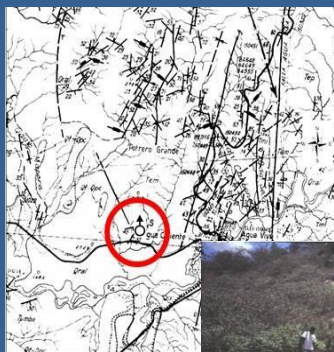




Academia Nacional de la
Ingeniería y el Hábitat

BOLETÍN 29



AGUA VIVA



SAN JACINTO



AGUAS CALIENTES



BOLETÍN 29

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat



ANIH

Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas, 1010 – Venezuela
Apartado Postal 1723 - Caracas, 1010 – Venezuela.

Oficina Administrativa: Edif. Araure, Piso 1, Ofic. 104, Sabana Grande,
Caracas, 1050 - Venezuela.

Teléfonos: (+58-212) 761.03.10 / 761.20.70

Correo-e: acadingven@gmail.com / url: www.acading.org.ve

LA PORTADA

LAS FUENTES TERMALES DEL ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA

La fuente termal de Agua Viva, se encuentra en la zona del mismo nombre, al noroeste de la cuenca de Monay y está asociada al sistema de fallas de Valera; la fuente termal de Aguas Calientes está ubicada al norte del caserío Aguas Calientes, asociada también con el sistema de fallas de Valera y la fuente termal de San Jacinto, está ubicada al sur de la ciudad de Trujillo y ha sido descrita como sulfurosa y de propiedades terapéuticas.

Título Original:

BOLETÍN 29

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

Diseño y Diagramación: ANIH

Diseño de Portada: ANIH

Compuesto por caracteres: Times New Roman, 11

Caracas - Venezuela

Edición Digital

Julio 2015

Depósito Legal: pp200103CA232

ISSN: 1317-6781

INDIVIDUOS DE NÚMERO

Sillón	I	Roberto Úcar Navarro
Sillón	II	Oscar Grauer
Sillón	III	Manuel Torres Parra
Sillón	IV	Nagib Callaos
Sillón	V	José C. Ferrer González
Sillón	VI	Asdrúbal A. Romero Mújica
Sillón	VII	Eduardo Roche Lander
Sillón	VIII	José Grases Galofre
Sillón	IX	Alfredo Guinand Baldó
Sillón	X	Gonzalo J. Morales Monasterios
Sillón	XI	Oladis Troconis de Rincón
Sillón	XII	Guido Arnal Arroyo
Sillón	XIII	Luis Giusti
Sillón	XIV	Alfredo F. Cilento Sarli
Sillón	XV	Alberto Urdaneta Domínguez
Sillón	XVI	Víctor R. Graterol Graterol
Sillón	XVII	Eduardo Buroz
Sillón	XVIII	Arnoldo José Gabaldón Berti
Sillón	XIX	César Quintini Rosales
Sillón	XX	Luis Enrique Oberto González
Sillón	XXI	Vladimir Yackovlev
Sillón	XXII	Heinz Henneberg G.
Sillón	XXIII	Darío Alfredo Vilorio
Sillón	XXIV	Simón Lamar
Sillón	XXV	Marianela Lafuente
Sillón	XXVI	Franco Urbani Patat
Sillón	XXVII	Vacante
Sillón	XXVIII	Rubén Alfredo Caro
Sillón	XXIX	Eli Saúl Puchi Cabrera
Sillón	XXX	Carlos Genatios Sequera
Sillón	XXXI	Mario Paparoni Micale
Sillón	XXXII	Roberto César Callarotti Fracchia
Sillón	XXXIII	Aníbal R. Martínez
Sillón	XXXIV	Walter James Alcock
Sillón	XXXV	Oscar Andrés López Sánchez

COMITÉ DIRECTIVO

Presidente: Manuel Torres Parra
Vicepresidente: Rubén Alfredo Caro
Secretario: José Grases Galofre
Tesorero: Vladimir Yackovlev
Bibliotecario: Franco Urbani

COMISIÓN EDITORA

Aníbal R. Martínez, Presidente
Rubén Alfredo Caro
Oladis Troconis de Rincón
Vladimir Yackovlev
Francia Galea
Carlos Raúl Canard

LA ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT HACE CONSTAR QUE LAS PUBLICACIONES QUE PROPICIA ESTA CORPORACIÓN SE REALIZAN RESPETANDO EL DERECHO CONSTITUCIONAL A LA LIBRE EXPRESIÓN DEL PENSAMIENTO; PERO DEJA CONSTANCIA EXPRESA DE QUE ESTA ACADEMIA NO SE HACE SOLIDARIA DEL CONTENIDO GENERAL DE LAS OBRAS O TRABAJOS PUBLICADOS, NI DE LAS IDEAS Y OPINIONES QUE EN ELLOS SE EMITAN.

MIEMBROS HONORARIOS

Ignacio Rodríguez Iturbe
Graziano Gasparini
Salomón Cohén
Celso Fortoul
Gustavo Ferrero Tamayo
José Ignacio Moreno León
Roberto Centeno
Miguel Bocco
Mariana Henriette Staia
Rodolfo Tellería
Mireya Rincón de Goldwasser
Oscar Benedetti Pietri

MIEMBROS CORRESPONDIENTES EXTRANJEROS

William A. Wulf (Estados Unidos)
Jacky Lesage (Francia)

MIEMBROS CORRESPONDIENTES POR EL ESTADO MIRANDA

Alejandro J. Müller Sánchez
Martín Essenfeld Yahr
Joaquín Lira–Olivares

MIEMBROS CORRESPONDIENTES POR EL DISTRITO CAPITAL

Carlos Genatios Sequera
José Luis López Sánchez

MIEMBRO CORRESPONDIENTE POR EL ESTADO MÉRIDA

Julián Aguirre

ÍNDICE

BOLETÍN 29

SESIÓN SOLEMNE

de incorporación de Miembro Académico a la ANIH

INDIVIDUOS DE NÚMERO

- Sesión Solemne de incorporación a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat del Ing. Eduardo Buroz Castillo, como Individuo de Número, Sillón XVII, el 11 de diciembre del 2014.
 - *Discurso de Incorporación del Ing. Eduardo Buroz Castillo* 9
 - *Discurso de Contestación del Acad. Arnoldo José Gabaldón* 25
 - *Palabras de clausura por el Presidente Manuel Torres Parra* 32

ARTÍCULOS TÉCNICOS

- Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela, Eduardo Carrillo, Franco Urbani, y Armando Ramírez 36
- Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela, Ingeniero José Grases 75
- Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes, José Grases..... 140

SESIÓN SOLEMNE

de incorporación de Miembros Académicos a la ANIH

INDIVIDUOS DE NÚMERO

**Sesión Solemne
de incorporación a la
Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat del
Ing. Eduardo Buroz Castillo, como
Individuo de Número, Sillón XVII,
el 11 de diciembre del 2014**

Discurso de Incorporación del Ing. Eduardo Buroz Castillo

Señor Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Señor Presidente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Señores Individuos de Número, Miembros Honorarios, Miembros Correspondientes y Miembros de las Comisiones Técnicas de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Sra. Liana de Graf y señores Claus, Hans y Carl Graf. Señores Individuos de Número, Miembros Correspondientes y Miembros de las Comisiones Técnicas de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Señores Profesores de las Facultades de Ingeniería y Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Señor Decano de la Facultad de Ingeniería, Señor Director de Sustentabilidad Ambiental y Señores Profesores de Universidad Católica Andrés Bello. Señores socios y colegas de la empresa Ingeniería Caura S.A.; Queridísima familia Buroz Echenagucia; Hermanos y familiares; Estimadísimos compadres; Apreciados condiscípulos, amigos todos, señoras y señores.

Introducción: valores capitales del quehacer humano.

Subir al pulpito de Santo Tomas en el Paraninfo del Palacio de las Academias para leer el discurso de incorporación como Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat es un honor que asumo con profunda humildad. La misma que concito para encomendar a ese Santo, Patrón de las Universidades, que esta exposición sea un ejercicio de la razón. Tomas de Aquino se refirió a la ética cristiana como *el querer el bien de todo hombre*, tratamos de mostrar con argumentos de razón, que ese carácter ético ha signado la gestión de las aguas en Venezuela, concordante, además, con el principio tomista de que el fin último del hombre es alcanzar la

felicidad. No puede ser feliz el hombre cuando degrada la naturaleza, ya al hacerlo se daña a sí mismo. Sin embargo, debemos reconocer que esa posibilidad existe, por cuanto el hombre es dueño de su albedrío, la libertad es su privilegio. Atentar contra ella es transgredir la esencia humana, por eso, para evitar las desviaciones negativas de la libertad requerimos de un proceso de desarrollo intelectual, que bajo la luz de la razón, nos permita ordenar nuestra conducta por efecto de la convicción, que no de la coerción, que puede conducir a la tiranía. Felicidad, libertad, razón, convicción y orden, son valores capitales del quehacer humano.

Parte I: Semblanza del Dr. Claus Graf.

Me corresponde asumir el sillón académico No XVII que dignamente ocupó el Doctor Claus Graf, a quien no tuve el honor de conocer personalmente, pero de cuyo carácter he sido informado por apreciados colegas: *jovial, de naturaleza respetuosa, pero de convicciones firmes y opiniones certeras, con habilidad innata para lograr empatía con sus interlocutores.*

Sus apologistas han señalado cualidades similares. El Ingeniero Horacio Medina lo recuerda: *con una sonrisa y un gran don de gente. Lo vimos actuar en momentos difíciles, sin perder la compostura y la sindéresis.* El Geólogo Gustavo Coronel destaca: *su atractiva personalidad tuvo como principal característica la modestia. Su eficiencia hablaba por él.*

La Sociedad Venezolana de Ingenieros de Petróleo al rendir honor a su memoria expresó: *el Dr. Graf fue un ejemplo de responsabilidad, integridad, honestidad, sinceridad, humildad, profesionalismo y compromiso con los valores de la industria petrolera y del país.*

Estas descripciones, aunadas a algunos detalles que me fueron brindados por su hijo Hans y otros relatos contenidos en los bosquejos biográficos, publicados en el Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela No 113, dan cuenta de un hombre que supo encontrar el supremo bien de la felicidad.

El modo de asumir decisiones trascendentales en su vida, refleja su capacidad de actuar con libertad de conciencia. Una de ellas, la de renunciar a la Creole Petroleum Corporation, decisión necesaria para cumplir con su voluntad de seguir estudios superiores en su ramo profesional. También, la de asumir el esfuerzo académico de atender cátedras de Pregrado y Postgrado en la Escuela de Geología y Minas durante el periodo 1970 – 1974, en momentos en que ejercía sucesivamente las Gerencias de Geología y de Producción de Lagoven.

El Dr. Graf tomó la decisión de efectuar estudios superiores de geología, los cuales realizó en la Universidad de Rice, en Texas, Estados Unidos de América, donde alcanzó los grados de Master of Arts y Doctor of Philosophy, en 1966 y 1968, respectivamente.

Transmitir el conocimiento adquirido, capacitando a otros para que atiendan circunstancias profesionales o temas de interés vital, pondera en grado sumo la conciencia trascendente del hombre, que no se agota en cada quien, sino que se expande a través de aquellos a los cuales se les transmitió el saber. El Dr. Graf realizó esa labor durante los años 70 al 74, pero nunca abandono sus vínculos universitarios, ni su voluntad de contribuir a desarrollar el pensamiento reflexivo, inquisitivo y creativo, propio de la razón.

El Dr. Franco Urbani, recuerda varios interesantes programas concebidos y desarrollados por su ingenio. Mencionamos el atinente al entrenamiento de los estudiantes de ciencias de la tierra en las universidades nacionales, mediante la dotación de equipos en perfectas condiciones operativas, pero ya desincorporados de uso en la empresa petrolera, de modo que los estudiantes pudieran conocer sobre el terreno y en los laboratorios, el manejo del instrumental requerido para la realización de estudios geológicos. Concordante con su visión de la difusión del conocimiento, el Dr. Graf concibió la creación de un museo geológico virtual que puede ser consultado a través de la red global y que ayuda decisivamente a comprender las características de nuestras formaciones geológicas.

El reconocimiento a sus méritos profesionales y académicos tuvo un hito culminante al ser designado Individuo de Número - Fundador de la

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, corporación que declaró al conocer su desaparición física: *Hoy el Sillón XVII de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat queda vacío, pero nuestros corazones, plenos y honrados de haber compartido y conocido a un dedicado y acucioso geólogo, ser humano generoso, sencillo, noble y excepcional.*

Participar en la conducción de una empresa nueva, de gran magnitud y de la cual depende la felicidad de millones de personas, en el sentido tomista al que nos hemos referido, demanda estar convencido que se cuenta con la voluntad de cumplir con la responsabilidad asumida. Esa convicción estuvo presente en las tareas directivas del Dr. Graf en la industria petrolera venezolana. El convencimiento de que las filiales y la casa matriz debían actuar como corporaciones autónomas, respondiendo a las metas prometidas al accionista, pero sin la injerencia de éste, signó su desempeño. El orden, como motor de la buena gerencia, expresado en principios, normas, organización y desarrollo de equipos de trabajo, marcó su actuación.

El recorrido por la existencia vital del Dr. Graf a través de los cinco valores que hemos examinado, no estaría completo sin una visión de su cotidianidad, de su carácter filial, de sus gustos, de algunas anécdotas que relaten los hechos sencillos de la vida y contribuyan a mostrar la integralidad de su ser.

El Licenciado Rafael Lairer nos ha conversado sobre su valoración de lo ambiental y sobre sus gustos: deportes y actividades al aire libre; actividades reflexivas como la lectura o compartidas como juegos de viajes. Ellas nos hablan de su valoración por la sana competencia, de su visión sobre la importancia de actuar en equipo; de su idea de consustanciarse con la naturaleza y recrearla en espacios donde pudiera dársele cuidado y atención; de su interés geográfico, para hacer comprender a sus compañeros, la diversidad del mundo y la necesidad de reconocerla.

Para concluir transmito las palabras de su hijo Hans:

Siempre dedicado, dispuesto a entender los sueños y necesidades de crecimiento de sus hijos. Nunca hubo un sí o un no, sin el argumento adecuado.

