



**Ministerio del Ambiente
y de los Recursos
Naturales Renovables**

**BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL EN
LAS CUENCAS DE LA REGION
GUARICO CENTRAL**

37

CARACAS, ENERO 1992

REPUBLICA DE VENEZUELA

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCION GENERAL SECTORIAL DE INVESTIGACION DE
AGUA, SUELO Y VEGETACION
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA
DIVISION DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

MARNR
37

BALANCE HIDRICO DE AMERICA DEL SUR
UNESCO-PHI

BALANCE HIDRICO
EN LAS CUENCAS DE LA REGION
GUARICO CENTRAL

ELABORADO POR

Ing. Reina Isabel Pérez M.

Caracas, Enero 1992

(PT) SERIE DE INFORMES TECNICOS DGSIASV/IT/

INDICE GENERAL

Página N°

INDICE DE TABLAS.....	III
INDICE DE MAPAS.....	IV
DEFINICION DE LOS PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA ECUACION DEL BALANCE HIDRICO.....	V
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	2
3. INFORMACION BASICA	2
4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION	2
5. METODOLOGIA	4
5.1. Precisión de los parámetros	5
5.2. Procedimiento seleccionado	6
5.2.1. Selección de estaciones	6
5.2.2. Selección del período de registro	6
5.2.3. Análisis de consistencia, corrección y ampliación de las estadísticas fluviométricas	7
5.2.4. División de la región en unidades hidrológicas	7
5.2.5. Cálculo y ajuste del escurrimiento	7
5.2.6. Ajuste de la evapotranspiración real	8
5.2.7. Evaluación del término de discrepancia	8
6. ANALISIS DE RESULTADOS	8

7.	CONCLUSIONES	11
8.	RECOMENDACIONES	12
9.	BIBLIOGRAFIA	13

ANEXO

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		Página
1a - 1c	ESTACIONES METEOROLOGICAS	Anexo
2	ESTACIONES HIDROMETRICAS SELECCIONADAS	Anexo
3	FACTOR DE AJUSTE POR CUENCA	Anexo
4	PARAMETROS DE LAS CUENCAS Y SUBCUENCAS DELIMITADAS EN LA REGION GUARICO CENTRAL	9



DEFINICION DE LOS PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA ECUACION DEL BALANCE HIDRICO

PRECIPITACION (P) :

Se denomina precipitación al agua que proviene de la humedad atmosférica y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, nieve o granizo.

EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR) :

Es la cantidad de agua que realmente pasa a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración y su valor máximo es la evapotranspiración potencial (ETP).

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP) :

Es la cantidad de agua, que si estuviera disponible, seria evapotranspirada desde una superficie dada.

ESCURRIMIENTO (Q) :

Se refiere a la escorrentia superficial, la cual corresponde al volumen de agua que avanza sobre la tierra hasta alcanzar algún canal o depresión que pueda transportar una corriente de agua.

TERMINO DE DISCREPANCIA (n) :

Este término incluye los componentes del Balance Hídrico que no fueron tomados en cuenta y a los errores de cómputo.

1. INTRODUCCION

Cada día es mas importante definir las disponibilidades de agua con el fin de hacer uso adecuado de la misma, ya que la intervención del hombre al medio ambiente ha introducido cambios que afectan el ciclo hidrológico, modificando el régimen de los rios.

Este es el punto de partida de los estudios de Balance Hídrico, los cuales constituyen la base para la ejecución de proyectos tendientes a la utilización racional del recurso agua tanto en el tiempo como en el espacio.

Este informe, correspondiente a las cuencas de la región Guárico Central, forma parte de los estudios de Balance Hídrico que actualmente realiza el MARNR, a través de la Oficina Coordinadora MARNR / UNESCO-PHI. El mismo es el complemento del "Informe de la Primera Fase del Balance Hídrico de Venezuela, 1989" (5), en el cual los resultados obtenidos fueron: el mapa isoyético, el mapa de evapotranspiración real y el mapa de escurrimiento superficial teórico medio anual para el período 1968-1983, de cada una de las diez regiones en que fue dividida Venezuela para su estudio. El escurrimiento teórico se calculó mediante la ecuación del Balance Hídrico, sin tomar en cuenta el escurrimiento medido en las estaciones hidrométricas.

El presente informe muestra los ajustes hechos al mapa de escurrimiento teórico mencionado, para la región en estudio, una vez comparados la lámina escurrida teórica y el escurrimiento medido en las cuencas que poseen registros hidrométricos confiables.

