

# Historia resumida de la hidrología venezolana

*Condensed history of venezuelan hydrology*

Gustavo A. Silva León\*

*Recibido: julio, 1999 / Aceptado: abril, 2000*

## Introducción

La historia de la hidrología está ligada a la del aprovechamiento del agua y también a la labor de científicos y naturalistas de espíritu, a los avances de la ciencia y adelantos tecnológicos, a la enseñanza y capacitación hidrológica y a la visión de los que ocupan los niveles de decisión política y de gestión hidrológica.

En la hidrología venezolana llama la atención la ausencia de una referencia histórica específica, ya escrita en campos afines como la meteorología (E. Röhl, 1948a), la ingeniería (Arcila, 1961), la ingeniería hidráulica (Arroyo et al, 1971; Aguirre, 1978) y agencias hidráulicas (MOP, 1976). También existen escritos sobre la red hidrometeorológica nacional (Rivas, 1980; El Agua 29, 1983; Caponi, 1990; Andressen, 1995).

Este artículo fue precedido por unas notas sobre hidrología venezolana preparadas en 1995 para estudiantes de Geografía de la Universidad de Los

Andes, ULA. Las mismas están corregidas y considerablemente ampliadas en esta cronología, donde los sucesos se agrupan en etapas del acontecer venezolano. Para ello se ha reunido y ordenado mucha información dispersa en numerosos artículos, informes técnicos y textos, dando el mayor énfasis a la presentación objetiva y resumida de los hechos y sus protagonistas, sin comentar el contexto histórico en que se circunscriben.

La investigación realizada resultó más detallada para los acontecimientos previos a 1977, menos conocidos por la generación de estudiantes y profesionales de fin de siglo y comienzos del tercer milenio. La información más reciente podría ser tratada con más propiedad por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, MARNR, o por la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología.

Este trabajo ha sido posible gracias a la eficiencia de los Servicios Bibliotecarios de la ULA, de la biblioteca del

---

\* Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía, Mérida-Venezuela. E-mail: gsilval@ula.ve, gsilval56@hotmail.com

Centro Interamericano de Desarrollo de Investigación Ambiental y Territorial, CIDIAT, de la Biblioteca Marcel Roche del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, IVIC, y de la Biblioteca Nacional Febres Cordero. Por último se consultó el Diccionario de Historia de Venezuela de la Fundación Polar, que será útil al lector para ampliar información biográfica e histórica nacional.

El siguiente relato está dedicado a los pioneros, y en general a los profesionales y técnicos, quienes actuando con osadía, entusiasmo y esfuerzo, hicieron posible el desarrollo de la hidrología en Venezuela.

## **Epoca del dominio español**

Diego de Ordás, audaz conquistador español que estuvo antes en México, fue en 1531 el primer europeo que navegó el río Orinoco al remontarlo hasta los raudales de Atures, siendo la primera y más larga navegación por un río de este continente (E. Röhl, 1990).

En 1647 el capitán Miguel de Ochogavía navegó en el eje Orinoco – Apure, partiendo de Barinas y llegando a San Tomé de Guayana. Fray Jacinto de Carvajal fue relator de este viaje y su descripción detallada del río Apure en Carvajal (1892) es comentada por Acosta (1951) y C. y P. Georgescu (1984).

En 1741 el superior jesuita José Gumilla se refirió a la cuenca del Orinoco, recorrido del río, régimen de

sus aguas y sus tributarios principales (Gumilla, 1741 y 1963). Este cronista del Orinoco lo conoció hasta la desembocadura del Guaviare. En su obra, reeditada en 1745, Gumilla refutaba la supuesta conexión natural entre el Orinoco y el Amazonas pero la reconocería personalmente al comprobarla otro misionero jesuita, Manuel Román.

En febrero de 1744 Román se encontró con el portugués Francisco de Moraes en el río Orinoco, aguas arriba de la confluencia de los ríos Guaviare y Atabapo (E. Röhl, 1990), quien habría navegado el brazo o río Casiquiare hasta el río Orinoco desde 1726 (C. y P. Georgescu, 1984). El español aceptó una invitación para navegar hasta el Río Negro. Allí se reunió con Aquiles Avrogadri, jesuita de las misiones portuguesas, a quien refirió la comunicación entre el Orinoco y Río Negro. Luego regresó a su misión en el Orinoco en octubre del mismo año (E. Röhl, 1990).

La corona española, informada del hallazgo de Román, encargó a don José de Iturriaga una expedición de límites con Portugal en tierras americanas realizada entre 1754 y 1761 con fundación de algunos caseríos como San Fernando de Atabapo y Solano. La noticia de la interconexión fluvial llegó también a París por Condamine (1745), quien fuera informado por carta del jesuita Juan Ferreira de Brasil (C. y P. Georgescu, 1984; E. Röhl, 1990).

La primera gran navegación que se valió del Casiquiare fue la realizada por

el guayanés Antonio Santos, quien partió de Angostura en 1770 hacia la Sierra de Pacaraima y al río Branco en Brasil, donde inició la navegación que continuó por los ríos Negro, Casiquiare y Orinoco hasta regresar a Angostura (C. y P. Georgescu, 1984).

A los aportes hidrográficos de Carvajal, Gumilla y Román, se suman los del franciscano Antonio Caulín, acompañante de Iturriaga, y del jesuita italiano Felipe Gilij, citados por Humboldt (1831 y 1942); así como las descripciones de los ríos Orinoco, Apure y Caroní presentadas por el ilustrado español Antonio de Alcedo en su extensa recopilación sobre la América hispana (Alcedo, 1789; citado por Enciclopedia Encarta 2001 de Microsoft).

Luego el conocimiento del río Orinoco y su cuenca fue ampliado por el sabio alemán Alejandro de Humboldt, quien navegó el Orinoco a mediados de 1800 en un largo trecho de 1500 Km entre la misión de La Esmeralda en el Alto Orinoco y la entonces Angostura en el Bajo Orinoco, bautizada Ciudad Bolívar en 1846. Durante esa expedición, Humboldt verificó la comunicación natural entre las cuencas del Orinoco y del Amazonas mediante el Casiquiare, el cual navegó desde San Carlos de Río Negro. Él explicó que la divisoria de aguas entre ambas cuencas está en el lecho del Orinoco en el sitio de su bifurcación (Humboldt, 1831 y 1942).

Humboldt determinó coordenadas de desembocaduras, midió velocidades de corrientes, tomó temperaturas del

agua, calculó anchuras de cauces, observó la variada coloración de las aguas en el Alto Orinoco, midió precipitaciones y analizó características de su delta. En Angostura observó las marcas que dejan las crecidas del río Orinoco en la ahora llamada Piedra del Medio, ya referida por Alcedo (1789), a la que comparó con cierto nilómetro.

Humboldt (1831 y 1942) también reporta una crecida excepcional del río Osorio en La Guaira, Litoral Central, ocurrida el 13 de febrero de 1797 y que produjo 30 muertes.

## Epoca republicana del siglo XIX

Codazzi (1841a y 1940) trata profusamente la hidrografía venezolana. Su **Resumen de la Geografía de Venezuela** causó admiración en los altos círculos científicos de París que la revisaron en 1840. La cartografía correspondiente se muestra en su **Atlas Físico y Político de la República de Venezuela** (Codazzi, 1841b). El General José A. Páez encomendó esa obra a Agustín Codazzi en 1831, quien había cumplido sus primeros trabajos geográficos en Maracaibo, Coro y Mérida. El insigne ítalovenezolano, militar de carrera y geógrafo de oficio, dividió al país en sistemas hidrográficos de área conocida; contó, clasificó y midió los ríos, comentó su navegabilidad y estimó algunos caudales y precipitaciones en cuencas. Entre sus nume-

rosos viajes estuvo el que hizo al Casiquiare en 1838.

En 1855 el presidente José Tadeo Monagas encomendó al periodista y diplomático Francisco Michelena y Rojas una exploración al sur del país, que resultó en un periplo histórico que se inició en las bocas del Orinoco y continuó por el Casiquiare, Río Negro y Amazonas hasta su desembocadura, regresando por el Atlántico. Michelena y Rojas (1867 y 1987) narra este viaje y aporta más información sobre la cuenca orinoquense.

Las primeras series de lluvias medidas en Venezuela son las publicadas por Fendler (1858), Ibarra (1862) y Aveledo (1868 y 1876), citados por E. Röhl (1946 y 1948a). Augusto Fendler, botánico germano-estadounidense enviado desde Washington por el Smithsonian Institute, colectó sus datos en La Colonia Tovar entre diciembre de 1856 y junio de 1858. La Colonia había sido fundada por Codazzi en 1843 con inmigrantes alemanes.

En 1860 Alejandro Ibarra midió 881 mm de precipitación anual en su casa de Caracas, ubicada de Conde a Piñango. Ibarra era entonces profesor jubilado de la Academia de Matemáticas de Caracas creada por Juan Cagigal en 1831 (E. Röhl, 1946).

En 1862 Ibarra y el ingeniero y educador Agustín Aveledo iniciaron observaciones meteorológicas en el Colegio Santa María de Caracas, ubicado de Veroes a Jesuitas (E. Röhl, 1948a) y cofundado por el segundo en 1859. Entonces Aveledo integraba la primera

directiva del Colegio de Ingenieros de Venezuela, CIV, constituido en 1861.

Aveledo (1868), citado por E. Röhl (1948b), menciona aforos de la quebrada Catuche en 1867 y 1868, fuente que abastecía la población caraqueña. Durante la gran sequía comprendida entre noviembre de 1868 y mayo de 1869, Aveledo midió apenas 78 mm de precipitación en Caracas y supo de extensos incendios en buena parte del país. Por ello 1869 fue llamado el “año de la humareda” (Landaeta, 1889; citado por E. Röhl, 1948b).

