo instalado); las dos últimas requerían muchas observaciones pero resultaban más económicas, por lo que se escogió la tercera.

Al mismo tiempo era necesario una determinación de la lluvia y evapotranspiración real; estos cálculos y especialmente el de la evapotranspiración son bastante complicados y posiblemente no muy precisos.

Debido a las condiciones difíciles de acceso en invierno y frente al problema de coleccionar durante todo el año datos precisos de evapotranspiración real (Ea), se debe medir intensivamente en períodos cortos durante cada estación. Así se obtendrán balances hídricos más precisos correspondientes a períodos cortos.

Este programa de mediciones detalladas se piensa completar con la perforación de dos filas de pozos de poca profundidad transversales a la dirección de flujo del río (unos 3 a 4 por fila), con el fin de establecer las relaciones entre el acuífero superficial y el río. Para esto se realizarán dos tipos de investigaciones:

- Mediciones estacionales de los niveles en los pozos en comparación con los niveles del río, con el fin de establecer los potenciales, las posibles épocas de carga (flujo hacia el río) o de drenaje (flujo desde el río) subsuperficial.
- Mediciones de la dirección y velocidad de flujo subterráneo por medio de inyección de isótopos en los pozos cercanos al río.

En la zona de Ouriakal ya se han perforado 2 filas, a distancias logarítmicas del eje del Río Ranchería, para realizar un estudio similar en esa zona.

Los trayectos escogidos para estas investigaciones son los siguientes: El Río Camarones entre Barbacoas y Arroyo Arena; La Quebrada de Moreno entre Villa Martín y Songó; el Río Ranchería entre Albania y Siruma.

En estos sitios hay que medir los caudales; las observaciones de las miras se correlacionarán con las de los limnógrafos planificados en Barbacoas y Villa Martín y las del limnógrafo del HIMAT en Cuestecita.

#### 5.6.3. CUENCAS AGUAS ABAJO DE LA FALLA DE OCA

Para conocer las diferencias entre los términos de la Falla y la infiltración o drenaje de los acuíferos superficiales, se realizó también una investigación en las cuencas bajas de los ríos anteriormente mencionados.

El caudal del Río Camarones se puede medir en su cruce con la carretera Riohacha - Santa Marta; para esto fue necesario por las razones mencionadas antes, instalar un limnógrafo. Para determinar las variaciones de lluvia sobre la cuenca se debe tener una densidad de un pluviómetro por cada 100 km<sup>2</sup>.

Debido a la dificultad de penetrar en la cuenca baja de la Quebrada de Moreno en estaciones húmedas y la imposibilidad de encontrar sitios apropiados para mediciones y observaciones capaces, se excluyó esta cuenca de un estudio hidrológico detallado.

El Río Ranchería se encuentra en contacto con los acuíferos superficiales en gran parte de su trayecto. Se ha observado que en tiempos secos, una gran cantidad de agua procedente de la montaña infiltra en estas capas y que el acuífero superficial contiene agua de buena calidad en los alrededores del río. Para conocer mejor el sistema de abastecimiento y drenaje del río a sus capas cercanas y las posibilidades que tienen estas para el aprovechamiento de agua, se realizaría un estudio del balance de agua entre Cuestecita y Aremasahin, lo que requirió una condensación de pluviómetros en la cuenca y un limnógrafo en Aremasahin. Además serían necesarias las líneas isopiécicas del agua subterránea en los alrededores del río; estas se dibujarían con base en estudios detallados ejecutados en tres series de pozos perforados a lo largo de secciones transversales al río.

**5.6.4. LOS AFLORAMIENTOS TERCIARIOS AL NORTE DE LA FALLA DE OCA**

La región de los afloramientos terciarios ocupa parte de las cuencas del Río Camarones y de la Quebrada de Moreno, donde se encuentra un sistema muy ramificado de

ríos que forman entre las lomas terciarias, llanuras de depósitos aluviales. El estudio de infiltración consistiría allí en una investigación de una cuenca representativa y los resultados se extrapolarían al área completa.

En la subregión escogida debería ser posible ejecutar la medida de caudales, precipitación, y evaporación; y determinar la relación entre la superficie de la zona de infiltración y la superficie de la zona impermeable. La cuenca de la Quebrada de Moreno es casi inaccesible después de algunos aguaceros y se adapta de manera limitada a estudios de detalle. En la cuenca del Río Camarones las condiciones son mejores y es posible obtener caudales totales e información más detallada sobre la precipitación; por lo tanto se seleccionó esta cuenca para el estudio.

**5.7. RECAPITULACION**

En la Tabla II se encuentran todas las investigaciones propuestas anteriormente. Las estaciones necesarias para efectuar estos estudios aparecen en la Tabla III y en el Mapa General (Pl. 19).

**6. RESULTADOS OBTENIDOS**

Como se ha dicho en la introducción, la posibilidad de recolectar datos se ha visto limitada, las series de mediciones en general son todavía muy cortas y muchas veces incompletas y además falta de información so-

TABLA II  
BALANCES HIDRICOS CON MOTIVO DEL ESTUDIO DE INFILTRACION

CUENCA	AGUAS ARRIBA DE LA FALLA DE OCA	ZONA DE LA FALLA DE OCA	AGUAS ABAJO DE LA FALLA DE OCA
Río Camarones	Infiltración directa arriba de Barbacoas	Infiltración del río entre Barbacoas y el Abra	Balance de agua entre Barbacoas y Camarones
Quebrada de Moreno	Infiltración directa arriba de Villa Martín		
Río Ranchería		Infiltración del río entre Albania y Siruma	Infiltración y almacenamiento en las capas cercanas al río
Afloramientos Terciarios			Infiltración directa

bre las relaciones entre las series, como por ejemplo la existencia entre los niveles de los ríos y los caudales; es por lo tanto imposible analizar los datos existentes hasta el momento. Dependiendo de las actividades futuras, los cálculos se podrán completar.

Las mediciones realizadas durante el Proyecto, se resumen así:

### 6.1. PRECIPITACION

Las estaciones instaladas en julio de 1977, en los lugares propuestos anteriormente, solamente arrojan datos de más de seis meses. Las series de 8 de las 10 estaciones aparecen en las figuras 14 a 17 y la Tabla V, donde se calcularon los valores medios mensuales de estas estaciones. Parece ser que al sur de la región el invierno de 1977 fue un poco más húmedo que lo normal (compárense los valores de Cotaprix y Tomarrazón con las medidas de Matitas y Cuestecita, tablas VIII y IX. Las series de las estaciones de Barbacoas y Songó parecen incompletas y dudosas por lo tanto se eliminan.

### 6.2. EVAPORACION

Los tanques de evaporación de las estaciones de Tomarrazón, Aremasahin y Riohacha (INGEOMINAS) se instalaron en febrero de 1978, y por lo tanto los datos todavía no están disponibles.