Sabía apreciar la naturaleza e insistió en llevarnos siempre a conocer Venezuela antes que ir a cualquier otro lugar del mundo. Fue así como los viajes a la Gran Sabana, por ejemplo, se hicieron casi un rito, al punto que viajamos cinco veces. Acampar en la playa, comer pescado frito con las manos, jugar fútbol en cualquier escampado, era rutina en las salidas a vacacionar.

Siempre quiso tener un geólogo en la familia, pero estaba feliz por haber contribuido a formar un ingeniero mecánico, un periodista y un profesor.

En esta tarea de hacer la vida posible para todos, siempre tuvo en Liana, su amada esposa, una compañera de viaje incondicional. Su amor eterno.

Fue estricto. Nos hacía pararnos con el himno nacional y nunca quiso sacar la nacionalidad alemana, porque le bastaba con su país, Venezuela, tierra a la cual amo siempre.

La frase final de Hans, *Venezuela, tierra a la cual amo siempre*, es el mayor mensaje que nos deja el Dr. Graf. Nos conmueve y reconforta en el deseo de permanecer y actuar con firme voluntad, en el propósito de contribuir a hacer de este territorio y de esta sociedad, un espacio de armonía, de ejercicio de libertad, de civilidad y felicidad, donde los argumentos de la razón sean suficientemente convincentes para que podamos actuar con arreglo al orden que constituye nuestro contrato social.

Parte II: El agua en el río del tiempo.

El agua en el río del tiempo. Quinientos años de gestión de las aguas compendiados en doscientas ochenta páginas. Ellas constituyen un croquis, para que otros autores, con paciencia de cartógrafos construyan el mapa para recorrer ese río de ideas sobre las aguas.

En este trabajo reconocí el valor de la comunicación oral, con base a la cual pude orientar muchas de mis indagaciones, porque la vida me deparó la oportunidad de conocer desde temprana edad los sucesos del quehacer hidráulico al lado de mi padre. Ya graduado mi desarrollo profesional contó con un mentor y preceptor excepcional, quien unía a sus relatos orales, la indicación de una lectura justamente apropiada al tema tratado.

Estamos convencidos que conocer los hechos del pasado y las razones que se argumentaron para instrumentar determinadas acciones, nos da capacidad para actuar con mesura y ponderación, pues constatamos como muchas de las ideas que nos parecen novedosas, se repiten una y otra vez a lo largo de los siglos, y como los acontecimientos que imposibilitaron su concreción, suelen retornar causando los mismos impedimentos; pero, también nos hace ver, cómo ideas geniales, concebidas y desechadas en otros tiempos, pudieran ser ahora materializadas.

Por ello, comienzo promoviendo ante nuestras facultades de las ingenierías, cátedras relativas a la historia de la ingeniería en Venezuela e incluso asignaturas de historia de sus campos específicos, como en este caso de la gestión de las aguas.

Somos porque vivimos, al afirmar rotundamente esta frase, no me refiero a la manida discusión sobre nuestra etnicidad o sobre singulares manifestaciones de nuestra cultura. Me refiero a las instituciones, esto es, a nuestros valores y principios, a las normas jurídicas y a las organizaciones establecidas y reconocidas por la población que dan ser a la sociedad venezolana. Somos un pueblo civilizado con raíces institucionales, jurídicas, filosóficas, religiosas y morales, firmemente asentadas en la civilización occidental. Como otras naciones de este ámbito reconocemos la multiculturalidad, valoramos los matices aportados por las culturas aborígenes y las contribuciones de aquellos otros, que fueron forzados a venir, en un proceso que desde nuestra perspectiva actual juzgamos abominable.

En la gestión de las aguas a lo largo de los cinco siglos transcurridos desde 1498 hasta 1999, han ocurrido cambios institucionales significativos, muchos de ellos siguiendo los sucesos ocurridos en otras latitudes de nuestro espacio cultural. Revoluciones, reformas, cambios, transformaciones, pero las instituciones de la cultura occidental permanecieron inmutables.

Es momento de reflexionar por qué este largo periplo y remembranzas históricas. Porque es necesario que nos reconozcamos con continuidad de siglos, como un pueblo con memoria, como resultado de hechos que pueden parecernos lejanos y sin influencia actual, pero que son sorprendentemente reales y vigentes. Sólo podremos respetarnos en la medida que seamos conocedores de nuestras escuelas de pensamiento, de sus influencias, de los cambios que han provocado. En la medida en que abandonemos las circunstancias cotidianas y podamos alcanzar el nivel de abstracción necesario para observar nuestro pasado, entender el presente y poder imaginar el futuro, en esa medida seremos una verdadera nación, una comunidad de individuos con vínculos, valores e intereses comunes.

Para comprender la gestión de las aguas en Venezuela hemos querido asomarnos desde el pasado más remoto de nuestra conformación como territorio incorporado al mundo occidental, sin desconocer los usos, costumbres e ingenios que respecto al aprovechamiento de las aguas tenían los primitivos moradores del territorio. Consultamos la historia no para recrearnos en ella, sino para fortalecernos con ella. Consultamos la historia para proponer futuros.

Nos ha guiado la idea de hacer valer la noción de que el quehacer respecto a las aguas, durante el período provincial hispano, y luego durante nuestra constitución y posterior desenvolvimiento como república, ha estado regido por normas e instituciones respetables y responsables. Es un mito, que nuestro nivel de desarrollo como pueblo sea, entre otras causas, atribuible a que somos una nación joven, sin suficiente tiempo para desarrollar su institucionalidad y apego al cumplimiento de reglas y normas.

También nos ha inspirado la idea de constatar si realmente hay una falta de continuidad administrativa en los desarrollos que nos hemos propuesto realizar o si por el contrario hay evidencias de una persistencia en las ideas de aprovechamiento de las aguas a través del tiempo.

Durante el período 1936 – 1998, pese a los cambios de orientación política de los gobiernos sucesivos, sorprende la continuidad administrativa en la gestión de las aguas. Por ejemplo, el Plan de Irrigación formulado en 1948 -1949, fue revisado en 1955 con el ánimo de continuar el desarrollo de las obras de riego bajo las directrices allí establecidas, y con el advenimiento de la democracia en 1958, se ejecutó una nueva revisión, para dar continuidad a las obras. y en 1963 se presentó un nuevo plan, extendido ahora hasta 1980. La revisión de ese plan, dio lugar a nuevos desarrollos conceptuales, lo que condujo a la formulación del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos de 1972, continuando con la creación de la Autoridad Nacional de las Aguas, concebida en 1976 y concretada en 2006, así como también con el desarrollo del sistema de planificación de recursos hidráulicos, con regularidad de desempeño desde 1968 hasta comienzos de los noventa, y altos y bajos a partir de esa fecha; con la evolución institucional, desarrollada durante la década de los noventa del siglo pasado; con la adopción de la Administración Integrada de las Aguas en 1998; con el desarrollo de una reglamentación para la gestión de las aguas por la vía de decreto (1997) y la aprobación de la Ley de Aguas en 2006.

La gestión institucional de las aguas para abastecimiento urbano fue una responsabilidad de los gobiernos locales desde el momento de fundación de las ciudades, hasta que los crecimientos demográficos les impidieron abastecerse de fuentes cercanas y fueron requiriendo de veneros cada vez más lejanos y con mayores complejidades de conducción. En el caso de aldeas y pueblos, sus menguados presupuestos no les permitían resarcir los costos de las obras requeridas para una dotación de agua de calidad. Sucedió que el clamor por ayuda que expresaban las ciudades, para atender las necesidades de abastecimiento de agua de calidad, coincidió con la instauración de una política de salubridad pública por parte del gobierno central.

Política que se constituyó en otro ejemplo de continuidad administrativa como queda evidenciado en las acciones de ingeniería sanitaria, llevadas a cabo por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias desde 1943, ininterrumpidamente ejecutadas hasta su transformación en la Empresa Hidrológica Venezolana y las Empresas Hidrológicas Regionales, establecidas a comienzos de los noventa, que igualmente continuaron esas labores.

El abordaje histórico nos permite darle dimensión geográfica a la gestión, hidráulica. Las provincias y los municipios, nuestras unidades territoriales fundamentales, fijaron sus límites por las cumbres de las montañas, para proteger sus vías de navegación, esto es, sus sistemas de transporte.

De la trayectoria en el manejo de las aguas durante los siglos iniciales, destaca la importancia de la localización de las ciudades respecto a las fuentes de agua por la conjunción de propósitos de abastecerse del líquido vital, de servirse de él para disponer miasmas y residuos, de asegurar agua para el riego de sementeras y de garantizar una vía de comunicación para el comercio y transporte de personas. Esas disposiciones determinaron que la conformación del sistema de ciudades de Venezuela y la ocupación de su espacio territorial estuviera fuertemente influida por las aguas.

El agua era la unión, los sistemas de transporte eran por agua. Los pobladores de Maracaibo y los de Mérida, fueron y vinieron del Virreinato mediante un sistema de transporte a través de los ríos Zulia - Catatumbo y el Lago de Maracaibo.

Las aguas fueron las responsables de la belleza urbanística y el desarrollo económico de ciudades como Barinas. La voluntad de un emprendedor criollo, el Capitán Miguel de Ochagavía, abrió el camino a la navegación fluvial por el río Orinoco y, permitió a esa remota ciudad conectarse con el mundo, lo que le facilitó colocar su renombrado tabaco Varinés en los mercados internacionales de la época.

Igualmente el recorrido histórico permitió apreciar la frecuencia de las interacciones entre las avenidas y aludes y los asentamientos humanos establecidos en sitios con propensión a la ocurrencia de estos fenómenos, pero además, valorar la tenacidad de sus pobladores para sobrellevar esas adversidades y recuperarse. Es tiempo de abordar la hidrología histórica, esto es la estimación de crecientes con base a los relatos descriptivos de las avenidas, contenidos en crónicas y memorias. Será un paso decisivo para la estimación estadística de los riesgos probables.

El trazo histórico va mostrando los cambios y permanencias en los usos y concepciones ingenieriles del aprovechamiento del agua a través del tiempo. Reconoce como las luces y artes de ingeniería en cada momento fueron planteando soluciones, algunas de las cuales son vigentes en nuestros días.

Gran parte de los proyectos que aún desarrollamos constituyen la evolución de las propuestas planteadas con siglos de antelación. Por supuesto, esto no puede entenderse como un anclaje en el tiempo. Lo que significa es un reconocimiento a la capacidad visionaria de quienes imaginaron esas posibilidades. Nuevas ideas han surgido gracias a los nuevos modos de investigar las cuencas, a las posibilidades que brinda la geomática o al inventario sistemático de los recursos naturales, pero lo relevante es la persistencia de siglos para llevar adelante proyectos de aprovechamiento de recursos hidráulicos como, por ejemplo, el acueducto de Maracaibo (1788), el sistema de riego de Cariaco (1799) o los colectores marginales de los afluentes del río Guaire (1784) o incluso la sorprendente formulación integral de proyectos de desarrollo como el planteado en el territorio las minas de Aroa y Puerto Cabello en 1621.

Los avances en la industrialización y adelanto científico y tecnológico, que tuvo lugar durante el gobierno del General Antonio Guzmán Blanco, se reflejó en la gestión de las aguas, asumida por el Ministerio de Obras Publicas creado en 1874.

Los conceptos fundamentales de la planificación de recursos hidráulicos, llegaron de la mano de los conocimientos y planes

concebidos para mejorar las condiciones de salubridad del país y de la propuesta de utilizar a la agricultura como un instrumento de desarrollo hacia adentro, sustituyendo el modelo agro-exportador por el de seguridad alimentaria.

Desde la más lejana fecha se hizo evidente la controversia en el modo de asumir, el rol del Estado en el desarrollo del riego. Desde la disposición de considerarlo propio de iniciativas particulares, vinculándolo a la tradición de los regantes, nativos o colonos, establecida en las Leyes de Indias, retomada a partir de 1978 en virtud de los magros resultados de las experiencias voluntaristas, hasta asumirlo como motor de desarrollo y de cambio social, impulsado por el Real Consulado durante la Reforma Borbónica, por el gobierno del General Guzmán Blanco y por los sucesivos gobiernos del Trienio Socialdemócrata, del General Pérez Jiménez y los gobiernos democráticos del período 1958-1978.

Desde mediados del siglo XX también ha sido evidente la controversia entre la vía de desarrollo campesino (reforma agraria) y la vía de *granjeros*, orientada a crear una clase media empresarial (reforma agrícola), como política del desenvolvimiento para la agricultura bajo riego.

La Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales en 1993, acogió un reflexivo proceso de evaluación y autocrítica de los logros del Plan, Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, efectuado por quienes fueron responsables de sus diferentes componentes, de su concatenación y de su formulación de estrategias. Hurgamos en esos juicios para visualizarlos desde una nueva perspectiva, para entenderlos mejor, para sumar nuevas evidencias, para reconsiderar los juicios de valor emitidos.

Aquella evaluación del Plan demostró la necesidad de contar con un instrumento adicional, orientador de la programación de obras hidráulicas por parte de las instituciones sectoriales. El Plan no previó el procedimiento para transformarlo en un programa de acciones. La programación de corto y mediano plazo fue acometida de muy diversas formas por las instituciones sectoriales. Cada una de ellas desarrolló

sus propios métodos, según su particular interpretación de las estrategias del Plan.

Las obras hidráulicas se realizan en escalas de tiempo que superan el año fiscal, por lo que su régimen presupuestario requiere de programa de inversiones multianuales, materia en la cual se necesita desarrollar métodos y llegar a acuerdo con las autoridades fiscales y legislativas. Adicionalmente, las condiciones de inflación que ha sufrido el país por largos años demandan de fórmulas de escalamiento pre acordadas. Un tema complejo y poco común en los ejercicios de planificación de obras hidráulicas.

Acometer ordenadamente programas de sectoriales de inversión, demanda superar las fórmulas de coordinación interinstitucional, cuya ineficiencia ha sido comprobada una y otra vez, como lo demuestra el análisis histórico.