Los acueductos de Coro y Caracas inaugurados en 1866 y 1874, fueron las primeras obras hidráulicas importantes y despertaron interés por la hidrología de las fuentes abastecedoras. El acueducto de Coro estrenó la presa de Caujarao en el río Coro, diseñada por Luciano Urdaneta y Alberto Lutowski. Fue la primera de concreto hecha en Venezuela y sigue en uso (MOP, 1966a). El acueducto de Caracas se surtió con aguas del río Macarao y fue diseñado por Luciano Urdaneta con ayuda de aforos practicados por Eleazar Urdaneta (Arcila, 1974), ambos hijos del prócer Rafael Urdaneta. Bajo una ley que reorganiza la administración pública se creó en 1874 el Ministerio de Obras Públicas, MOP, que pasa a ocuparse de este tipo de obras y que siempre tuvo ingenieros de gran valía.

James Spence, viajero inglés que visitó Venezuela entre marzo de 1871 y agosto de 1872 y fue condecorado por el presidente Guzmán Blanco (Urbani,

1982), reportó un aguacero de 72 mm en 3 horas caído en Caracas en septiembre de 1871 (Spence, 1878 y 1966; citado por E. Röhl, 1948a). Pero la primera serie de lluvias extremas es la obtenida por Aveledo y Ricardo Torres para tormentas de una hora de duración. La misma es utilizada por Jiménez y Herrera (1888) para el diseño de alcantarillas y cloacas en Caracas (E. Röhl, 1948a).

En Puerto Cabello el médico alemán Bergholz midió a domicilio las precipitaciones desde marzo hasta diciembre de 1876. Éstas y otras observaciones meteorológicas las presentó en enero de 1877 en la sede de la Sociedad Venezolana de Ciencias Físicas y Naturales (E. Röhl, 1948a), fundada en 1867 y dirigida por el eminente naturalista alemán Adolfo Ernst.

En 1888 se creó en Caracas el Observatorio Astronómico y Meteorológico Juan Manuel Cagigal mediante decreto del presidente Rojas Paúl. El mismo estuvo adscrito al Ministerio de Educación Nacional hasta 1958, cuando pasó a la Comandancia General de la Marina con el nombre de Observatorio Naval Cagigal (Pérez M, 1979). Allí funciona la estación pluviométrica más antigua del país por tener registros desde 1891. El primer estudio sobre la precipitación en el Observatorio lo hizo Buscalioni (1894), quien fue su primer director.

A fines de 1891, el Dr. Caracciolo Parra, rector de la Universidad de Los Andes, creó la primera Oficina

Meteorológica de Mérida y la dejó a cargo del vicerrector Dr. Alfredo Carrillo. En 1899 Emilio Maldonado es nombrado director de esa oficina por el mismo rector e inició las mediciones diarias de precipitación y de otros elementos meteorológicos. En el segundo semestre de ese año se totalizaron 958 mm de lluvia (ULA, 1900).

En cuanto a calidad de aguas, el químico Vicente Marcano inició en Caracas el estudio de las aguas potables y termominerales de Venezuela. Sus análisis fueron realizados entre 1874 y 1891 y algunos resultados fueron presentados en las exposiciones universales de París de 1878 y 1889 (Pérez y Urbani, 1982). En 1876 verificó la potabilidad de las aguas de Catuche y Macarao desde el punto de vista físico químico (Meier, 1911).

El primer análisis de acidez de lluvia en Caracas lo reportan Marcano y Müntz (1889), quienes determinan concentraciones de ácido nítrico y su equivalente en Kg/Ha (E. Röhl, 1946). En 1891, año de su fallecimiento, Marcano fundó el Laboratorio Municipal para los análisis rutinarios de aguas, que todavía no incluían las pruebas bacteriológicas. Ese año Ernst publicó en el MOP algunos escritos sobre aguas termales y minerales de Venezuela.

En 1892 se produjeron crecidas enormes en varios ríos del país. Ese año ocurrió el nivel más alto que se conoce del río Orinoco en Ciudad Bolívar (Sifontes, 1947; MOP, 1972a). En Caracas el río Guaire tuvo una crecida el

7 de octubre, cuyo pico fue estimado por varios ingenieros en 900 m<sup>3</sup>/s (Jiménez, 1911). También, el río andino Chama tuvo una crecida tal en El Vigía, que los sedimentos lo desviaron hacia el río Escalante, aunque el cauce original fue prontamente reestablecido por el Gobierno Nacional (Jahn, 1912).

La década del 1890 marca el inicio del desarrollo hidroeléctrico en Venezuela. La primera planta se construyó en el estado Lara en 1893 y operó hasta 1898, cuando fue destruida por acciones armadas. Valencia estrenó una planta en 1895 (Arcila, 1974). En 1897 se inauguró la planta de El Encantado, ubicada junto al río Guaire y a la salida del valle de Caracas. Mérida tuvo su primera planta hidroeléctrica en 1898 (Aguirre, 1978).

La planta hidroeléctrica de El Encantado fue producto del empeño del ingeniero Ricardo Zuloaga, quien había fundado la Electricidad de Caracas en 1895. Él mismo realizó los aforos que sustentaron su proyecto. Aguas abajo de El Encantado siguieron dos plantas concebidas por Zuloaga, que fueron Los Naranjos y La Lira.

E. Röhl (1948b) reporta aforos de verano en las quebradas Anauco y Gamboa de Caracas, realizados por la Electricidad de Caracas desde 1899 hasta 1941.

Paquet (1895) refiere datos de lluvias en la estación Caño Amarillo del Ferrocarril Caracas - La Guaira desde enero de 1891 hasta abril de 1895 (E. Röhl, 1948a). En ese tiempo Norberto Paquet representaba a la Compañía General de las Aguas de Caracas,

domiciliada en Bruselas y que entonces administraba el abastecimiento capitalino (Arcila, 1974).

## Siglo XX hasta 1935

En 1901 la Compañía del Ferrocarril de Venezuela creó una red meteorológica en la ruta del Gran Ferrocarril Central con pluviómetros en Caracas, Los Teques, Las Tejerías, La Victoria, Maracay y Valencia. González (1948) presenta sus coordenadas geográficas y los registros hasta 1946. También la Compañía del Ferrocarril Bolívar creó en 1903 las estaciones Duaca, Aroa y Tucacas, que tienen datos de lluvias hasta 1917 (E. Röhl, 1946).

Algunos hacendados del centro del país produjeron registros continuos de lluvia, como los obtenidos en las haciendas Agua Negra en la vía de El Junquito de 1903 a 1920, El Limón en Maracay de 1914 a 1939 y Santa Teresa en El Consejo y El Palmar en San Mateo desde 1915 (E. Röhl, 1946).

Alfredo Jahn, explorador e ingeniero caraqueño, publicó los datos de La Victoria en un bisemanario local hasta 1904, mientras trabajó para la Compañía del Ferrocarril (E. Röhl, 1946, 1948a y 1990). También estudió el Alto Orinoco y el río Negro (Jahn, 1909), región que visitó en 1887 acompañando a Vicente Marcano. Esta región también es analizada por el geógrafo norteamericano Hamilton-Rice (1921), quien la exploró entre 1919 y 1920.

En 1910 y 1911 Jahn actuó como Comisionado para la exploración científica del occidente del país. Entonces recorrió y fotografió glaciares en la Sierra Nevada de Mérida, en los picos que él bautizó como Humboldt y Bonpland, y en la cresta de El Espejo (Jahn, 1912). Jahn (1925 y 1931) estudia los glaciares merideños y su deshielo como resultado de sus expediciones a la Sierra Nevada.

En 1913 se crean por decreto las estaciones meteorológicas de Mérida, Ciudad Bolívar, Maracaibo y Calabozo, las cuales debían telegrafiar diariamente sus datos al Observatorio Cagigal (MOP, 1913). La de Mérida se reinstaló en la Universidad en abril de 1915 a cargo de Emilio Maldonado, quien sería distinguido en 1935 como Miembro de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales por su meritoria labor en esa estación (Tablante, 1960). La de Ciudad Bolívar se instaló en 1916 a cargo de Ernesto Sifontes, estudioso del Orinoco y de la meteorología tropical. Para 1921 el Observatorio suma 18 estaciones pluviométricas urbanas situadas entre las costas del Caribe y el eje Orinoco-Apure.

En Caracas se volvieron a estudiar las lluvias máximas con Ugueto (1910), quien analiza un período de 15 años para la estación del Observatorio; y con el ingeniero y abogado don Felipe Aguerrevere (1927), quien presenta curvas de lluvias máximas para Caracas y las aplica al diseño de alcantarillas;

además describe tipos de lluvia y refiere una tempestad ocurrida el 3 de octubre de 1878 (Bichler y Silva, 1970).

En 1917 la Electricidad de Caracas adquirió la compañía inglesa Generadora de Fuerza y Luz Eléctrica, dueña de la planta hidroeléctrica de Mamo. Zuloaga seleccionó un sitio de presa en el río Petaquire con idea de mejorar la generación eléctrica en Mamo. Los estudios preliminares se iniciaron en 1919 y la obra fue concluida en 1929 (J. Röhl, 1967).

El embalse del Dique Petaquire fue el primero concebido en Venezuela para regular el caudal de un río y surtió además a las plantas de Caoma y Marapa. Para dimensionarlo se implementó primero un vertedero con registrador de niveles que funcionó desde 1920 hasta 1924 (Anglade, 1952). Los registros de lluvia también se iniciaron en 1920.