### 6.3. NIVELES DE LOS RIOS

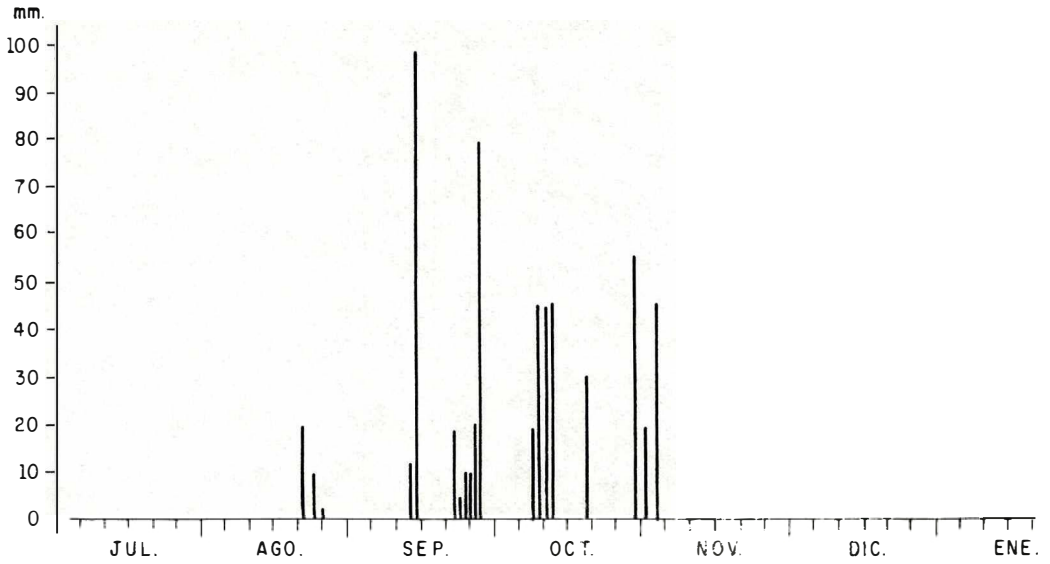
En julio de 1977 el INGEOMINAS instaló las miras de las siguientes estaciones: Barbacoas, El Abra, Camarones, Villa Martín,

Songó, Aritayén y Aremasahin. Los datos de estas estaciones, con excepción de El Abra y Songó, se encuentra en las tablas XIV - XVIII. Los de El Abra faltan por destrucción sería de esta mira; los de Songó y una gran parte de Villa Martín, por falta de un observador. Las miras de Albania, Siruma y Ouriakal, instaladas en febrero de 1978, son para investigaciones detalladas en la zona de la Falla de Oca y no producen datos en este momento.

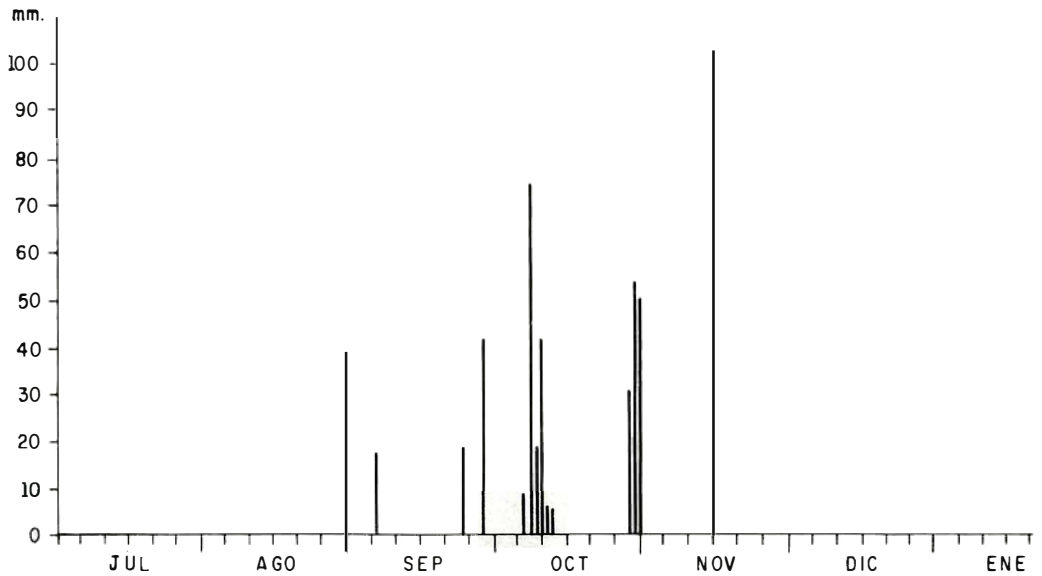
En febrero de 1978 se instalaron los cuatro limnigrafos y las miras anexas en las localidades de Barbacoas, Villa Martín y Camarones. Los datos de estos limnigrafos hasta ahora no ha sido posible coleccionarlos y por esta razón no son incluidos.

### 6.4. CAUDALES

Se han realizado algunos aforos en épocas de estiaje en los ríos Ranchería (Aritayén, Aremasahin, Albania, etc.), Camarones (Barbacoas, El Abra y Camarones) y la Quebrada de Moreno, cuyos resultados se resumen en la Tabla XIX. Nótese que al menos en primera aproximación, los aforos efectuados en fechas iguales aguas arriba y luego aguas abajo en cada corriente, indican una gran pérdida de caudal en los ríos a medida que fluyen; obviamente esto puede deberse a fenómenos de olas, pero es un hecho observable en los ríos de la Guajira en períodos sin lluvia, a veces llegando a consumirse totalmente en las cercanías de la desembocadura, mientras que unos pocos kilómetros agua arriba fluyen normalmente. Esto es una evidencia de la infiltración desde los ríos en épocas de sequía.