La gestión interinstitucional ha evidenciado ser compleja y poco efectiva. El ensayo más importante lo constituyó la aplicación del modelo francés de Agencias de Cuencas, para cuyo desempeño se tomaron previsiones de formación de personal y se procuró el marco legal pertinente. Lamentablemente, los resultados no fueron exitosos. Se implantó un nuevo modelo, los Sistemas Hidráulicos, concebido por venezolanos, con base a nuestras experiencias, destinado a lograr que los organismos participantes asumiesen sus compromisos. Evaluar su desempeño requiere un estudio particularizado.

El ejercicio de la autoridad del agua para el manejo de los embalses multipropósito, queda disminuido por la debilidad de la gestión interinstitucional y el fortalecimiento de la gestión sectorial. Ello afecta el compromiso asumido por Venezuela en 1998 de desarrollar su gestión bajo el modelo de Administración Integrada de las Aguas. Los principios y disposiciones de ese enfoque concuerdan con los avances que por sí misma había desarrollado Venezuela desde 1968.

El Plan de 1972 obedeció a la ocupación histórica del territorio. En una versión futura del Plan las propuestas de ordenamiento del territorio serán determinantes. Así fue comprendido por los promotores del

proyecto Orinoco - Apure, quienes imaginaban escenarios de Venezuela a muy largo plazo, pero requeridos para ir acometiendo los estudios e investigaciones necesarios para realizar con cabalidad la incorporación de esos espacios al desarrollo nacional.

La incompatible distribución geográfica de las aguas respecto a los asentamientos y actividades humanas obliga a considerar diferentes opciones para compensar esta condición y ellas constituyen escenarios que deberán ser analizados bajo los más rigurosos métodos de evaluación y desde las más diversas perspectivas.

Un conjunto de mentalidades esclarecidas, se agruparon en la Sociedad de Amigos del País, a fines del siglo XVIII, reconstituyéndola luego de concluidos los avatares de la guerra de independencia. Desde allí impulsaron el establecimiento universitario de las carreras de ingeniería y consecuentemente el paso de la ingeniería desde las academias militares a sus propósitos civiles, entre ellos, los atinentes a la gestión de las aguas, pero la formación específica en ingeniería de recursos hidráulicos, debió esperar hasta 1967. El desarrollo de carreras o postgrados en gestión de las aguas, aún aguarda a pesar los esfuerzos realizados a mediados de los noventa en estudios y adiestramiento en esta materia.

Es apreciable, como Venezuela, no careció de una elite comprometida con su desarrollo, por lo que pudo mantener el ritmo de incorporación de conocimientos provenientes de países más adelantados, recibiendo la sustancial contribución de talentos de científicos y especialistas extranjeros que asumieron al país como su patria de destino.

El recuento histórico demostró el fuerte vínculo entre el Estado y la gestión de las aguas, obligando a preguntarse sobre el rol de la iniciativa privada. Este se manifestó en la oportunidad de dotar de electricidad a las ciudades usando fuentes hidroeléctricas. También está asociado al éxito del modelo *granjero* como vía de desarrollo agrícola. Esos ejemplos deberían abrir una oportunidad para estudiar una forma efectiva y posible para que el sector privado participe en las múltiples tareas inherentes a la gestión integral de las aguas.

La indagación realizada revela una gran lección, la voluntad y capacidad demostrada para construir un país con instituciones, normas, regulaciones, modelos de gestión, con vocación de servicio y con aspiraciones de ofrecer el mayor bienestar a su población.

Parte III: La familia es el río de la vida

La familia es el río de la vida, corriente de genes, ciertamente, pero por encima de eso, corriente que conduce nuestros valores, principios, doctrina, enseñanzas, trascendencia que construye futuro. En ella navegan nuestras vivencias, nuestro bienestar y nuestras desventuras.

Crecí en el seno de una familia donde mis abuelos cultivaron con sus recuerdos, los méritos y servicios a la nación de sus antepasados. Con sabiduría y constancia fueron moldeando paradigmas y creando en mí la motivación para alcanzarlos. De mi madre recibí lecciones de fortaleza, pero también la voluntad de compartir, de ayudar, de comprender la naturaleza sensible de las cosas. La disciplina del trabajo me fue inculcada desde temprano por mi padre. A fuer de admirarlo, surgió mi vocación por la ingeniería y de su amor por el campo, el deseo de estudiar ingeniería agronómica. Con este breve recuerdo de mi infancia y adolescencia reconozco los valores que impregnaron en mí las aguas del río de vida que formaron los afluentes, que por vía de mis padres y abuelos constituyeron mi propio río.

Ese que se nutrió con las aguas aportadas por una compañera de vida excepcional. A partir de tres nuevas corrientes, el caudal se incrementó. Conservar el cauce requirió mucho celo. No fue fácil realizar esa tarea. Con constancia y paciencia ella supo hacerlo. Admirable constructora de futuros, plena de respeto y reconocimiento.

Para evitar desbordes o desviaciones, aquel cauce se fortaleció con los principios de voluntad de trabajo, amor al prójimo, deseo permanente de superación, cumplimiento de las normas, perseverancia en la búsqueda de comprender, humildad para aceptar críticas y mejorar.

Las aguas que un tiempo fluyeron juntas, ahora discurren en tres brazos, nuevos ríos de vida, son aguas donde se mezclan méritos

personales y las convicciones que libremente adquirieron a partir de aquellas enseñanzas. Así bregan con sus propias navegaciones, siendo exitosos timoneles. Con orgullo así lo reconozco. En la corriente de vida, de esos brazos han brotado tres manantiales, aguas purísimas, que pronto serán nuevos ríos.

Una de las más hermosas instituciones que posee nuestro país es el compadrazgo, expresión de la familia espiritual. La vida me brindó la oportunidad de conformar una familia espiritual con mis más caros amigos y además, de este modo, ató aún más los vínculos con mis hermanos. Mis compadres han sido también compañeros de viaje en el río de la vida. Justo es reconocer el valor de la hermandad espiritual.

Una expresión de intensa gratitud a mi universidad, la Universidad Central de Venezuela y en ella a mi facultad, la facultad de Agronomía y su Departamento y Postgrado de Ingeniería Agrícola. Allí entre aspersores y surcos, evapotranspiración, aforos, canales y represas confirme mi vocación por las aguas.

Mi manifestación de afecto a mis condiscípulos de la promoción Álvaro Martínez. Quiero destacar la firmeza de nuestras convicciones por el desarrollo de estudios de postgrado en Ingeniería Agrícola y la constancia de los que permanecieron luchando por esa pretensión, que al concretarse, dio otra faceta a mi actividad académica, pues allá me inicie como profesor en temas ambientales.

Y al hablar de docencia en ambiente no puedo dejar de mencionar mi reconocimiento a la Universidad Católica Andrés Bello que me invitó trabajar en el diseño de un Postgrado en Ingeniería Ambiental y además me otorgó el honor de ser su Director – Fundador.

A todos mis socios y colegas, pasados y actuales de la empresa Ingeniería Caura, mi agradecimiento por la intensa vida profesional que hemos compartido, por su voluntad de permanecer y transmitir conocimientos y experiencias a las nuevas generaciones.

Para concluir quiero reconocer a mis colegas académicos que me han brindado la distinción de designarme individuo de número. Siempre he

sentido su calidez humana y su respeto ante mis opiniones y puntos de vista, para todos ustedes mi manifestación de gratitud.

En momentos aciagos para las universidades, para la ciencia y la tecnología, hago voto de mi compromiso de contribuir a salvaguardar nuestro acervo intelectual, de fundamentar mi quehacer en la razón, de sostener la libertad de la labor académica, de amparar el respeto al orden establecido en nuestra constitución. Siempre en procura de la mayor felicidad, como fin último de nuestra sociedad.

Muchas gracias.

Discurso de Contestación del Acad. Arnoldo José Gabaldón

Siento una profunda satisfacción por la encomienda recibida, de parte de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, de pronunciar las palabras de bienvenida al Ingeniero Eduardo Buroz Castillo, como nuevo Individuo de Numero de nuestra Corporación.

Les explico algunas de las razones de mi complacencia. El Ing. Buroz fue uno de los integrantes de un grupo de profesionales recién graduados que fueron seleccionados en 1967, después de un concurso de admisión para integrar el personal de la Sección de Planificación Física, de la División de Planeamiento de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. Desempeñaba en ese tiempo la jefatura de la citada división, correspondiéndome como tal ser el organizador del concurso en referencia y posteriormente supervisor de Eduardo, al principio de su muy fructífera carrera profesional. Pude apreciar desde un principio su buena formación humana y el alto potencial técnico como profesional de la ingeniería. Desde esa oportunidad, por esas circunstancias que ofrece la vida, hemos estado trabajando muy cercanamente, siempre en disciplinas afines vinculadas al ambiente, al manejo de los recursos naturales y especialmente de la administración de las aguas. Mucho tuvo que ver con nuestra inclinación vocacional el Dr Pedro Pablo Azpurua, quien fue excelso maestro y ductor de otros numerosos colegas. Dada mi vecindad profesional con el Ing Buroz, tengo con él cuantiosas deudas por el saber adquirido y muchos otros motivos de agradecimiento.

Eduardo Buroz nació en Caracas y se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Central de Venezuela en 1967. Su formación académica comprende una serie numerosa de cursos de mejoramiento

profesional en Venezuela y en el exterior y varios cursos de postgrado, que son testimonio de su afán permanente por ampliar sus horizontes de conocimiento. Entre los estudios de postgrado sobresalen una Especialización en Ciencias Ambientales de la Universidad Metropolitana y una Maestría en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Ingeniería y Planificación, otorgada conjuntamente por la Universidad de Oriente y la Universidad de Stanford, dentro de un programa conjunto que promovió el antiguo Ministerio de Obras Públicas. En esa época, para beneficio de los venezolanos, no teníamos complejos para asociarnos con el Imperio Norteamericano y aprovechar su inmenso progreso científico tecnológico.

El ejercicio profesional de Eduardo Buroz ha sido igualmente diverso e interdisciplinario. Podemos diferenciar su trabajo en dos campos básicos. Primeramente como ingeniero consultor, dentro de los sectores público y privado y en segundo lugar por su dilatada labor docente.

Después de trabajar por cerca de 10 años en el Ministerio de Obras Públicas, en el cual ocupó cargos de diferente naturaleza y jerarquía en la Dirección de Recursos Hidráulicos y en la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos (COPLANARH), donde llegó a desempeñar el cargo de Subsecretario Ejecutivo de ese organismo, se integró al sector privado de la consultoría a través de la empresa Caura, Ingenieros Consultores S.A. Esta empresa, que actualmente es una de las principales del país en el área de la ingeniería ambiental, ha sido obra fundamental de Eduardo Buroz y debido a su consagración a ella se convirtió en formadora de una amplia experticia técnica para numerosos profesionales de diferentes disciplinas.

Desde Caura, Buroz ha dirigido y participado en más de un centenar de proyectos de ingeniería ambiental e hidráulica; planificación del aprovechamiento de recursos naturales; planes para la ordenación territorial; estudios de sistemas administrativos; bases técnico-legales de nueva legislación; capacitación y adiestramiento técnico, entre otras categorías de proyectos. Una porción significativa de estos estudios fue realizada fuera de Venezuela, en la América Latina, con lo cual nuestra ingeniería contribuyó con el avance de otras naciones.

En asociación y simultáneamente con este fecundo trabajo técnico en el campo de desarrollo de proyectos, lo cual es realmente admirable, Buroz ha tenido una actuación sobresaliente en el campo docente. Es profesor con rango de Titular de la Universidad Central de Venezuela y de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Además es Profesor Titular del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), en Mérida.

En su haber docente registra varias decenas de cursos en diferentes materias, dictados en las instituciones mencionadas y en varias otras igualmente importantes como la Universidad Católica Andrés Bello, en la cual fue director del Postgrado en Ingeniería Ambiental y miembro del Consejo General de Postgrado; así como en las universidades José Antonio Páez, Universidad de Margarita, Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), Universidad Metropolitana, Universidad Nacional Experimental Politécnica de las Fuerzas Armadas, Universidad Yacambu y Universidad Regional Experimental de Guayana.

Parte de su experiencia docente ha sido alcanzada fuera de Venezuela, donde ha dictado diferentes cursos en Nicaragua, Panamá, Ecuador, Argentina y República Dominicana.

A lo largo de su carrera profesoral el Ingeniero Buroz ha preparado un copioso material docente y ha sido tutor de numerosas tesis a nivel de pre y postgrado y jurado examinador de otras tantas tesis y trabajos de ascenso de personal académico.

La obra escrita de Eduardo Buroz es muy amplia y diversa. Podemos decir que es un profesional que tiene la virtud de compartir con otros su bagaje intelectual, dando a conocer profusamente sus ideas y los resultados de sus investigaciones. Más allá de las memorias de los numerosos proyectos técnicos que ha dirigido y/o participado, su repertorio registra cerca de un centenar de artículos arbitrados y de divulgación técnica. Ha participado en varios libros colectivos y es autor de un importante texto universitario en el campo de la ingeniería ambiental venezolana, que trata sobre la: Gestión Ambiental: Marco de

referencia para las evaluaciones de impacto ambiental, publicado por la Fundación de Empresas Polar en 1998.

En la presentación de este libro que hace el Dr. Pedro Pablo Azpuru, expone apreciaciones que interpretan muy fielmente la personalidad del autor y su obra:

“Eduardo Buroz Castillo es uno de los jóvenes de COPLANARH a que me he referido; desde esa época era un preocupado estudioso que ha venido acumulando conocimiento y experiencias, no solo en el campo de las aguas, sino también en el del aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del ambiente. Me atrevería a pensar que este libro resume la voluntad de comunicar la experiencia que acumula en la administración pública, sumada a su largo trajinar en el libre ejercicio profesional, a su conocimientos como asesor de instituciones privadas de la industria y el comercio, así como de las fundaciones y sociedades sin fines de lucro, y mas aun, a su manifiesta vocación académica gracias a la cual, con sencillez pero con orgullo sincero, trata de compartir y difundir lo que hacemos, lo valioso de nuestra creación, en su constante deseo de inculcar en sus alumnos verdaderos sentimientos de autoestima. Su recorrido por las aulas de Venezuela y de Iberoamérica es un reto constante a su deseo de aprender y transmitir. Se afana en reforzar y ampliar sus conocimientos, dando prueba constante de ello en las múltiples clases, conferencias, asesorías y tutorías que atiende y que lo han llevado a ocupar el honroso cargo de Director de Postgrado de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello”.