Delgado (1925) analiza las aguas minerales del país. El médico, farmacéuta y químico Guillermo Delgado Palacios fue jefe del Laboratorio de Química de la Sanidad Nacional, sucesor del fundado por Vicente Marcano Echenique, de quien fue discípulo.

Alfonzo (1926) reporta lluvias a domicilio entre 1922 y 1924 y observa cierta disminución en los caudales de los ríos caraqueños (E. Röhl, 1948a). El investigador Alfonso Rojas fue discípulo de Aveledo al igual que Ugueto.

Las precipitaciones a escala nacional fueron tratadas primeramente por

Sifontes (1925 y 1928); y por Toledo (1927), quien presenta un cuadro síntesis de un grupo de estaciones pluviométricas. En tanto, Ugueto (1926) reporta el primer mapa isoyético para una parte del país en una memoria anual de su gestión al frente del Observatorio (E. Röhl, 1948a).

Compañías petroleras norteamericanas y europeas establecidas en la costa oriental del Lago de Maracaibo recolectaron datos pluviométricos (González, 1948). Las primeras estaciones instaladas fueron Mene Grande en 1922, San Lorenzo en 1923 y Casigua en 1925 por la Shell Caribbean Petroleum Company; Bella Vista, Lagunillas y Las Piedras en 1927 por la Venezuelan Gulf Oil Company, después llamada Mene Grande Oil; y Lagunillas en 1928 y La Salina en 1929 por la Lago Petroleum Corporation, precursora de la Creole Petroleum. La estación Las Piedras estuvo ubicada en la península de Paraguaná.

A principios de la década de 1930 la Electricidad de Caracas tenía instalados 18500 KW hidroeléctricos, y Maracay disponía de otros 8200 KW, pero el auge petrolero detuvo el desarrollo hidroeléctrico por un tiempo (Roo, 1986). No obstante, la compañía eléctrica amplió y mantuvo en operación una red pluviométrica que en 1938 contaba con 7 estaciones en el Distrito Federal y 4 estaciones en el estado Miranda (González, 1948).

En 1933 el botánico Henry Pittier, entonces director provisorio del

Observatorio Cagigal, analizó 40 años de datos pluviométricos en el Observatorio (Pittier, 1933; citado por E. Röhl, 1948a), ampliando así el análisis de 20 años de Ugueto (1911).

Roncayolo (1934) presenta una amplia descripción del Orinoco y demás ríos de su cuenca.

### **Desde 1936 hasta 1957**

Disario (1936) trata el análisis de frecuencias de las lluvias en Caracas después que lo hiciera Aguerrevere (1927), estudios reseñados por Fiorini (1951), citado por MOP (1963).

Pittier (1936) ofrece datos sustanciales de la precipitación nacional a partir de 50 estaciones de medición. En 1936 Pittier fue nombrado director del Observatorio Cagigal tras fallecer Luis Ugueto. Siguió el trabajo inicial de Epifanio González (1941), el del estadístico catalán José Vandellós (1945) y la climatología de E. Röhl (1946). Ésta incluye el primer mapa isoyético de toda Venezuela, fechado en mayo de 1946, en el que se han considerado los primeros años de datos de Santa Elena de Uairén y Puerto Ayacucho en el sur del país. El naturalista caraqueño Eduardo Röhl, gran admirador de Humboldt y muy citado en este estudio, fue director del Observatorio Cagigal en los años 40 y 50.

Comenzando este período, importantes avances institucionales impulsaron las actividades hidrológicas en Venezuela. En 1936 fue creada la

División de Obras Hidráulicas del MOP. Esa División fue elevada al rango de Dirección de Obras Hidráulicas y Sanitarias en 1937, siendo Juan Francisco Stolk su primer director.

Terminando 1939 se creó la Dirección de Obras de Riego del MOP para iniciar las obras de regadío decretadas por el presidente López Contreras. Entonces el MOP había contratado al consultor Judson Bond, proveniente del U.S. Bureau of Reclamation, quien delineó las acciones para el aprovechamiento hidráulico (MOP, 1976).

Como consecuencia de esas acciones se creó en 1940 el Servicio Hidrológico del MOP, el cual gestó la primera compra masiva de pluviómetros, evaporímetros y limnigrafos (MOP, 1976). En su primer año este Servicio instaló estaciones hidrométricas en los ríos Aragua, Guárico y Guataparó en el centro del país y en 1941 agregó 6 estaciones a su red hidrométrica, entre ellas las ubicadas en los ríos Manzanares y Neverí al oriente del país y la del río Motatán al occidente, según se deduce de MOP (1956).

Los primeros embalses para riego que pone en servicio el MOP son los de Suata en 1942, ubicado sobre el río Aragua y cercano a La Victoria; y Taiguaiguay en 1948, ubicado sobre los ríos Turmero y Minas y cercano a Cagua (MOP, 1973). Los estudios hidrológicos para estos embalses fueron realizados por la empresa Consulting Engineers (MOP, 1976). Luego surgieron las primeras bases para una planificación nacional del riego con MOP (1949),

producto de una Comisión nombrada por el ministro Pardo Stolk en 1948.

En 1940 fue creado el Servicio de Meteorología Agrícola del Ministerio de Agricultura y Cría, MAC, (E. Röhl, 1948a), cuyo fundador y primer director hasta 1942 fue Epifanio González (González, 1948), quien siguió labores en el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, MSAS. En 1944 el Servicio es dirigido por el joven meteorólogo Jesús Sánchez C.

En 1943 se creó el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, INOS, responsable del nuevo proyecto de acueducto para Caracas y de otros sistemas de abastecimiento urbano. Su primer presidente fue el Dr. Carlos Peña Uslar (INOS, 1974), sucedido por Luis Wannoni en 1946. Para la dotación caraqueña Consulting Engineers diseñó las presas Macarao, La Mariposa y Agua Fría, concluidas en 1944 la primera y en 1949 las otras dos (MOP, 1973).

Con la creación del INOS se disolvió la Dirección de Obras Hidráulicas y Sanitarias del MOP, cuyo último director fue por cierto Peña Uslar. El Servicio Hidrológico de la extinta Dirección pasó a ser División de Hidrología adscrita a la Dirección de Obras de Riego del mismo Ministerio (MOP, 1976). El primer jefe de esa División fue Armando Michelangeli, sucedido por Fernando Key Sánchez en 1945. El ingeniero Key también ejerció la hidrología en Ciudad de México en la década de 1950, siendo el primer venezolano que fue profesor de la materia en el extranjero.

En 1944 existían 148 medidores de lluvia manejados por el MOP, 43 por el Observatorio Cagigal y 29 por el MAC, (Vandellos, 1945). De González (1948), que constituye un compendio muy completo de datos climatológicos venezolanos, se pueden deducir las estaciones operativas en 1946 por parte del MOP, MAC, Observatorio, MSAS, petroleras, compañías eléctricas y ferroviarias, hacendados y centrales azucareros.

En 1947, el INOS creó la División de Hidrología, que en 1948 instaló 4 estaciones hidrométricas en el estado Miranda, incluida la del río Agua Fría en Agua Fría, y una quinta en el estado Aragua. En 1949 instaló 8 estaciones más, incluida la del río El Valle en La Mariposa (INOS, 1972).

También en 1947, las estaciones del Servicio Meteorológico del Observatorio que estaban en el interior del país pasaron a la Dirección de Meteorología y Comunicaciones de la Fuerza Aérea Venezolana, FAV, con sede en Maracay (E. Röhl, 1962). El primer jefe del nuevo Servicio Meteorológico fue el Mayor (Av) Miguel Vicente Tejar.

La diversificación de servicios hidrológicos y meteorológicos motivó preocupación desde 1946, cuando en una reunión convocada por el Colegio de Ingenieros se propuso crear un Instituto Meteorológico e Hidrológico Nacional, que coordinara mediciones y atendiera las demandas de información. El punto fue tratado de nuevo en la Conferencia Venezolana de Meteorología organizada

por la FAV en 1948 y en una reunión promovida en 1950 por el servicio hidrológico del MOP (Sánchez, 1956). Otra recomendación para crear un organismo coordinador vino del Congreso Panamericano de Meteorología celebrado en Río de Janeiro en 1953 (Vila, 1954), pero quedó en suspenso.

En otro orden de ideas, Celestino Martínez (1945) evalúa caudales máximos del río Guaire en Caracas, antes de la afluencia del río El Valle, y propone la canalización de ese río, obra que se inició en 1954 (Sardi, 1980). Años más tarde esa evaluación hidrológica será ampliada por Wiese (1959).

A su vez González de Juana (1946) señala que los estudios científicos y sistemáticos de aguas subterráneas en Venezuela comenzaron en 1936. El primero de ellos lo hizo el geólogo Pedro Aguerrevere en Maracaibo. Este estudio y otros posteriores del mismo autor fueron publicados por el MOP entre 1936 y 1938. González de Juana (1946) resume 9 años de estudios del Servicio Geológico del MOP y del Departamento de Aguas Subterráneas del INOS, realizados mediante pozos perforados en los Llanos venezolanos. Entonces el hispano venezolano Clemente González de Juana se desempeñaba como geólogo consultor del Instituto.

En relación con la región Guayana, en 1939 Consulting Engineers había realizado para el Estado venezolano un estudio preliminar de las hoyas hidrográficas de los ríos Cuyuní y Caroní,

cumpliendo decreto de 1938 para la exploración de la Guayana venezolana (Roo, 1986). En 1943 es estudiado el enlace fluvial Orinoco-Amazonas por el ejército de Estados Unidos y se plantean 4 alternativas de navegación (US Army Corps of Engineers, 1943).