Con el fin de que se cumpliera la ecuación del Balance Hídrico se realizaron, también, ajustes en el mapa de evapotranspiración real, tomando como límite la evapotranspiración potencial. Por último, se calculó el valor medio de los parámetros precipitación, evapotranspiración real y lámina escurrida, en las cuencas y subcuencas de la región.

El estudio del Balance Hídrico de Venezuela es la contribución de nuestro país al Balance Hídrico de América del Sur, en el cual se utiliza la metodología recomendada por la UNESCO en la "Guia Metodológica para la Elaboración del Balance Hídrico de América del Sur". Adicionalmente, este estudio permitió actualizar la evaluación del recurso agua en Venezuela, así como satisfacer un compromiso internacional dentro del marco del Programa Hidrológico Internacional (PHI-UNESCO).

(5) Referencia Bibliográfica

El presente estudio fue realizado por la Ing. Reina Isabel Pérez y revisado por el Ing. Luis Felipe Garcia, adscrito a la División de Estudios e Investigaciones Hidrológicas y Meteorológicas (DHM - DGSIASV - MARNR).

2. OBJETIVO

El objetivo fundamental planteado es la actualización de la información relativa a los estudios del Balance Hídrico Superficial a nivel nacional, empleando una metodología común pautaada por la UNESCO, dentro del Programa Hidrológico Internacional (PHI), para la elaboración del Balance Hídrico de América del Sur en el período 1965-1982. De esta forma, se cubren no solo los requerimientos del programa a nivel internacional, sino también las necesidades internas de información actualizada y confiable, que permita la determinación de las disponibilidades de agua y el desarrollo posterior de estudios hidrológicos, planes regionales de ordenamiento de territorio, etc.

3. INFORMACION BASICA

- Pluviométrica:

Registros de precipitación media anual suministrados por la División de Información Hidrológica y Meteorológica SINAIHME (DHM-DGSIASV-MARNR).

- Hidrométrica:

Información hidrométrica suministrada por la División de Información Hidrológica y Meteorológica SINAIHME (DHM-DGSIASV-MARNR).

- Cartográfica:

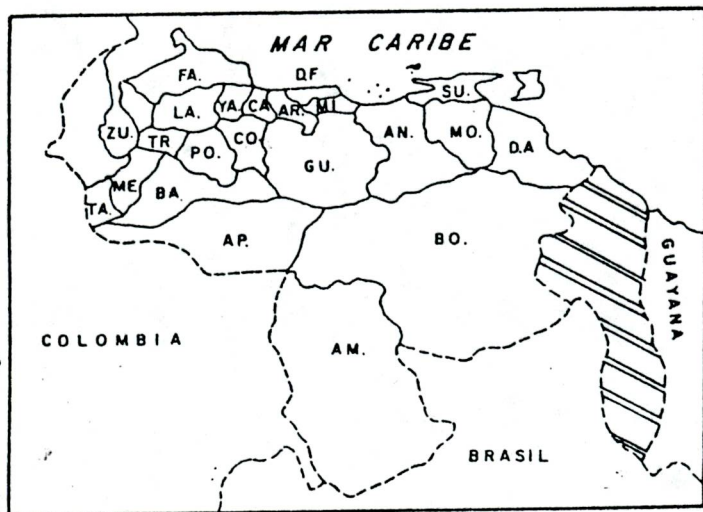
Mapa a escala 1:500.000 de la región estudiada, suministrado por el Servicio Autónomo de Cartografía Nacional.

4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION

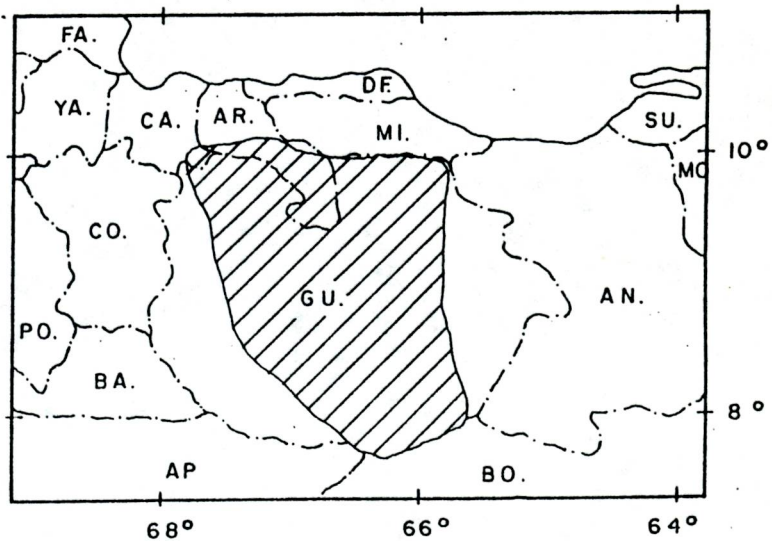
La región Guárico Central (Mapa No. 1) esta ubicada entre los 07°25' y 10°12' de latitud norte y los 65°07' y 68°00' de longitud oeste. Esta región, perteneciente a los Llanos Centrales de Venezuela, presenta un relieve casi plano, formado principalmente por depósitos aluvionales y coluviales (Reciente) y sedimentos no consolidados o poco

