

PROGRAMA: HISTORIA DE LA INGENIERÍA EN VENEZUELA
PROYECTO: HISTORIA DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL EN
VENEZUELA

ANEXO A1

José Grases, Arnaldo Gutiérrez y Rafael Salas J.

**OBRAS HIDRÁULICAS, CANALES,
SISTEMAS DE RIEGO Y EMBALSES**

Resumen

El crecimiento de la población del país durante el siglo XIX, requirió atender múltiples necesidades prioritarias. Entre ellas: el suministro de agua a las poblaciones, la recolección de aguas servidas y el desarrollo del sector agrícola. Esto requirió la planificación y construcción de obras hidráulicas, algunas de las cuales se describen en este **Anexo**. Durante el siglo XX la explosión demográfica, la progresiva concentración de esta en áreas urbanas, así como el desarrollo del parque industrial, incrementó la demanda de servicios y generación de energía. Esto requirió la construcción de cerca de un centenar de embalses. Algunos de ellos forman parte de sistemas aún en ejecución .

En este primer **Anexo** se recoge una muestra de las obras que se ejecutaron, en su gran mayoría en servicio, y otras que solo se llegaron a planificar. En la medida de lo posible se ha dejado constancia de la contribución de profesionales que abordaron temas relacionados a la Ingeniería Estructural.

A1.1.- OBRAS HIDRÁULICAS

A1.1.1.- Antecedentes y Algunos Profesionales Destacados

El ingeniero Luciano Urdaneta fue el proyectista y constructor del dique de Caujarao el cual fue construido en 1866. Destinado al suministro de agua a Coro, este dique estaba conformado por “mampostería hidráulica”. Con una altura de 10 m y 86 m de largo. Se utilizaron 10 mil m³ de arcilla para sellar filtraciones del dique en una operación: “... *ingente para la época, que cae ya en el campo de la geotecnia*” (Pérez Guerra, 1983, p. 5). Sobre el acueducto, se da información en la **Tabla A1.1**.

El ingeniero Luís A. Urbaneja Tello ingresó al Ministerio de Obras públicas en 1899. Trabajó durante algún tiempo en el Estado Nueva Esparta donde construyó el acueducto de La Asunción. Más tarde, en el Estado Miranda, construyó el acueducto y el mercado de Los Teques, e inició la explotación de los mármoles existentes en la región de El Encantado utilizando maquinas fabricadas en el país con resultados satisfactorios.

Entre 1919 y 1929 se construyó un embalse en el cual se emplearon procedimientos de los más avanzados para su época: la presa de Petaquire. Conformada por relleno hidráulico, alcanzó 50 m de altura y 300 m de longitud en la cresta (Pérez Guerra, 1983, p. 5). El ingeniero Ricardo Zuloaga fue el promotor y realizador de esta obra, con un grupo de ingenieros venezolanos formado por: Oscar A. Machado, Pedro J.

Azpúrua, Oscar Zuloaga y Carlos Anglade. Como obra accesoria cabe citar la construcción del túnel de desviación, de 400 m de largo y 2.5 m de diámetro (Röhl, 1977, pp. 117-128). La obra se puso en servicio en 1929 y se empleó como generación de energía para la C.A. La Electricidad de Caracas.

El año 1936 se decidió la reorganización del MOP. El ingeniero Ernesto León, tomó parte activa en la reorganización de ese Ministerio en la cual, no sólo se modificó su estructura interna, sino también su orientación y funcionamiento. Conocedor de los ingentes problemas de abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales existentes en el país, el ingeniero León presidió la comisión oficial encargada de estudiar el asunto. Esta recomendó la creación del *Instituto Nacional de Obras Sanitarias* (INOS) cuya fundación, el año 1943, fue de capital importancia en el mejoramiento de la salud de nuestra población (**Nota 1**). El Estado intentó enfrentar así, el problema del suministro de agua a nivel nacional, el cual se encontró agravado por el crecimiento de población urbana según censo de 1941.

Desde el punto vista profesional, el ingeniero Ernesto León dedicó atención preferente a proyectos de importantes obras hidráulicas sanitarias, entre los cuales pueden señalarse: el estudio integral de una extensa zona al sur del lago de Maracaibo, los diques marginales de los ríos Zulia y Catatumbo, y obras de la base de Palo Negro. Fue también autor de múltiples trabajos e informes técnicos en variados campos de la ingeniería y fue pionero en los estudios con modelos hidráulicos a escala; conocía cabalmente técnicas experimentales, así como la aplicación de las teorías de similitud. En homenaje y reconocimiento a su labor, el Instituto Nacional de Obras Sanitarias dio su nombre al moderno Laboratorio de Hidráulica que creó el año 1959.

En el lapso 1947-1948, el ingeniero Edgar Pardo Stolk se desempeñó como ministro de Obras Públicas regresando después a la práctica profesional privada. Llevó a cabo varios proyectos de diferentes tipos de obras portuarias, hidráulicas y sanitarias (Pardo Stolk, 1965). Entre 1959 y 1960 fue presidente del Instituto Venezolano de Petroquímica. Con posterioridad y en su condición de ingeniero consultor, realizó estudios para sistemas de riego

En la **Tabla A1.1** se indican los principales acueductos construidos, distintos de las acequias y cañerías de piedra propias de la época colonial. Mayoritariamente se trata de acueductos con tuberías de hierro para la conducción de agua a las poblaciones (Arcila, 1961, II, pp. 362-370) (**Nota 2**).

A1.1.2- Muestra de Obras Hidráulicas hasta Entrado el Siglo XX

Interesa dejar constancia de iniciativas que se planificaron para el servicio de agua a centros poblados del país. Aún cuando no siempre fueron exitosas, son un reflejo de las tareas de la Ingeniería Venezolana de hace más de un siglo. En la **Tabla A1.1** se sintetiza información contenida en la obra del doctor Arcila Farías. Se anotan allí contribuciones dirigidas a la planificación y desarrollo de obras hidráulicas en el país, así como una breve descripción de los sistemas más importantes de suministro de agua y disposición de aguas servidas en el área capitalina.

En el caso de la capital, hasta mediados de la década de los años 20, el problema del suministro de agua, giró en torno al ya citado acueducto de Macarao. A partir de 1931 el MOP recibió la administración del acueducto de Caracas según contrato firmado con el Concejo Municipal y comenzó la perforación de nuevos pozos así como la construcción de los edificios para las estaciones de bombeo y los nuevos estanques; los pozos más importantes fueron dos: El Paraíso y 19 de Abril.

Tabla A1.1
Muestra de Obras Hidráulicas
Propuestas y/o Ejecutadas hasta Entrado el Siglo XX
(Fuentes: Arcila, 1961, II, pp. 362-370; Diccionario Polar, 1997)

Acueducto en Puerto Cabello. Estanques en 1838	Concluido en la primera década del siglo XIX, en 1838 se dotó de estanques de hierro. Construido a un alto costo para servir a la ciudad y a las instalaciones militares, fue visitado por Humboldt
Acueducto de Valencia, inaugurado en 1858.	Estudiado y planificado por el ingeniero Alberto Lutowsky. Iniciado el trabajo, traspasó el contrato a Ramón Azpúrua y Alejandro Viso. Pronto reveló ser insuficiente y en 1877 se encargó un segundo proyecto al ingeniero Carlos Navas Espínola. En 1926 se amplió este acueducto con una segunda toma en el río Cabriales para abastecer Naguanagua y el norte de Valencia.
Acueducto de Coro, 1866	El ingeniero Luciano Urdaneta fue el proyectista y constructor del dique de Caujarao el cual fue construido en 1866, con arreglo a un contrato suscrito en 1863. Destinado al suministro de agua a Coro, este dique fue conformado por “mampostería hidráulica”; el agua llegaba a esa ciudad por medio de una tubería de hierro
Isla de Margarita, 1874	Ese año se ordenó al ingeniero Miguel Caballero construir cisternas para recoger aguas pluviales
La Victoria, concluido en 1877	Iniciado en 1874 por el ingeniero José Presentación Landaeta, su construcción sufrió largas interrupciones; se acondicionó un viejo acueducto, obra de cal y canto con elevadas arcadas, que quedó a cielo abierto. Sobre el tema véase: Arcila (1961, II, pp. 373-379)
Acueducto para Barquisimeto, concluido en 1890 con piezas fundidas en Glasgow	Decretado en noviembre de 1873, el director para la ejecución de este acueducto fue el ingeniero Luis Mario Montero. Interrumpida su ejecución, se reanudó en marzo de 1876 bajo la misma dirección. Visto el estado ruinoso, en 1914 se solicitó un estudio al ingeniero Luis Eduardo Power. Las reformas propuestas como correctivos se publicaron en Power (1914)
Acueducto de La Asunción, 1899	Ese año el ingeniero Luis A. Urbaneja Tello ingresó al Ministerio de Obras Públicas. Trabajó durante algún tiempo en el estado Nueva Esparta donde construyó el acueducto de La Asunción
1905	El ingeniero Luís A. Urbaneja Tello construyó el acueducto de Los Teques en el estado Miranda.
Acueducto de Táriba, decretado en 1910	El encargado de este proyecto fue el ingeniero Melchor Centeno Graü; este tuvo la previsión considerar una población doble de la del momento. El MOP decidió aprovechar el acueducto existente, proyecto original del ingeniero Juan José Aguerrevere, ignorando las recomendaciones de Centeno Graü
Acueducto de Caracas, 1910-17	El ingeniero Manuel Cipriano Pérez, realizó diversas obras marítimas y portuarias. Posteriormente intervino en el proyecto para el acueducto de Caracas. En el Ministerio de Obras Públicas a más de proyectista y director de Obras se desempeñó como director de Edificios y Ornato de Poblaciones, director de Vías de Comunicación y Acueductos, y director de la Sala Técnica.
Acueducto de Barcelona, hacia 1911	Estudio hecho por el ingeniero Melchor Centeno Graü. Su propuesta resultó ser la más económica; no se conoce si finalmente fue ejecutado (Centeno, 1911). Este ingeniero evaluó tres alternativas para la toma de agua. La solución que recomendó, fue emplear las aguas del río Neverí debidamente filtradas, con lo cual podía suministrar agua a una población de 12 mil habitantes.
Aragua de Maturín	Estudio y proyecto de un acueducto por parte del ingeniero Manuel Cipriano Pérez (Pérez, 1911). No se informa sobre la ejecución del mismo
Mejoras en el acueducto de Caracas, 1914	Desde 1914 y hasta 1922 el ingeniero Luis Vélez se desempeñó como Ministro de Obras Públicas. Reorganizó el Ministerio y mejoró sustancialmente el acueducto de Caracas con agua del Macarao. Hasta mediados de la década de los años 20, el problema del agua en Caracas giró en torno al acueducto de Macarao.
Red de cloacas de Caracas, 1916	El ingeniero Hernán Ayala Duarte se incorporó al Ministerio de Obras Públicas donde trabajó en los proyectos del acueducto y la red de cloacas de Caracas, tocándole desempeñar importantes cargos: ingeniero jefe de los Servicios Técnicos y, director de Obras Hidráulicas y Sanitarias.