Key (1945) trata características del Orinoco en Ciudad Bolívar y Sifontes (1947) refiere boletines hidrológicos semanales publicados por él en el diario *El Luchador* de esa ciudad. La fuente originaria del río Orinoco no fue conocida hasta 1951, cuando una expedición venezolano francesa dirigida por el mayor Franz Rísquez Iribarren llegó al cerro Delgado Chalbaud, donde se firmó un acta del descubrimiento del nacimiento del río expuesta en Humboldt (1967). El grupo francés estaba dirigido por el científico Joseph Grélier.

Según Álvarez et al (1964), los aforos del Orinoco y de otros ríos guyaneses se iniciaron durante los estudios de 1939 y 1943. Entre 1949 y 1950 el MOP realizó su primera campaña de aforos del río Orinoco en Ciudad Bolívar (Key, 1950a). También midió sólidos en suspensión en ríos venezolanos (Key, 1950b).

En 1949 se plantearon dos grandes desarrollos hidroeléctricos: Caroní en Guayana y Uribante-Caparo en los Andes (Roo, 1986). La empresa Burns & Roe Inc, contratada por la Corporación Venezolana de Fomento para preparar el **Plan General de Electrificación de Venezuela**, determinó esas posibilidades e inició mediciones

hidrológicas en el Caroní. En ese año se instalaron la estación climatológica de Macagua y la hidrométrica del río Caroní en Morocure. Estas mediciones fueron continuadas por la Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní, creada en 1953 y adscrita al Ministerio de Fomento. La Comisión elaboró el proyecto hidroeléctrico Macagua I, construcción iniciada en 1956 y concluida en 1961 con 360 MW de potencia instalada.

En cuanto Uribante-Caparo, en 1949 se instaló la estación del río Uribante en Puente Colgante; en 1951 una misión suiza estudió el desarrollo del bajo Uribante (Roo, 1986).

También hubo interés por la hidrología del Lago de Maracaibo, importante área petrolera a escala mundial. Gessner (1953) estudia su salinidad y otras características en superficie y profundidad, teniendo por base un mapa batimétrico de la Creole Petroleum Corporation. Carter (1955) realiza un balance hídrico del Lago para el período 1946-53 y Redfield et al (1955) amplía aspectos hidrográficos y limnológicos para la Creole. Estos y otros estudios son citados por Sánchez (1965).

De la década del 1950 se conocen tesis hidrológicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, UCV, citadas en la compilación de Bichler y Silva (1970), como Maal y Muñoz (1952) calculando tiempos de concentración e hidrogramas unitarios. Dicha Facultad cuenta con un Departamento de Meteorología e

Hidrología desde 1956 (Guilarte, 1979), que es el segundo creado en la América del Sur (Álvarez, 1963).

En la misma década, la Dirección de Obras de Riego del MOP centró sus esfuerzos en el sistema de riego del río Guárico, cuya presa se concluyó en 1956 con un embalse de 1600 millones de m<sup>3</sup> y un caudal regulable de 145 m<sup>3</sup>/s para regar 60.000 Ha (MOP, 1973). En 1955 esa Dirección cambió su nombre por el de Obras Hidráulicas (MOP, 1956), retomando el que tuvo entre 1937 y 1943. Mientras tanto, el proyecto bandera del INOS fue el Sistema Tuy I del acueducto de Caracas, inaugurado en 1957.

En 1956 el MOP publica el primer registro hidrométrico nacional, **Registro fluviométrico 1940-1954**, siendo el Dr. Luis Felipe Vegas Sánchez el jefe de la División de Hidrología (Olivares, 1961). Vegas fue traído de Cartografía Nacional para ser jefe de Hidrología en 1952, siguiendo labores en la Dirección de Obras Hidráulicas en 1956 (Fajardo, 1992). Esa voluminosa e importante publicación hidrológica dirigida por Vegas Sánchez, contiene registros de 61 estaciones en 47 ríos del país y utiliza por primera vez años hidrológicos, que en Venezuela empiezan en abril y terminan en marzo.

En 1957 INOS elaboró sus **Curvas de intensidad y frecuencia de lluvias en varias poblaciones de Venezuela**. Anteriormente había estudiado una gran tormenta ocurrida en el litoral central en febrero de 1951

(INOS 1951), la cual produjo una crecida que destruyó la planta termoeléctrica de Arrecifes.

También en 1957 y al cabo de 10 años de labores, el Servicio Meteorológico de las Fuerzas Aéreas presentó su **Atlas climatológico provisional, período 1951-55**, el primero de su tipo en Venezuela, donde la mayoría de los mapas se refieren a isoyetas medias anual y mensuales y a días promedios de precipitación mensual. Estos mapas a escala 1:2.000.000 se basan en la primera edición 1949 del mapa físico de Venezuela, que se muestra en la Carta Aeronáutica inserta en el Atlas.

### **Período democrático contemporáneo desde 1958 hasta 1976**

En 1958 surgió la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico, CADAFE. Ese mismo año la Corporación Venezolana de Fomento, CVF, solicitó la asistencia técnica de la Electricité de France, que con la Sociedad Francesa de Estudios y Realizaciones de Equipos Eléctricos, SOFRELEC, produjo en 1960 el **Plan Nacional de Electrificación** a largo plazo, complementado por CADAFE-SOFRELEC (1962). Ese Plan se concibió principalmente con las fuentes de energía hidráulica del país y dio lugar a nuevas estaciones hidrométricas e hidrometeorológicas, particularmente en Los Andes. Entonces CADAFE pasó a ocuparse de los

proyectos hidroeléctricos de los ríos andinos como Santo Domingo, Uribante-Caparo y más adelante Boconó-Tucupido, incluyendo los estudios hidrológicos.

También en 1958 la Comisión del Caroní quedó adscrita a la CVF e inició los estudios del proyecto hidroeléctrico Guri en el Cañón de Neçuima. Entonces el Servicio de Hidrología de la Comisión empezó a publicar su **Boletín mensual climatológico e hidrológico**, presentando 7 estaciones hidrométricas operativas en el río guayanés.

Algunas disposiciones legales que prevén labores hidrológicas están establecidas en el Estatuto Orgánico de Ministerios de 1958, donde corresponde al MOP el planeamiento y construcción de obras hidráulicas y el manejo de una red nacional de instalaciones hidrometeorológicas; y en la Ley de Reforma Agraria de 1960, donde se requiere conocer de las aguas superficiales y subterráneas para el desarrollo de la Reforma (MOP, 1976).

En vista de los diferentes servicios meteorológicos e hidrológicos existentes, el Gobierno Nacional crea una Comisión Organizadora de esos servicios en 1958 (Pérez M, 1979), que en 1961 se reestructura por decreto con el nombre de Comisión Nacional Permanente de Meteorología e Hidrología, constituida por representantes de cada servicio.

En 1958 se inició en la UCV el uso de computadoras con fines hidrológicos mediante los cálculos de ondas de crecida de Peralta (1958), citado por

Bichler y Silva (1970). El MOP comenzó el uso de ordenadores con estos fines en 1961, cuando Leopoldo Ayala programó **Hidrograma unitario y creciente máxima** aplicando el método de Clark (MOP, 1969a). Este método es explicado por Azpurúa y Bolinaga (1962). Siguiéron otros programas como los aplicados por Rodríguez (1963), Rodríguez y Flores (1966) y Aguerrevere y Ayala (1966). Entonces el MOP tenía una IBM-1620 y se programaba en Fortran II.

En 1960 se creó la Corporación Venezolana de Guayana, CVG, y en 1961 se creó Ciudad Guayana, capital venezolana del hierro, el aluminio y la hidroelectricidad, situada en la confluencia del Caroní y el Orinoco. En 1963 la Comisión del Caroní se transforma en CVG-Electrificación del Caroní, EDELCA. En ese año se inició la construcción de Guri, cuya primera fase concluyó en 1968 con una unidad generadora operativa.

La Dirección de Obras Hidráulicas del MOP tenía una División de Hidrología y otra de Hidrometeorología. Ambas apoyaron la planificación hidráulica que arrancó en 1960 con el **Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Mejoramiento de Tierras Agrícolas**. Este Plan fue reformulado en 1964 (MOP, 1976), luego que se creara en 1963 la Unidad de Planificación de esa Dirección (Mejías y Mosquera, 1972).

En 1962 el MOP manejaba 47 estaciones hidrométricas dotadas con un registrador de niveles o fluviógrafo, que

estaban distribuidas en 41 ríos venezolanos, según se deduce de MOP (1963). Ese año la UCV organizó el primer aforo del Orinoco en Ciudad Bolívar en época de aguas altas (Álvarez et al, 1964). Además del aforo con escorrentímetros se probaron en Venezuela el aforo químico (López, 1963) y el de isótopos radiactivos (Stopello, 1964), estudios citados por Bichler y Silva (1970).

En 1963 Venezuela adoptó los lineamientos de la Reunión Preparatoria de Expertos en Hidrología convocada por la UNESCO. En consecuencia se trató de adecuar la red de medición y apoyar la formación del recurso humano profesional y técnico (MOP, 1976). Ese año la UCV tuvo su primera promoción de ingenieros hidrometeorologistas e inició los cursos de Desarrollo de Aguas Subterráneas, editando un excelente texto (UCV, 1967).

En 1965 se inicia el Decenio Hidrológico Internacional al cual se suscribió Venezuela. El mismo sirvió de marco para organizar actividades hidrológicas en el país. Por ejemplo, en el mismo año se creó en Barcelona la Escuela Nacional de Observadores Hidrológicos con cursos de primer y segundo nivel, que al término del Decenio había graduado 300 técnicos (Com. Nac. Perm. de Met. e Hid, 1974).