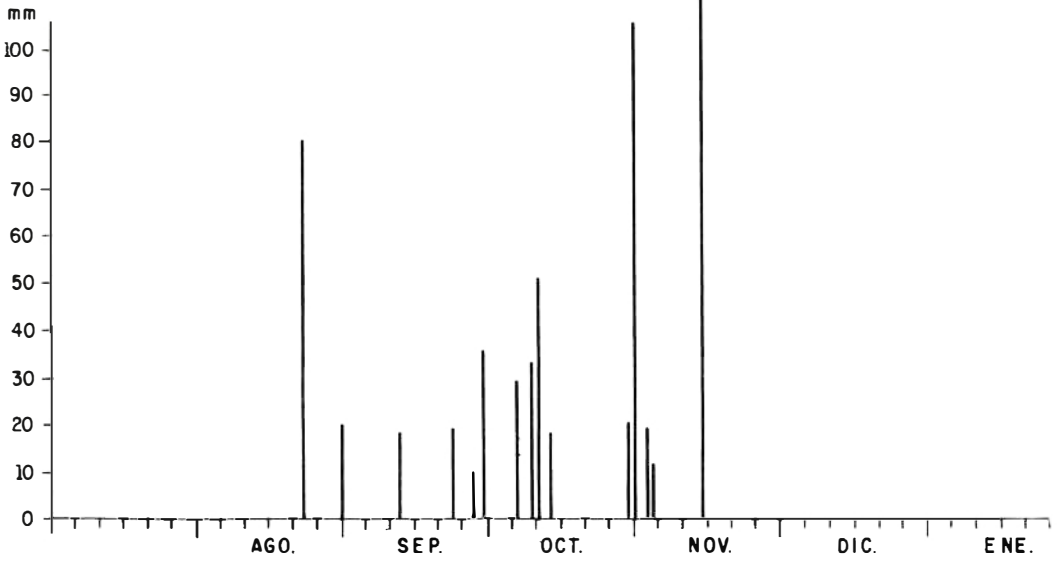


El Abra

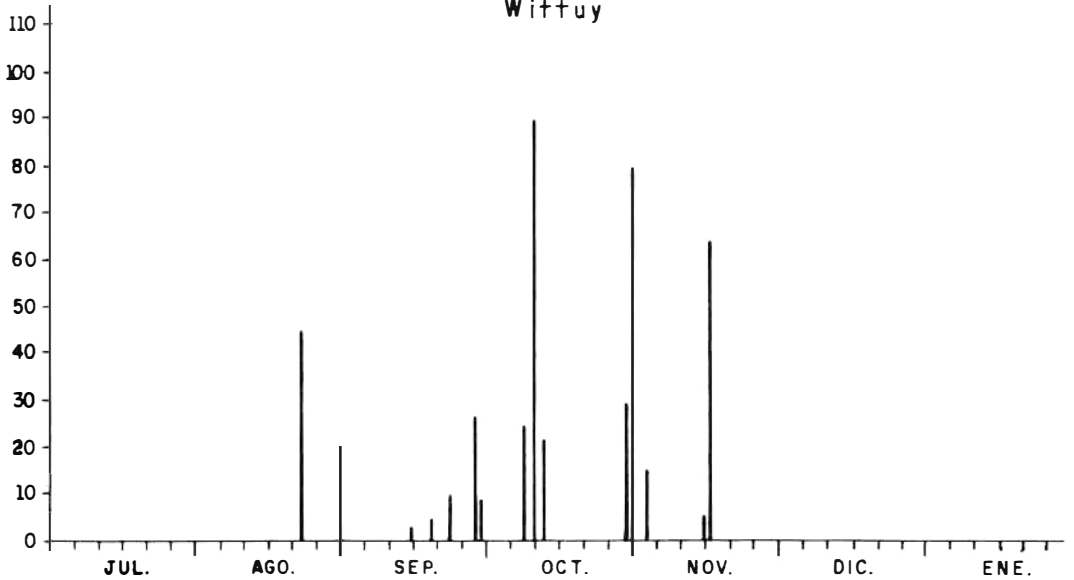


Juríakal

FIGURA 14. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978.

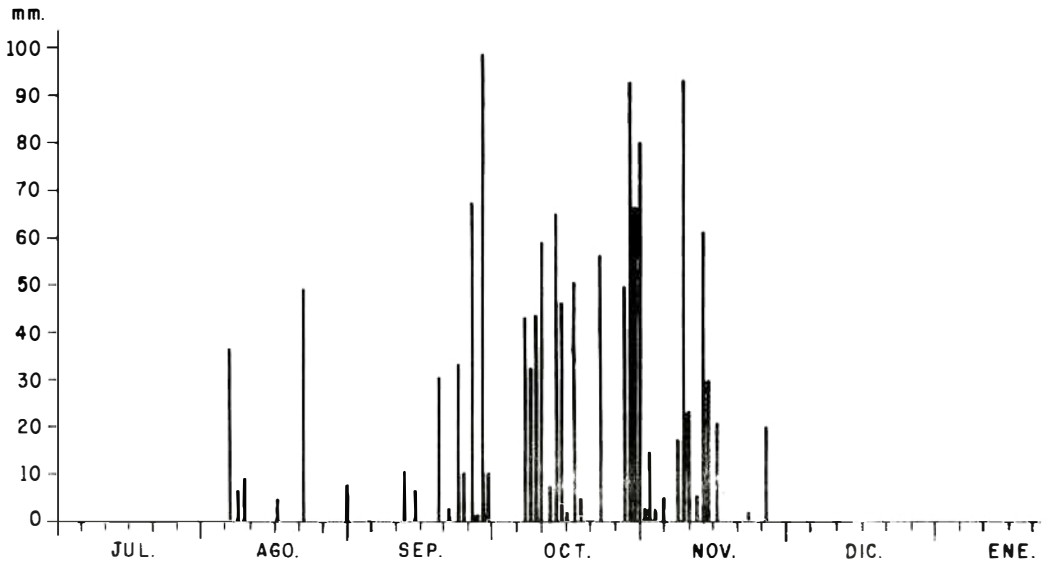


Wittuy

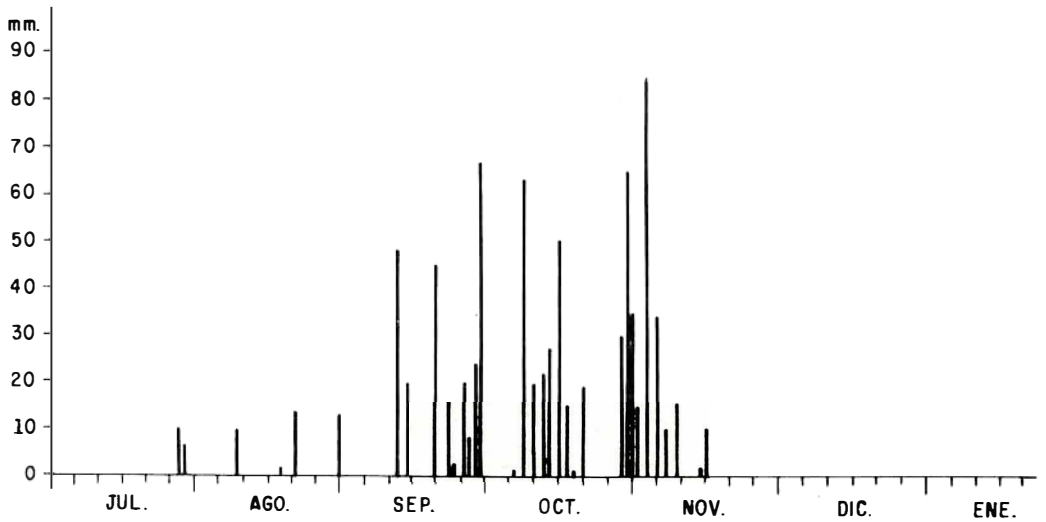


Aremasahin

FIGURA 15. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978.



Tomarrazon



Cotoprix

FIGURA 16. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978.