REGION GUARICO CENTRAL

SITUACION RELATIVA NACIONAL



SITUACION RELATIVA REGIONAL



consolidados (Pleistoceno) (*).

La vegetación esta constituida, principalmente, por bosques de galeria semidecuidos, a lo largo de los rios principales, sabanas arbustivas al sur-este y nor-este de la región, y por bosques tropófitos bajos y deciduos hacia el oeste y nor-este.

El clima predominante en la región (según Koeppen) corresponde al lluvioso cálido de sabanas, con bosques tropófitos semi-secos al norte y centro y bosques tropófitos sub-húmedos hacia el sur.

La precipitación media anual varia entre 1000 y 1600 mm, disminuyendo hasta en menos de 50 mm en los meses de verano. La temperatura media anual varia entre 26° y 27° C.

El rio principal de la región estudiada es el Guárico, el cual es afluente del rio Apure. Sus tributarios principales son los rios: Orituco, Paya, Pao y Cura. De menor extención, al sur se localizan los rios Guariquito, Manapire y Aguaro, los cuales son también afluentes del rio Apure.

5. METODOLOGIA

La metodologia seleccionada, dentro del marco de los modelos sugeridos por la UNESCO en la "Guia Metodológica para la Elaboración del Balance Hídrico de América del Sur", requiere la cuantificación de los parámetros que intervienen en el Balance Hídrico mediante la obtención de isoclinas de precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento, los cuales serán el producto del cálculo teórico de la ecuación del balance cuya forma general para cualquier cuerpo de agua e intervalo de tiempo será:

$$P + Q_{si} + Q_{ui} - E - ET_{so} - Q_{uo} - Q_{uo} - \Delta S - n = 0$$

Donde:

P = Precipitación

Q_{si} = Entrada de agua superficial a la cuenca

(*). Ver referencia bibliográfica (5) para mayor información.

- Q_{ui} = Entrada de agua subterránea a la cuenca
 E = Evaporación
 ET = Evapotranspiración
 Q_{so} = Salida de agua superficial
 Q_{uo} = Salida de agua subterránea
 ΔS = Variación de almacenamiento en la cuenca
 n = Término residual de discrepancia, error de medición o estimación.

Los términos de cambio de almacenamiento para áreas extensas y largos periodos de tiempo, como es el caso del presente estudio, pueden considerarse nulos, quedando reducida la ecuación a la siguiente forma:

$$P - Q = ETR + n$$

Donde:

- P = Precipitación media anual del período
 Q = Escurrimiento medio anual del período
 ETR = Evapotranspiración real media anual del período
 n = Término de discrepancia

5.1. PRECISION DE LOS PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA ECUACION DE BALANCE HIDRICO

La precisión del Balance Hídrico depende de la confiabilidad y calidad de la información hidrometeorológica, la cual contiene un cierto grado de incertidumbre, ya que los parámetros que la constituyen están sujetos a errores que son difíciles de detectar en muchos casos. Esta información no es totalmente satisfactoria en virtud de una serie de circunstancias, tales como: tipo de instrumento, periodicidad en la recabación de la información, capacidad del personal que efectúa su recopilación y procesamiento, y el cuidado que se preste para su publicación.

Dentro de los elementos que conforman la ecuación del Balance Hídrico, el escurrimiento es el parámetro que se considera esta sujeto a menores errores, y es el que tiene mayor precisión. En el caso de la precipitación el grado de precisión es menor, ya que el error en su medición depende principalmente del funcionamiento de los instrumentos.

Por último, en el caso de evapotranspiración real no existen métodos prácticos para su medición directa, por lo que su estimación debe ser efectuada mediante la aplicación de métodos indirectos, que si bien proporcionan resultados aceptables, requieren de elementos meteorológicos adicionales, los cuales pueden convertirse en fuente de errores.

Una buena herramienta para la obtención de un Balance Hídrico ajustado a la realidad es el uso de mapas de isolinneas de cada uno de los parámetros que en el intervienen, pues la elaboración conjunta de estos mapas puede facilitar su calibración. Sin embargo, hay que estar concientes de que el trazado de las isolinneas se realiza subjetivamente y, como consecuencia, también con este sistema se cometen errores.