Al comenzar el Decenio el MOP manejaba 79 estaciones fluviométricas con registradores de niveles, aforos y determinaciones de sedimentos, 169 estaciones con graficadores mensuales

de precipitación, 256 estaciones con graficadores semanales de precipitación, 109 estaciones con cántaro pluviométrico y 77 estaciones evaporimétricas. Estas estaciones del MOP se distribuían en XII regiones hidrográficas que no incluían los estados Bolívar y Amazonas. Otros organismos con pluviómetros eran entonces el INOS con 180, privados con 132, MAC con 122, FAV con 35 y CVG con 6 (MOP, 1966b).

Entre 1963 y 1965 la Dirección de Ingeniería del MAC perforó 1150 pozos de agua en 20 estados (MAC, 1966). En 1966 se creó el Departamento de Aguas Subterráneas de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, MMH, elevado a División de Hidrogeología en 1970. Ese Departamento formuló el **Plan básico de exploraciones de aguas subterráneas** en 1967 e implementó casi 6500 pozos entre 1969 y 1972. También se ocupó de la cartografía hidrogeológica nacional y regional (Matos, 1983).

Trabajos del MOP en la década del 1960 fueron el **Resumen hidrométrico 1940-62** de 1963, **Lluvias extremas de estaciones escogidas** de 1963; el **Atlas de profundidad-duración-frecuencia de lluvias en Venezuela** de 1963, que utilizó la distribución tipo I de Fisher y Tippet popularizada por Gumbel; el **Atlas de tormentas** de 1966, contemporáneo con el análisis de Anselmi (1966); el **Manual de drenaje** de 1967 de la Dirección de Vialidad y el **Manual de estudios preliminares**

**para el aprovechamiento integral de cuencas hidrográficas** de 1968, cuya parte hidrológica fue realizada por los ingenieros José Curiel, Arnoldo Gabaldón, Guido Posewitz y Luis Rotundo.

La planificación hidráulica continuó con MOP (1966c), que es un estudio preparatorio de un plan nacional de obras hidráulicas (Azpurúa et al, 1968; Chacón, 1980). En 1967 se creó la Comisión para el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, COPLANARH, instalada en 1968 y modificada en 1969, cuyo primer Secretario Ejecutivo fue Juan José Bolinaga.

La Comisión realizó estudios hidrológicos como el **Inventario Nacional de aguas superficiales de Venezuela** de 1969; **Hidrogramas unitarios de ríos de Venezuela** de 1970, basado en el trabajo de Avellán y Ayala (1966); **Recursos de aguas subterráneas en Venezuela** de 1970 y el **Plan Nacional de instalaciones hidrometeorológicas 1976-85**, elaborado por José Curiel y que luego no se implementó. El **Plan Nacional para el aprovechamiento hidráulico** fue concluido en 1972 y se constituyó en un documento rector por decreto. La Comisión tuvo vigencia hasta 1976.

Con motivo del cuatricentenario de la ciudad de Caracas en 1967, la UCV (1968) presenta un **Atlas climático e hidrológico de la cuenca hidrográfica del valle de Caracas**, sustentado en datos de 64 estaciones

meteorológicas y 24 hidrométricas e incluye abundante información gráfica sobre precipitación, evaporación y escorrentía.

En 1967 el MOP y la Universidad de Oriente, UDO, ofrecieron el curso de Ingeniería Hidrológica dictada por hidrólogos norteamericanos, encabezados por Ray Linsley de la Universidad de Stanford (MOP-UDO, 1968). El curso fue repetido al año siguiente.

En 1968 el MOP empezó a probar la simulación hidrológica en Venezuela con los programas experimentales de Freddy Jiménez basados en el Standford Watershed Model IV de Crawford y Linsley (1966). Simultánea e independientemente, la Universidad de Utah probó una simulación de caudales para la cuenca del río Apure empleando un computador analógico (Riley et al, 1969), gracias a acuerdo suscrito con la Corporación de Los Andes, CORPO-ANDES, y el entonces reciente Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, CIDIAT, domiciliados en Mérida.

Entre 1968 y 1971 el MOP realizó una importante campaña de aforos en los principales ríos venezolanos (MOP, 1972a). Los mayores caudales aforados fueron 67600 m<sup>3</sup>/s del Orinoco en Muscinacio, Edo. Anzoátegui, en agosto de 1971; 6790 m<sup>3</sup>/s del Caura en Maripa en septiembre de 1971 y 5640 m<sup>3</sup>/s del Apure en San Fernando en septiembre de 1970 (MOP, 1972b). Ese aforo del Orinoco fue superado en agosto de 1982 en un estudio internacional del U.S

Geological Survey que obtuvo 72000 m<sup>3</sup>/s en Muscinacio, empleando nuevos equipos y técnicas (El Agua, 27: 35).

A finales de los 60 y principios de los 70 existió el sistema de pronóstico de crecientes del río Neverí, el más moderno de los sistemas de la época. Uno de los estudios básicos que lo precedió fue el de Myers (1963), quien era jefe de la Sección Hidrometeorológica en el U.S. Weather Bureau. Dicho sistema constaba de una estación telemétrica de niveles del río y de precipitación en Bajo Negro en la cuenca alta, otra telemétrica de niveles en el sitio La Corcovada en la cuenca baja y una receptora en la Escuela de Observadores de Barcelona. El sistema tuvo una prueba exigente cuando ocurrió el evento del 21 y 22 de julio de 1970, en que la crecida del Neverí excedió la centenaria previamente estimada para las estaciones hidrométricas (MOP, 1969b). El sistema funcionó pero aún así hubo 23 muertos y fue inevitable que el 60 % de las viviendas de la ciudad se inundaran (MOP, 1970).

Siendo Rafael Convit el jefe de la División de Hidrología del INOS, se publicaron un análisis de frecuencias para lluvias extremas (INOS, 1969), un atlas de aguas (INOS, 1971) y un resumen hidrométrico de 62 estaciones (INOS, 1972). Convit ingresó al Instituto en 1947, participó en las primeras experiencias de lluvia artificial en Venezuela (INOS, 1961) y elaboró un análisis de frecuencias para lluvias en la cuenca del río Guaire (INOS, 1964).

Empezando la década del 1970 existía una cantidad apreciable de hidrólogos venezolanos, ingenieros de profesión, algunos formados en universidades norteamericanas. Ellos tenían presencia en organismos nacionales como el MOP, COPLANARH, INOS, MMH, MAC, CADAPE, CVG-EDELCA, UCV e incluso el Instituto Agrario Nacional, IAN, que contaba con una Sala de Hidrología creada en 1966 (IAN, 1973).

Entre 1970 y 1973 la mayoría de los estudios de la División de Hidrología del MOP incluyeron simulación hidrológica con el modelo HSP de Crawford y Linsley (1969). El primer estudio que utilizó el HSP fue el de Guilarte (1970) para el río Uribante. Otros estudios fueron los de López et al (1970), que simula 100 años del río Socuy; Flores y Guerrero (1970) para el río Cachimí, Flores et al (1970) para el río Cabriales, Guilarte (1971) reanalizando crecidas del Neverí y Guilarte et al (1971) para el control de crecidas del río Manzanares.

En cuanto a postgrado, la UDO-Barcelona inició en 1969 la maestría en Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, Ingeniería y Planificación, de alto contenido hidrológico. Esta maestría es transferida en 1973 al CIDIAT y la ULA, que desde entonces mantienen las maestrías en Desarrollo de Aguas y Tierras, ofreciendo en el período 1975-76 la opción Hidrología cuyo director fue Ray Linsley. Esta fue la única oportunidad en que se ha dictado una maestría puramente hidrológica en Venezuela y el único vенеzo-

lano que la cursó fue Roberto Duque, quien se quedó en el CIDIAT. De ese bienio quedan los apuntes de Germán Uzcátegui (1976). Luego se prefirió ligar la hidrología a la planificación y al diseño de obras hidráulicas.

Por otra parte la Universidad Simón Bolívar, USB, dio marcha en 1976 a la maestría en Planificación e Ingeniería de Recursos Hídricos, en cuya dirección ha destacado en primer lugar el ingeniero Ignacio Rodríguez-Iturbe.

En Guayana las mediciones y estudios hidrológicos en la cuenca del Caroní continuaron a cargo de CVG-EDELCA, que instaló 14 nuevas estaciones hidrometeorológicas entre 1974 y 1976. Entonces proyectó una red telemétrica (Jácome y Milgram, 1976). En enero de 1978 concluyó otra fase del proyecto Guri con una capacidad ampliada a 2.000 MW.

En 1976 existían en Venezuela 1259 estaciones con pluviógrafo, 486 de ellas con más de 10 años de registros; 340 estaciones sólo con cántaro pluviométrico, 77 estaciones con pluviómetro totalizador y 336 estaciones aptas para el cálculo del escurrimiento (MOP, 1976). La gran mayoría de esas estaciones pertenecían al MOP, en ése que fue su 102 avo y último año de labores.

### **Reseña del período 1977-1999**

En 1977 se creó el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, MARNR, contando entre

otras con la Dirección de Meteorología e Hidrología y la de Planificación de Recursos Hidráulicos, que captaron personal de los extintos MOP y COPLANARH, y del MAC, MMH e INOS. Éste eliminó prematuramente su División de Hidrología en 1974.

El primer ministro del MARNR fue Arnoldo José Gabaldón, conocido hidrólogo y planificador procedente del MOP. El MARNR se constituye en el organismo rector de las aguas. Muchos estudios de corte hidrológico del MARNR son presentados en las Series de Informes Técnicos de varias de sus Direcciones Generales.