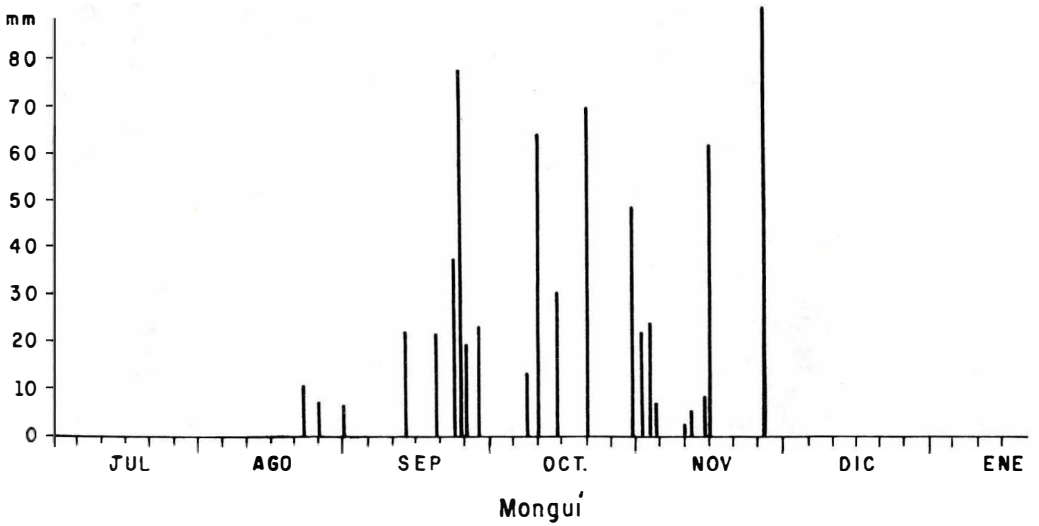
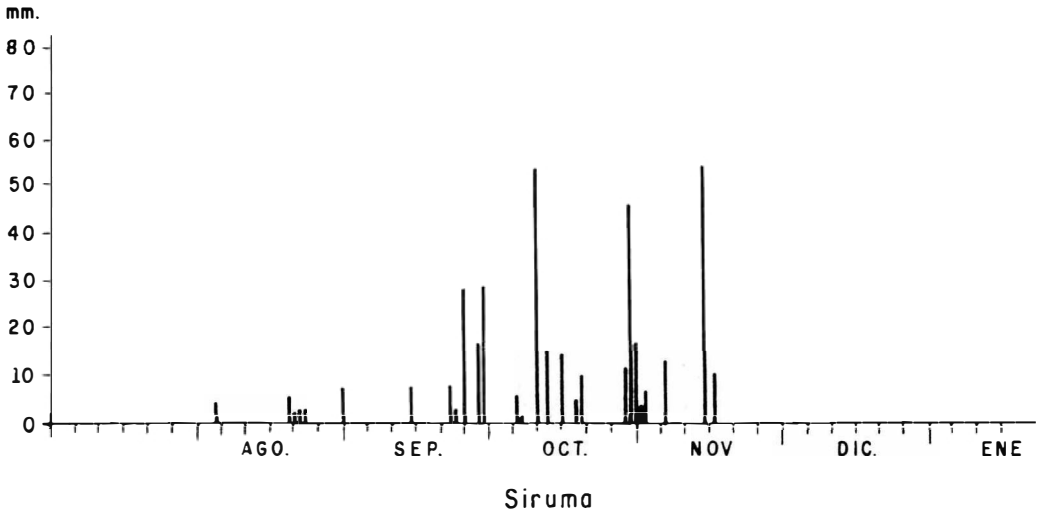


FIGURA 17. Precipitación registrada por INGEOMINAS durante 1977 - 1978.



$\bar{V}_m$  = Velocidad Media Anual

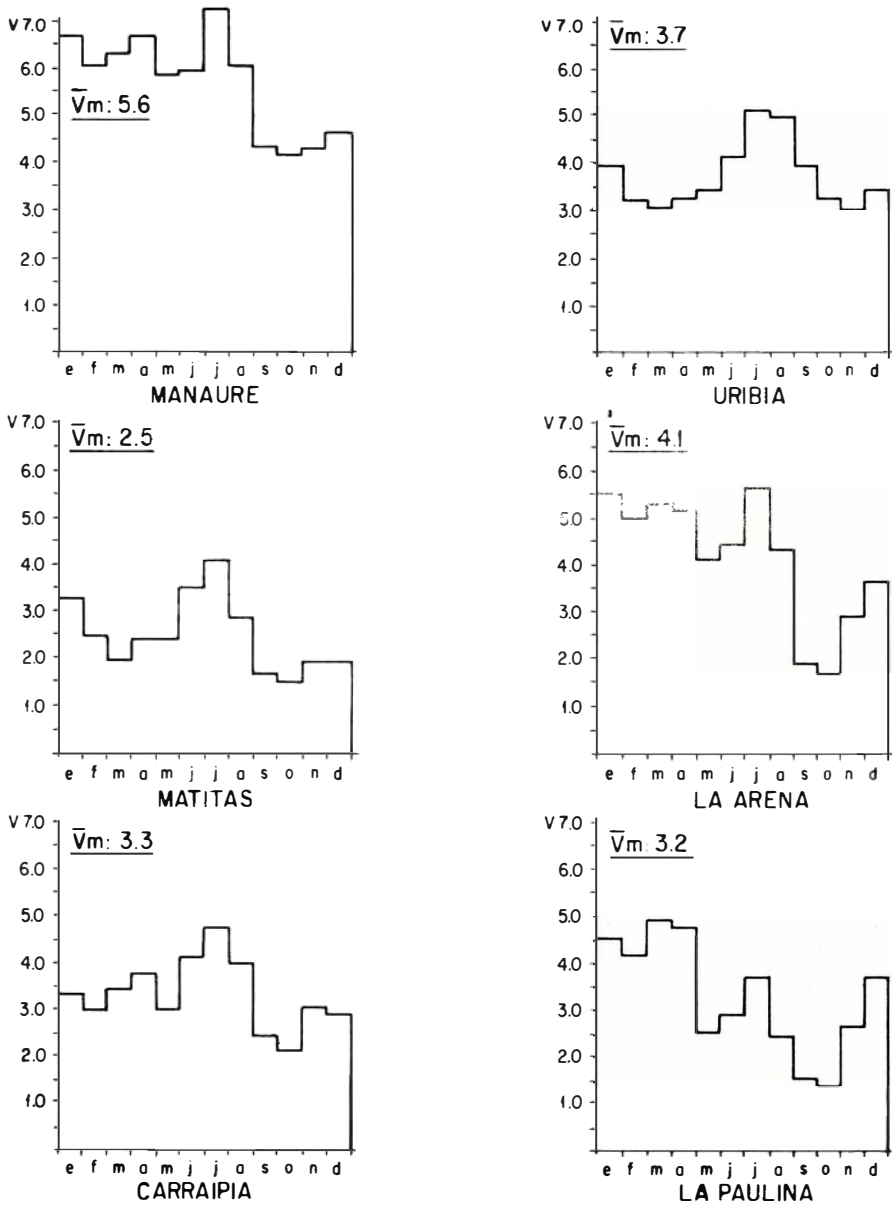


FIGURA 18.

Velocidad media del viento en m/seg. (1972 - 1975).