5.2. PROCEDIMIENTO SELECCIONADO

5.2.1. Selección de estaciones

Las estaciones meteorológicas seleccionadas fueron las mismas que se utilizaron en los Estudios de Zonificación Agroclimática (referencia bibliográfica No. 18 y 26), ya que los registros en dichas estaciones fueron depurados y calculados los parámetros de precipitación media anual y evapotranspiración real mensual (Tablas No. 1a - 1c, Anexo).

Se utilizaron las estaciones hidrométricas con un registro de caudal completo, dentro del período seleccionado, o aquellas cuyos datos se pudieron completar mediante la aplicación de métodos estadísticos (tabla No. 2, Anexo).

5.2.2. Selección del período de registro

El período de registro elegido en el estudio de Balance Hídrico de la región Guárico Central fue 1968 - 1982. El test de la variancia, aplicado a todas las estaciones elegidas, permitió probar que dicho período es consistente con aquel comprendido entre 1965 - 1982, el cual fue recomendado por la UNESCO para la elaboración del Balance Hídrico de América del Sur.

5.2.3. Análisis de consistencia, corrección y ampliación de las estadísticas fluviométricas

La aplicación del método de la curva de doble masa permitió analizar la consistencia de los registros en las estaciones seleccionadas.

En muchas estaciones, meteorológicas e hidrométricas, fue necesario rellenar y/o extender los registros mediante la aplicación del método de la correlación lineal simple.

5.2.4. División de la región en unidades hidrológicas

La región Guárico Central se dividió en cuencas y subcuencas. Para esta división se consideró el curso de los ríos principales, secundarios y terciarios, y los puntos donde existe control fluviométrico.

Se delimitaron las cuencas de los ríos Guárico, Guariquito, Manapire y Aguaro, así como las cuencas y subcuencas de sus afluentes principales hasta sus correspondientes estaciones hidrométricas (en los casos donde existe), con la finalidad de efectuar ajustes en las isolíneas de escurrimiento. Estas cuencas también se delimitaron completas, es decir, hasta la desembocadura de cada uno de los ríos considerados en el cauce principal, para determinar los valores medios de los parámetros P, ETR y Q.

5.2.5. Cálculo y ajuste del escurrimiento

Se calculó el escurrimiento superficial teórico en cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas y en cada uno de los puntos de intercepción entre las isolíneas de precipitación y evapotranspiración real, utilizando la ecuación del Balance Hídrico, es decir, como la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real media anual. Con estos valores obtenidos se trazó un mapa de escurrimiento teórico.

Se procedió, luego, al ajuste en aquellas cuencas y subcuencas en las cuales están ubicadas las estaciones hidrométricas seleccionadas. En cada una de estas cuencas se calculó un factor de ajuste por área entre la lámina escurrida, evaluada del mapa trazado anteriormente, y del escurrimiento medido en la estación hidrométrica (Tabla. No 3, Anexo), el cual permitió ajustar los valores teóricos calculados y trazar el mapa ajustado correspondiente.

Solamente hacia el norte de la región estudiada existen estaciones hidrométricas para la medición del caudal, por consiguiente, no fue posible efectuar ajustes hacia el centro y el sur de Guárico Central. Se trazó, entonces, un mapa de escurrimiento ajustado (en el área norte) y se calculó la lámina escurrida media anual (Q) en cada una de las cuencas y subcuencas delimitadas (Tabla No. 4).

5.2.6. Ajuste del mapa de evapotranspiración real

Fué necesario ajustar, también, el mapa de evapotranspiración real con la finalidad de cumplir con la ecuación del Balance Hídrico. La ETR se recalculó mediante la diferencia entre la precipitación y el escurrimiento ajustado, tomando como límite máximo el valor de la evapotranspiración potencial. Esto se efectuó en cada una de las estaciones meteorológicas y en los puntos de intercepción de las isoclinas de los mapas de precipitación media y escurrimiento ajustado, lo cual permitió trazar el mapa de evapotranspiración real media anual ajustado.

No fue necesario ajustar las isoclinas del mapa de precipitación media anual.

Los mapas de precipitación y de evapotranspiración real ajustado permitieron calcular los parámetros P y ETR media anual en las cuencas y subcuencas estudiadas (Tabla No. 4).

5.2.7. Evaluación del término de discrepancia

Una vez calculados los valores medios anuales de los parámetros P, ETR y Q en cada una de las cuencas y subcuencas, se evaluó el término de discrepancia (n). Para una cuenca dada, se consideró como (n) la diferencia que existe entre el valor del escurrimiento medio, calculado directamente mediante la diferencia de P y ETR, y el valor de Q evaluado del mapa de escurrimiento ajustado (Tabla No. 4).

6. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A pesar de los ajustes efectuados en los mapas de escurrimiento y evapotranspiración media anual, no fue necesario hacer ajustes adicionales al mapa de precipitación media anual original. En consecuencia, sigue siendo válido el análisis de precipitación presentado en el "Informe de la Primera Fase del Balance Hídrico de Venezuela".

En cuanto a los mapas de ETR y Q, sólo fue posible realizar los ajustes en el área norte. Las isoclinas siguen, en general, una tendencia similar a aquella

TABLA No 4
PARAMETROS DE LAS CUENCAS Y SUBCUENCAS DELIMITADAS
REGION GUARICO CENTRAL

CUENCA	SUBCUENCA	SUBCUENCA	AREA (Km2)	P (mm)	ETR (mm)	P - ETR (mm)	Q (mm)	n (mm)
GUARICO			17679	1042	897	145	134	11
	ORITUCO		8053	932	883	49	39	10
		MEMO	1411	844	795	49	37	12
		TACATINEMO	1248	894	868	26	14	12
	CURA		885	1101	894	207	198	9
		TINAPUEY	320	1150	949	201	192	9
	PAYA		1712	1012	821	191	182	9
		GUARUMEN	513	1008	685	323	315	8
	PAO		1533	1105	876	229	218	11
TUCUTINEMO		889	1106	863	243	231	12	
GUARIQUITO			12445	1240	978	262	251	11
	SAN JOSE		1160	1179	957	222	212	10
	MACAPRA		3958	1210	958	252	242	10
		FALTRIQUERA	1007	1239	981	258	247	11
		SAN BARTOLO	971	1230	968	262	251	11
MANAPIRE			8793	1049	950	99	88	11
	ESPINO		660	1180	960	220	210	10
	RIECITO		395	1231	985	246	237	9
	PERRO		490	1050	883	167	158	9
	SANTIAGO		641	987	863	124	112	12
	OTOCUAO		703	900	854	46	35	11
AGUARO			1522	1280	993	287	279	8

observada en los mapas originales.

Entre los tres mapas de isoclinas ajustados se conserva la misma relación observada en los mapas originales, es decir: en general, en las áreas con bajo escurrimiento coinciden también bajos valores de precipitación y ETR; al contrario, en aquellas áreas con un elevado escurrimiento superficial se registraron exesos de precipitación y una ETR moderada o baja.

Debido a la influencia de las bajas ecuatoriales, la precipitación tiende a aumentar hacia el sur, a partir de los 09° de latitud norte, alcanzando un máximo de 1600 mm hacia el sur-oeste. Esta variación en la precipitación y el relieve casi plano en esta zona (localizada entre los 09° y 08° de latitud norte), han originado una vegetación uniforme de sabanas y bosques de galería, característica de los llanos. Como consecuencia, en esta área la ETR es aproximadamente constante (900 mm), con tendencia a aumentar hacia el sur y sur-este (1050 mm), donde la vegetación es mas densa y variada. Como la precipitación, el escurrimiento tiende a aumentar hacia el sur, con un máximo de 800 mm hacia el sur-oeste.

En el área situada entre los 09° y 10° de latitud norte, en la vertiente sur de la Serranía del Interior, el efecto continental y su ubicación en el lado de sotavento de los vientos del nor-este originan una marcada estación seca, con bajas precipitaciones medias anuales (800-900 mm). Como consecuencia, la vegetación esta formada, principalmente, por matorrales tropófilos, deciduos y semideciduos, y por sabanas arbustivas, lo cual influye en los también bajos valores de ETR (900 - 500 mm) y de escurrimiento (400 - 100 mm).