En 1977 se creó también la revista trimestral *El Agua*, patrocinada por el MARNR, el INOS, el Laboratorio Nacional de Hidráulica y la Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica, con el objetivo de publicar artículos relacionados con el aprovechamiento del agua. En 1983 se celebró en Caracas el **Primer Encuentro Nacional de Hidrología, Meteorología y Climatología**, que captó ponencias hidrológicas que antes se presentaban principalmente en las Jornadas Venezolanas de Riego y en las de Ingeniería Hidráulica, que empezaron en 1963 y 1976, respectivamente.

Las universidades venezolanas han producido material hidrológico como los apuntes de Guilarte (1978) y Pérez M. (1979) de la UCV y el texto de Guevara y Cartaya (1991) de la Universidad de Carabobo, UC. INOS-MARNR (1979) presenta un capítulo de Hidrología

Urbana preparado por Leopoldo Ayala, quien fue profesor de hidrología en postgrados de UDO y CIDIAT y en el pregrado de la Universidad Católica Andrés Bello, UCAB.

Empezando la década de 1980 existían en Venezuela diversas y reputadas firmas nacionales que competían en el campo de la ingeniería hidráulica y ambiental y que realizaban estudios hidrológicos, entre ellas están CONPROSA, HIDROMET, CAURA, Consultores Técnicos Integrales, Proyectos de Ingeniería Caltec y otras más, que han sido contratadas por el Estado venezolano.

En 1982 el MARNR adapta un software belga para crear un banco nacional de datos hidrometeorológicos e hidrológicos. En 1986 ese Ministerio contaba en ese banco con 856 puntos de medición de precipitación, 129 de evaporación, 147 hidrométricos con registro, 437 hidrogeológicos y 250 de calidad de aguas (Caponi, 1990).

En 1986 se reactivó la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología, presidida desde entonces por Antonio Goldbrunner, meteorólogo alemán radicado hace muchos años en Venezuela y que ha trabajado para la FAV. Esta Comisión, adscrita al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICIT, produjo el **Censo de estaciones hidrometeorológicas en funcionamiento en 1991**, en que las estaciones por organismo fueron 811 para el MARNR, 50 para la CVG-Electrificación del

Caroní, 41 para la FAV, 40 para la CVG, 25 para el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 7 para la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada y 1 para la UCV.

En noviembre de 1986 concluyó el proyecto Guri con una potencia máxima de 10.300 MW, sólo excedida en el mundo por Itaipú. El embalse de Guri alcanza una extensión de 4.000 Km<sup>2</sup> y permite regular el caudal medio anual del Caroní, unos 5.000 m<sup>3</sup>/s, garantizándolo a los desarrollos de aguas abajo. En tanto, la red hidrometeorológica e hidrométrica de EDELCA es de las más modernas de Suramérica.

La hidrología venezolana no escapó de los efectos negativos de la crisis económica nacional desatada en 1989. Por ejemplo, no se volvió a editar la revista **El Agua**, que llegó hasta el N° 48; y después de 1987 sólo se ha realizado un **Encuentro Nacional de Hidrología, Meteorología y Climatología**, el IV en marzo de 1992 que fue el último del decenio. El MARNR brega por mantener un servicio hidrológico moderno pero se ha visto mermar la cantidad y quizás la calidad de los datos hidrológicos. Sin duda decreció la cantidad anual de estudios hidrológicos y de obras hidráulicas. Las condiciones de trabajo en el sector público distan de ser óptimas. Sin embargo, los problemas presentados tienen además un origen institucional, gerencial y político que debe ser analizado y superado.

En 1993 la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología concibió un

programa de modernización hidrometeorológica para Venezuela, VENEHEMET, desarrollado por TRG (1994), que contempla nuevos equipos, instrumentos de medición y organigrama de trabajo. El mismo se ha implementado parcialmente (Andresen, 1995) pero sigue en pie.

El hidrólogo venezolano de mayor proyección internacional hasta este período ha de ser Ignacio Rodríguez-Iturbe, ligado a la USB y universidades norteamericanas y miembro de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, quien tiene publicaciones en Water Resources Research y textos como Rodríguez-Iturbe y Bras (1985).

## Referencias citadas

- ACOSTA SAIGNES, M. 1951. *¿Cómo se descubrió el río Apure?*. **Revista Nacional de Cultura**. 86: 71-78
- AGUERREVERE, F. 1927. *Curvas de lluvias máximas en Caracas*. **Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela**. 37:191-194
- AGUERREVERE, F. y AYALA, L. 1966. Tránsito de avenidas por embalses, solución por computadora. *II Jornadas Venezolanas de Riego*. Caracas. 20 p.
- AGUIRRE PE, J. 1978. *Notas sobre la historia de la hidráulica en Venezuela*. **El Agua** 11: 8-10.
- ALCEDO, A. de. 1786-1789. **Diccionario geográfico histórico de las Indias occidentales o América**. 5 tomos. Imprenta de Benito Cano. Madrid.
- ALFONZO ROJAS, R. 1926. **El invierno en Caracas, algo sobre la ley de periodicidad en los fenómenos meteorológicos**. Litografía y Tipografía Vargas. Caracas.
- ÁLVAREZ, R. 1963. *Enseñanza actual de la Meteorología e Hidrología en Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 64.
- ÁLVAREZ, R.; KLANKE, A. - VOLCAN, J. 1964. *Aforos del río Orinoco realizados por el Departamento de Meteorología e Hidrología*. **Boletín de la Facultad de Ingeniería**. 8. Universidad Central de Venezuela.
- ANDRESSEN, R. 1995. Redes de información hidrometeorológica y climatológica de Venezuela. *Taller internacional: Monitoreo del clima para la detección de cambios globales en las Américas*. Viña del Mar, Chile. 12 p.
- ANGLADE, C. 1952. *Más agua para la energía hidroeléctrica de Caracas, el ensayo de Petaquire*. **El Farol**. 142: 29-31.
- ANSELMÍ, J. 1966. Método para el análisis de tormentas. *II Jornadas de Riego*. Caracas. 19 p.
- ARCILA, E. 1961. **Historia de la ingeniería en Venezuela**. 2 tomos. Colegio de Ingenieros de Venezuela. Caracas.

- \_\_\_\_\_. 1974. **Centenario del Ministerio de Obras Públicas, 1874-1974**. Comisión del Centenario del Ministerio de Obras Públicas. Italgráfica. Caracas.
- ARROYO, P.; GABALDÓN, A. - LIZARRALDE, A.; MÉNDEZ, M. 1971. **La ingeniería hidráulica en Venezuela**. Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica. Caracas.
- AVELEDO, A. 1868 / 1869. *Observaciones meteorológicas*. VARGASIA. **Boletín de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales de Caracas**. 1 al 7.
- \_\_\_\_\_. 1876. Meteorología. En: **Apuntes estadísticos del Distrito Federal**. 49-68. Caracas.
- AVELLÁN, F. y AYALA, L. 1966. Aplicación de la teoría de hidrogramas unitarios en ríos venezolanos. *II Jornadas de Riego*. Caracas. 90 p.
- AZPURÚA, J. y BOLINAGA, J. J. 1962. *El método de C.O. Clark (1945) para la obtención de hidrogramas unitarios*. **Revista de la Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica**. 1: 5-28.
- AZPURÚA, P. P.; AGUERREVERE, F. y BOLINAGA, J. J. 1968. *Venezuela y sus Recursos Hidráulicos*. **El Farol**. 225: 2-10.
- BICHLER, A. y SILVA, A. 1970. *Compilación bibliográfica de estudios sobre recursos hidráulicos en Venezuela*. Tesis UCV. Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica. Caracas.
- BUSCALIONI, M. 1894. *A propósito de lluvias*. **El Cojo Ilustrado**. 3: 37.
- CADAFE-SOFRELEC. 1962. *Desarrollo eléctrico de la zona occidental*. Informe Técnico complementario al Plan Nacional de Electrificación de 1960. J & R Sennac. Paris. 170 p.
- CAPONI, C. 1990. Diagnóstico actual de los datos meteorológicos e hidrológicos de Venezuela. *Taller Internacional: Variabilidad y cambios climáticos en Venezuela y El Caribe*. Mérida, Venezuela.
- CARTER, D. B. 1955. *The water balance of the Lake Maracaibo basin during 1946-53*. **Publications in Climatology**. 8 (3). Centerton N. J.
- CARVAJAL, J. de. 1892. **Relación del descubrimiento del río Apure hasta su ingreso en el Orinoco**. León, España.
- CHACÓN, F. 1980. *La planificación hidráulica en Venezuela*. **Hidrometeorologista**. 6: 11-13.
- CODAZZI, A. 1841a. **Resumen de la Geografía de Venezuela**. Fournier. París. 648 p.
- \_\_\_\_\_. 1940. **Resumen de la Geografía de Venezuela**. 3 tomos. Prólogo de Eleazar López Contreras e Introducción de Alfredo Jahn. Ministerio de Educación Nacional. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1841b. **Atlas Físico y Político de la República de Venezuela**. Thierry Frères. París.