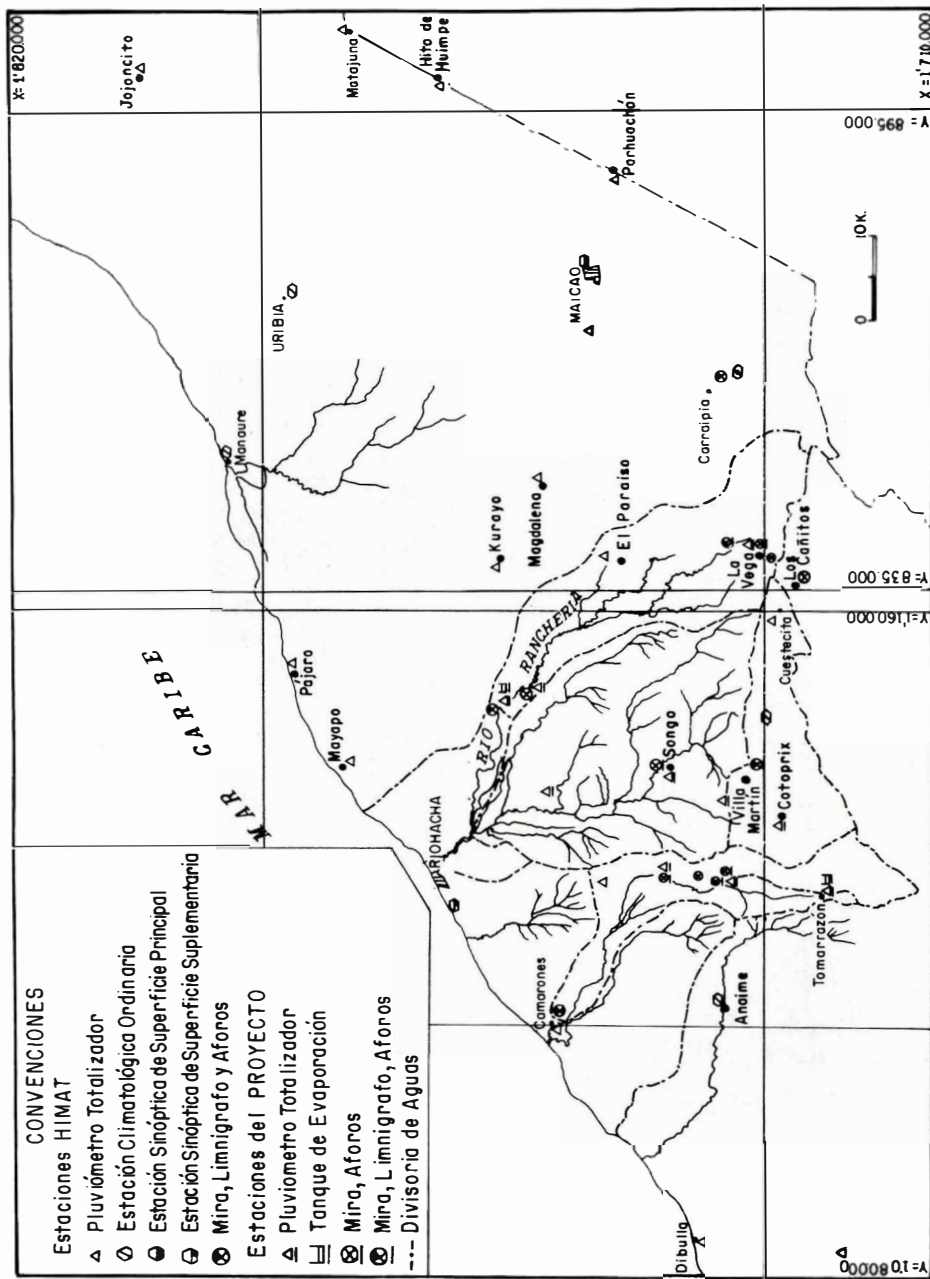


FIGURA 19.

Mapa hidrológico general de la Media y Baja Guajira.

TABLA III  
ESTACIONES DEL PROYECTO

CUENCA	PLUVIOMETROS	TANQUES DE EVAP.	LIMNIGRAFOS	MIRAS	POZOS DE OBSERVACION
Río Camarones					
Zona aguas arriba de la Falla	Tomarrazón	Tomarrazón			
Zona de la Falla	Barbacoas		Barbacoas	Barbacoas La Florida*	La Florida*
Quebrada de Moreno					
Zona aguas arriba de la Falla	Cotoprix				
Zona de la Falla	Monguí		Villa Martín	Villa Martín	
Zonas aguas abajo de la Falla	Songó Wittuy			Songó	
Río Ranchería					
Zona aguas arriba de la Falla				Albania	
Zona de la Falla	Siruma			Siruma Aritayén	Siruma
Zona aguas abajo de la Falla	Riohacha Aremasahín Ouriakal	Riohacha Aremasahín	Aremasahín	Ouriakal Aremasahín	Ouriakal

\* No instalados hasta marzo-1978

TABLA IV  
PRECIPITACION REGISTRADA INTERVALO 1972 - 1975 en mm

ESTACION	1972	1973	1974	1975	Promedio
Aeropuerto de Maicao (14)	449,9	750,3	804,2	948,9	783,3
Ahuyama (41)	217,0	506,0	386,0	401,0	377,5
Camarones (1)	224,0	1.200,0	77,0	1.008,8	802,6
Cañaverales (34)	655,0	953,0	907,0	1.243,0	939,5
Caracolí (25)	1.369,0	1.262,0	1.438,0	1.158,0	1.306,8
Carrizal (39)	704,0	100,0	1.922,0	491,5	1.029,4
Cuestecita (50)	614,0	1.119,0*	886,0	1.207,0	956,5
Dibulla (2)	605,0	1.502,0	1.839,0	1.839,0	1.302,8
El Juguete (32)	985,0	1.845,0	1.489,2	1.771,0	1.522,6
El Pájaro (47)	167,0	411,0	416,0	577,0	392,0
Escuela Carraipía (17)	992,0	1.543,6	1.534,6	1.727,5	1.449,5
Escuela Ceura (12)	153,0	768,0	702,0	795,0	604,5
Hacienda Caracas (11)	383,0	25,0	22,0	549,0	294,0
Hacienda La Cruz (20)	519,0	1.225,0	737,0	919,0	850,0
Hacienda Rosales (47)	1.732,7	1.322,4	188,3	2.052,4	1.746,9
Helicol (33)	576,5	860,0	970,0	1.086,0	873,4
Huimpecht (46)	102,0	839,0	517,0	993,0	612,8
Itaca (13)	244,0	—	—	—	—
Jojoncito (40)	292,0	936,0	730,0	673,0	657,8
Juana Vieja (8)	1.454,0	2.681,0	1.701,3	607,0	1.610,8
La Arena (18)	815,2	1.261,8	1.484,8	1.516,4	1.269,6
Lomitas (31)	554,0	1.257,0	1.409,0	1.563,0	1.195,8
Lagunitas (22)	881,0	1.357,0	849,0	1.353,0	1.110,0
Matadero Indio (26)	1.156,0	996,0	851,8	1.641,0	1.151,0
Manaure (42)	152,4	338,1	367,2	438,7	324,1

Continúa

Continuación Tabla IV.