Barra de Maracaibo, 1918	El ingeniero Manuel Cipriano Pérez intervino en la planificación de los trabajos necesarios para asegurar la navegación por la Barra de Maracaibo
≤ 1920(i)	Durante su ejercicio profesional el ingeniero Santiago Aguerreverre estuvo al frente del acueducto de La Guaira y el estudio del acueducto de Ciudad Bolívar
1921	Para estas fechas el ingeniero Crispín Ayala Duarte trabajó en el Ministerio de Obras Públicas. Tuvo a su cargo los proyectos del acueducto y de la red de cloacas de Caracas, así como muchas otras obras de importancia. Formó parte del Consejo Nacional de Obras Públicas y de la Comisión Permanente de Vías de Comunicación, a la vez que publicó diversos trabajos técnicos.
< 1922	Antes de 1922, el ingeniero Eduardo Calcaño Sánchez prestó sus servicios en la Oficina de Cloacas de Caracas.
1926	El ingeniero Alfredo Jahn publicó un bien documentado trabajo sobre el problema del abastecimiento de agua en Caracas (Jahn, 1926 a). Ese año se dictó un decreto de expropiación por causa de utilidad pública de la hoya del 'río Macarao': se prohibió allí la tala y el cultivo en razón del 'notable crecimiento de la ciudad' y a la necesidad de incrementar la cantidad de agua que recibía el acueducto de la ciudad (Nota 3).
1930-35	A inicios de los años 30 y hasta 1935, el ingeniero Edgar Pardo Stolk realizó estudios y proyectos de acueductos y cloacas de diferentes poblaciones del país e intervino en el diseño de puertos y muelles (Nota 4).
1932	Ese año, el ingeniero Ernesto León publicó en la <i>Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela</i> sus <i>Ábacos para el cálculo de Tubos de Concreto para Cloacas</i> y, en 1938, en la misma revista, las <i>Tablas para Cálculo de Tubos de Agua</i> , ambos de mucha utilidad práctica. Fue también autor de trabajos e informes técnicos en variados campos de la ingeniería.
1936	El ingeniero Hernán Ayala Duarte se incorporó de nuevo al Ministerio de Obras Públicas. Ese año fue designado ingeniero jefe de los Servicios Técnicos y, posteriormente, director de Obras Hidráulicas y Sanitarias.
1950	Se inició el bombeo de agua desde la hoya del Tuy hacia Caracas; este fue un problema técnico complejo tanto por las fuertes irregularidades topográficas, como por las diferencias de cotas: de la cota 230 m.s.n.m. era preciso bombear agua hasta la cota 1000 m.s.n.m.

Hasta 1935, según Martín F. (1997, p. 385), las obras hidráulicas y sanitarias no representaron más del 10% del total nacional de obras ejecutadas en el país. Estas correspondían esencialmente a: (i) la construcción de presas para abastecimiento urbano; (ii) estanques de almacenamiento y redes de distribución de agua potable; (iii) redes para recolección de aguas servidas.

Entre 1936 y 1945, en relación directa al aumento de la población urbana y desarrollo de políticas de saneamiento, los porcentajes del total de obra ejecutada en el renglón de obras sanitarias e hidráulicas se mantuvieron durante los gobiernos de López y Medina. Esto permitió abordar el problema de aguas potables y servidas en la mayoría de las grandes ciudades del país, lo cual requirió cerca de un 30% del total de obra ejecutada (Berti, 1997, pp. 26-39).

Con la creación del INOS en 1943, el Estado intentó enfrentar el problema del suministro de agua a nivel nacional; el problema se presentaba agravado por el crecimiento de población urbana según censo de 1941 (**Nota 5**). Para regular el suministro de agua a la capital, en 1944 se dio inicio a la construcción del dique La Mariposa y el de Agua Fría: el primero embalsa las aguas del río Valle y el segundo embalsa las aguas del río Jarillo. En 1949 el agua de los dos acueductos, llegaba a la estación de La Florida que fue una ampliación de la red (**Nota 6**).

Aún con la entrada en servicio de nuevos estanques de gran capacidad -entre ellos los de las urbanizaciones Coche y Casalta del Banco Obrero-, y sus estaciones de bombeo, así como la planta de tratamiento de La Mariposa, estas instalaciones lucieron deficitarias ante las cifras de población que arrojó el censo de 1950.

La necesidad de hacer llegar el agua a las cotas de Caracas, cercana a los 1000 m.s.n.m., resultó ser un problema complejo debido a que la fuente más cercana adicional a las existentes era la hoya hidrográfica del río Tuy ubicada al suroeste de la capital a una cota 750 m más baja. De este modo, en la década de los 50 entró en funcionamiento el sistema de bombeo Tuy I, en 1967 el Tuy II y al comienzo de los años 80 el Tuy III. Para estos sistemas se construyeron nuevos diques y embalses: Lagartijo (1962), La Pereza (1969), Quebrada Seca (1961), Taguaza (1977), Taguacita, Tácata, Ocumarito (1969) y complejos sistemas de interconexión (**Nota 7**).

A1.1.3.- Los Pozos de Agua

Durante algunos años la extracción de agua del subsuelo en el valle de Caracas fue una alternativa que emplearon algunos hospitales. Estos pozos podían llegar a extraer agua desde unos 100 m de profundidad, aún cuando lo más frecuente eran profundidades algo menores.

Aportes del orden de dos a tres litros por segundo puede producir hasta unos 260000 litros/día, permite atender una comunidad de unas 600 personas, o una instalación hospitalaria. Por razones del abatimiento del nivel freático, los pozos deben separarse entre sí al menos unos 300 m.

En el caso de Caracas, los sistemas bombeo desde los valles del Tuy están diseñados para aportar unos 18 m³/seg; sin embargo, se estima que como consecuencia de fugas por tuberías rotas o uniones defectuosas se pierde cerca de un 30%.

A1.1.4.- Las Aguas Servidas

Hasta fines del siglo XIX ninguna ciudad de Venezuela disponía de un sistema general de aguas servidas. La que más se acercaba a poseer un sistema adecuado fue Caracas (Arcila, 1961, II, p. 433).

En parte ese interés por abordar tan importante tema en una población ya cercana a los 80 mil habitantes, explica que hacia 1895 el ingeniero Felipe Aguerrevere entrara al servicio del Ministerio de Obras Públicas y asumiera la jefatura de la recién creada Oficina Técnica de Cloacas de Caracas. Posteriormente, en 1909 el ingeniero Luís Urbaneja Tello fue nombrado miembro de la Comisión de Higiene Pública, considerada punto de partida de las modernas instituciones sanitarias del país. Allí le tocó aplicar una serie de medidas de saneamiento básico que Caracas requería con urgencia.

En 1911, se creó la Oficina Nacional de Sanidad encargada de establecer las medidas de higiene, ensanche, modificación y pavimentación de calles, con arreglo a los criterios de la Ingeniería Municipal. El año siguiente, esta oficina recibió un proyecto para la construcción de grandes colectores elaborado en la Sala Técnica del MOP.

Debe señalarse igualmente, que el ingeniero Eduardo Calcaño Sánchez, profesor universitario y miembro de la Academia de Ciencias, antes de 1922 ya prestaba sus servicios en la Oficina de Cloacas de Caracas. Con títulos similares, los ingenieros Crispín Ayala Duarte y Edgar Pardo Stolk también contribuyeron en los proyectos del acueducto y de la red de cloacas de Caracas. El segundo de los mencionados, como miembro del MOP, realizó estudios y proyectos de acueductos y cloacas para diferentes poblaciones del país.

El ingeniero Gustavo Wallis de Legorburu (1897-1979), intervino en la construcción de los sistemas de cloacas de Caracas. Entre ellos, los colectores marginales de las quebradas Caroata, Los Padrones, Los Monos y el final de Catuche, todos ellos drenando hacia el río Guaire (De Sola, 1988, p. 23) (**Nota 8**)

En la década de los años 50 la canalización llegó hasta la quebrada de Baruta, después de haberse construido parcialmente la del río Valle tributario del Guaire. Estas obras fueron respuesta al problema sanitario y control de inundaciones periódicas en un área de la capital, Las Mercedes, con un intenso urbanismo en desarrollo (González et al., 2005). Estas extensiones de las obras de canalización del río Guaire y del gran colector marginal se fueron construyendo en la década de los años 70 hasta salir el río de la zona urbana hacia el extremo oriental de la ciudad.

En la **Tabla A1.2** se recogen datos relevantes sobre acueductos y aguas servidas en el área de Caracas.