- Comisión Nacional Permanente de Meteorología e Hidrología.** 1974. Decenio Hidrológico Internacional: actividades de la República de Venezuela. Caracas. 17 p. (inédito).
- CONDAMINE, Ch. M. de la. 1745. **Relation abrégée d'un voyage fait dans intérieur de l'Amérique Meridionale.** Paris.
- CRAWFORD, N.; LINSLEY, R. 1966. *Digital Simulation in Hydrology. The Stanford Watershed Model IV.* Technical Report 39, Dep. of Civil Eng, Stanford University.
- \_\_\_\_\_. 1969. **HYDROCOMP Simulation Programming Operation Manual.** Palo Alto, California.
- DELGADO P. G. 1925. Aguas minerales de Venezuela. *IV Congreso de Medicina.* Caracas. (9 de diciembre, 1924).
- DISARIO, G. 1936. *Intensidad y frecuencia de las lluvias en Caracas.* **Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela.** 116:120-132.
- FAJARDO, Á. 1992. **Cinco siglos de cartografía en Venezuela, 1492-1992.** Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional. Caracas. 124 p.
- FENDLER, A. 1858. *Meteorology of Colonia Tovar.* **Smithsonian Report.** 179-282. Washington.
- FIORINI, G. 1951. **Intensidades y frecuencias de las lluvias particulares.** Ministerio de Obras Públicas. Caracas.
- FLORES, A. y GUERRERO, H. 1970. **Aportes del río Cachirí a la laguna Tulé.** Ministerio de Obras Públicas, División de Hidrología. Caracas.
- FLORES, A.; GUERRERO, H. y CRAWFORD, N. 1970. **Estudio hidrológico del río Cabriales.** Ministerio de Obras Públicas, División de Hidrología. Caracas.
- GESSNER, F. 1953. *Investigaciones hidrográficas en el Lago de Maracaibo.* **Acta Científica Venezolana.** 4(5): 173-177.
- GEORGESCU, C.; PAUL. 1984. **Los ríos de la integración suramericana.** Universidad Simón Bolívar y Fundación Bicentenario de Simón Bolívar. Caracas. 438 p.
- GONZÁLEZ, E. 1941. **Climatología de Venezuela.** Ministerio de Agricultura y Cría, Servicio de Meteorología Agrícola. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1948. **Datos detallados de Climatología de Venezuela.** Publicación 8, División de Malariología. Tipografía Americana. Caracas. 639 p.
- GONZÁLEZ de JUANA, C. 1946. *Estudio sobre aguas subterráneas en los Llanos de Venezuela.* **Revista Fomento.** 64. Ministerio de Fomento. Caracas. 56 p.
- GUEVARA, E. y CARTAYA, H. 1991. **Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada.** Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. 358 p.

- GUILARTE, R. 1970. **Estimación de los aportes del río Uribante en el sitio de presa La Blanquita**. Ministerio de Obras Públicas, División de Hidrología. Caracas. 11 p.
- \_\_\_\_\_. 1971. **Estudio hidrológico de la cuenca del río Neverí**. Ministerio de Obras Públicas, División de Hidrología. Caracas. 20 p.
- \_\_\_\_\_. 1978. **Apuntes de hidrología básica**. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 519 p. (inédito).
- GUILARTE, R.; VENTURA, J. y CARTAYA, H. 1971. **Mitigación de crecientes del río Manzanares**. Universidad de Oriente – Ministerio de Obras Públicas. Barcelona, Venezuela.
- GUMILLA, J. 1741. **El Orinoco ilustrado, historia natural, civil y geográfica de este gran río**. Manuel Fernández, impresor de la Reverenda Cámara Apostólica. Madrid.
- \_\_\_\_\_. 1963. **El Orinoco ilustrado y defendido**. Prólogo de José Nucete Sardi. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, 68. Caracas. 519 p.
- HAMILTON-RICE, A. 1921. *The Rio Negro, The Casiquiare Canal and the Upper Orinoco*. **The Geographical Journal**. 58 (5): 321-344.
- HUMBOLDT, A. Von. 1831. **Voyages aux régions équinoxiales du Nouveau Continent**. Fait en 1799-1804. Paris.
- \_\_\_\_\_. 1942. **Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente**. Biblioteca Venezolana de la Cultura. Ministerio de Educación. Versión de Alvarado, Röhl y Nucete Sardi. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1967. **Del Orinoco al Amazonas**. Segunda edición. Labor. Barcelona. 429 p.
- IAN. 1973. **Compendio de los principales trabajos realizados por el grupo de hidrología** (coordinador Angel Andrade). Publicación 4, Departamento de Estudios y Catastro, Gerencia de Tierras. Caracas. 87 p.
- IBARRA, A. 1862. En Anuario de Observaciones de la Oficina Central del Colegio de Ingenieros de Venezuela. 173 p.
- INOS. 1951. **Estudio hidrometeorológico de la tormenta del 15 al 17 de febrero de 1951 en la zona central del norte de Venezuela**. Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Servicio de Hidrología. Caracas. (inédito)
- \_\_\_\_\_. 1961. Experiencias sobre lluvia artificial en Venezuela. Por Rafael Convit. *Reunión de la American Geophysical Union*. Washington.
- \_\_\_\_\_. 1964. **Intensidades y frecuencias de lluvias en la cuenca del río Guaire**. División de Hidrología. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1969. **Análisis de intensidad-duración-frecuencia de lluvias en Venezuela**. Departamento de Estudios y Proyectos, División de Hidrología, Sección de Estadística y Archivo. Caracas. 228 p.

- \_\_\_\_\_. 1971. **Atlas de aguas de Venezuela**. División de Hidrología. Caracas. 20 p.
- \_\_\_\_\_. 1972. **Resumen de estadística hidrométrica**. 2 tomos. Dirección de Proyectos y Construcciones, Departamento de Estudios y Proyectos, División de Hidrología. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1974. **El agua en la corriente de nuestra historia**. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Caracas. 60 p.
- INOS - MARNR. 1979. **Drenaje urbano**. Coordinador: Juan J. Bolinaga. Editorial Génesis. Caracas. 470 p.
- JÁCOME, A. y MILGRAM, J. 1976. *Sistema hidrometeorológico automático de la Gran Sabana*. Tesis Universidad Metropolitana. Caracas. (inédito).
- JAHN, A. 1909. *Contribuciones a la hidrografía del Orinoco y río Negro*. **Anales de la Universidad Central de Venezuela**. 10 (2): 181-230.
- \_\_\_\_\_. 1912. *Orografía de la Cordillera venezolana de Los Andes*. **Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas**. 21: 451-488. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1925. *Observaciones glaciológicas en los Andes merideños*. **Cultura Venezolana**. 64: 265-280
- \_\_\_\_\_. 1931. *El deshielo de la Sierra Nevada de Mérida y sus causas*. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**. 1: 18-29
- JIMÉNEZ, G. y HERRERA, M. 1888. *Proyecto de cloacas para la ciudad de Caracas*. **Revista Científica de la Universidad Central de Venezuela**. 1: 144-155.
- JIMÉNEZ, G. 1911. *La Electricidad de Caracas - Parte I*. **Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas**. 1: 40-50.
- KEY SÁNCHEZ, F. 1945. *El Orinoco en Ciudad Bolívar, su hidrógrafo, su remanso*. *II Congreso de Ingeniería*. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1950a. **Aforos completos del Orinoco en Ciudad Bolívar**. Presentado al Colegio de Ingenieros de Venezuela. Caracas. (inédito)
- \_\_\_\_\_. 1950b. Consideraciones sobre el gasto sólido de algunos ríos de Venezuela. *IV Congreso de Ingenieros*. Mención honorífica. Caracas.
- LANDAETA ROSALES, M. 1889. **Gran recopilación geográfica, estadística e histórica de Venezuela**. 2 tomos. Imprenta Bolívar. Caracas.
- LÓPEZ, J. 1963. Aforo químico para corrientes turbulentas. *I Jornadas Venezolanas de Riego*. Caracas. 39 p.
- LÓPEZ, M.; FLORES, A.; JIMÉNEZ, F. y SILVA, H. 1970. **Estudio hidrológico del río Socuy**. MOP. Caracas.
- MAAL, O. y MUÑOZ, H. 1952.- *Introducción al cálculo de las*

- descargas máximas posibles a ocurrir en algunas quebradas al este de Caracas.* Tesis UCV. 200 p. (inédito).
- MAC. 1966. Compilación estadística de las perforaciones realizadas por el MAC, período 1963-65. *II Jornadas de Riego.* Caracas. 128 p.
- MARCANO et MÜNTZ, 1889. *Sur la proportion de nitrates contenus dans les pluies des régions tropicales.* **Bulletin de l'Academie des Sciences de Paris.** T.I.
- MARTÍNEZ, C. 1945. *Método que se usó para evaluar el caudal de crecidas del río Guaire inmediatamente antes de su confluencia con el río El Valle.* **Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela.** 157: 221-225.
- MATOS, D. 1983. Logros hidrogeológicos en Venezuela. *I Jornadas Nacionales de Hidrología, Meteorología y Climatología.* Caracas. 28 p.
- MEJÍAS, C. y MOSQUERA, L. 1972. *Consideraciones sobre el proceso de formulación de la Dirección General de Recursos Hidráulicos.* **El Agua.** 4: 25-33.
- MEIER, E. 1911. *Las aguas de Caracas.* **Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas.** 3: 150-155.
- MICHELENA y ROJAS, F. 1867.– **Exploración oficial por primera vez desde el norte de la América del Sur. Siempre por ríos.** Bruselas. 684 p.
- \_\_\_\_\_. 1987. **Exploración oficial por primera vez desde el norte de la América del Sur. Siempre por ríos.** Editorial Gestión. Caracas
- MYERS, V. 1963. *Probable maximum precipitation over the Neverí basin (Part II).* Informe del U.S. Weather Bureau para el MOP. Washington. 33 p.
- MOP. 1913. Estaciones meteorológicas en Venezuela. Decreto Ejecutivo. **Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas.** 29: 215
- \_\_\_\_\_. 1949. **Consideraciones básicas para la elaboración de un plan nacional de irrigación a ser desarrollado en el período 1950-70.** Por Pedro Palacios, Fernando Key Sánchez, Gustavo Padilla y Alberto Fernández. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1956. **Registro fluviométrico 1940-1954.** Dirección de Obras Hidráulicas, División de Hidrología. Imprenta Nacional. Caracas. 1226 p.
- \_\_\_\_\_. 1963. **Resumen de datos hidrométricos, 1940-1962.** Dirección de Obras Hidráulicas. Caracas. 193 p.
- \_\_\_\_\_. 1966a. Registro de grandes presas en Venezuela. *IV Seminario Latinoamericano de Irrigación.* Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 1966b. Plan Nacional de Instalaciones Hidrometeorológicas, 1965-74. *II Jornadas Venezolanas de Riego.* División de Hidrometeorología. Caracas. 35 p.