El Ing Buroz ha recibido numerosos y merecidos reconocimientos por su labor profesional y docente. Es Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Ha recibido las condecoraciones: Merito al Trabajo en 1° Clase; Henry Pittier en 3° Clase; Botón de la Ciudad de Valencia otorgado por la Alcaldía por su destacada actuación en pro del desarrollo sustentable de esa ciudad; Botón de Honor al Mérito otorgado por la Universidad José Antonio Páez, y en 1972 recibió el Premio Jornadas Venezolanas de Riego, entre otros varios reconocimientos.

El trabajo presentado por Eduardo Buroz para incorporarse como Individuo de Numero a la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat trata sobre “El Agua en Venezuela: Pasado, Presente y Futuro”. A él se ha referido en extenso el autor, en su discurso de incorporación y por lo tanto solo me limitaré a formular algunos comentarios generales para destacar lo que considero sus aspectos más resaltantes.

Su obra constituye una contribución prolija y sin antecedentes, a la historia de la ingeniería hidráulica en el país, que arranca desde el periodo colonial, “sin desconocer los usos, costumbres e ingenios respecto al aprovechamiento de las aguas que tenían los primitivos moradores del territorio” como lo plantea el propio autor. Mas, no se trata de una obra exclusivamente histórica que narra detalladamente como se fue desarrollando el uso de dicho recurso en Venezuela, a lo largo del tiempo, sino de un análisis inteligente de lo que podríamos denominar ampulosamente: nuestra cultura hídrica. Y la califico de esta manera, ya que pienso que la abundancia de este recurso con que cuenta el país, no obstante los desequilibrios hidrológicos existentes, ha impedido que hayan surgido rasgos más definitorios en ese sentido desde la perspectiva cultural.

De aquí que Buroz le asigne relevante importancia a la evolución, a partir de los códigos reales, de la normativa legal sobre manejo de las aguas y al establecimiento progresivo de instituciones con igual fin. En este último aspecto, aunque el autor destaca la continuidad registrada, el progreso fue sumamente lento durante el periodo colonial y principio de la república independiente, para acelerarse luego de la entrada al siglo XX y el comienzo de la modernidad, a partir de 1936.

Una de las preocupaciones principales para la elaboración del trabajo la expone el autor en el Prologo de su obra: “Quisimos conocer si en nuestra ocupación territorial las aguas habían jugado un rol decisivo. Un aspecto que nos motivo fue conocer el proceso de modernización de la gestión de las aguas, explicarnos las razones del escaso desarrollo del riego y de los esfuerzos de los pobladores por dotar de agua a los poblados. Cuando surgió la comprensión del vínculo entre salud y administración de las aguas y como el Estado fue asumiendo

cada vez mas la responsabilidad de garantizar la mayor calidad de vida a los ciudadanos de diferentes épocas”. Con una agenda de este calibre, su trabajo resulta de gran interés para todos los profesionales en las disciplinas concurrentes al aprovechamiento del agua en el país.

En el análisis histórico, técnico y académico, que hace el autor del desarrollo de la ingeniería hidráulica en Venezuela, le confiere particular importancia al periodo que arranca con la preparación del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, por parte de COPLANARH desde 1967, que coincide con su incorporación a la función pública en este campo. A partir de ese momento Buroz cita un amplio repertorio de autores junto a sus propias experiencias, opiniones y críticas, para evaluar los avances hechos por el país en la planificación, estudios, proyectos, construcción y operación de su infraestructura hidráulica y en la evolución legal e institucional dentro del área hasta el año 1999, cuando concluye su análisis, aunque su línea de investigación en proceso actualmente, abarca hasta el presente.

Este último periodo constituye para Venezuela la época de mayor creación y actividad en el desarrollo de sus recursos hídricos. En ella es que podemos apreciar mas visible y efectivamente, los fuertes vínculos existentes entre esta actividad y el desarrollo económico y territorial. Es el lapso de la construcción de grandes obras que han dado prestigio a la ingeniería hidráulica venezolana. Por lo tanto aporta también la mejor oportunidad para enjuiciar los aciertos y equivocaciones que hemos tenido.

Del lado de los aciertos está el haber aprovechado los periodos de bonanza fiscal para adelantar lo mas que fuese posible la construcción de obras que se sabía serían necesarias en el futuro. Hubiese sido reprochable el dedicarse exclusivamente a la reflexión, la planificación y el estudio, en desmedro de la acción.

En el sentido de los yerros, descuidos y omisiones, entre otras muchas circunstancias, hay que tomar en consideración la influencia de la cultura rentista que se fue enraizando en el país a lo largo de más de 100 años de la explotación petrolera. En este hecho económico y social

propio de nuestra historia, que es fundamental considerar para poder interpretar la conducta de las elites y del pueblo en cualquier situación, se anidan muchos de los desaciertos que hemos tenido en lo administrativo y político. El por qué hemos sido tan ligeros en la consideración de los aspectos financieros de las obras planificadas; el descuido en la operación y mantenimiento de las obras construidas; la total subestimación de las políticas de recuperación de las inversiones efectuadas en las obras, entre otros aspectos que han dejado un saldo negativo.

En las conclusiones de su obra destaca uno de sus mensajes principales y la justificación mas importante de su esfuerzo, al exponer: “En la medida en que abandonemos las circunstancias cotidianas y podamos alcanzar el nivel de abstracción necesario para observar nuestro pasado, entender el presente y poder imaginar el futuro, en esa medida seremos una verdadera nación, entendida esta como una comunidad de individuos con vínculos, valores e intereses comunes”

Para elaborar su densa y meticulosa historia del agua en Venezuela, Buroz efectuó una exhaustiva consulta documental registrando más de 350 referencias, que constituyen otra de sus valiosas aportaciones, pues facilitará la labor de los investigadores que en el futuro deseen profundizar aún más en esta importante temática.

Señoras y señores. Siento un justificado regocijo al presenciar el reconocimiento que estamos haciéndole hoy a nuestro compañero de trabajo y de luchas intelectuales. Así mismo, ha sido para mí un alto honor el pronunciar estas palabras en nombre de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

Ing Eduardo Buroz Castillo, bienvenido como Individuo de Numero de esta Academia y mis mejores deseos por que continúe realizando una fructífera labor en beneficio de Venezuela y de nuestra Corporación.

Muchas Gracias.

Palabras de clausura por el Presidente Manuel Torres Parra

Reitero la satisfacción de nuestra Academia al recibir al Ingeniero Eduardo Buroz Castillo para ocupar el Sillón XVII como Individuo de Número.

El ambiente constituye la fuente de los recursos que la humanidad utiliza para su supervivencia y satisfacción. La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental causado por la demanda humana de los recursos existentes en el planeta relacionándolo con la capacidad de que esos recursos sean regenerados. Para el 2005 cuando la población era de 6.5 millardos de habitantes, la huella ecológica de todo el planeta era de 2,7 ha. mientras que la capacidad de La Tierra es de 1,8 ha., es decir, que estábamos utilizando los recursos de planeta y medio del que tenemos. Y en Venezuela nuestra huella fue de 2,8 ha.

Tenemos compromisos internacionales que debemos cumplir sobre calentamiento global, cambio climático, agotamiento de la capa de ozono y pérdida de biodiversidad, además de tener que atender los problemas nacionales de control de vectores, agua potable, saneamiento básico, manejo de residuos sólidos y contaminación de agua y aire.

Se requieren instituciones sólidas para afrontar esos compromisos y problemas. Nuestra Comisión de Ambiente se ha pronunciado con relación a los principios y valores de la institucionalidad en un documento denominado “Ética Ambiental”, también ha generado un documento denominado “Lineamientos de una Política Ambiental” y nuestra Academia conjuntamente con la Academia de Ciencias Físicas,

Matemáticas y Naturales han pronunciado su desacuerdo sobre la desatinada degradación organizacional del Ministerio del Ambiente.

Grande es el esfuerzo que debemos hacer todos para que nuestro ambiente y el de nuestros descendientes sea satisfactorio. Las Academias deben contribuir en la búsqueda de soluciones óptimas para lograrlo. Estoy seguro que nuestro nuevo académico nos ayudará en esa misión.

Las comisiones técnicas de la Academia representan sus órganos especializados que han demostrado ser activos y productivos. En tres de ellas: Ambiente, Energía y Venezuela +30 nuestro hoy académico ha sido un eficiente colaborador. Esperamos su continua dedicación y que dirija por lo menos una de ellas.

Agradezco a la Fundación Palacio de las Academias por la hospitalidad brindada al permitirnos realizar este acto y a los asistentes por acompañarnos en esta sesión solemne de incorporación.

ARTÍCULOS TÉCNICOS

Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela,

**Eduardo Carrillo,
Franco Urbani, y
Armando Ramírez**

Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela

Eduardo CARRILLO¹, Franco URBANI¹ & Armando RAMÍREZ²‡

Universidad Central de Venezuela. ¹Escuela de Geología, Minas y Geofísica. ²Instituto de Ciencias de la Tierra. Ciudad Universitaria. Caracas.

INTRODUCCIÓN

Las fuentes termales del estado Trujillo (Fig. 1) han sido reseñadas desde el siglo XIX. Quizás la primera es hecha en 1872 por ROJAS (1981) quien aporta algunas descripciones de las aguas termales del estado indicando temperaturas y su condición sulfurosa. LANDAETA (1889) presenta un listado de aguas termales de Venezuela entre la que se encuentran ocho del estado Trujillo con algunos datos de temperatura y características generales, pero sin reseñar la ubicación de alguna de ellas. Luego, BRICEÑO (1920) reseña la existencia de aguas termales en el municipio Chejendé, en Sabana Larga y Las Piedras (denominadas "Baños Muñoz" y "quebrada de Agua Caliente"), montañas de Cuicas, Distrito Boconó, Tirandá. Este autor indica la ubicación de las aguas termales que se encuentran en Motatán y dos en la jurisdicción de Esucque, una "cerca de La Honda a tres kilómetros de la ciudad" y la otra "...se halla en La Mata, a cien metros del río Colorado, al cual fluye; ésta tiene sabor a azufre y deja en las piedras sedimentos de dicha sustancia."

CASTELLANO *et al.* (1982) realiza una recopilación bibliográfica referente a la geotermia del estado Trujillo, comparando los diferentes nombres que se le asignan a estas manifestaciones. Además, presenta datos de temperatura y pH de las aguas termales de Agua Viva,

Motatán y “Valerita” en sus diferentes manantiales y reporta dos aguas termales adicionales en la falla de Valera: El Cochinito y Baños de Alumbre y la presencia de varias fuentes en Monte Carmelo, sin precisar su ubicación.

VILLARROEL *et al.* (1982) muestra la ubicación, temperatura y utilidad de las aguas termales de Valerita, Agua Viva y Motatán, sin embargo, el mapa presenta pocos detalles.

URBANI (1991) introduce los nombres de Jirajara, Los Bañitos (Chejendé) Lambedero - Batatillo, Los Baños - La Viciosa y Paramito, como manifestaciones termominerales en la cuenca de Monay (basándose en el mapa pionero de TOMALIN 1938), así como una posible fuente en Campo Elías y aporta las coordenadas, en algunos casos aproximadas de las 18 fuentes termales que presenta y a partir de geotermómetros químicos para fuentes termales, estima una temperatura 107°C y 97°C para los acuíferos que alimentan las fuentes Agua Viva y Aguas Calientes respectivamente. Así mismo les asigna una numeración dentro del catastro nacional de fuentes termales y las ubica en mapas 1:500.000, contribuyendo de esta manera a organizar el inventario geotérmico no sólo del estado Trujillo, sino de toda Venezuela.

Por último, ROSALES (1995) describe las fuentes termales de Motatán y Agua Viva aportando datos de temperatura, alcalinidad y contenido de sulfatos.

La zona de estudio corresponde a todo el estado Trujillo, pero la mayoría de las manifestaciones se concentra en la Sabana de Monay y sus alrededores. La Tabla 1 resume la diversidad de nombres de fuentes termales, en mucho de los casos con ubicaciones imprecisas.

El objetivo de este trabajo es recopilar y aportar información acerca de la ubicación, geología y geoquímica de un grupo de fuentes termales del estado Trujillo para contribuir así con el inventario geotérmico nacional y colaborar con la ubicación de posibles puntos de desarrollo turístico en el estado, para su progreso económico, científico y cultural (Tablas 1 y 2).

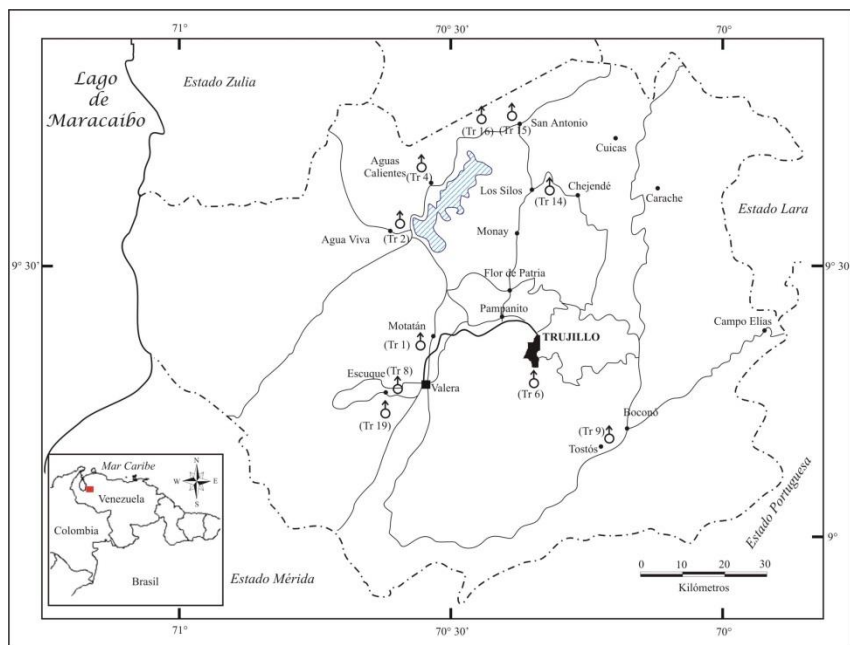


Figura 1: Ubicación geográfica de las fuentes termales del estado Trujillo.