TABLA A1.2
Acueductos y Obras Sanitarias en Caracas

(Fuentes de información: Arcila, 1961, II, pp. 433-444; González et al. 2005)

Año	Obra	Comentario
1873 (Decreto para su Construcción)	Acueducto de Macarao con una longitud de 46 km desde la toma. Ese río y el Catuche, podían suplir suficiente agua para 80 mil habitantes.	Hacia octubre de 1874 se traía agua de ese río que llegaba al tanque -'caja de agua'- de El Calvario donde comenzaba su distribución. Cuando el ingeniero Luciano Urdaneta tuvo que encargarse del acueducto de Macarao, contó con la asistencia de su hermano Eleazar Urdaneta y del ingeniero Luis Mario Montero
1876	Finalización de las primeras cloacas. Embaulamiento de la quebrada Caroata	Las aguas servidas dejaron de ir por zanjas de tierra en medio de las calles de la ciudad
1887	Construcción de cloacas	Ese año se contrataron redes de cloacas para Caracas. Población: 70.000 habitantes
1907	Decreto que dispuso la construcción de la Red General de Cloacas de Caracas	Las instalaciones existentes estaban hechas a base de cañerías de ladrillos. Muchas en condición inoperante. Construcción de un colector de aguas servidas en la margen izquierda del río Guaire
1912	Este año se inició la construcción de grandes colectores que bordeaban las quebradas de la ciudad y terminaban en el río Guaire, proyectados por ingenieros de la Sala Técnica del MOP. El presupuesto fue elaborado por el ingeniero Pedro González	La Sala Técnica del MOP elaboró el proyecto descrito, a instancias de la Oficina de Sanidad Nacional. El ingeniero Manuel F. Herrera Tovar (1918) sugirió hacer un estudio más amplio utilizando el plano hidrográfico del ingeniero Germán Jiménez (1911a), tarea esta que ejecutó y presentó el ingeniero Pedro González (1913)
1926	Se nombra una Comisión Técnica para estudiar el problema del suministro de agua a la ciudad	La Comisión recomendó la construcción de dos nuevos estanques: uno en Los Mecedores y otro en El Silencio
1936	Excavación de los primeros pozos para extracción de agua en Caracas	Dos ejecutados en El Paraíso: uno cerca de la Plaza Brión y otro cerca del hipódromo. Población: 235.000 habitantes
1937-40	Construcción de colectores primarios	Colectores en ambas márgenes del río Guaire y el marginal derecho del Caroata
1942	El Estado contrató una firma foránea que estimó las necesidades de agua de Caracas en 1300 (litros/seg)	Dado que la cantidad disponible solo alcanzaba a 870 (litros/seg) se decidió perforar pozos en: El Paraíso, La Florida y Chacao; este último no llegó a operar
1943	Creación del INOS. Se decidió la construcción de un nuevo acueducto. El dique Macarao I se concluyó en 1944	Las redes cloacales primarias y secundarias, solo abarcaban el 60% de la ciudad. Rápido crecimiento de la población capitalina
1950	Agua proveniente de los embalses	Consumo estimado en 1690 (litros/seg). La

	La Mariposa y Agua Fría, ambos culminados en 1949, incluida la planta de tratamiento	cuenca del Guaire es insuficiente. Analizado el problema, se decidió usar las aguas de la cuenca del Tuy
1956	Aducción del Tuy I suministró 3200 (litros/seg)	Canalizó las aguas del embalse La Mariposa y del río Lagartijo. Con relación a las aguas servidas, el problema de aguas negras vertidas al Guaire persistía
1962	Se incrementó la capacidad del Tuy I a 4200 (litros/seg). Población: 1.606.100	Entraron en operación los embalses de Quebrada Seca (1961) y Lagartijo (1962)
1969	Finalizó el sistema de aducción Tuy II el cual tenía capacidad para bombear hasta 8000 (litros/seg) (Nota 9)	Este sistema contó, además del embalse Lagartijo, con dos embalses adicionales: La Pereza (1969) y Ocumarito (1969). El sistema de cloacas transportaba tanto aguas servidas como aguas de lluvia
1980	Culmina la primera etapa del Sistema Tuy III	Al sistema de embalses ya anotado se incorporó la presa Taguaza (1977), la mayor de todas, con 184×10^6 m ³ de capacidad de almacenamiento

A1.1.5.- Otros Sistemas de Acueductos y Aguas Servidas

El sistema de cloacas y desagües de Valencia fue anterior al de Caracas. El ingeniero Domingo Giordana fue designado responsable del proyecto y, por resolución del MOP, los trabajos se iniciaron en enero de 1893. Interesa señalar que a partir de la segunda década del siglo XX se emprendió una campaña para difundir el uso de los pozos sépticos tanto en el medio rural como en las principales ciudades (Herrera Tovar, 1918). En el Capítulo de Instalaciones Sanitarias de las Normas del MOP para la construcción de edificios del año 1945, no se ha encontrado referencia al diseño de los pozos sépticos (MOP, 1945).

En 1946 se fundó la Sección de Acueductos Rurales en la División de Ingeniería Sanitaria, Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Se inició la construcción de acueductos rurales en colaboración con la Oficina Cooperativa de Salud Pública. En abril de 1948 se emprendieron ensayos para dar solución al problema habitacional del medio rural (**Nota 10**). Se construyeron pisos de tierra-cemento, promovidos por la Sección de Ingeniería Antimalárica de la División de Malariología del MSAS.

A partir del inicio de los años 50, en la División de Malariología del MSAS, comenzó a explorarse el Programa de Vivienda Rural. A poco de su inicio, este se complementó con el Programa de Acueductos Rurales, que incluía sistemas para la disposición de aguas servidas (véase el **Capítulo VI, Sección VI.5**).

En el caso particular del estado Nueva Esparta, en 1960 se inauguró el primer acueducto submarino que une tierra firme con la isla de Margarita (**Nota 11**). En la actualidad, 2012, el abastecimiento de agua depende de la represa de Turimiquire (1988), ubicada en el estado Sucre. La continuidad del servicio pudiera estar amenazada por problemas de mantenimiento.

En la **Sección XI.4.7** se trata el tema de los desarrollos de la Corporación Venezolana de Guayana, entre los cuales acaso el más importante, el sistema de embalses del Bajo Caroní. Se da información allí, sobre algunos de los principales actores de esa fundamental iniciativa para el desarrollo del país.

A1.1.6- Cálculo de Distribución de Agua para Edificios, 1942

El diseño de la distribución de agua potable en una edificación, durante muchos años era tarea que debía resolver el ingeniero responsable del proyecto. El tema de las instalaciones y servicios hoy en día configura toda una especialidad.

La metodología desarrollada por el ingeniero Alberto Eladio Olivares, con base a un enfoque probabilista, fue publicada por ese autor el año 1942 en la *Revista del CIV* (Olivares, 1942). De amplia utilización, la segunda edición de su trabajo, revisado y ampliado, se publicó como libro de texto el año 1952. Con una extensión de 71 páginas se deja constancia allí de las hipótesis en las cuales está basada (Olivares, 1952)

A1.2- CANALIZACIONES Y SISTEMAS DE RIEGO

Planificadas para hacer navegables algunos ríos o llevar agua a los campos de labranza, las canalizaciones se iniciaron en Venezuela en época muy temprana. La República no se ocupó de estas obras sino hacia el último cuarto del siglo XIX.

El ingeniero Jesús Muñoz Tébar, quien fue un profesional con numerosas inquietudes, llevó a cabo estudios hidráulicos entre los cuales la posibilidad de construir un canal que uniese los golfos de Cariaco y Paria. Su costo y las dificultades de ejecución hacían inviable este ambicioso proyecto descrito en (Muñoz Tébar, 1911a), publicación esta post-mortem, pues este distinguido ingeniero falleció en 1909.

Además del proyecto para el dragado de la Barra de Maracaibo que se da en la **Tabla A1.3**, Muñoz Tébar se interesó también por la canalización de los Raudales de Atures y Maipures. Sus ideas reproducidas en Arcila (1961; II, pp. 431 y 432) fueron publicadas en (Muñoz Tébar, 1911c).

A1.2.1.- Canalización del río Guárico

Entre los antecedentes de las obras de riego, la canalización del río Guárico para irrigar un área de 4000 hectáreas, se menciona en la obra del doctor Arcila Farías como la más importante construida en el siglo XIX. En sus inicios estuvo bajo la responsabilidad del ingeniero Antonio Casano Castro, relevado más tarde por el ingeniero Pedro José Sucre quien, en 1875, había elaborado un muy detallado estudio sobre los aspectos pendientes de solución (Casano, 1875; Sucre, P.J., 1875).

El proyecto contemplaba llevar aguas del río Guárico hasta Villa de Cura, Cagua y Santa Cruz, y poder regar las tierras en zonas intermedias (Arcila Farías, 1961, II, pp. 409-414). Iniciado en agosto de 1874, la primera sección del canal se concluyó en junio de 1906, en ese momento bajo la dirección del general Pedro Pablo Montenegro. Este, sin asistencia técnica, en la fecha anotada informó al general Cipriano Castro que, desde Carrasquelero hasta Pantaleón, la sección ya se encontraba en condiciones operativas.

A1.2.2.- Otras Canalizaciones y Obras de Riego

Aún cuando algunas iniciativas no siempre fueron exitosas, éstas fueron recogidas por Arcila (op cit.); constituyen un reflejo de las tareas emprendidas por los profesionales de la ingeniería venezolana hace más de un siglo. En la **Tabla A1.3** se sintetiza información contenida sobre este tipo de obras.

Tabla A1.3
Canalizaciones y Obras de Riego (1874-1912)
(Fuente: Arcila, 1961, II, pp. 397-432)