- \_\_\_\_\_. 1966c. Plan Nacional de Obras Hidráulicas. *II Jornadas Venezolanas de Riego*. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1969a. **Resumen de programas**. División de Hidrología. Caracas. 50 p.
- \_\_\_\_\_. 1969b. **Defensa de la ciudad de Barcelona de las crecientes del río Neverí**. Por Guido Posewitz. Oficina de Planeamiento. Caracas. 44 p.
- \_\_\_\_\_. 1970. **La inundación de Barcelona y sus alrededores en julio de 1970**. División de Hidrología. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1972a. **Mediciones en ríos grandes**. División de Hidrología. Caracas. 86 p.
- \_\_\_\_\_. 1972b. **Técnicas de medición en ríos grandes. División de Hidrología**. Caracas. 19 p.
- \_\_\_\_\_. 1973. *Grandes presas en Venezuela. Dirección General de Recursos Hidráulicos. Número Especial de El Agua*. Editorial Latina. Caracas. 199 p.
- \_\_\_\_\_. 1976. **1936-1976, cuarenta años de la Dirección General de Recursos Hidráulicos**. Editorial Génesis. Caracas. 92 p.
- MOP-UDO. 1968. *Resumen de proyectos*. Curso de Ingeniería Hidrológica. Barcelona, Venezuela.
- OLIVARES, A. 1961. *Del Dr. Luis Felipe Vega. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. 55.
- PAQUET, N. 1895. *Lluvias caídas en Caracas. Anales de la Junta Central de Aclimatación y Perfeccionamiento Industrial*. 2 (17): 174.
- PERALTA, A. 1958. *Aplicación de computadores electrónicos de analogía en la solución del problema de regulación de las crecidas*. Tesis UCV. 185 p. (inédito).
- PÉREZ M., J. 1979. **Fundamentos del ciclo hidrológico**. Edición del autor, UCV. Caracas.
- PÉREZ-MARCHELI, H. – URBANI, F. 1982. *Vicente Marcano y sus estudios de las aguas termales de Venezuela en 1874-1891. Geotermia*. 6: 17. UCV. Caracas.
- PITTIER, H. 1933. *Cuarenta años de observaciones pluviométricas en el Observatorio Cagigal. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. 13: 87.
- \_\_\_\_\_. 1936. *Observaciones pluviométricas practicadas en cincuenta estaciones entre 1891 y 1933. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. 24: 170.
- REDFIELD, A. C. et al. 1955. *Hydrography of Lake Maracaibo*. Report to Creole Petrol. Corp. (inédito)
- RILEY, P.; DRUVA, N. y SAKHAN, K. 1969. *Simulación a computadora electrónica analógica de la hidrología de la región Páez-Pedraza en Venezuela*. Del Laboratorio de Investigaciones de Agua de la Universidad del Estado de Utah para CIDIAT-CORPOANDES. Mérida, Venezuela. 65 p.

- RIVAS LÓPEZ, A. 1980. *La red de estaciones hidrometeorológicas*. **El Hidrometeorologista**. 6: 17-18.
- RODRÍGUEZ, E. 1963. Cálculo del escurrimiento. *I Jornadas Venezolanas de Riego*. Caracas. 25 p.
- RODRÍGUEZ, E. y FLORES, A. 1966. Medición indirecta de crecientes y su cálculo en computadoras. *II Jornadas Venezolanas de Riego*. Caracas. 61 p.
- RODRÍGUEZ-ITURBE, I. y BRAS, R. 1985. **Random Functions in Hydrology**. Addison-Wesley. Reading, Massachusetts.
- RÖHL, E. 1946. *Climatología de Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 27. (y en edición del Ministerio de la Defensa Nacional. Tipografía Americana. 86 p.)
- \_\_\_\_\_. 1948a. *Historia de la Meteorología en Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 35: 485-526.
- \_\_\_\_\_. 1948b. *Los veranos ruinosos de Venezuela*. Separata del **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 31. Caracas. 23 p.
- \_\_\_\_\_. 1962. *Apuntes sobre la historia del Observatorio Cagigal*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 58.
- \_\_\_\_\_. 1990. **Historia de las Ciencias Geográficas de Venezuela**. Editor: Héctor Pérez Marchelli. Segunda edición. Sucesión Röhl y Banco Unión. Caracas. 514 p.
- RÖHL, J. 1967. **Ricardo Zuloaga**. Segunda edición. Electricidad de Caracas. Caracas. 283 p.
- RONCAYOLO, L. 1934. **El río Orinoco y sus afluentes**. Litografía y Tipografía Cosmos. Caracas. 280 p.
- ROO, H. 1986. *Desarrollo hidroeléctrico en Venezuela durante los últimos cinco lustros*. **El Agua**. 42-43: 35-39.
- SÁNCHEZ CARRILLO, J. 1956. *Proyecto para un Servicio Climatológico Nacional*. **Acta Científica Venezolana**. 7(3): 56-58.
- \_\_\_\_\_. 1965. *Mesoclimas en la cuenca del lago de Maracaibo*. **Agronomía Tropical**. 15 (1-4): 101-137.
- SARDI S., V. 1980. *Hidráulica fluvial en Venezuela*. **El Agua**. 17: 33-37.
- SIFONTES, E. 1925. **El régimen de las lluvias en Venezuela: años 1923, 1924**. Tipografía del Comercio. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1928. **La lluvia en Venezuela, años de 1925 y 1916**. Empresa El Cojo. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1947. *Hidrología venezolana. Tercera Conferencia Interamericana de Agricultura*. Cuaderno Verde 66, serie nacional. Elite. Caracas. 20 p.
- SPENCE, J. 1878. **The land of Bolívar or War, Peace and Adventure in the Republic of Venezuela**. Sampson, Low, Martson, Searle &

- Rivingtone. Second edition. 2 v. London. 217 p.
- \_\_\_\_\_. 1966. **La tierra de Bolívar o guerra, paz y aventura en la República de Venezuela.** Colección Cuatricentenario de Caracas. 2 tomos. Banco Central de Venezuela. Caracas.
- STOPPELO, O. 1964. *Planeamiento del sistema de afloramientos por el método del conteo total usando isótopos radioactivos. Su aplicación al río Guaire.* Tesis UCV. 15p. (inédito).
- TABLANTE GARRIDO, P. N. 1960. **Don Emilio Maldonado.** Ediciones del Rectorado, 2. Universidad de Los Andes. Mérida. 35 p.
- TOLEDO, F. 1927. *Alturas de aguas caídas en mm desde 1901-1925 con especificación de los lugares y de la media anual.* **Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela.** 37: 197.
- TRG: THE REPUBLIC GROUP. 1994. **VENEHMET: A program for the modernization of the Venezuelan National Hydrometeorological Forecasting System.** Project 93-502B. Arlington, VA
- UCV. 1967. **Desarrollo de aguas subterráneas.** Programa de educación de ingeniería sanitaria Venezuela 6400, con la colaboración de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo Especial de las Naciones Unidas. Caracas. 702 p.
- \_\_\_\_\_. 1968. **Atlas climatológico e hidrológico de la cuenca hidrográfica del valle de Caracas (anexo del Volumen I: Estudio de Caracas).** Por Roberto Álvarez, Fernando Key Sánchez, Arturo Klanke, Ángel Guerra, Rafael Convit y otros. Ediciones de la Biblioteca de la UCV. 155 p.
- UGUETO, L. 1910. **Violentos chubascos en el valle de Caracas, 1895-1910.** Observatorio Cajigal. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1911. *Las lluvias en Caracas de 1891 a 1910.* **Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas.** 1(6): 298-302.
- \_\_\_\_\_. 1926. *Memoria de Instrucción Pública.* Informe del Director del Observatorio Cajigal. Caracas. 590 p.
- ULA. 1900. *Oficina Meteorológica – Datos recogidos en el segundo semestre de 1899.* **Anuario de la Universidad de Los Andes.** 9: 30-32.
- URBANI, F. 1982. *Las manifestaciones geotérmicas mencionadas en el libro “The Land of Bolívar ...” por James M. Spence (1878).* **Geotermia.** 6: 17. UCV. Caracas.
- U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. 1943. **Orinoco-Casiquiare-Negro Waterway Venezuela, Colombia, Brazil.** Washington.
- UZCÁTEGUI, G. 1976. **Hidrología general.** CIDIAT. Mérida. 530 p.
- VANDELLÓS, J. 1945. Estudio sobre la pluviometría en Venezuela. *Tercera Conferencia Interamericana de Agricultura.* Editorial Crisol. Caracas. 120 p.

G.A. Silva León

VILA, P. 1954. *Características de la pluviometría venezolana y sus causas*. **Acta Científica Venezolana**. 5 (5): 162-164.

WIESE, R. 1959. *Hidrología para la canalización del río Guaire*. **Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela**. 277: 5-43.