ESTACION	1972	1973	1974	1975	Promedio
Matitas (3)	553,1	1.405,4	1.126,1	1.528,4	1.153,3
Mayapo (45)	232,0	737,0	581,0	702,0	563,0
Pamplona (35)	1.664,0	1.627,0	1.711,0	1.513,0	1.628,8
Paraguachón (15)	144,0	696,0	708,0	951,0	624,8
Remedios (16)	482,5	1.066,0	783,0	881,0	802,1
Riohacha (10)	194,4	801,0	579,8	757,5	583,2
Uribia (44)	156,3	420,1	364,9	391,4	333,2

TABLA V

LLUVIA REGISTRADA EN ESTACIONES DEL PROYECTO  
INTERVALO 1977 - 1978

ESTACION	JULIO*	AGOSTO	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DIC.	ENERO	TOTAL
Aremasahín	(0,0)	65,0	56,0	247,0	84,0	0,0	0,0	452,0
Cotoprix	(27,0)	34,0	251,0	347,0	170,8	0,0	0,0	829,0
El Abra	(0,0)	32,0	255,0	241,0	67,0	0,0	0,0	595,0
Monguí	(0,0)	39,0	79,0	295,0	116,0	0,0	0,0	529,0
Ouriakal	(0,0)	25,0	206,0	228,0	225,0	0,0	0,0	684,0
Siruma		25,0	104,0	182,0	88,0	0,0	0,0	399,0
Tomarrazón	(0,0)	117,0	227,0	733,0	303,0	0,0	0,0	1.380,0
Wittuy		102,0	85,0	263,0	146,0	0,0	0,0	596,0

Nota: Las estaciones de Songó, Cotoprix e Ingeominas se suprimieron por información dudosa e insuficiente.

\* Mes incompleto: Período de instalación.

TABLA VI

LLUVIA EN MANAURE

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1940	0	0	0	0	74	0	0	0	12	246	66	0	398
1941	0	0	0	4	15	3	0	1	42	3	10	0	78
1942	1	0	0	37	150	45	0	23	65	140	82	46	589
1943	3	0	3	15	30	0	0	38	5	199	44	2	339
1944	0	0	0	10	5	32	5	50	92	250	173	22	639
1953	7	0	0	15	42	11	0	16	71	36	63	85	346
1954	2	0	0	0	25	2	0	1	27	289	23	42	411
1955	0	0	0	0	14	200	0	39	422	398	150	62	1.285
1957	0	0	0	0	0	0	42	9	0	0	0	0	51
1958	0	0	0	54	10	0	0	0	24	0	10	12	110
1959	0	0	0	0	58	3	0	9	14	21	5	0	110
1960	3	0	0	40	0	27	0	4	99	80	44	15	312
1961	5	16	0	0	0	0	19	0	126	105	379	60	710
1967	0	1	7	14	0	23	1		35	50	81		214
1968	0	1	45	31	23	128	0	16	26	16	17		304
1969	3	0	0	16	12	27	0	20	89	212	171	51	601
1970	0	0	2	0	16	9	13	9	101	131	52	31	364
1971	3	3	4	2	3	0	0	1	12	51	9	9	97
1972	11	0	12	4	1	17	0	0	64	33	31	0	173
1973	0	0	0	5	0	2	0	27	18	171	72	54	349
1974	16	0	0	0	2	0	0	75	37	64	164	9	367
1975	1	0	18	12	1	0	14	15	71	136	176	26	470
M	3		4	12	22	24	4	16	66	120	83	24	378

TABLA VII  
LLUVIA EN URIBIA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1937	0	0	0	5	101	0	0	3	91	78	227	50	565
1938	2	0	59	34	5	0	0	144	16	92	148	77	577
1939	0	0	0	0	0	0	0	0	18	108	85	3	214
1940	0	20	7	0	49	0	0	2	68	205	141	0	492
1941	0	0	0	0	19	4	2	0	41	15	13	0	
1942	0	0	0	57	128	22	0	26	34	135	182	13	
1943	0	0	65	13	27	0	0	17	45	123	35	9	
1944	0	0	0	24	82	29	61	18	55	155	105	20	
1945	0	0	0	0	73	5	0	82	64	106	0	0	
1946	0	0	0	1	34	0	0	3	0	82	58	0	178
1947	0	0	0	0	0	0	20	2	18	43	0	0	81
1952	9		9	107	19	0	4	0	34	63	9	26	281
1953	9	1	9	20	47	20	6	20	285	19	31	2	469
1954	9	1	9	20	47	20	6	20	19	212	93	36	564
1955	20	0	0	0	3	76	0	11	229	197	53	46	635
1956	96	0	0	57	9	0	0	0	47	140	96	8	453
1957	0	0	0	20	10	0	0	0	27	79	16	0	152
1958	0	0	0	0	189	184	0	9	13	84	0	0	479
1959	0	0	0	0	177	0	0	20	34	65	9	2	307
1960	0	0	20	94	277	63	0	15	21	30	12	48	580
1962		0	1	3	21	10	0	36	40	61	16	52	244
1963	22	0	0	76	66	0	0	82	74	134	40	0	494
1964	0	0	0	3	46	0	8	82	6	37	11	2	195
1968	3	1	1	4	3	103	0	10	85	25	24	14	272
1969	2	47	8	49	23	80	1	27	61	161	126	30	614
1970	0	8	16	11	4	7	102	20	49	80	90	12	399
1971	0	0	50	5	12	0	0	1	59	93	12	28	260
1972	0	0	29	6	5	16	0	0	62	3	33	3	156
1973	0	0	0	10	0	38	1	30	93	203	27	18	420
1974	1	1	1	0	15	0	0	2	51	110	175	10	365
M	6	3	9	21	50	23	7	23	58	98	62	17	377

TABLA VIII  
LLUVIA EN MATITAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1964	13	8	0	27	192	147	25	199	123	213	8	5	960
1966	1	8	1	71	96	232	54	12	49	327	265	80	1.196
1968	0	18	9	165	205	288	24	52	99	223	36	0	1.119
1969	3	5	1	103	272	208	17	336	217	477	412	51	2.103
1970	108	0	5	2	227	64	206	173	127	214	237	162	1.525
1971	11	3	2	12	170	1	59	152	99	325	13	12	859
1972	1	0	34	47	137	91	0	55	111	66	0	1	543
1973	0	0	0	29	1	63	51	284	239	571	163	5	1.406
1974	15	0	3	28	200	2	6	61	295	155	360	1	1.126
1975	0	0	5	0	146	41	98	41	271	291	412	224	1.529
M	15	4	6	48	165	114	54	137	163	286	191	54	1.237

TABLA IX  
LLUVIA EN CUESTECITA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1960	0	0	0	90	93	31	69	159	108	225	147	106	1.028
1961	0	0	0	11	12	35	70	68	124	349	318	14	1.001
1962	0	0	15	0	210	230	0	104	151	92	128	3	933
1963	75	0	0	88	151	5	44	132	47	195	110	10	857
1964	0	55	0	27	145	111	34	111	59	211	109	54	916
1965	10	0	0	0	219	0	0	12	186	229	262	0	918
1966	0	13	0	52	68	351	40	67	81	349	235	125	1.381
1967	14	8	13	177	70	60	20	0	192	90	87	0	731
1968	9	44	19	128	108	155	30	90	144	138	121	0	986
1969	93	0	50	109	119	111	16	203	198	314	327	92	1.632
1970	11	0	0	0	56	30	105	257	163	134	109	304	1.169
1971	33	0	0	10	20	0	0	30	64	143	6	22	328
1972	40	0	63	12	126	110	0	5	147	102	9	0	614
1973	0	0	0	134	8	90	0	252	156	464	95	0	1.199
1974	0	0	0	0	217	0	0	116	64	235	339	69	1.040
1975	0	0	0	0	23	0	175	157	200	257	179	216	1.207
M	18	8	10	52	103	82	38	116	130	220	155	63	996