Identificación del Proyecto	Breve Descripción
Canalización del río Carinicua	Este fue un proyecto de irrigación para el fomento de la agricultura, de un área cercana a Cariaco en el entonces estado Cumaná. La Junta de Fomento fue designada en 1874 y el ingeniero encargado de la obra fue José Presentación Landaeta. En los presupuestos que presentó Landaeta, estaban previstas las correspondientes a: prevención de inundaciones, canalización del río, construcción de un puente de hierro y madera, y restablecimiento del antiguo riego de las

	márgenes del río. La obra no se ejecutó (Arcila, 1961, II, pp. 398-403)
Canalización del Apure y el Uribante	En 1874 se contrata la obra para aumentar la navegación por el Orinoco. Con anterioridad el Gobierno había explorado esa posibilidad ⁽¹⁾
Riego de las vegas del río Manzanares, Cumaná	El riego de las vegas del Manzanares fue una iniciativa del presidente Guzmán del año 1875. Para ello designó una Junta de Fomento. Dado el poco interés de esta, en julio de 1876 el ejecutivo pasó la dirección técnica de los trabajos al ingeniero francés Agustín Escudier. El problema se centró en que la riqueza agrícola solo consistía en las estrechas vegas a orillas del río, las Charas e Ipures, que luego de anegarse conservan la humedad entrado el verano (Escudier, 1877). Escudier fue sustituido por el ingeniero Valentín Machado, quien luego de un corto tiempo, renunció y se designó al ingeniero Federico Urbano. Este dejó un proyecto que proponía tomar las aguas del río Macarapana, llamado también Cancamure. El proyecto no progresó (Urbano, 1885) ⁽²⁾ . Se presentó en este proyecto discrepancias entre la cota sobre el nivel del mar dada por Humboldt y Codazzi: el primero daba una diferencia de nivel entre ‘Cumaná’ y el mar de 17.22 m y el segundo 16.71 m. Estos valores diferían sensiblemente del que dio Escudier que solo alcanzaba a 3.50 m, medición hecha luego del terremoto de 1853 (Arcila, 1961, II, pp. 400-403).
Canalización del río Aragua	Esta obra se realizó en un tiempo relativamente breve y tuvo por finalidad mejorar las condiciones de salubridad del Distrito Cagua, población del entonces llamado estado Guzmán Blanco (Arcila, 1961, II, p. 403). No se da información sobre el ingeniero responsable de la obra.
Canalización del Catatumbo	El proyecto convenido con Joviniano Gallegos mediante contrato de agosto de 1884, consistía en asegurar que la profundidad del canal no fuera inferior a seis pies y su ancho igual a 36 pies ⁽³⁾ . Por el canal navegarían los vapores Progreso, Trujillo y Uribante, desde Maracaibo hasta Encontrados, aguas abajo de la confluencia del río Zulia con el Catatumbo. El adelanto de la obra estaría bajo la supervisión del ingeniero Francisco de Paula Andrade. Un año más tarde no había enviado comunicación alguna y el proyecto se olvidó (Arcila, 1961, II, pp. 404-409)
La Barra de Maracaibo	De las múltiples iniciativas que tuvo el ingeniero Jesús Muñoz Tébar, el tema de la Barra de Maracaibo fue estudiado con detenimiento hacia 1911 (Muñoz Tébar, 1911a). El objetivo era facilitar la navegación hacia y desde el Lago de Maracaibo. Con base a las experiencias técnicas de su época, propuso: (i) dragado del fondo; (ii) estrechamiento del cauce por diques transversales y longitudinales; (iii) taponamiento de los brazos secundarios, y; (iv) diques vertederos. Paradójicamente, su condición de presidente del Estado Zulia lo llevó a abstenerse: “ <i>en parte por carecer de recursos monetarios al efecto, y parte por el temor de que no pudiendo llevarlos a cabo bajo mi personal inspección, exponía la idea a un descrédito positivo</i> ”. Un detenido estudio le llevó a la conclusión que la mejor solución eran los diques longitudinales, semejantes a los que se construyeron en la boca del río Misisipi (Arcila, 1961, II, pp. 416-424). En el volumen II de esa <i>Historia de la Ingeniería en Venezuela</i> se describen otras proposiciones. La solución adoptada en 1956 fue el dragado de un canal dividido en dos secciones (Arcila, 1961, II, pp. 428-431).
Canalización del río Chama	Esta obra estaba contemplada en el contrato otorgado a Caracciolo Parra Picón, en 1912, para una línea funicular entre Mérida y El Vigía. Entre las opciones para llegar al Lago, se contemplaba una eventual canalización del río Chama desde El Vigía (MOP, 1912), la cual no fue realizada.

(1) Es toda la información que suministra Arcila (1961). (2) Ambos informes (Escudier, 1877; y Urbano, 1885) contenían útil información sobre la topografía, las opciones de riego, sin que se llegara a ejecutar la obra. (3) Aprobado el proyecto por el Congreso, Gallegos traspasó el contrato a la firma G. R. Wilson y Cia. Antes de conceder los adelantos solicitados por esta firma extranjera, el presidente de la República comisionó al ingeniero Francisco de Paula Andrade para que examinase la obra; a falta del informe por parte de este, la obra se abandonó.

A1.2.3.- Sistemas de Riego

El gobierno del general López Contreras impulsó los sistemas de riego, construidos bajo la responsabilidad del Estado y dependientes de su administración. La

finalidad de estas obras fue la promoción de la agricultura, fomentar la colonización y estimular ese sector de la economía.

De esa etapa son, entre otros, los sistemas de riego de: Chirgua en el estado Carabobo para la colonia del mismo nombre; los de San Carlos en Cojedes; El Tuy en Miranda para la Colonia Mendoza; y el de Neverí en Anzoátegui, esencialmente destinados a promover un mayor rendimiento agrícola. Durante los años 1945 a 1948 se construyó el sistema de riego controlado por el embalse de Suata finalizado en 1942 y que recoge las aguas del río Aragua, con una capacidad de almacenamiento de 43 Hm³ de agua; también se inició el Cenizo, estado Trujillo, para la colonia del mismo nombre.

En el lapso 1939-1941, el ingeniero Juan Francisco Stolk proyectó sistemas de riego en grandes zonas agrícolas y pecuarias del país y realizó diversos estudios de control de ríos. En 1941 iniciaron sus actividades las compañías: (i) Riego y Caminos, y; (ii) Aerofoto Venezolana, de las cuales fue fundador el ingeniero Juan Francisco Stolk; este las presidió hasta 1955. Entre otros trabajos de importancia, llevó a cabo un estudio y proyecto de la defensa y control sanitario de Ciudad Bolívar, así como el estudio y trazado del ferrocarril Puerto Cabello-Carora (**Nota 12**).

En la década de los años 50 se definió el Plan Nacional de Riego: se iniciaron y concluyeron importantes obras en esa dirección, como lo fue la exitosa colonia agrícola de Turén en Portuguesa. Un ejemplo notable de esa iniciativa del sector público, lo constituye el comienzo del proyecto del sistema de riego del río Guárico para un ambicioso proyecto agropecuario; el embalse del río Guárico se concluyó en 1956.

En la siguiente década el Estado concentró sus inversiones en la extensión de los sistemas Guárico y Cenizo y en la construcción del sistema de Las Majaguas (1963). Durante esa década se inició la construcción de nuevos sistemas de riego, integrados algunos de ellos a represas para la producción hidroeléctrica: Guanare-Masparro (1988), Yacambú (1978), módulos de Apure y el sistema Uribante-Caparo. Entre las inversiones del Estado en el sector agroindustrial se encuentran numerosos embalses, la red de silos, la plantación de pinos en Uverito, estado Monagas, y otros.

Como se verá más adelante, las grandes obras destinadas a suplir agua como recurso para el aumento de la productividad agrícola no resultaron ser todo lo exitosas que se esperaba. Esto contrasta con el aprovechamiento hidroeléctrico del río Caroní: (1) construcción de la represa de Macagua en los años 50; (2) construcción de la represa de Guri concluida en 1986, como gran regulador del sistema aguas abajo, con lo cual se viene dotando de energía a más de la mitad del país. Tan pronto quede concluido el aprovechamiento del bajo Caroní, unido al del sistema hidroeléctrico Uribante-Caparo para la región sur-occidental aún inconcluso, significará un incremento fractal de similar importancia para el país, al que significó en su historia la red de carreteras que se construyeron al final de los años 20 (véase la **Sección A3.2.2** en el **Anexo A3**).

A1.3.- LAS DÉCADAS POSTERIORES A LOS AÑOS 50

De acuerdo con las *Notas para la Historia de la Mecánica de Suelos en Venezuela* Pérez Guerra (1983, p. 7), en la década de los años 50 hubo mucha actividad de estudio y diseño de presas de almacenamiento para el riego y abastecimiento de agua. En la Dirección de Riego del MOP se estructuró un grupo de proyectistas encabezados por el ingeniero Pedro Palacios Herrera que incluyó al ingeniero Carpóforo Olivares y a los geólogos Jesús Yanes, Carlos Flores Calcaño y Ernesto Alcayno. En el INOS hubo una contraparte con el ingeniero Diego Ferrer Fernández y el geólogo J. M. Rengel F.

Hacia 1960, el Ministerio de Obras Públicas inició el Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Mejoramiento de Tierras Agrícolas; este sirvió de soporte al desarrollo de diversos proyectos importantes en los años siguientes.

En 1963 se creó CVG–EDELCA para responsabilizarse de los proyectos hidroeléctricos del río Caroní; en ese entonces la generación hidroeléctrica cubría 8 % de la demanda nacional.

A1.3.1.- Planificación de Obras Hidráulicas

Con la creación del Consejo Nacional de Obras Públicas en 1941, se decretó el Plan Quinquenal de Obras Públicas. Se establecieron allí: mejoras del sistema de vialidad; instalaciones portuarias; obras de riego; cloacas y acueductos.

Entre 1950 y 1970 se aplicó el Plan Nacional de Irrigación de los ingenieros Palacios Herrera, Key Sánchez, Padilla y Fernández Yépez elaborado en 1949. A su vez, el MOP estableció el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, Programa 1965-68. Este antecedió la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH), planificación y coordinación de las necesidades hidráulicas a nivel nacional (Azpúrua, 1997, p. 84).

COPLANARH, constituido en 1972, fue un nuevo marco de referencia. Este debía contar con una Ley de Aguas y una organización institucional que permitiese llevar el control y seguimiento de las inversiones de diversos usuarios del recurso. La organización se estableció con la creación del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) en 1977 (Azpúrua, 1997, p. 84) (**Nota 13**).

En las **Tablas A1.1 a A1.3** se presentó una síntesis de la información sobre obras hidráulicas hechas entre 1866 y 1950.

A1.3.2.- Ejecución de Obras Hidráulicas y Sanitarias

Hasta 1935 las obras hidráulicas y sanitarias no representaron más del 10% del total nacional de obras ejecutadas en el país. Estas respondieron esencialmente a inversiones en: (i) la construcción de presas para abastecimiento urbano; (ii) estanques de almacenamiento y redes de distribución de agua potable; (iii) redes para recolección de aguas servidas (Martín F., 1997, p. 385). También hubo expropiaciones para la preservación, en cantidad y calidad de los acuíferos de las hoyas hidrográficas (**Nota 3**).