7. CONCLUSIONES

- 1- Debido a la inexistencia de estaciones de medición en grandes áreas, la metodología adoptada se ajustó perfectamente. Sin embargo, en la medida que se tenga mejor información, con períodos de registros mas extensos y continuos, el balance dará mejores resultados.
- 2- No fue necesario efectuar ajustes en el mapa de isolinneas de precipitación media anual. Por consiguiente, las características generales del mapa de precipitación original de la región Guárico Central, analizadas en el "Informe de la Primera Fase del Balance Hídrico de Venezuela", siguen siendo válidas.
- 3- No fue posible ajustar las isolinneas de escurrimiento y de evapotranspiración real en la zona central y sur de Guárico Central, debido a que las estaciones hidrométricas existentes están ubicadas solo hacia el norte. A pasar de los ajustes efectuados en esta zona norte, se conservaron las características generales de de los mapas originales, es decir: en general, en las áreas con escasa precipitación se observan también valores bajos de ETR y Q, y en aquellas con alta precipitación y evapotranspiración real, el escurrimiento tiende a aumentar.
- 4- Los valores altos de ETR se presentan en aquellas áreas con abundantes precipitaciones y cubiertas de una vegetación de tipo boscoso, principalmente. Por el contrario, los valores mas bajos de ETR se presentaron en áreas en las cuales la precipitación es esporádica y la vegetación es muy escasa.
- 5- El mapa de escurrimiento ajustado es el resultado del ajuste del escurrimiento teórico con el caudal medido en las estaciones hidrométricas seleccionadas. En dicho mapa, el patrón de isolinneas presenta una tendencia similar a aquellas del mapa isoyético.
- 6- Los mapas de isolinneas resultantes del presente estudio permitieron determinar los valores de precipitación, evapotranspiración real y lámina escurrida media anual en cuencas completas. Estos parámetros fueron determinados en las cuencas y subcuencas de los rios Guárico, Guariquito, Manapire y Aguaró, pertenecientes a la región Guárico Central.

8. RECOMENDACIONES

- 1- La evaluación de los recursos hídricos superficiales mediante la aplicación del método del Balance Hídrico Superficial permitió detectar algunos problemas con respecto a la red hidrometeorológica en la región estudiada, que necesitan de una urgente atención. Uno de estos problemas se refiere a la ubicación de las estaciones, ya que existen amplias zonas desprovistas de estaciones de medición y donde, por consiguiente, la información debe ser estimada.

Otro problema es la escasa operatividad de algunas estaciones de medición, necesarias para la evaluación de los recursos hídricos, lo que trae como consecuencia que los registros sean muy cortos o presenten gran cantidad de datos faltantes.

- 2- Se debe mejorar la forma de medición, recopilación, traslado y procesamiento de los datos hidrometeorológicos mediante la utilización de sistemas modernos (reestructuración de la red hidrométrica, instalación de estaciones automáticas de medición, uso de computadoras, etc.), con una supervisión adecuada que permita garantizar la calidad de la información.
- 3- La mayoría de las cuencas estudiadas en la región Guárico Central (excepto las cuencas de los ríos Cura y Paya, afluentes del río Guárico) carecen de estaciones hidrométricas medidoras de caudal, por lo que se sugiere que se realicen los estudios necesarios para ampliar la red hidrométrica. Esto permitiría, en el futuro, efectuar el ajuste de los mapas de escurrimiento superficial y evapotranspiración real en toda la región estudiada.

9. BIBLIOGRAFIA

- 1- AGUILERA, J.A. "Venezuela y sus Ambientes Naturales", UCV y Colegio Universitario de Carúpano, Caracas, 1981.
- 2- CIRCULO DE LECTORES "Atlas Universal, 1983"
- 3- COPLANAR H. Mapa del Estudio Hidrogeológico de la Región Central de Venezuela. Caracas, 1969.
- 4- CRUZ LL., CARLOS J. "Balance Hídrico Superficial de la Cuenca del Río Itenez (Amazonia-Bolivia-Brasil)", PHIDAB, Bolivia, 1987.
- 5- FERMIN, C., PEREZ, R. y CORDOVA, K. "Informe de la Primera Fase del Balance Hidrico de Venezuela",
- 6- GOLDBRUNNER, A. "Atlas Climatológico-Período (1951-1970). FAV., Maracay, 1984.
- 7- GOLDBRUNNER, A. "El Clima de Venezuela y su clasificación. FAV. Maracay.
- 8- GOLDBRUNNER, A. "Las causas meteorológicas de las lluvias de extraordinaria magnitud en Venezuela", FAV-Maracay.
- 9- GONZALEZ DE JUANA, C.TURRALDE, J y PICARD "Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Ed. FONINVES, Caracas, 1980.

- 10- HUBER, O y
ALARCON, C. "Mapa de Vegetación de Venezuela". Oscar Todtmann, Editores. MARNR, Caracas, 1968.
- 11- LINSLEY, R.,
M. KOHLER, y
J. AULER "Hidrología para Ingenieros", Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. (traducido de la segunda edición en inglés de Hydrology for Engineers). Colombia, 1977.
- 12- MILLER, AUSTIN. "Climatología" 4ta. Edición. Ediciones Omega S.A.
- 13- MARNR. "Atlas de Vegetación de Venezuela", Caracas, 1985.
- 14- MARNR. "Mapa de la vegetación actual de Venezuela". Proyecto VEN 79/001/B. Sistemas ambientales venezolanos. Caracas, 1982.
- 15- MARNR. "Red Básica Hidrológica Nacional". Caracas, 1989.
- 16- MINISTERIO DE LA DEFENSA. "Atlas Climatológico (período 1951-1970)", Maracay, 1964.
- 17- MOREAU D., A.T. y
DEFFIT F., R.E. "Aspectos Generales sobre la Génesis y Distribución de las Precipitaciones en los Llanos (aplicando técnicas de sensores remotos)", MARNR, Calabozo, 1979.
- 18- OSORIO, L. "Zonificación Agroclimática" del Estado Cojedes y Occidente de Guarico, Vol. I-A, MARNR, 1987.