METODOLOGÍA

Los datos de campo se obtuvieron en dos campañas en meses de sequía en la región. Las localizaciones se hicieron con un posicionador geográfico satelital, aportando las coordenadas en el sistema de proyección UTM huso 19P, datum La Canoa. Las muestras se tomaron siguiendo la metodología sugerida por URBANI (1991) midiendo *in situ* temperatura, conductividad, total de sólidos disueltos y pH. Las muestras de agua fueron analizadas en el Laboratorio de Hidrogeoquímica del Instituto de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela para obtener la concentración de los componentes principales. Las muestras de depósitos minerales de las fuentes termales de Agua Viva y La Vega de Chejendé, fueron analizadas por medio de difracción de rayos X en la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela.

Tabla 1: Nomenclatura y observaciones más importantes realizadas en los trabajos previos relacionados con las fuentes termales del estado Trujillo.

AUTORES	Fuente Termal	T (°C)	pH	Descripción	Ubicación	Observaciones
	BAÑOS DE MOTATAN	60	-	Sulfurosa	-	-
	CERRO CONQUISTADO	60-70	-	Sulfurosa	-	-
	LA HONDA	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
Landaeta (1989)	LA MATA	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
	BAÑOS MUÑOZ	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
	AGUA CALIENTE	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
	TIRANDA	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
	AGUA CLARA	muy caliente	-	Sulfurosa	-	-
	BAÑOS MUÑOZ	-	-	-	SABANA LARGA	Muy visitadas
	Oda. AGUA CALIENTE	-	-	-	-	-
	Montañas de Cuicas	-	-	olor a azufre	Montañas de Cuicas	-
Briceno (1972)	"Fuente termal"	-	-	-	Municipio Boconó	"Numerosas fuentes termales"
	TIRANDA	-	-	-	Norte de Tostós	"Dos fuentes"
	LA HONDA	-	-	-	Escuque	Ubicación descrita
	LA MATA	-	-	Sabor a azufre	Escuque	A cien metros del Río Colorado
	MOTATAN	-	-	Sabor a azufre	Motatán	Ubicación descrita
	AGUA VIVA 1	66	7,9	-	-	Captadas para consumo humano
	AGUA VIVA 2	80	5,8	Olor sulfuroso	Agua Viva	humano
	AGUA VIVA 3	35	7,7	-	-	-
Castellano et al. (1982)	MOTATAN 1	55	6,8	-	Motatán	En la salida del tubo
	MOTATAN 2	50	6,9	-	-	Fuente natural
	VALERITA 1	66	6,6	-	Valerita	Captadas para consumo humano
	VALERITA 2	64	4,9	-	-	Captadas para consumo humano
	MOTATAN	70	-	-	Motatán	Ubicación, acceso y utilidad
Villaroel et al. (1982)	VALERITA	70	-	-	Valerita	Bien detalladas para cada una
	AGUA VIVA	60	-	-	Agua Viva	-
	MOTATAN (Tr1)	75	-	Olor a azufre	Los baños Monay	Presenta 3 Temp. obtenidas con dif. geotermómetros
	AGUA VIVA (Tr 2)	85	-	Olor a azufre	Agua viva	Ubicación detallada y trabajos previos
	VALERITA (Tr 3)	-	-	-	9 Km de la anterior	Ubicación detallada
	AGUA CALIENTE (Tr. 4)	70	-	-	4 Km al N de Agua Viva	Ver Gaesler (1952)
	LOS BAÑITOS (Tr. 5)	-	-	Sulfurosa	Entre Agua Viva y Mot.	Creole (1960)
	SAN JACINTO (Tr. 6)	Fria	-	sulfurosa	Sur de Trujillo	Ver Gonzalez (1951)
	MONTE CARMELO (Tr.7)	-	-	-	Ubic. Dudosa	-
Urbani (1991)	LA MATA (Tr.8)	Muy caliente	-	-	No confirmada	Ver Rojas (1873,1981)
	TIRANDA (Tr. 9)	-	-	-	-	Ver Shubert (1982)
	CAMPO ELIAS (Tr. 10)	-	-	-	-	Com. oral del Prof Rafael Falcón
	PARAMITO (Tr. 11)	-	-	-	Río Batey en Paramito	Ver Tomalin (1938)
	CARAÑO - CAUS (Tr. 12)	-	-	-	Creole (1960)	Dominado por el sistema de fallas Como-las virtudes.
	LAMBEDERO (Tr. 13)	-	-	-	Tomalin (1938)	Tres manantiales
	AGUA CALIENTE- CHEJENDÉ (Tr. 14)	-	-	-	Oda. Aguas calientes	Ver Mapa geol. E4 Lagoven SA
	LAMBEDERO, SAN ANTONIO (Tr. 15)	-	-	-	Cerca de San Antonio	Ver Tomalin (1938)
	LOS BAÑOS-La VICIOSA (Tr. 16)	60	-	-	Tomalin (1938)	No existe control tectónico aparente.
	JIRAJARA (Tr. 17)	-	-	-	Tomalin (1938)	En el Flanco norte del valle del Río Jirajara
	LAMBEDERO SABANA LARGA (Tr. 18)	-	-	Sulfurosa	Oda. Lamberedo	Creole (1960)

Tabla 2: Equivalencia de nombres asignados a las fuentes termales del estado Trujillo en diferentes trabajos de carácter regional. La nomenclatura utilizada en este trabajo se basa en la de URBANI (1991) dejando la posibilidad de asignar las fuentes no localizadas aun o no existentes para futuras investigaciones en estas regiones.

Landaeta (1989)	Briceno (1972)	Urbani (1991)	Presente Trabajo
BANOS DE MOTATAN	MOTATAN	MOTATAN (Tr1)	MOTATAN (Tr1)
-	-	AGUA VIVA (Tr 2)	AGUA VIVA (Tr 2)
-	-	VALERITA (Tr 3)	-
-	-	AGUA CALIENTE (Tr 4)	AGUA CALIENTE (Tr 4)
CERRO CONQUISTADO	-	LOS BAÑITOS (Tr 5)	-
-	-	SAN JACINTO (Tr 6)	SAN JACINTO (Tr 6)
-	-	MONTE CARMELO (Tr7)	-
LA MATA	LA MATA	LA MATA (Tr 8)	LA MATA (Tr 8)
TIRANDA	TIRANDA	TIRANDA (Tr 9)	TOSTÓS-TIRANDÁ (Tr 10)
-	-	CAMPO ELIAS (Tr 10)	NO EXISTE
-	-	PARAMITO (Tr 11)	-
-	-	CARAÑO - CAUS (Tr 12)	-
-	-	LAMBEDERO (Tr 13)	-
AGUA CALIENTE	Qda. AGUA CALIENTE	AGUA CALIENTE- CHEJENDÉ (Tr 14)	LA VEGA-CHEJENDÉ (Tr 14)
-	-	LAMBEDERO.SAN ANTONIO (Tr 15)	LAMBEDERO.SAN ANTONIO (Tr 15)
-	-	LOS BAÑOS-La VIOLOSA (Tr 16)	LOS BAÑOS-LA VIOLOSA (Tr 16)
-	-	JIRAJARA (Tr 17)	ACTUALMENTE SECA
BAÑOS MUÑOZ	BAÑOS MUÑOZ	LAMBEDERO SABANA LARGA (Tr 18)	-
-	-	-	EL AZUFRE - ESCUQUE (Tr 19)

MARCO TECTÓNICO REGIONAL

En la zona de estudio se encuentran importantes rasgos tectónicos activos del occidente de Venezuela, por lo cual la hace potencialmente importante para el potencial geotérmico. Estos rasgos tectónicos están representados por el sistema de fallas de Boconó, ubicado al sur y con rumbo general de N45E, y los sistemas de fallas de Valera, Tuñame y Carache que cruzan el área con rumbo generalizado NS (Fig. 2).

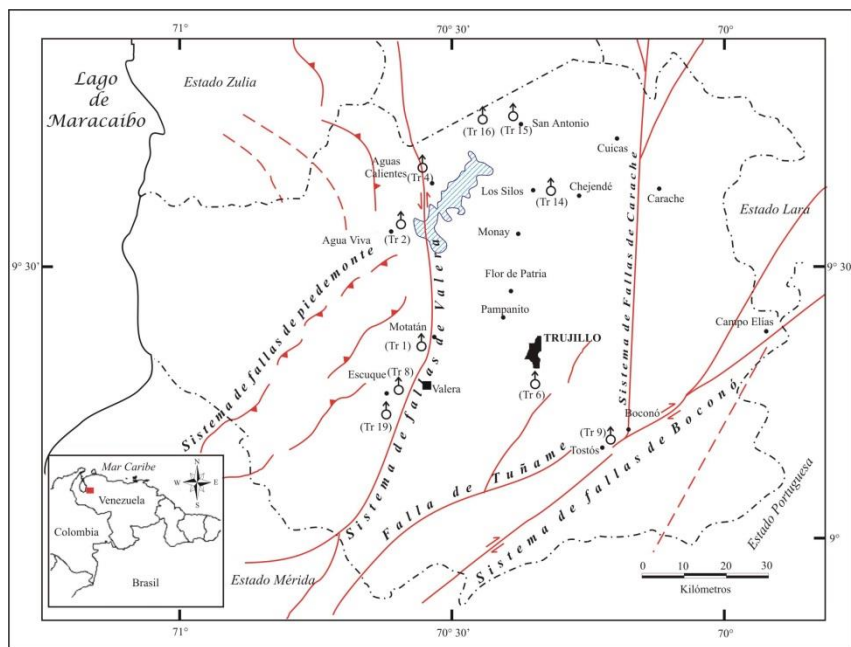


Figura 2: Contexto estructural regional del área de estudio y su relación con la ubicación de las fuentes termales del estado Trujillo. La base geológica es tomada de Beltrán (1993), Creole Petroleum Corporation (1966) y García y Campos (1976).

El sistema de falla de Boconó es un sistema de falla rumbo deslizante dextral, con rumbo N45E que se extiende desde la depresión del Táchira hasta las inmediaciones de Morón en el mar Caribe con una longitud de 500 km y un ancho variable entre 1 a 5 km. (ROD 1956, SCHUBERT & VIVAS 1993). El sistema de falla de Boconó se ubica al sur cerca del límite con el estado Portuguesa y se expresa claramente en el lineamiento del valle del Río Burate con dirección N45E. Otra expresión de este sistema de falla, se observa en la confluencia de los ríos Boconó y Burate observándose un dramático cambio de rumbo del drenaje principal controlado por la tectónica activa de esta falla.

El sistema de fallas de Valera representa el segundo rasgo estructural más importante en la región norandina del estado Trujillo. Se ubica en el Oeste de la zona de estudio con una extensión de 240 km. Hacia la zona sur, el sistema de fallas presenta un rumbo preferencial NE-SW hasta llegar a la región de Valera, de ahí hacia el norte presenta un rumbo casi constante N-S, cruzando la región de Agua Viva. SOULAS

(1985) describe este sistema de fallas como un sistema activo de buzamiento casi vertical con reactivación del movimiento durante el Cuaternario. Su movimiento es sinistral en tracción hacia el sur y sinistral en compresión hacia la zona norte. PADRÓN (1997) observa mediante tomografía sísmica que este sistema alcanza una profundidad de 10 km con una ligera vergencia al norte en la zona de Agua Viva. La tasa de movimiento de la falla se estima en 0,7 mm/año, aumentando abruptamente a 1 mm/año en la zona de Agua Viva - El Paradero y disminuyendo hacia el sur hasta 0,1 mm/año (SOULAS 1985). Otras fallas activas descritas en la región son las de Tuñame y Piñango.

FUENTES TERMALES DE EL BAÑO DE MOTATÁN Y VALERITA

Adicionalmente a las fuentes termales estudiadas en detalle (Fig. 3), hay otras dos que no fueron visitadas en nuestras campañas de campo, pero a continuación se presentan sus mapas geológicos. Estas son las fuentes El Baño de Motatán (Tr.1) (Fig. 4a,b) y Valerita (Tr.3) (Fig. 4c)

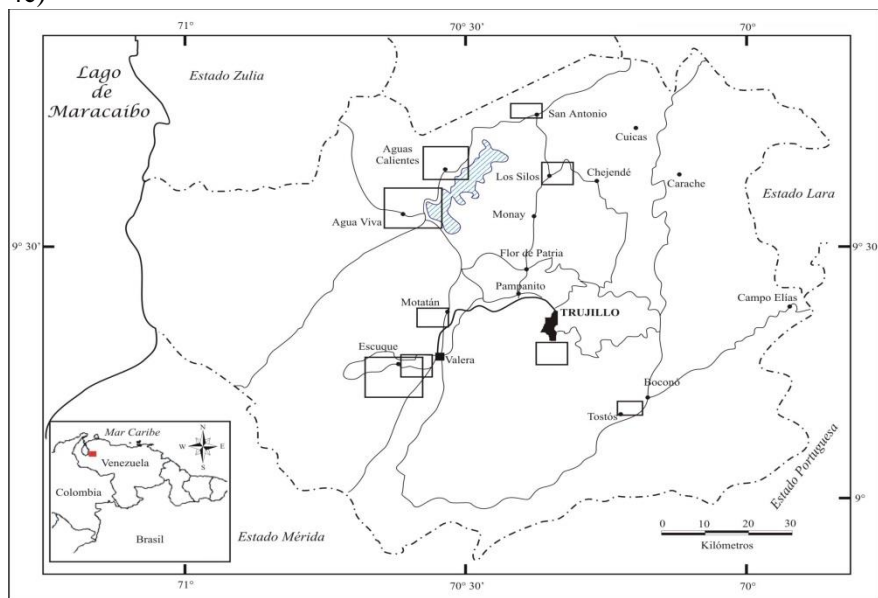


Figura 3: Distribución regional de los mapas de ubicación detallada de las fuentes termales utilizados en este trabajo.