Entre 1936 y 1945, en relación directa al aumento de la población urbana y desarrollo de políticas de saneamiento, los porcentajes del total de obra que se ejecutó en el renglón de obras sanitarias e hidráulicas se mantuvieron durante los gobiernos de López y Medina; esto permitió resolver el problema de aguas potables y servidas en la mayoría de las grandes ciudades del país, lo cual requirió cerca de un 30% del total de obra ejecutada. Con ese crecimiento, para el año 1980 algo más del 80 % de la población disfrutaba de servicio de agua potable, cifra que para 1990 alcanzó el 84% según censo de 1990 (Martín F., 1997, p. 385)

Con relación a las aguas servidas, en 1941 solo el 24% de la población disponía de un servicio moderno de recolección de aguas servidas, mientras que en 1980 el 60% de la población urbana ya disponía de redes cloacales y un 30% otro tipo de sistemas. Estos datos, según el censo de 1990 variaron al 71% y 22% respectivamente. La ausencia de previsión resultó más problemática en el área de la captación, tratamiento y distribución de agua suficiente para satisfacer las necesidades del ritmo de crecimiento de la población urbana.

El balance sobre obras hidráulicas que se presenta en la biografía del ministro Sucre Figarella sobre su gestión en el MOP hasta 1968, se da la **Tabla A1.4** que sigue (Martínez Guada, 2010, p. 89).

Tabla A1.4
Balance Sobre Obras Hidráulicas en la Década 1958-1968

Población y/o Sector Atendido	Año 1958	Año 1968
Población Abastecida		7.872.736
Capacidad de Riego y Abastecimiento de Agua de los Embalses	37 MM m ³	1.347 MM m ³
Tratamiento de Aguas Blancas	7.490 l/seg	23.095 l/seg
Tratamiento de Aguas Servidas	-	35 l/seg

A1.3.3.- Embalses y Otras Obras Hidráulicas

En la **Tabla A1.5** se recoge una muestra de los principales embalses y otras obras hidráulicas construidas en el país. Aún cuando algunos casos ya han sido anotados previamente, es la información que se da en las referencias indicadas y debe entenderse como recordatorio dirigido a los colegas que aborden la reconstrucción de la historia de esta especialidad, parte de nuestra *Historia de la Ingeniería en Venezuela*.

TABLA A1.5
**Embalses, Acueductos, Plantas de Tratamiento,
Canales Dragados y Sistemas de Riego (1866-1998)**

(Fuentes: Arcila, 1961; Fundación Polar, 1997; Suarez, 2002; Ferrer y Marín, 2006)

NOMBRE	FECHA	UBICACIÓN	COMENTARIOS	NOTAS
Presa de Caujarao, destinada a suministrar agua a Coro	1866	Falcón	Primer embalse construido en el país. De mampostería, cortina de arcilla. Con 10 m de altura y unos 300 m de longitud de cresta. Acueducto de hierro (Urdaneta, 1912) (Arcila, 1961, II pp. 390-392)	Nota 14
Embalse de Petaquire	1929	Vertiente norte de la Cordillera de la Costa	Relleno hidráulico de 50 m de altura y 300 m de longitud en la cresta. Túnel de desvío de 400 m de largo y 2.5 m de diámetro	Nota 15
	1939-41		En este lapso y ajustado a la política del general López, el ingeniero Juan Francisco Stolk proyectó sistemas de riego en grandes zonas agrícolas y pecuarias del país y realizó diversos estudios de control de ríos	
	1940-44		Sistemas de Riego: Suata en el estado Aragua. Otros en: Barcelona, Cumaná, San Carlos y Guanare	
Macarao I	1944	Distrito Federal	Dique sobre el río Macarao	
Embalses La Mariposa y Agua Fría	1949	Miranda	Construcción de las represas para servir agua a Caracas	Nota 6
Sistemas de Riego	1940/44		El 24 de enero de 1943 entró en operación el sistema de riego de Suata, estado Aragua. En el lapso señalado otros en Barcelona, Cumaná, San Carlos y Guanare	
Guataparo	1948	Carabobo	Embalse del río Guataparo	
Sistema Tuy I	Años 50	Miranda	Incorporación de los embalses Agua Fría y La Mariposa al suministro de agua	
Embalses La Asunción y San Juan	1950/51	Nueva Esparta	Diques en Nueva Esparta. El embalse del río San Juan, tiene una altura del orden de 16.5 m. En diciembre de 2010 fue preciso abrir las compuertas de alivio como consecuencia de las intensas lluvias	
Copapuycito	1952	Bolívar	Quebrada Copapuycito	

Taiguayguay	1952	Aragua	Río Turmero	
Sistema de riego del Río Guárico	1954	Guárico	Inicio de obras en 1950. También citado como embalse Venezuela	Nota 16
Dique seco en Puerto Cabello	1954	Carabobo	Inicio de un gran proyecto de ingeniería que es el dique seco de Puerto Cabello, para la reparación de buques hasta de 30 mil toneladas.	
Aducción del río Tuy y ampliación de la planta de tratamiento La Mariposa. Sistema Tuy I	1955	Miranda	Inicio de obras, con el fin de suministrar agua potable a Caracas. En la década de los años 50, se inició el bombeo de agua desde la hoya del Tuy hacia Caracas. Fue un problema técnico complejo por las diferencias de cotas –de cota 230 hay que subir a cota mil- y topografía irregular. Para ello se construyeron nuevos diques y embalses: Lagartijo (1960-1962, en San Francisco de Yare, Miranda); La Pereza (1966-1969, embalse compensador del sistema Tuy II, ubicado a 1070 m.s.n.m.); Quebrada Seca (1961); Taguaza (1977); Taguacita, Tácata, Ocumarito (1969), estos 5 últimos en los Valles del Tuy	Nota 7
Sistema de Riego del Río Guárico	1956	Guárico	Puesta en servicio.	Nota 16
Canalización de la Barra de Maracaibo	1956	Zulia	El dragado de 13 km de largo tiene 300 m de anchura	Nota 17
Aducción del Río Tuy	1956	Miranda	Entró en funcionamiento el sistema.	
Río Guaire	¿	Caracas	Embaulamiento iniciado hacia 1907	
Las Majaguas	1959	Portuguesa	Puesta en marcha del sistema de riego Masparro - Boconó para drenaje y control de inundaciones.	Nota 16
Acueducto Submarino entre Margarita y Coche	1959	Nueva Esparta	Conclusión de la obra. Inauguración el año 1960	
Macagua I	1959	Bolívar	Entró en funcionamiento lo cual marcó el inicio del aprovechamiento del río Caroní.	
Pueblo Viejo	1960	Zulia	Río Pueblo Viejo. Inauguración	
Lagartijo,	1960/62	Miranda	Río Lagartijo. Pertenece al sistema Tuy II. ubicado en San Francisco de Yare.	
Santa Clara	1962/63	Anzoategui	Quebrada Píritu	
El Andino	¿	Anzoategui	Río Unare	
El Isiro	1963	Falcón	Río Coro	
Las Majaguas	1963	Portuguesa	Quebrada Las Majaguas	
Guri, primer vaciado de concreto (véase Roo, inédito).	1964	Bolívar	Inicio de su construcción. La primera etapa de esta obra concluyó el año 1968 (6 Gw)	Nota 18
Acueducto Macho Muerto, Margarita	1964	Nueva Esparta	Inauguración. Para esas fechas el INOS administraba 129 acueductos en diferentes ciudades del país.	
Mapará	1964	Falcón	Quebrada Churuguara	
Presa El Isiro	1965	Falcón	Proyecto de los hermanos Pérez Guerra. Gana la licitación la Compañía Mecanizada C.A., de la ingeniero falconiana Omaira Reyes de Texier y el ingeniero Isidro	

			Noguera Mora.	
El Pilar	1965	Sucre	Río Caratal	
Clavellinos	1966/67	Sucre	Río Clavellinos	
Sistema Tuy II	1966	Miranda	Inicio de construcción	
Tamanaco	1966	Guárico	Río Tamanaco	
Churuguara	1966	Falcón	Planta de tratamiento de	
Acueducto en La Fría.	1966		Inicio de la construcción	
La Pereza	1966/69	Miranda	Embalse compensador del sistema Tuy II, ubicado a 1070 m.s.n.m., al este de Caracas	
Tuy II	1967		Inicio de operación	Nota 9
La Estancia	1967	Anzoátegui	Río Aragua	
Presa de Guri	1968		Inauguración de la primera etapa	Nota 18
Camatagua	1969	Aragua	Conclusión. Presa Ernesto León Delgado. Río Guárico	
Puente Blanco	1969	Bolívar	¿Puente?	
Ocumarito	1969	Miranda	Río Ocumarito	
Presa del Río Santo Domingo	1969	Mérida-Barinas	Inicio de la obra	
Sistema Tuy II, Caracas	1970	Miranda	Entra en servicio	
Sistema de aducción Tuy III-Camatagua.	1970	Miranda	Entra en su fase final	
Cumaripa	1971	Yaracuy	Río Yaracuy	
Tulé	1971	Zulia	Río Cachirí	
El Diluvio	¿	Zulia	Río El Palmar	
Tocuyo de La Costa	1971	Falcón	Ríos Játira y Tacarigua. Aparentemente esta obra sufrió algunos daños en 1999. El 2 de diciembre de 2010 se reporta su falla incipiente en varios tramos de su extensión.	
Dos Cerritos	1972/73	Lara	Río Tocuyo. En construcción. Empresa Vinccler, C.A.	
Módulo experimental	1972	Apure		
Múcura I y Múcura II	1972		Sistema de riego	
Turén	1972		Embalse	
Cabuy	1973	Yaracuy	Río Cabuy	
El Tablazo	1973	Zulia	Río (¿) El Tablazo	
Onia	1973	Mérida	Ríos Culegria y Onia	
La Becerra	1973	Guárico	Río Ipire	
Guaremal	1973	Yaracuy	Quebrada Guaremal	
Presa General J. A. Páez, que aprovecha el río Santo Domingo	1974	Mérida-Barinas	Conclusión del complejo hidroeléctrico, inicio de generación	
El Guapo	1974/77	Miranda	Río Guapo. Este embalse se destruyó con las crecientes del año 1999	Nota 19
Pao Cachinche	1974	Cojedes	Río Pao	
Canalización del río Guaire	1974	Caracas		
San José de Guaribe	1975/77	Guárico	Presa de tierra de 20 m de altura, 350 m de longitud (Grupo VIALPA)	