- 19- PEREZ M., J. "Fundamentos del Ciclo Hidrológico", U.C.V., Dpto. de Meteorología e Hidrología, Caracas, 1979.
- 20- RIVAS, C., "Manejo y Procesamiento de la Información Climatológica para Fines agrícolas", MARNR, Caracas, 1986.
- 21- SANCHEZ C., J. "Mesoclimas en Venezuela", FONAIAP, Caracas, 1981.
- 22- SPIEGEL, M. "Probabilidad y estadística". Editorial Mc. Graw-Hill. Bogotá, 1975.
- 23- TELESMAN, V.,
M. ROKSANDIC,
M. KOMALINA,
G. HUBENY y
I. RAZNER. "Texto Explicativo del Mapa Hidrogeológico de Venezuela, Región Central", Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas, 1972.
- 24- UNESCO. "Guía Metodológica para la elaboración del Balance Hídrico de América del Sur", RO-TLAC, Montevideo, 1982.
- 25- UNESCO. "Primer Taller sobre el Balance Hídrico de América del Sur. (La Paz, 12-15 de Mayo de 1987). Informe Final", RO-TLAC. Montevideo, 1987.
- 26- VIVAS, Z., "Zonificación Agroclimática" de los Estados Aragua y Carabobo", MARNR, Caracas, 1968.

A N E X O

TABLA No 1a
ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACION	SERIAL	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	ESTADO
La Espinosa	0427	09 49'00"	66 47'00"	320	Aragua
San Casimiro	0590	10 00'15"	67 01'49"	444	"
Pirital	2412	09 15'53"	66 34'35"	160	Guarico
Vaquerito	2414	08 47'00"	66 28'20"	155	"
Guanapito	2415	09 55'37"	66 24'00"	422	"
San Juan los Morros	2417	09 55'11"	67 21'43"	434	"
Mapurite	2420	09 13'00"	67 24'00"	114	"
Canta Gallo	2423	09 47'25"	67 25'55"	365	"
Lezama	2425	09 43'46"	66 23'04"	190	"
La Yeguera	2426	09 17'00"	67 22'49"	118	"
Parapara	2430	09 42'10"	67 17'32"	230	"
Ortiz	2448	09 37'00"	67 10'00"	205	"
El Sombrero	2469	09 23'00"	67 03'20"	152	"
El Sombrero Km 18	2470	09 69'00"	67 11'00"	130	"
Km - 25	2471	09 23'27"	66 49'30"	139	"
Encrucijada Calabozo	2477	09 13'31"	67 02'00"	210	"
Palo Seco	2493	09 04'00"	67 13'00"	136	"
El Rastro	2495	09 03'52"	67 26'05"	100	"
La Ceiba	2496	09 07'55"	67 20'00"	130	"
Los Arbolitos	2503	09 22'00"	66 23'00"	107	"
Salinetas Manapire	2504	09 19'46"	66 11'23"	195	"
El Socorro	2509	08 59'23"	65 44'27"	100	"

ELEVACION: m.s.n.m.