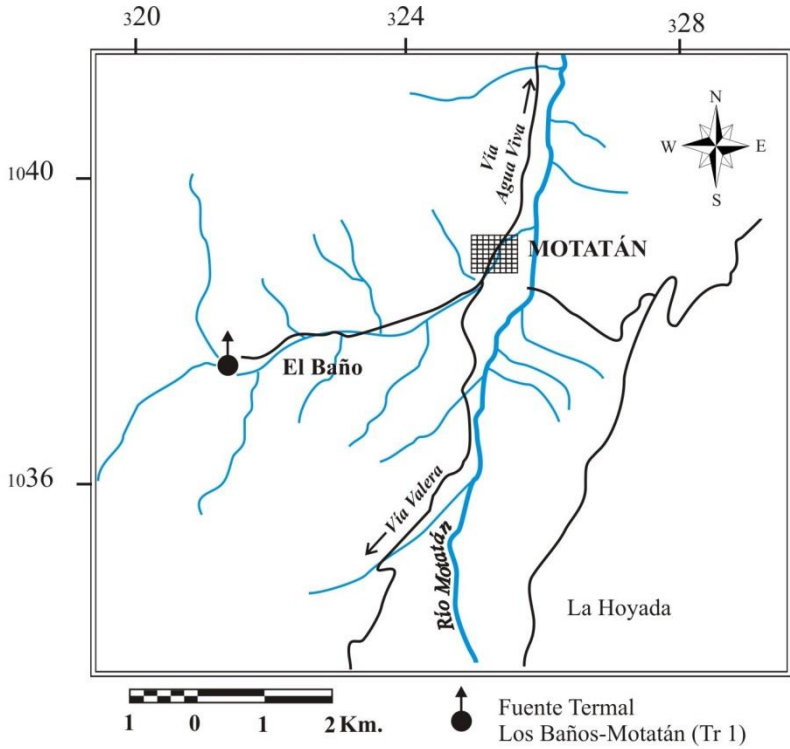


Figura 4a: Mapa de ubicación de la fuente termal de El Baño de Motatán (Tr 1).

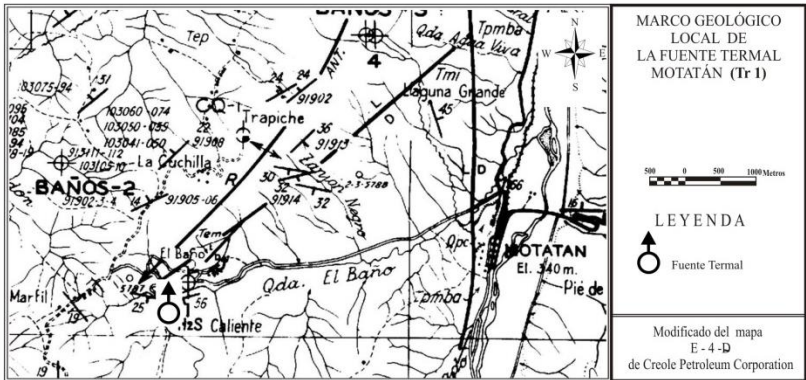


Figura 4b. Mapa geológico de la fuente termal de El Baño de Motatán (Tr 1).

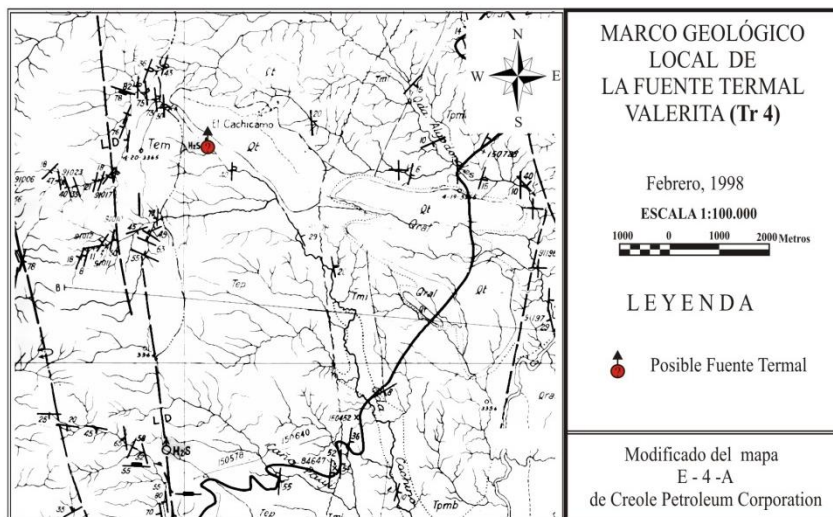


Figura 4c. Mapa geológico y de ubicación de la fuente termal de Valerita (Tr.3)

FUENTE TERMAL DE AGUA VIVA (Tr 2)

La fuente termal de Agua Viva (Fig. 5) es ampliamente conocida en el estado Trujillo debido a su fácil acceso e importancia en cuanto a caudal, temperatura y sus presuntas propiedades terapéuticas. Referencias de estas fuentes se tienen desde 1872 (ROJAS 1981) asignándole el nombre de “Aguas Calientes”. CASTELLANO *et al* (1982) presenta los datos de temperatura y pH. A pesar de ser una de las fuentes más conocidas en el estado Trujillo, nunca se habían determinado sus características fisicoquímicas.

Ubicación

Coordenadas E 320.581, N 1.057.488. Se encuentra en la zona del mismo nombre, al noroeste de la cuenca de Monay. Específicamente adyacente a la carretera Valera-Maracaibo, a 1 km de la alcabala de Agua Viva hacia Maracaibo. Después de pasar el primer puente sobre la quebrada Agua Viva, se cruza hacia el norte, donde hay una pequeña entrada de tierra, se recorren 20 m para dejar el vehículo y se observan

las duchas rudimentarias del lugar. Luego se caminan 80 m hacia el noreste por un camino hasta llegar a los manantiales.

Marco geológico

La fuente termal de Agua Viva, se encuentra asociada al sistema de falla de Valera, y localmente aflora a 350 m al oeste de la traza principal de la falla de Agua Viva, que coloca CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1966), con rumbo N-S y sobre una pequeña falla con rumbo N30W asociado a este sistema (fig. 5b). Las rocas de la cual emanan las fuentes, son areniscas cuarzosas con orientación N30E 30S de la Formación Misoa de edad Eoceno.

Descripción

Consta de dos manantiales principales (AV-A y AV-B) y dos pequeños derivados de los anteriores. El manantial AV-A es el captado para los baños terapéuticos mediante un sistema rudimentario y deficiente a partir de piedras y canales de cemento. El agua es incolora con fuerte olor a H₂S y gran caudal. El manantial AV-B se encuentra más al sur y es de menor caudal. El agua igualmente es incolora, con fuerte olor a H₂S y es captada parcialmente para los baños terapéuticos de las instalaciones, es el principal manantial de la quebrada actualmente y su uso principal es para lavado de ropa.

En los alrededores de las fuentes se observa un gran cuerpo de depósitos minerales color gris claro. Los análisis por difracción de rayos X indican la presencia de azufre y ópalo en las cercanías de los manantiales, mientras que en las zonas más distantes revelan la presencia de calcita. La presencia de estas precipitaciones en zonas más elevadas que las fuentes actuales así como la presencia de numerosos manantiales abandonados, revelan una migración hacia el sur de las fuentes termales.

Las características físicas medidas en campo en estos manantiales activos, se presentan muy similares en ambos manantiales excepto en el pH por lo que se podrían diferenciar como un manantial ácido AV-A y otro básico AV-B. Esto podría indicar diferentes acuíferos para ambos manantiales.

La temperatura ha sido medida fue de 79°C en ambos manantiales. Anteriormente, CASTELLANO *et al.* (1982) mide temperaturas de 80°C sin precisar el mes o si se midió en época de sequía o lluvia. Esto abre la posibilidad de una disminución gradual de la temperatura en esta fuente a través de los años.

Los datos de pH obtenidos en este estudio discrepan de los presentados por CASTELLANO *et al.* (1982) de 7,9 y 5,8, probablemente debido a variaciones estacionales. Los análisis químicos (Tabla 3 y 4) indican un alto porcentaje de sodio, sílica y bicarbonato siendo los valores más altos en relación con las demás manantiales del estado Trujillo. El agua es bicarbonatada sódica.

La temperatura de reservorio calculada por medio de los geotermómetros de SiO₂ y el de Na-K-Ca-Mg, es de unos 126°C, la más alta de la cuenca de Monay. Lo que indica que probablemente el acuífero asociado, sea el más profundo de la región.

Utilidad

Estas fuentes son subutilizadas por los visitantes para baños terapéuticos en duchas precarias, sin embargo la principal utilidad que se le da es para el lavado de ropa.

La ubicación, la calidad del agua y el caudal que presenta, representan características muy atractivas para el desarrollo turístico de la región. Al respecto, CASTELLANO (1985) hace una evaluación preliminar del impacto ambiental de los posibles desarrollos turísticos en aguas termales y califica a la fuente termal de Agua Viva como factible para su aprovechamiento turístico con bajo grado de impacto ambiental.

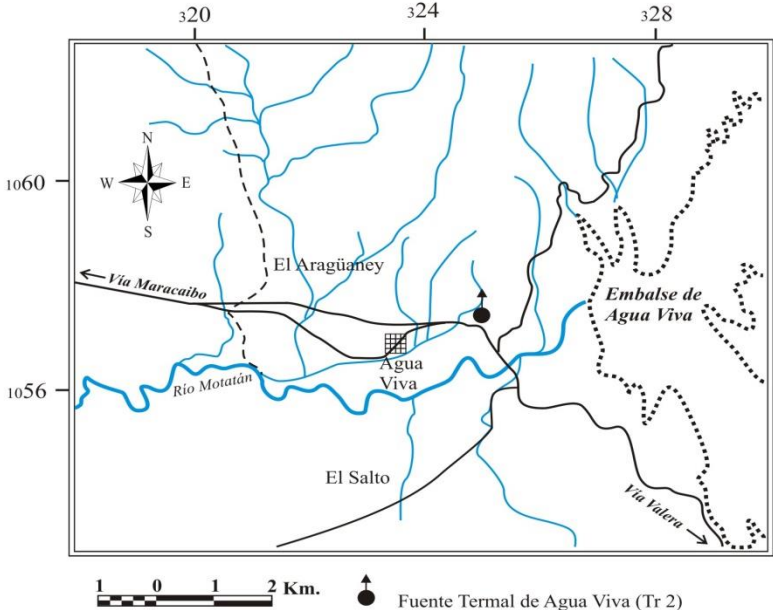


Figura 5a: Mapa de ubicación de la fuente termal de Agua Viva (Tr 2).

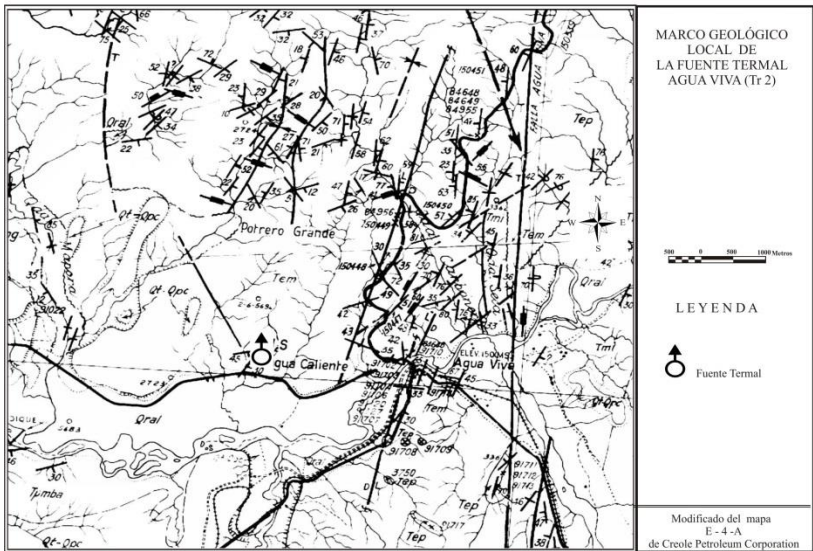


Figura 5b. Mapa geológico de la fuente termal de Agua Viva (Tr 2).

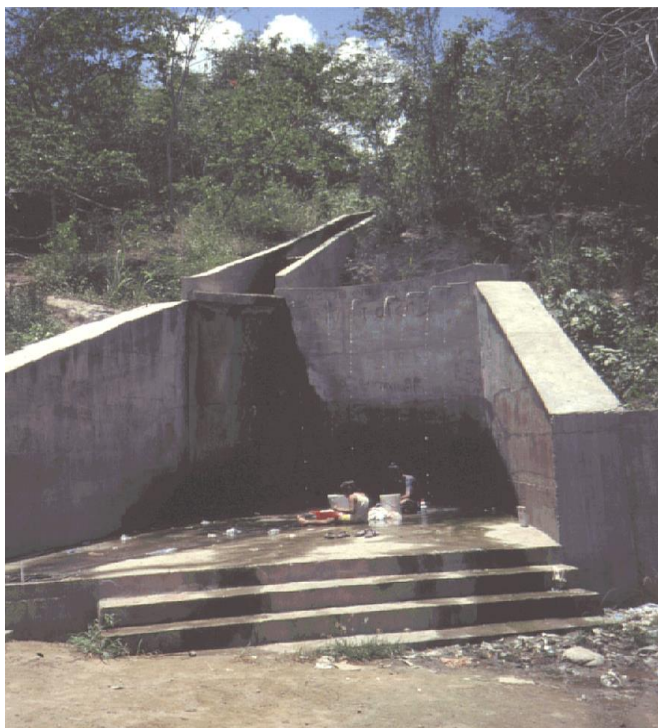


Figura 5c. Vistas de la fuente termal de Agua Viva (Tr 2).

FUENTETERMAL DE AGUAS CALIENTES (Tr 4)

La fuente termal de Aguas Calientes (Fig. 6) es menos conocida que las anteriores, y no hay reportes históricos claros. Las informaciones que se tenían consistía en localizaciones hechas por CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1966) y posteriormente CASTELLANO *et al.* (1982) quien presenta datos de temperatura y pH e indica el nombre de “Valerita”. Las aguas son captadas para consumo humano.