Presa Turimiquire	1975/76	Sucre	Inicio de las obras	
El Palmar	1975	Bolívar	Quebrada Puchima	
Presa de Yacambu	1975-1976	Lara	Inicio de obras	Nota 20
Presa Arenales, embalse Atarigua	1976	Lara	Perforaciones e inyecciones en roca y estribos (OBRESCA) ¿Construcción de obras en 'represa Atarigua'? 76/77. (VINCCLER C.A.)	
El Cigarrón	1976	Guárico	Río Tamanaco	
Cruz Verde	1976	Falcón	Quebrada de Turra	
Atarigua	1977	Lara	Río Tocuyo. Obras de la empresa VINCCLER C.A.	
Taguaza	1977	Miranda	Río Taguaza	
Sistema Uribante-Caparo	1977		Inicio de las obras	Nota 21
El Guaical	1978	Guárico	Quebrada La Soledad	
El Médano	1978	Guárico	Río Tucupido	
Pao La Balsa	1978	Cojedes	Río Pao	
Socuy	1978	Zulia	Río Socuy	
Embalse sobre el río Pedregal	1977/78	Falcón	Embalse Río Pedregal, Falcón, presa de tierra. Cercana a su culminación, 30 m de altura, las aguas del río bajaron de forma impetuosa durante 15 días (noviembre 1977) y cerraron el túnel de descarga con lodo, piedras y vegetación. El agua se derramó sobre la ataguía: 6 víctimas y numerosos lesionados que operaban en la restitución del funcionamiento del túnel de descarga. Se destapó por medio de descargas de fondo dispuestas por especialistas en explosivos de la Marina) (Grupo VIALPA)	
Presa de Guri. Inicio de sobre-elevación de 52 m.s.n.m.	1978/86	Bolívar	Sobre-elevación y construcción de la nueva presa y monolitos con un vaciado total de 5 millones de m ³ de concreto. Construcción e instalación de 10 tuberías forzadas de acero, con diámetros hasta de 11.4 m (EDIFICA). Instalación de una planta de fabricación de concreto, (ABB SVECA SADE)	Nota 18
Represa de Boconó	1978/79	Trujillo	Concluye su construcción (VINCCLER C.A.).	
Vista Alegre	1978	Anzoategui	Río Unare	
La Tigra	1978	Anzoategui	Río Uchire	
Guacamayal	1978	Anzoategui	Río Guanape	
Sistema Yacambu-Quibor	1977	Lara	Río Yacambu. Túneles de drenaje del sistema (OBRESCA consorciado con - GHELLA SOGENE C.A.)	
Matícora	1978	Falcón	Río Matícora	
Sistema Tuy III para Caracas	1979	Miranda	Entró en funcionamiento	
Central Hidroeléctrica Raúl Leoni, Guri	1979	Bolívar	(EDIFICA) (véase 1978/86)	Nota 18
El Guamo	1979	Monagas	Río Guarapiche	

Túnel de trasvase de 7 km en el sistema Uribante-Caparo	1979/83	Táchira	(ESFEGA)	Nota 21
Presa La Honda	1979/85		Esta represa forma parte de la Etapa I del desarrollo Hidroeléctrico Uribante-Caparo (SUOPCA-IMPREGILO)	Nota 21
Acueducto regional del Táchira	1980	Táchira	Construcción de un túnel de 3.3 m de diámetro y 19,5 km de longitud. (OBRESCA)	
El Cují	1980	Anzoátegui	Quebrada Taquima	
Barrancas	1980	Falcón	Río Macoruca	
El sistema Tuy III	1980		Entra en operación	
Presa El Guamo	1980/82	Monagas	Presa de 45 m de altura y 280 m de longitud (Grupo VIALPA)	
Embalse Masparro	1981/84 ¿1988?	Barinas	Construída por (VINCCLER C.A.)	
Presa de tierra derecha en Gurí	1981/85	Bolívar	Construída por (VINCCLER C.A.)	
Complejo Uribante-Caparo	1982	Táchira-Mérida-Barinas	Obras ya iniciadas	Nota 21
Presa de Taguaza	1982	Miranda	Obras en vías de construcción ¿¿Quebrada Seca, Tácata, Ocumarito??	
Presa El Guamo	1982	Monagas	Construcción	
Presa La Vueltoza del sistema Uribante-Caparo	1982/ 1986	Táchira-Mérida-Barinas	Construcción paralizada en 1991, fecha para la cual se encontraban concluidas: fundaciones de la presa, conductos forzados de concreto y el 60% del terraplén de la presa (SPIE-BATIGNOLLES y RATIO C.A.)	Nota 21
Presa sobre el río Taguacita	1982- 1986	Miranda	Presa en concreto (SUOPCA)	
Presa Guri	1983	Bolívar	Se inaugura el primer realizamiento de la Presa de Guri	Nota 18
Tiznados	1983	Guárico	Río Tiznados	
Embalse El Pueblito (¿Pueblecito?)	1983/ 1984	Guárico	Quebrada Honda. Construcción del aliviadero-puente y canaletas (Grupo VIALPA)	
La Honda	1984- 1986		Pantalla en el estribo izquierdo de la represa: 400 m de longitud y alturas entre 40 y 120 m (OBRESCA)	
Central Hidroeléctrica de Peña Larga	1984/ 1987	Barinas	Obras civiles y montaje electromecánico (VINCCLER C.A.)	
Sistema Yacambú-Quibor	1985	Lara	Construcción de tres mil metros lineales de túnel de trasvase Yacambú-Quibor (OBRESCA)	Nota 20
Embalse Machango	1985- 1988	Zulia	Dique de tierra compactada de 25 m de altura y 1.110 m de longitud; torre toma de 30 m de altura (Grupo VIALPA)	
Complejo Hidroeléctrico Raúl Leoni	1986	Bolívar	Inauguración de la etapa final (10 Gw)	Nota 18
La Honda	1986	Táchira	Río Uribante. Concluyen las obras de esa represa del complejo Uribante-Caparo	Nota 21
Taguacita –	1986	Miranda	Entra en servicio el sistema	

Lagartijo				
Turimiquire, represa construida en 1975	1986-1988	Sucre	Río Neverí. Excavación e instalación de 80 km de tubería de acero de 2 m de diámetro, del sistema hidráulico (C.A. DAYCO)	
Sistema de Riego Maticora	1986/1994	Falcón	Canal de riego de 16 m de sección; 16 km de canales elevados para irrigación) (Grupo VIALPA)	
Complejo Uribante Caparo.	1987		Inauguración de obras concluidas. Central San Agatón	Nota 21
El Hueque. Presa ingeniero Juan José Bolinaga	1987/1993	Falcón.	Presa de tierra de 43.5 m de altura y 434 m de longitud (Grupo VIALPA)	
Masparro	1988	Barinas	Río Masparro	
El Ermitaño	1988	Lara	Río El Ermitaño	
Embalse Rafael Urdaneta	1988	Zulia	Puesta en servicio	
Boconó-Tucupido	1988	Portuguesa	Ríos Boconó y Tucupido	
Machango	1988	Zulia	Río Machango	
Turimiquire	1988-1993	Sucre	Revestimiento del túnel Guayacán, de 3.4 m de diámetro y 13 km de longitud, canalización del sistema hidráulico (OBRESCA)	
Borde Seco	¿	Táchira	Río Borde Seco	
La Vueltoza	¿	Táchira	Río Caparo	
Sistema hidráulico de trasvase: Yacambú-Quibor	1988-1993	Lara	Construcción de aproximadamente 13 km de túneles de diferentes diámetros (OBRESCA)	Nota 20
Presa La Vueltoza, sistema Uribante Caparo	1990		Progreso en las obras	Nota 21
Sistema Yacambú – Quibor	1990	Lara	Se concluyen las obras de la presa Yacambú. Túnel Yacambú-Quibor, en construcción	
Concluido el proyecto de la futura presa de Caruachi	1990/1993	Bolívar	Ampliará la capacidad de generación de energía de Guri, y Macagua I y II	
Presa Agua Viva, sobre el río Motatán (Presa Ing. Enrique Jorge Aguerrevere)	1991-1994	Trujillo	Reparación de túneles y disposición de compuertas de la presa. Desviado por túneles desde 1972, en lugar de cumplir esa función durante 3 años, se tardaron 20 en su cerramiento y reparación (Grupo VIALPA)	
Presa Caruachi, Bajo Caroní	1992	Bolívar	Inicio de excavación de sala de máquinas, construcción de presa de enrocamiento con pantalla de concreto (SUOPCA). La empresa (VINCCLER C.A.) participó igualmente en diversas etapas de esta obra. Concluida el año 2006	
Barrancas	1991-1993	Falcón	Reparaciones y obras de drenaje del aliviadero (Grupo VIALPA)	
Canoabo	1995	Carabobo	Río Canoabo	

Macagua II	1998	Bolívar	Río Caroní	
Presa Tocoma, último embalse planificado en el bajo Caroní	2013?	Bolívar	Ubicada entre las presas de Guri y Caruachi	

Notas del Texto

Nota 1.- Para 1964 el INOS administraba 129 acueductos en diferentes ciudades del país. En el desmembramiento del MOP del año 1977, el INOS fue adscrito al MARNR. Posteriormente fue desarticulado en empresas Hidrológicas Regionales.

Nota 2.- En el área de Caracas se hicieron múltiples aforos en quebradas y ríos, destinados a evaluar la capacidad de suministro para las necesidades de la capital (Jiménez, 1911a; Camacho, 1927).

Nota 3.- Las 102 posesiones que conformaban la hoya fueron evaluadas en más de un millón de bolívares (Martín F., 1997, p. 385).

Nota 4.- Con el cambio de gobierno, en 1936 fue nombrado Director de Edificios del MOP correspondiéndole entonces el diseño y construcción de escuelas, hospitales cuarteles y edificios públicos en general. Permaneció en este cargo hasta 1939, cuando pasó a ocuparse del proyecto y construcción de obras para la planta de Las Salinas de Araya.

Nota 5.- El crecimiento de las cuatro ciudades más pobladas del país se da en la Tabla de esta Nota.