TABLA No 1b
ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACION	SERIAL	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	ESTADO
Barbacoas	2551	09 28' 50"	66 57' 55"	120	Aragua
El Playon	2552	09 32' 40"	66 52' 18"	202	"
Libertad de Orituco	2555	09 31' 03"	66 24' 26"	187	Guarico
El Carrizal	2562	09 22' 42"	66 55' 00"	185	"
Mayalito - Cujialote	2575	09 32' 57"	66 12' 00"	130	"
Roblecito	2586	09 12' 00"	66 20' 12"	200	"
Valle de la Pascua	2589	09 13' 00"	66 00' 00"	184	"
Soublette	2601	09 55' 06"	66 05' 31"	355	"
Uveral	2630	09 44' 10"	65 50' 25"	222	"
El Palmar	2674	09 27' 11"	65 54' 15"	130	"
Los Naranjos	3403	08 52' 34"	67 30' 35"	78	"
Guayabal	3415	08 00' 42"	67 24' 05"	38	"
El Caballo	3417	08 19' 00"	67 08' 00"	71	"
La Mision	3457	08 57' 02"	67 23' 00"	120	"
El Calvario	3501	08 59' 05"	67 00' 00"	120	"
Palenque Dispensario	3502	08 59' 40"	66 53' 50"	120	"
Hato El Burro	3503	09 00' 00"	66 05' 07"	120	"
San Antonio	3505	08 27' 28"	66 16' 50"	150	"
Toro Negro	3506	08 22' 40"	66 14' 30"	88	"
El Palito	3601	08 48' 41"	65 57' 00"	135	"
San Juan de Payara	4406	07 39' 23"	67 36' 05"	47	Apure
San Rafael Atamaica	4407	07 31' 12"	67 23' 56"	40	"
El Cortijo	9350	10 04' 53"	67 25' 05"	490	Aragua

ELEVACION: m.s.n.m.

TABLA No 1c
ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACION	SERIAL	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	ESTADO
Embalse Zuata	1475	10 12' 46"	67 22' 58"	512	Aragua
Tiara	1487	10 07' 49"	67 09' 00"	680	"
La Candelaria	9301	10 07' 06"	67 14' 38"	558	"
Fila Guarima	9303	10 11' 00"	67 17' 37"	1005	"
San Sebastian	2409	09 59' 53"	67 10' 41"	330	"
San Francisco Pao	0414	10 05' 45"	67 10' 05"	640	"
Los Marines	0415	09 58' 30"	66 50' 40"	443	"
Taguey	2502	09 46' 58"	66 40' 00"	321	"
Valle Morin	2511	09 55' 20"	66 55' 10"	400	"
Embalse Camatagua	2520	09 49' 00"	66 57' 22"	330	"
Cana Amarga	0585	10 03' 11"	66 57' 41"	340	"
Arichuna	4408	07 42' 42"	67 07' 00"	40	"
El Caruto Belen	0495	09 59' 38"	67 42' 00"	730	"
Las Cenizas	0497	10 01' 18"	67 33' 55"	600	"
Corozo Pando	3454	08 30' 46"	67 35' 04"	65	Guarico
Morrocoyes	2455	09 26' 10"	67 21' 50"	150	"
Faltriquera	2483	09 46' 25"	67 07' 45"	319	"
Paso Real	2528	09 49' 58"	66 11' 51"	305	"
Memo Km 50	2550	09 23' 43"	66 36' 48"	182	"
Vega Grande	2418	09 38' 45"	67 02' 00"	258	"
Camatagua	2521	09 47' 25"	66 54' 16"	244	Aragua
Carmen de Cura	2522	09 47' 00"	66 50' 38"	244	"

ELEVACION: m.s.n.m.

TABLA No 2

ESTACIONES HIDROMETRICAS SELECCIONADAS

RIO	ESTACION	SERIAL	LATITUD (Norte)	LONGITUD (Oeste)	AREA (Km2)
Guarico	Los Arrecifes	186	09 18'07"	67 20'00"	6540
Guarico	El Sombrero	195	09 23'57"	67 03'11"	4074
Guarico	La Puerta	185	09 57'12"	67 22'47"	615
Guarico	Fundo Carrizal	131	09 55'50"	67 06'33"	1521
Guarico	El Playon	192	09 34'01"	66 52'54"	3690
Tamanaco	San Antonio	385	09 39'53"	66 01'40"	619
Puente Raices	Las Raices	225	09 44'11"	65 58'14"	219
Taguay	Pele El Ojo	384	09 47'21"	66 39'25"	156
Tinapuy	La Espinosa	440	09 52'54"	66 47'46"	226
Cura	Topo de Porra	127	09 52'46"	66 52'54"	179

TABLA No 3

FACTOR DE AJUSTE POR CUENCA

RIO	ESTACION	SERIAL	Le (mm)	Qm (mm)	FACTOR AJUSTE
Guarico	Los Arrecifes	186	239	132	0,55
Guarico	El Sombrero	195	287	132	0,46
Guarico	La Puerta	185	362	231	0,64
Guarico	El Playon	192	295	101	0,34
Guarico	Fundo Carrizal	131	327	214	0,65
Tamanaco	San Antonio	385	157	47	0,30
Las Raices	Puente Raices	225	110	93	0,85
Taguay	Pele el Ojo	384	245	285	1,16
Tinapuy	La Espinosa	440	312	201	0,64
Cura	Topo de Porra	127	381	258	0,68

Le: Lamina escurrida estimada.
Qm: Lamina escurrida medida.