Ubicación

Se encuentra en el mapa topográfico 6044-I-NE en las coordenadas UTM 323.379E, 1.065.621N. Se ubicada al norte del caserío Aguas Calientes, localizado en la carretera Barquisimeto - Agua Viva, a 12,4 km de la alcabala de Agua Viva. Al llegar al caserío se cruza al norte donde se encuentra una pequeña capilla y se toma una carretera de tierra para vehículo de doble tracción durante 1,5 km llegando a un pequeño portón de madera y alambre ubicado al oeste de la carretera cuyas coordenadas UTM son E 324.409, N 1.065.411. En este punto se deja el vehículo y luego se recorre 1 km aproximadamente hasta llegar a un tanque de concreto donde se mezclan y enfrían las aguas colectadas por las tuberías. Por último se sigue la tubería hasta llegar a los manantiales.

Marco geológico

Las fuentes de Aguas Calientes se encuentran asociadas al sistema de falla de Valera, encontrándose exactamente sobre la traza principal de la falla de Agua Viva (CREOLE PETROLEUM CORPORATION 1960) con rumbo N-S, las aguas surgen de un aluvión y cerca se observan pequeños afloramientos de areniscas ferruginosas muy meteorizadas de la Formación Misoa que generan un suelo rojo.

Descripción

Consta de cinco manantiales de aguas a más de 59 °C y de los cuales 2 son captados para el consumo humano.

AC-A. Es el manantial que se encuentra más al norte y consta de una zona de emanaciones (5 en total) a 62 °C y pH 7,0 que están represadas en un pequeño pozo de 1 x 3 m y 15 cm de profundidad máxima.. Su

apariciencia es transparente blanquecina con fuerte olor a H_2S y sin sabor. Los análisis indican que es del tipo bicarbonatada-sódica.

AC-B. Es el siguiente manantial más al sur es el de mayor caudal, y se observan 3 emanaciones a $59\text{ }^\circ\text{C}$ y pH 6,9 que se represan en un estanque de 3×2 m. Su aspecto es color blanquecino con fuerte olor a H_2S y sin sabor.

AC-C. Se utiliza para nombrar las tres fuentes más pequeñas y de menor caudal que se encuentran al sur a unos pocos metros de las anteriores, con una temperatura de $60\text{ }^\circ\text{C}$, pH 5.9 y fuerte olor a H_2S . Su apariencia es similar a las otras con la diferencia de presentar una cantidad de azufre precipitado relativamente mayor que en los otros manantiales.

La temperatura medida en estas fuentes ha variado a través de los años, al igual que las fuentes de Agua Viva (Tr 2). La temperatura de reservorio calculada por medio del geotermómetro de SiO_2 indica, que la temperatura de reservorio es de $111\text{ }^\circ\text{C}$ la segunda más alta después de la fuente de Agua Viva siguiendo así la tendencia de disminución de temperatura hacia el Este.

Utilidad

Estos manantiales son los segundos más desarrollados en sus instalaciones de captación después de la fuente termal de Motatán (Tr 1). El agua es represada de cada uno de los manantiales individuales para posteriormente ser mezclados en un tanque general, y desde ahí se envía por gravedad agua a piscinas en haciendas cercanas. Esta fuente al igual que la de Agua Viva podría ser utilizable para fines médico-turísticos con un mejor sistema de captación y distribución del agua y una adecuada infraestructura.

Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela

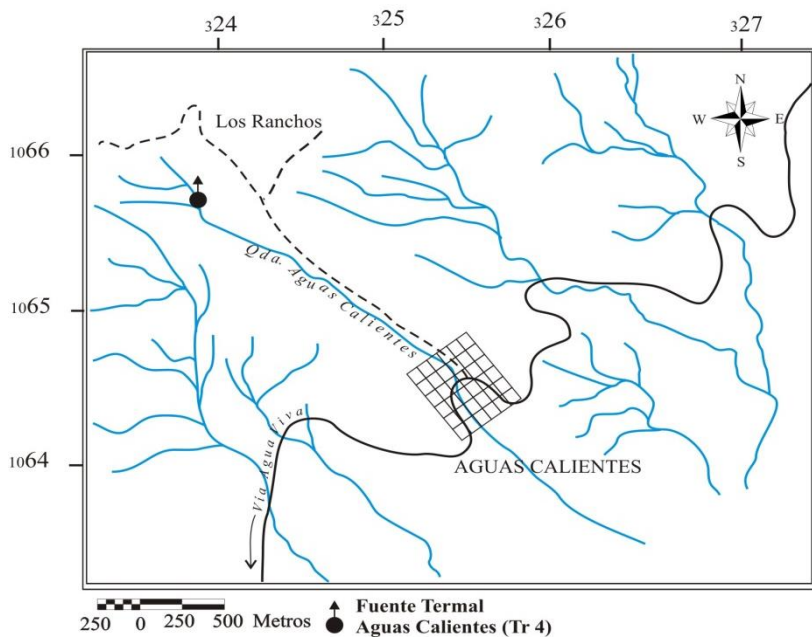


Figura 6a: Mapa de ubicación de la fuente termal de Aguas Calientes (Tr 4).

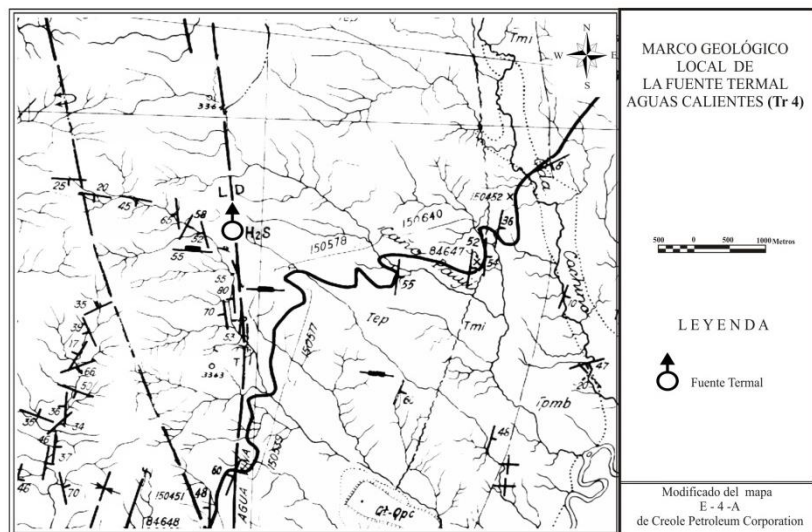


Figura 6b. Mapa geológico de la fuente termal de Aguas Calientes (Tr 4).



Figura 6c. Aspecto de la fuente termal de Aguas Calientes (Tr 4).

FUENTE SULFUROSA DE SAN JACINTO (Tr 6)

Esta fuente (Fig. 7) fue reseñada en 1872 por ROJAS (1981) como fría y sulfurosa y desde entonces se conoce como una fuente ideal para curar enfermedades de la piel, por lo que ha sido ampliamente visitada por los trujillanos.

BRICEÑO (1920) la describe como sulfurosa y de propiedades terapéuticas. URBANI (1991) la reseña como fría y sulfurosa ubicándola al sur de la ciudad de Trujillo.

Ubicación

Mapas topográficos 6144-III-SO y 6143-IV-NO. Coordenadas UTM E 341.854, N 1.031.558. La fuente se ubica a 3 km al sur de la población de San Jacinto siguiendo el camino de hacia el sector de Río Arriba. Al llegar a la bifurcación de La Millita se toma el camino hacia el sur que conduce al río Castán. Se cruza el río y a 150 m se encuentra un centro de esparcimiento muy conocido en la zona. Allí se deja el vehículo y se camina hacia el sur bordeando el río Castán por el lado Este a través de

una pequeña pica y siguiendo el tubo matriz del antiguo INOS. Al cabo de unos 300 m se encuentra la fuente.

Marco geológico

Esta fuente se encuentra asociada a un sistema de fallas con rumbo preferencial N30E que ponen en contacto rocas metamórficas contra la secuencia completa del Cretácico, que aflora en una estrecha cuña de 530 m de espesor. El manantial en sí, se ubica en las rocas de la Formación Aguardiente con orientación N25E 45S, caracterizada en la zona por una intercalación de capas de arenisca y lutita de espesores decimétricos, de color ocre y con un espesor de aproximado de 176 m con afloramientos muy meteorizados

Descripción

La fuente corresponde a un agua sulfurosa, fría, de color blanquecino y con presencia de algas blancas en el fondo y en los alrededores de su cauce. Presenta un muy fuerte olor a H₂S. La temperatura medida en 1994 fue de 24°C al igual que la medida en noviembre de 1997. En pH de esta fuente es más bajo que el del río Castán, mientras que la conductividad y el TSD unas cuantas unidades más elevadas. El agua es carbonatada sódica.

Utilidad

La fuente sulfurosa de San Jacinto es utilizada para baños terapéuticos y no cuenta con infraestructura, mas allá de una acequia que desemboca unos pocos metros en el río Castán.

Las Fuentes Termales del Estado Trujillo, Venezuela

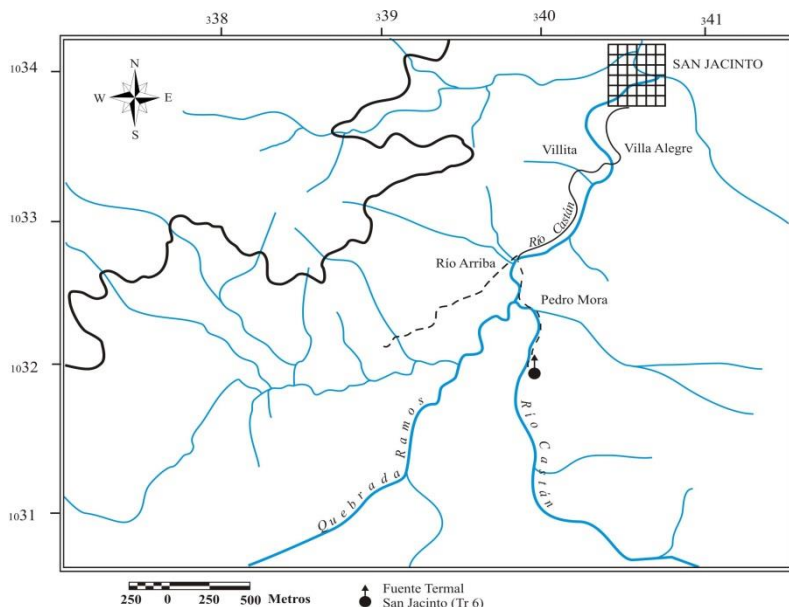


Figura 7a: Mapa de ubicación de la fuente de San Jacinto (Tr 6)

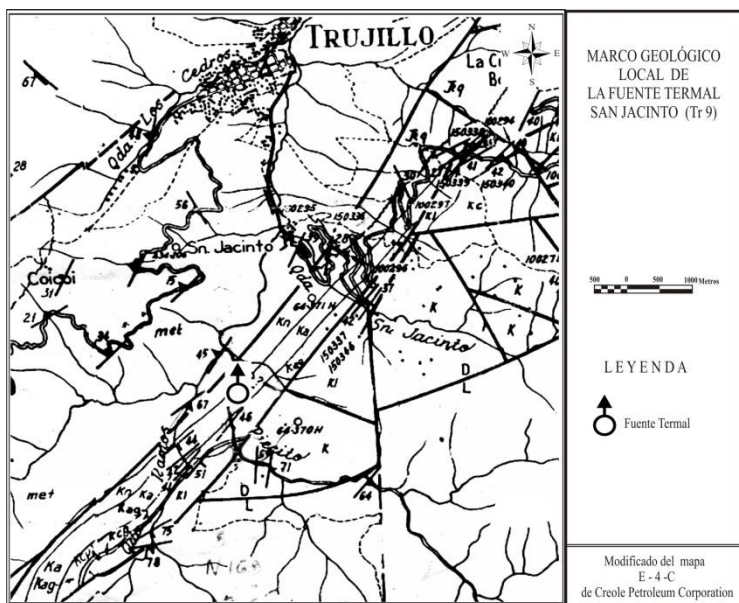


Figura 7b. Mapa geológico de la fuente de San Jacinto (Tr 6)



Figura 7c. Aspecto de la fuente de San Jacinto (Tr 6)

FUENTE SULFUROSA DE LA MATA, ESCUQUE (Tr 8)

La primera descripción de este manantial (Fig. 8) fue realizada en 1872 por ROJAS (1981) donde la caracteriza como un agua muy caliente, sin indicar su ubicación. Luego es mencionada y descrita por BRICEÑO (1920) como un agua termal sulfurosa de temperatura agradable y de propiedades terapéuticas, donde los pobladores de los pueblos de Escuque y La Mata acudían en busca de alivio a problemas de urticarias y otras enfermedades de la piel. Este mismo autor indica que la fuente se encuentra a 100 m del río Colorado en la ladera del pueblo de La Mata.

Ubicación

Mapa topográfico 6043-I-NO, en coordenadas UTM E 314.360, N 1.027.451. La fuente se encuentra en las adyacencias de la carretera Valera-Escuque al sur del pueblo de La Mata y al norte del río Colorado. El acceso a la quebrada donde se ubica esta fuente, se realiza por la entrada de una embotelladora de Agua Mineral. El camino desde las instalaciones de la embotelladora hasta los manantiales es una pica con piso de concreto. El agua sulfurosa es la última en encontrarse y se

encuentra parcialmente represada en tanques pequeños para su decantación.

Marco geológico

Esta fuente se encuentra a la traza de la falla del río Momboy, que se extiende hacia el norte desde la ciudad de Valera con rumbo N30E, con componente sinistral, ubicándose sobre la traza de la falla (CREOLE PETROLEUM CORPORATION 1960). En el punto donde se encuentra esta fuente, la falla antes mencionada pone en contacto a las rocas de la Formaciones Misoa, Isnotú y Paují. En la carretera donde se observan algunos afloramientos las rocas de la Formación Isnotú tienen una orientación N65E 50S. La fuente sulfurosa propiamente dicha, se encuentra ubicada sobre rocas de la Formación Paují.