TABLA de la Nota 5
Población de las cuatro Ciudades más Pobladas del País (Fuente: Chen y Micouet, 1979)

Año	Ciudades más Pobladas del País			
	Caracas	Maracaibo	Valencia	Barquisimeto
1926 ⁽¹⁾	167941	74767	36804	23109
1936	263400	115400	49200	37700
1941	354100	128500	54800	55700
1950	693900	249800	88700	107800
1961	1336500	434900	164300	203500
1971	2183900	781600	381700	345400
1990 ⁽¹⁾	3433000 ⁽²⁾	1249670	903621	625450

(1) Datos de López J. E. (1997, p 681-682). (2) Área Metropolitana.

Nota 6.- Hacia los años 40 se inició la construcción de dos diques: el de Agua Fría, sobre el río Jarillo y La Mariposa, embalse que capta las aguas del río Valle para servir a Caracas. El primero concluyó en 1949 y el segundo es citado como construido entre 1948 y 1958. Estas dos presas de tierra fueron construidas para el nuevo Acueducto de Caracas. El estudio de las fundaciones fue hecho en el Laboratorio de Santa Rosa con la asesoría del ingeniero E.W Vaughan y el geólogo A. B. Cleaves; este último tuvo como ayudante al geólogo Jesús A. Yanes, recién graduado en la primera promoción de Escuela de Geología de la UCV (Pérez Guerra, 1983, p 6). El Ministro de Obras Públicas para esas fechas, ingeniero Enrique J. Aguerrevere, exigió que la compañía contratista incorporara ingenieros venezolanos para que adquiriesen experiencia. Entre estos se encontraban los ingenieros Gustavo Pérez Guerra, Matías Brewer, Pedro Klindt y Alfredo Paúl Delfino. Por parte del Gobierno, en la supervisión e inspección actuaron los ingenieros consultores José Antonio Ayala Duarte, George C. Bunker y Ernest W. Steel.

Nota 7.- En esa década de los años 50 se inicia el inicio del bombeo de agua desde la hoya del Tuy hacia Caracas. Fue un problema técnico complejo por las diferencias de cotas ya señaladas así como fuertes irregularidades topográficas. En esos años entró en funcionamiento el sistema de bombeo Tuy I; el Tuy II en 1967; y en 1980 el Tuy III. Para ello se construyeron nuevos diques y embalses: Lagartijo (1960-1962, San Francisco de Yare, Miranda), La Perezza (1966-1969, embalse compensador del sistema Tuy II, ubicado a 1070 m.s.n.m.), Quebrada Seca, Taguaza, Taguacita, Tácata, Ocumarito. El sistema Tuy IV, sufrió de un importante retraso pues, para 2012, la represa de Cuirá, esencial en el sistema, aún se encontraba en construcción.

Nota 8.- Esta problemática, propia del río Guaire, requirió atención por razones de salubridad pública. En 1934 se presentó el primer proyecto para su saneamiento entre Antímano y San Agustín del Sur. Por

esas fechas se iniciaron obras de canalización y construcción de algunos tramos de los colectores marginales. La construcción del embaulamiento de la quebrada de Caroata, en su ruta hacia el río Guaire, durante la reurbanización de El Silencio, se da en Röhl (1988).

Nota 9.- En 1997 la Oficina Regional de la OMS, CEPIS, Lima, publicó un trabajo sobre la confiabilidad del sistema de aducción de agua potable Tuy II (Grases et al., 1997).

Nota 10.- Los mencionados ensayos se realizaron en un Laboratorio de Ensayo de Materiales construido en Maracay -el segundo con el que contó el país-, sede de la División de Malariología del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

Nota 11.- A mediados de los años 70, en la Facultad de Ingeniería de la UCV, se llevó a cabo la verificación de la seguridad de la tubería tierra firme-Nueva Esparta, al desplazamiento de fallas geológicas activas (Uzcátegui et al., 1977).

Nota 12.- El ingeniero Stolk analizó un ambicioso proyecto consistente en un canal para comunicar el río Orinoco con el Mar Caribe. Un resumen del mismo fue presentado por ese profesional como trabajo de incorporación a ACFIMAN en mayo de 1958 (Carrillo, 2003, p. 132).

Nota 13.- En fecha reciente, el ingeniero Arnoldo José Gabaldón publicó una detallada relación sobre el trabajo efectuado por COPLANARH (Gabaldón, 2009). Las implicaciones desde el punto de vista de la planificación sobre un recurso tan importante como el agua y las obras hidráulicas, están allí descritas por un testigo de excepción.

Nota 14.- El dique de Caujarao fue proyectado y ejecutado por el ingeniero Luciano Urdaneta. Según Pérez Guerra (1983, p. 5.) el ingeniero Urdaneta era profesional interesado por los problemas geológicos y de hidrogeología. El dique de Caujarao suministró agua a Coro (Urdaneta, 1912). Esta obra, concluida en 1866, era de ‘mampostería hidráulica’, de 10 m de altura y de 86 m de largo. Urdaneta utilizó 10 mil m³ de arcilla para sellar filtraciones del dique en una operación: “... *que ya cae en el campo de la geotecnia*” según Pérez Guerra (1983, p. 5). En la década de los 90 del siglo XIX, este ingeniero publicó artículos sobre geología de Venezuela y sobre aguas subterráneas, en la *Revista de Ingeniería*.

Nota 15.- Entre los años 19 y 29 del siglo XX se realizó en Venezuela una obra de tierra en la cual el ingeniero Pérez Guerra señala que se emplearon procedimientos de los más avanzados para su época. Se refirió allí a la presa de Petaquire, hecha a base de relleno hidráulico, de 50 m de altura y 300 m de longitud en la cresta (Pérez Guerra, 1983, p. 5). El promotor y realizador de esa obra fue el ingeniero Ricardo Zuloaga, fundador de la C.A. La Electricidad de Caracas, con la colaboración de ingenieros venezolanos: Oscar A. Machado, Pedro J. Azpúrua, Oscar Zuloaga y Carlos Anglade. Como obra accesoria se cita el túnel de desviación de 400 m de largo y 2.5 m de diámetro. La obra entró en servicio en 1929 y se usó para la generación de energía; hoy sirve para abastecimiento de agua. Detalles sobre la construcción de este dique se dan en la biografía del ingeniero Ricardo Zuloaga del doctor Juan Röhl (Röhl, 1977, pp. 119-128).

Nota 16.- En la década de los 60, el Estado concentró sus inversiones en la extensión de los sistemas Guárico y Cenizo y en la construcción del sistema de Las Majaguas. Durante esa década se inicia la construcción de nuevos sistemas de riego, integrados algunos de ellos a represas para la producción hidroeléctrica: Guanare-Masparro, Yacambú, módulos de Apure, Uribante-Caparo.

Nota 17.- Muñoz Tébar publicó un trabajo sobre los problemas de navegación por la barra de Maracaibo en 1911 (véase la **Tabla A.1**; Muñoz Tébar, 1911b).

Nota 18.- La central Hidroeléctrica Raúl Leoni se encuentra en la cuenca baja del río Caroní. El sitio, a unos 100 km aguas arriba de Macagua, se denomina Guri. Este proyecto está enmarcado en el crecimiento acelerado de la demanda energética del país; aseguró la capacidad instalada aguas abajo en la central hidroeléctrica de Macagua I. Planificada en tres etapas, la construcción de la primera se inició en 1964, año en el cual se realizó el primer vaciado de concreto en el sitio. En esa etapa, culminada en 1968, el sistema constaba de: una presa de gravedad, dos presas de tierra y de enrocamiento, un aliviadero y una casa de máquinas con 10 unidades generadoras cuya capacidad instalada alcanzó un total de 2.56×10^6 kW a la cota de 215 m. El área inundada por el embalse en esa primera etapa alcanzó 800 km² y el volumen del lago 17×10^6 m³ = 0.017 km³. Requerimientos de demanda y elevación del costo del petróleo condujeron a fusionar la segunda y tercera etapas, la cual consistió en: (i) sobre-elevar la presa principal y aliviadero existentes hasta la cota de 272 m; (ii) construir dos nuevas presas de gravedad en las márgenes derecha e izquierda del río; (iii) construir una casa de 10 máquinas al pié de la nueva presa de gravedad, situada en la margen derecha del río; (iv) construir dos presas de tierra y enrocamiento en los estribos de la presa de gravedad, y; (v) construir diques en las márgenes derecha e izquierda del embalse (**Nota 22**). Estas modificaciones elevaron el área inundada por el embalse en esta etapa final hasta unos 4750 km² y el volumen del lago a 134.5 km³. La capacidad de generación del Guri alcanzó unos 10×10^6 kW, lo cual representó más de la mitad de la demanda de energía del país. Las obras se concluyeron en 1986; el 8 de noviembre de ese

año se procedió a la inauguración oficial. (César A. Guevara 1997, Dicc. Pol. Tomo III, p 889). El ingeniero Germán Roo dejó una muy completa obra inédita sobre la historia de la construcción de la represa de Guri.

Nota 19.- Sobre la capacidad de alivio de la nueva represa de El Guapo, en el año 2003 A. Prusza presentó un trabajo para optar al título de ingeniero civil (Prusza, 2003).

Nota 20.- En la **Sección XII.9** se da una síntesis sobre los problemas que se presentaron durante la construcción del túnel de Yacambú y las soluciones adoptadas; al respecto véase el trabajo de Hoek y Guevara (2008). Sobre el proyecto y sus diferentes fases de construcción, véanse las descripciones de: Ochoa (1974); Guevara B., R. (2004; 2011); Guevara B., R. et al. (2004). En fecha reciente (periódico *El Univerdsl* de Caracas, 27 febrero 2012) se da como fecha de conclusión el año 2019ç.

Nota 21- En la **Sección XII.12** se describe en forma somera este proyecto, su secuencia de ejecución y el estado actual.

Nota 22.- La fusión de las etapas 2 y 3 de la sobreelevación del Guri, requirió estudios en un modelo hidráulico que incluyó las nuevas estructuras mencionadas. Este, escala 1:50, fue instalado en una de las derivaciones de la represa de Macagua donde se contaba con un caudal adecuado de agua para el análisis de los aliviaderos (Grases, M., 2010). La ejecución y análisis de este modelo fue obra del ingeniero Manuel Grases; está descrito e ilustrado en Maldonado-Burgoin (1997, pp. 219-222).