TABLA X  
LLUVIA EN CARRAIPA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1969	30	17	91	340	66	80	7	97	159	296	44	69	1.296
1970	2	25	0	70	111	31	73	209	70	235	73	261	1.160
1971	20	0	0	8	26	4	3	89	177	190	68	43	628
1972	0	4	17	18	53	97	5	2	201	48	36	16	497
1973	1	8	1	18	26	109	7	99	456	355	410	55	1.545
1974	19	12	8	77	182	4	1	107	257	406	454	9	1.536
1975	9	0	4	0		0	79	282	216	313	315	508	1.727
M	12	9	17	76	67	46	25	126	219	263	200	137	1.197

TABLA XI  
LLUVIA EN LA PAULINA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1967	0	0	12	19	18	59	66	53	101	157	41		526
1968	0	7	0	66	265	95	27	70	126	126	64	16	861
1969	8	0	2	47	123	106	24	151	111	177	120	9	878
1970	66	0	1	6	160	159	116	306	94	87	27	15	1.037
1971	13	0	0	101	93	8	6	146	142	137	120	2	769
1972	5	0	2	58	136	114	20	71	167	144	2	0	719
1973	1	0	0	112	57	124	44	150	84	195	64	4	835
1974	13	0	0	24	165	65	10	64	206	107	168	0	822
1975	0	0	3	1	95	61	89	161	78	181	42	101	811
M	12		2	48	124	88	45	130	123	146	73	16	808

TABLA XII  
TEMPERATURAS °C

ESTACION	PERIODO DE OBSERVAC.	AÑOS COM- PLETOS	MEDIA ANUAL	VARIACIONES		ABSOLUT. REGISTR.	
				MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Manaure	1962-1975	2	28,6	33,2	24,1	38,3	15,1
Uribia	1962-1975	2	29,2	34,0	24,3	38,0	18,8
Riohacha	1972-1975	0	(27,8)	(32,7)	(23,0)	37,0	17,0
Maicao	1972-1975	0	(27,8)	(31,6)	(24,0)	39,2	16,3
Matitas	1965-1975	7	16,9	33,7	22,1	39,0	14,0

NOTA: Valores entre paréntesis significan datos incompletos.

TABLA XIII  
VALORES MEDIOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO 1972 - 1975

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Carraipía	3,3	3,0	3,4	3,7	3,0	4,1	4,7	3,9	2,4	2,2	3,0	2,9	3,3
La Arena	5,5	5,0	5,3	5,2	4,1	4,4	5,6	4,3	1,9	1,7	2,9	3,6	4,1
La Paulina	4,5	4,2	4,8	4,7	2,5	2,8	3,7	2,4	1,5	1,4	2,6	3,6	3,2
Manaure	6,6	6,0	6,3	6,6	5,8	5,9	7,2	6,0	4,3	4,1	4,2	4,6	5,6
Matitas	3,3	2,5	2,0	2,4	2,4	3,5	4,2	2,8	1,6	1,5	1,9	1,9	2,5
Uribia	3,9	3,3	3,1	3,3	3,4	4,1	5,1	5,0	3,8	3,3	3,0	3,4	3,7

TABLA XIV  
NIVELES DE AGUA EN METROS REGISTRADOS EN AREMASAHIN  
DURANTE 1977 - 1978

DIA	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
1			0,27	0,88	0,94	0,81	0,23
2			0,25	0,80	1,20	0,76	0,21
3			0,21	0,75	1,55	0,72	0,20
4			0,40	0,70	1,60	0,70	0,19
5			0,37	0,57	1,71	0,60	0,18
6			0,35	0,50	1,67	0,58	0,17
7		0,21	0,30	0,45	1,62	0,56	0,16
8		0,19	0,25	0,43	1,60	0,54	0,15
9		0,17	0,22	0,40	1,58	0,50	0,14
10		0,16	0,26	0,40	2,20	0,48	0,13
11		0,15	0,24	0,42	2,30	0,48	0,13
12		0,21	0,23	0,95	2,28	0,47	0,20
13		0,27	0,21	0,80	2,21	0,46	0,20
14		0,22	0,19	0,64	1,10	0,45	0,20
15		0,21	0,18	0,77	1,40	0,42	0,19
16		0,19	0,16	1,35	1,52	0,40	0,18
17		0,18	0,25	1,30	1,57	0,38	0,17
18		0,15	0,24	1,20	1,62	0,37	0,16
19		0,14	0,22	1,35	1,64	0,36	0,20
20		0,13	0,21	1,25	1,30	0,35	0,20

Continúa

Continuación de la Tabla XIV.

DIA	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
21		0,18	0,20	1,20	1,25	0,33	0,20
22		0,24	0,20	1,10	1,15	0,35	0,20
23		0,23	0,37	0,98	1,10	0,36	0,19
24		0,44	0,36	0,86	1,05	0,37	0,18
25		0,68	0,43	0,86	1,08	0,35	0,16
26		0,50	0,64	0,75	0,96	0,34	0,15
27		0,42	1,15	0,69	0,94	0,33	0,14
28		0,38	1,05	0,60	0,92	0,31	0,13
29		0,34	0,81	0,52	0,90	0,27	0,12
30		0,31	0,70	0,72	0,86	0,26	0,10
31		0,31		0,80		0,24	0,09

NOTA: Las lecturas se efectuaron generalmente a las 6:00 a.m.

TABLA XV

NIVELES DE AGUA EN METROS REGISTRADOS EN ARITAYEN  
DURANTE 1977 - 1978

DIA	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
			0,10	0,56	1,00	0,50	0,07
2			0,16	0,45	1,20	0,45	0,05
3		0,13	0,25	0,39	1,33	0,45	0,06
4		0,13	0,18	0,34	1,32	0,38	0,10
5		0,10	0,12	0,30	1,35	0,35	0,09
6		0,09	0,09	0,25	1,25	0,32	0,07
7		0,11	0,09	0,22	1,35	0,30	0,08
8		0,09	0,13	0,21	1,37	0,28	0,06
9		0,10	0,17	0,20	1,80	0,27	0,07
10		0,10	0,12	0,54	1,90	0,25	0,05
11		0,18	0,10	0,57	1,33	0,25	0,07
12		0,14	0,12	0,50	1,15	0,24	0,06
13		0,13	0,07	0,40	0,98	0,23	0,07
14		0,09	0,06	0,65	0,97	0,20	0,05
15		0,08	0,12	1,00	1,03	0,20	0,06
16		0,04	0,17	1,35	1,25	0,18	0,09
17		0,05	0,12	0,85	1,25	0,17	0,07
18		0,04	0,09	0,76	1,00	0,16	0,06
19		0,05	0,08	1,05	0,95	0,16	0,04
20		0,06	0,08	0,85	0,90	0,17	0,03
21		0,11	0,07	0,85	0,85	0,16	0,04
22		0,20	0,22	0,62	0,80	0,15	0,03
23		0,62	0,16	0,58	0,75	0,15	0,02
24		0,43	0,20	0,61	0,80	0,13	0,01
25		0,31	0,44	0,55	0,70	0,12	0,02
26		0,22	0,95	0,49	0,69	0,12	0,03
27		0,19	0,75	0,42	0,60	0,13	0,01
28		0,18	0,45	0,36	0,80	0,11	0,02
29		0,14	0,45	0,43	0,65	0,10	0,03
30		0,13	0,65	0,48	0,55	0,08	0,01
31		0,10		0,65		0,06	0,02

Nota: Las lecturas de esta mira se realizaron generalmente a las 6:00 a.m.