Referencias Citadas

- ARCILA FARIAS, E. (1961). *Historia de la Ingeniería en Venezuela*. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Edit. Arte, 2 Vol. Caracas.
- AZPÚRUA, P. P. (1997). Agua. En: *Diccionario de Historia de Venezuela*, Fundación Polar, Tomo I, 81-86, Caracas.
- BERTI, A. L. (1997). *Arnoldo Gabaldón. Testimonios sobre una vida al servicio de la gente*. Ediciones de la Cámara de Diputados de la República de Venezuela, ISBN 980-03-0243-5, Caracas, 353 p. /Amplia documentación epistolar/.
- CAMACHO, J. V. (1927). Estudio preliminar para surtir de agua potable los acueductos de Caracas. *Revista del Colegio de Ingenieros*, N° 40, pp. 242-248, agosto.
- CARRILLO, J. M. (2003). *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Datos históricos y biográficos*. Colección de Biografías de Personajes de la Ciencia y Tecnología en Venezuela. Fundación Polar, ISBN 980-379-063-3. Caracas, 160p + índice. /Contiene numerosas biografías resumidas de ingenieros venezolanos destacados/.
- CASANO L., A. M. (1875). Informe del ingeniero Casano López sobre la canalización del río Guárico, de diciembre de 1875. En: Archivo General de la Nación, *Obras Públicas*, Legajo 40. Caracas.
- CENTENO GRAÜ, M. (1911). Informe sobre el acueducto de Barcelona. *Revista Técnica del MOP*, N° 7, p. 332, julio.
- CHEN, CHI-YI y MICOUET, M. (1979). *Dinámica de la población. Caso Venezuela*. Edición UCAB-ORSTOM, Caracas. 735 p.
- COMISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH) (1975). *Inventario Nacional de Tierras*. Caracas.
- DE SOLA R., R. (1988). *La Reurbanización de El Silencio. Crónica*. INAVI. Caracas, 320 p.
- ESCUDIER, A. (1877). Informe sobre obras para el riego de tierras laborables en Cumaná. *Memoria del MOP*, p. CLXII y pp. 229-235.
- FERRER, D. y MARÍN, S. (2006). Evaluación del estado de mantenimiento de las represas venezolanas. In: Capítulo XVI de *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. I, pp. 289-308. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- FUNDACIÓN POLAR (1997). *Diccionario de Historia de Venezuela*. 4 Tomos, 2ª edición, ISBN 980-6397-37-1, Exlibris. Caracas.
- GABALDÓN, A. J. (2009). El Plan Nacional del Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos y su Instrumentación (COPLANARH). *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Entre Siglo y Siglo, décimo aniversario, pp. 145-168, ISBN 978-980-7106-04-07. Caracas.
- GONZÁLEZ E., P. (1913). Informe del ingeniero director Pedro González E. sobre las cloacas de Caracas y resolución del Ministerio de Obras Públicas. *Revista Técnica del MOP*, N° 20, pp. 286-291, mayo.
- GONZÁLEZ, G., GARCÍA, J. y NUÑEZ, P. (2005). El problema del río Guaire: una visión histórica. Presentado en: *Simposio Saneamiento del Río Guaire. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, LXV, N° 1-4, 41-46, Diciembre. Caracas.

- GRASES, J., CONTRERAS, I. y GRASES, G. (1997). *Estudio de caso: vulnerabilidad de los sistemas de agua potable frente a deslizamientos*. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la OMS. Impreso por (CEPIS). Lima, 99p.
- GRASES, M. (2010). Conversaciones con el ingeniero Manuel Grases G., en Olerdola, durante agosto de 2010.
- GUEVARA, C. A. (1997). Represa Raúl Leoni. En: *Diccionario de Historia de Venezuela*, Fundación Polar, Tomo III, 889-890, Caracas.
- GUEVARA B., R. (2004). Aspectos sobre diseño y construcción en los últimos 4.6 km del Túnel de Yacambú. *Memorias XVIII Seminario Venezolano de Geotecnia (Geoinfraestructura: "La Geotecnia en el Desarrollo Nacional")*. Septiembre, Caracas, p. 65 y CD.
- GUEVARA B., R. (2011). Conversaciones con el ingeniero Rafael Guevara B. en Caracas, durante abril de 2011.
- GUEVARA B., R., CERDA, F. y CARRERO, L. (2004). Túnel Yacambú-Quibor, experiencia de construcción-reparación del tramo entre las progresivas 12+800 a 12+950. *Memorias XVIII Seminario Venezolano de Geotecnia (Geoinfraestructura: "La Geotecnia en el Desarrollo Nacional")*. Septiembre, Caracas, CD.
- HERRERA TOVAR, M. F. (1918). El pozo del Cuartel del Cuño. *Revista de Estudios de Ingeniería*, N° 25, diciembre, pp. 24-30. /El año anterior en *Revista de Estudios de Ingeniería*, en el N° 6, mayo 1917, pp. 1-10, se publicó: El funcionamiento del pozo séptico/.
- HOEK, E. and GUEVARA B., R. (2008). Overcoming squeezing in the Yacambú-Quibor tunnel, Venezuela. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, submitted (37 p ampliamente ilustrado).
- JAHN, A. (1926a). El problema del Abastecimiento de agua en Caracas. *Boletín de la Cámara de Comercio de Caracas*.
- JIMÉNEZ, G. (1911a). Memorias y estudios sobre asuntos técnicos nacionales. Las aguas del valle de Caracas. *Revista Técnica del MOP*, N° 7, pp. 347-353, julio. / Reproducido en: *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, N° 1, Junio 2001, pp 191-213, Caracas/.
- LÓPEZ, J. E. (1997). Poblamiento siglos XVI-XX. En: *Diccionario de Historia de Venezuela*, Fundación Polar, III, pp. 676-683. Caracas.
- MALDONADO-BURGOIN, C. (1997). *Ingenieros e Ingeniería en Venezuela. Siglos XV al XX*. Edición 30° Aniversario TECNOCONSULT, ISBN 980-07-4729-X, Caracas, p 239 + bibliografía.
- MARTÍN F., J. J. (1997). Obras Públicas, siglo XX *Diccionario de Historia de Venezuela*, Fundación Polar, vol. III, pp 376-388, Caracas.
- MARTÍNEZ G., J. (2010). *Leopoldo Sucre Figarella. Constructor en Democracia en la Historia de la Ingeniería Venezolana*. Fundación Leopoldo Sucre Figarella. ISBN: 978 9807388-00-9, Impresos Rayuela. Caracas, 217 p.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1912). Canalización del río Chama. *Revista Técnica del MOP*, N° 17, mayo, p. 276.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1913). Normas constructivas a las cuales debe ajustarse la carretera Caracas-La Guaira. *Revista Técnica del MOP*, N° 30, 374-375, junio, Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1945). *Normas para la construcción de edificios*. Litografía de Comercio, Caracas.
- MUÑOZ TÉBAR, J. (1911a). Unión de los Golfos de Cariaco y de Paria. *Revista Técnica del MOP*, Tomo I. Caracas, p535-538.
- MUÑOZ TÉBAR, J. (1911b). La Barra de Maracaibo, *Revista Técnica del MOP*. Enero, N° 1, pp 50-57.
- MUÑOZ TÉBAR, J. (1911 c). Estudio hidrográfico de los raudales de Atures y Maipures. *Revista Técnica del MOP*. N° 4, abril, pp. 203-208.
- OCHOA, J. M. (1974). La obra de Yacambú. En: *Sobre 20 Años de Actividades*, Asociación Venezolana de Productores de Cementos (1976), pp. 755-783. Caracas.
- OLIVARES, A. E. (1942). Cálculo de distribución de agua para edificios. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*. N° 142, 185-202, Caracas.
- OLIVARES, A. E. (1952). *Cálculo de Distribución de Aguas para Edificios*. Caracas, 71 p.
- PARDO STOLK, E. (1965). Estudio preliminar para establecer un Puerto General sobre el río Orinoco en la zona de Guayana. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, vol. 25 (70):3-8, Caracas.
- PÉREZ, M. C. (1911). Proyecto de acueducto para Aragua de Maturín. *Revista Técnica del MOP*, N° 9, p. 427 septiembre.
- PÉREZ GUERRA, G. (1983). Notas para la Historia de la Mecánica de Suelos en Venezuela, *Conferencia 25 Aniversario de la Sociedad Venezolana de la Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones*, Caracas, noviembre, 11p.

- POWER, L. E. (1914). Informe sobre el acueducto de Puerto Cabello y proposiciones para su reforma. *Revista Técnica del MOP*, N° 45, pp. 390-392, septiembre (contiene planos y perfiles).
- PRUSZA, A. (2003). Rehabilitación de la presa de El Guapo. Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Nueva Esparta. Caracas, 82 p.
- RÖHL, J. (1977). *Ricardo Zuloaga (1867-1932)*. Cuarta edición. Caracas, 215 p.
- ROO, H. (2013). *Memoria Técnica del Proyecto Guri*. CVG-EDELCA. En imprenta.
- SUAREZ V., L. M. (2002). *Incidentes en las presas de Venezuela. Problemas, soluciones y lecciones*. INBN 980-07-8170-6- Editorial Arte. Caracas.
- SUCRE, P. J. (1875). Informe del ingeniero Pedro José Sucre, en Villa de Cura, sobre la canalización del río Guárico, 31 de diciembre de 1875. En: Archivo General de la Nación, *Obras Públicas*, Legajo 40. Caracas. Véase: *Memoria del MOP*, 1875, pp. 197-227.
- URBANO, F. (1885). Informe de la Junta de Fomento con base a los datos del ingeniero Federico Urbano, para el riego de las Vegas de Cumaná. *Memoria del MOP*, p. 244.
- URDANETA, L. (1912). Informe y plano explicativo del Acueducto de Coro y Dique de Caujarao de 1866. *Revista Técnica del MOP*, N° 23, Tomo II, noviembre. Caracas, p 577-589 /Artículo post-mortem/. La taponadura mencionada en el texto, se describe en la misma *Revista Técnica del MOP*: N° 30, p 396 y N°39, p 104, en trabajos firmados por el ingeniero J.M. Ibarra Cerezo.
- Uzcátegui, R., Grases, J. y Molina, Y. (1977). Cálculo de los esfuerzos debidos a movimientos de fallas geológicas en una tubería submarina. *Boletín Técnico IMME*, Vol. 15. N° 57-58, 103-126, UCV, Caracas.