TABLA XVI  
NIVELES DE AGUA EN METROS REGISTRADOS EN BARBACOAS  
DURANTE 1977 - 1978

DIA	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO
1			0,44	1,60	0,65	0,25
2			0,37	1,78	0,65	0,26
3			0,35	1,30	0,65	0,25
4			0,35	1,30	0,65	0,25
5			0,33	1,15	0,60	0,26
6		0,18	0,28	1,30	0,70	0,20
7		0,20	0,20	1,40	0,70	0,20
8		0,24	0,70	1,56	0,65	0,20
9		0,21	1,04	2,05	0,60	0,20
10		0,40	0,75	1,60	0,60	0,15
11		0,38	0,95	1,80	0,60	0,15
12	0,35		1,75	1,75	0,60	0,15
13	0,30		0,80	1,60	0,55	0,15
14	0,28		0,90	1,40	0,55	0,15
15	0,24		0,95	1,30	0,50	0,14
16	0,20		0,83	1,25	0,50	0,14
17	0,18		1,00	1,75	0,50	0,14
18	0,14		1,00	1,40	0,45	0,13
19	0,10		1,35	1,30	0,45	0,13
20	0,05		1,45	1,20	0,40	0,13
21			0,95	0,95	0,35	0,12
22			0,75	0,80	0,35	0,12
23	0,60	0,37	0,75	0,79	0,35	0,11
24	0,70	0,35	0,65	0,75	0,35	0,11
25	0,58	0,45		0,65	0,35	0,11
26	0,50	0,55		0,60	0,35	0,10
27	0,40	0,60	0,60	0,55	0,30	0,10
28	0,38	0,44	0,95	0,60	0,30	0,10
29	30	0,88	1,04	0,65	0,30	0,10
30	0,28	0,50	1,65	0,50	0,25	0,10
31	0,20	0,45	2,05	0,60	0,25	0,10

NOTA: La información suministrada por esta estación es dudosa, especialmente a partir de octubre.

TABLA XVII  
NIVELES DE AGUA EN METROS  
REGISTRADOS EN CAMARONES  
DURANTE 1977

DIA	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	0,0	0,80
2	0,0	0,52
3	0,0	0,38
4	0,0	
5	0,0	0,24
6	0,0	
7	0,0	0,18
8	0,0	
9	0,0	
10	0,0	
11	0,0	
12	0,0	1,50
13	0,0	
14	0,0	1,48
15	0,0	
16	0,0	2,10
17	0,0	1,63
18	0,0	
19	0,0	
20	0,0	
21	0,0	1,70
22	0,0	1,36
23	0,0	1,00
24	0,0	1,10
25	0,0	
26	0,0	0,80
27	0,0	
28	0,0	
29	0,0	
30	0,0	
31	0,0	

TABLA XVIII  
NIVELES DE AGUA EN METROS  
REGISTRADOS EN VILLA MARTIN  
DURANTE 1977 - 1978

DIA	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1		0,08
2		0,07
3		0,07
4		0,08
5		0,08
6	0,04	0,06
7	0,09	0,06
8	0,10	
9	0,11	
10	0,09	
11	0,07	
12	0,07	
13	0,06	
14	0,05	
15	0,04	
16	0,08	
17	0,08	
18	0,08	
19	0,08	
20	0,07	
21	0,07	
22	0,11	
23	0,08	
24	0,08	
25	0,09	
26	0,11	
27	0,08	
28	0,08	
29	0,09	
30	0,11	
31	0,11	

TABLA XIX

## AFOROS REALIZADOS HASTA EL MOMENTO

FECHA	CORRIENTE	ESTACION	NIVEL m	CAUDAL m <sup>3</sup> /seg.
16- 9-77	Ranchería	Albaina	—	2,57
22- 9-77	Ranchería	Albania	—	1,66
14- 9-77	Ranchería	Aremasahín	0,18	0,57
17- 9-77	Ranchería	Aremasahín	0,24	0,80
18- 9-77	Ranchería	Aremasahín	0,25	0,91
9-10-77	Ranchería	Aremasahín	0,27	1,79
25-10-77	Ranchería	Aremasahín	0,80	9,31
16- 9-77	Ranchería	Aritayén	0,13	2,40
12- 9-77	Ranchería	Aritayén	0,08	0,77
15- 9-77	Ranchería	Aritayén	0,12	1,11
18- 9-77	Ranchería	Pte. vía Riohacha-Maicao	—	0,57
14- 9-77	Ranchería	Pte. vía Riohacha-Maicao	—	0,43
17- 9-77	Ranchería	Ouriakal	—	1,07
14- 9-77	Ranchería	Ouriakal	—	0,56
15- 9-77	Ranchería	Paquimana	—	0,65
17- 9-77	Ranchería	Paquimana	—	1,84
12- 9-77	Quebrada Moreno	Villa Martín	0,05	0,01
27-10-77	Quebrada Moreno	Villa Martín	0,14	0,24
26-10-77	Camaronés	El Abra	—	1,23
28-10-77	Camaronés	Camaronés	0,64	1,01

## 7. BIBLIOGRAFIA

- COLORADO I., VALDERRAMA M., AMAYA P., 1964.- *Proyecto de Irrigación del Río Ranchería Guajira*. INCORA, 118 p., inédito.
- GODOY, SANCHEZ, J., CABRERA, E., 1975.- *Estudios de Precipitación Media en el Norte de Colombia y en la Cuenca del Alto Magdalena*. HIMAT: pub. ap. 34, 254 p.
- NOE -DOBREA, SANCHEZ, N., 1976.- *Evaluación de Evapotranspiración potencial en Colombia según el Método de C.W. Thornthwaite*. HIMAT: pub.ap. 37.
- STANESCU, S. DIAZ, J. 1971.- *Estudio Preliminar de la Temperatura del Aire en Colombia*. HIMAT: pub. ap. 26.
- TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD., 1967.- *Reconnaissance report on Groundwater Possibilities in the Guajira Región*. INCORA: 50 p. Inédito.
- UMAÑA, et al., 1965.- *Estudio Hidroclimático de la región del Caribe*. IGAC. 77 p.

• • •