Descripción

La fuente fue mencionada por ROJAS (1981) y BRICEÑO (1920). LANDAETA (1886) la denomina La Mata, Escuque, pero a diferencia de dicho autor, en este trabajo se encontró que no es "muy caliente", por el contrario, entra dentro de la clasificación de agua fría (URBANI 1991) con sus apenas 22°C. Hay un manantial con fuerte olor a H₂S, color blanquecino y pH de 7,4. Mientras que un segundo manantial, no sulfuroso, frío y de características físicas muy similares, es captado por una empresa embotelladora de aguas. El agua del manantial sulfuroso resulta del tipo sulfatada cálcica.

Utilidad

La fuente sulfurosa ocasionalmente en épocas de extrema sequía es utilizada para el consumo humano, pero normalmente no es utilizada por su fuerte olor a H₂S. El sistema de captación empleado es muy simple, consta de un tanque de 1 m³ que represa el agua que luego es aliviada por un tubo. No están permitidas las visitas turísticas.

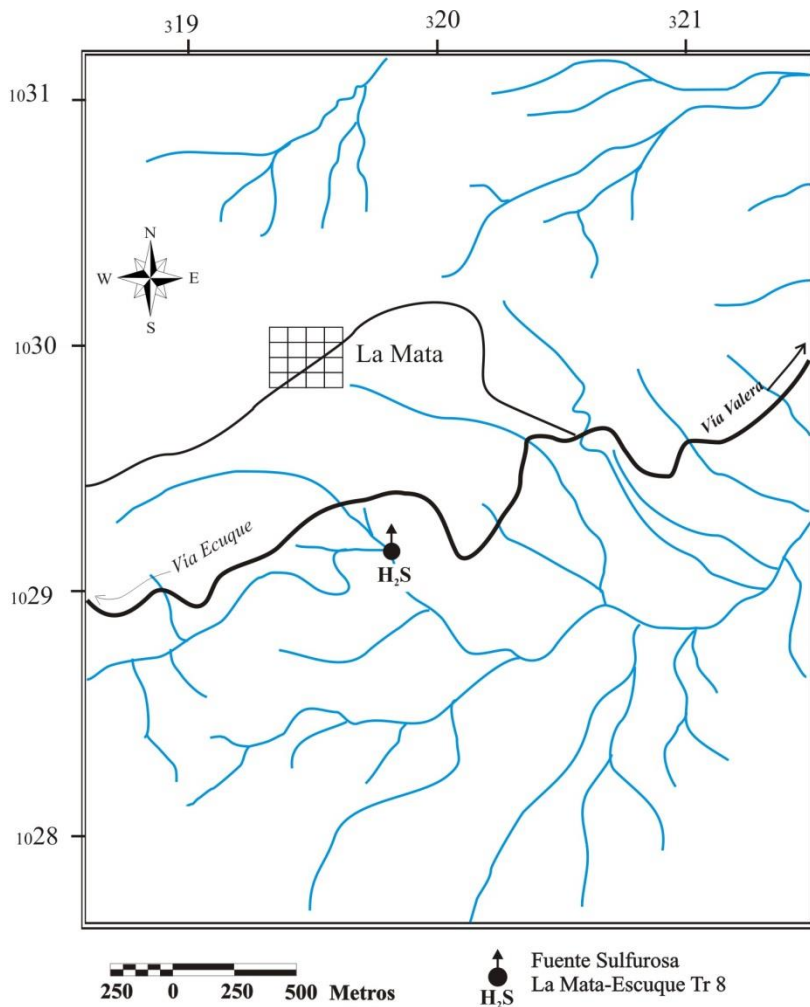


Figura 8a. Ubicación de la fuente de La Mata, Escuque (Tr 8).

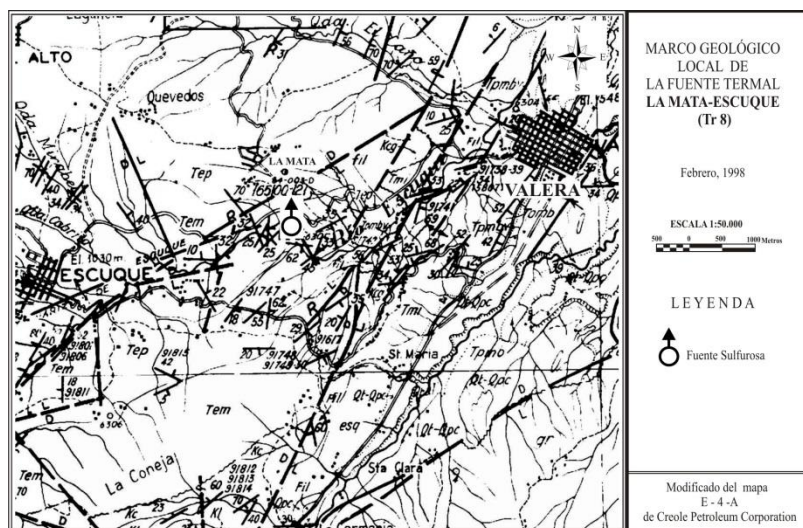


Figura 8b. Mapa geológico de la fuente de La Mata, Escuque (Tr 8).

FUENTE TERMAL DE LA VEGA, CHEJENDÉ (Tr 10)

Esta fuente (Fig. 9) ha sido mencionada por diversos autores con diferentes nombres. El historiador trujillano BRICEÑO (1920), hace referencia a esta fuente llamándola “Las Piedras”, nombre de un caserío cercano a esta fuente describiéndola como caliente y sulfurosa, indicando que gran cantidad de gente acudía a sus baños con propiedades curativas. LANDAETA (1886) le asigna el nombre de Los Baños de Chejendé. TOMALIN (1938) en su mapa geológico ubica esta fuente en la quebrada Aguas Calientes, que nace en las cercanías de la población de Chejendé. URBANI (1991) hace referencia a esta fuente llamándola “Los Baños de Chejendé” indicando las coordenadas geográficas en base al mapa geológico de TOMALIN (1938).

Ubicación

Coordenadas UTM E 347.210, N 1.066.320. La fuente se ubica en la quebrada Aguas Calientes, en la zona denominada La Vega, al este del río Timiachis en el municipio Chejendé. El acceso a la fuente se realiza por la hacienda La Vega ubicada a 4 km de los Silos de Monay, en la carretera que comunica este sector con la población de Chejendé. En la hacienda, el camino hacia la quebrada se hace por carretera

engranzonada, hasta llegar a una en ruinas cuyas coordenadas UTM son 346.954 E, 1.066.301 N. Desde este punto se camina por una pica hacia el este, hasta llegar a la quebrada. Ya en la quebrada se puede percibir el olor a H_2S , y al caminar 30 m aguas arriba se observa el pozo natural sulfuroso y la fuente principal, las fuentes extintas y la fuente fría.

Marco geológico

La fuente se encuentra ubicada exactamente sobre la traza de una falla inversa sinistral con rumbo N20E que corta a la Formación Aguardiente de edad cretácica, que infrayace discordantemente bajo la Formación Isnotú. Las fallas relacionadas con la fuente forman parte del sistema de fallas de Valera. Las rocas en el punto que se ubica la fuente tienen una orientación de N70E 80S y consiste en areniscas marrones centimétricas con intercalaciones de capas delgadas de lutitas negras.

Descripción

Se lograron ubicar dos manantiales y un pozo en el medio de la quebrada donde se localizan varias emanaciones H_2S , así como tres manantiales actualmente secos con pequeños depósitos de azufre.

La fuente principal y más utilizada por los visitantes está ubicada en la margen derecha de la quebrada. Tiene una temperatura de $34^{\circ}C$, es incolora, con algas blanquecinas y carece de sistema de captación. No se observan mineralizaciones recientes, sin embargo, en la zona donde surge se observa una zona con tufa muy meteorizada. Dentro del contexto de la cuenca de Monay es la segunda con mayor conductividad y TSD. Por otro lado, estas características son similares a las de las fuentes de El Azufre, La Mata y San Jacinto. Las tres fuentes se encuentran ubicadas al pie de la montaña que les suministra el agua meteórica y probablemente esta sea la condición para que las fuentes presenten valores altos de TSD y CND. El agua es tipo sulfatata-cálcica-magnesiana presentando la mayor concentración de cationes Ca y Mg en la cuenca de Monay.

Un segundo manantial es de agua incolora a $28^{\circ}C$, que se encuentra en la margen izquierda de la quebrada. Presenta un fuerte olor a H_2S y

precipita azufre y brota por los planos de estratificación de las areniscas.

Cerca del anterior, en 1997 se observan otros tres manantiales que en agosto de 1994 no existían, así como un manantial de agua fría no sulfurosa.

Utilidad

Se utiliza para baños terapéuticos informales y prácticas esotéricas, no posee ningún tipo de captación del agua y el acceso es restringido. Es probable que con un estudio especializado pueda desarrollarse un pequeño desarrollo turístico recuperando las instalaciones cercanas actualmente en ruinas ya que las vías de acceso son propicias para este tipo de actividades.

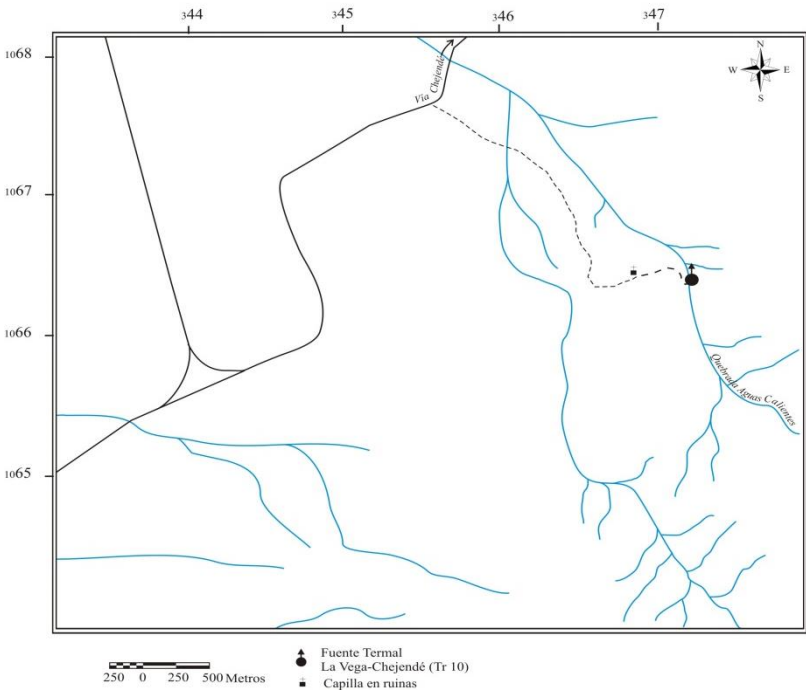


Figura 9a. Mapa de ubicación de la fuente termal La Vega-Chejendé (Tr 10).

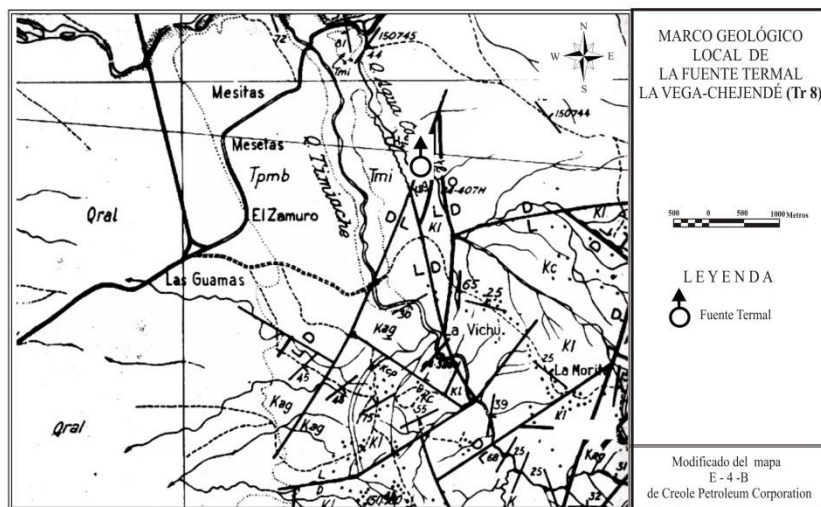


Figura 9b. Mapa geológico de la fuente termal La Vega-Chejendé (Tr 10).

FUENTE TERMAL DE TIRANDÁ, TOSTÓS (Tr 11)

Esta fuente ha sido reseñada desde 1872 por ROJAS (1981) y BRICEÑO (1920). Este último ha sido el único que indica la existencia de dos fuentes calientes contiguas en la región de Tostós lo cual concuerda con las observaciones de los pobladores actuales de la zona y además indica que la gente de Boconó y sus alrededores acudían frecuentemente a bañarse a estas aguas por sus cualidades terapéuticas. Los lugareños indican que existía una segunda fuente actualmente seca pero no visitada por espeso de la vegetación y las difíciles condiciones del terreno. CASTELLANO *et al.* (1982) igualmente menciona la existencia de una fuente termal en las inmediaciones de Tostós.

Ubicación

Mapa topográfico 6143-IV-NE, en coordenadas UTM N 1.018.500, E 356790. La fuente se encuentra ubicada en el sector del caserío Tirandá, al este de la población de Tostós, cercana a la carretera Boconó-Tostós. La entrada a la pica de acceso se encuentra a 4,5 km del puente sobre el río Burate. Su altura es de 1.260 m s.n.m. lo que la hace la más alta de las conocidas del estado Trujillo.

Descripción

Esta fuente se caracteriza por presentar un fuerte olor a H₂S y una temperatura de 34°C, muy superior a las aguas de las quebradas adyacentes y a los 19°C de temperatura ambiental promedio. Presenta el pH más alto y las menores concentraciones de Ca, Mg y K de las manifestaciones estudiadas. El presenta una leve coloración blanca y se presentas algas blancas en los alrededores del manantial. El agua es bicarbonatada sódica.

Utilidad

BRICEÑO (1920) señala que a principios del siglo XX, muchas personas acudían para fines terapéuticos. Actualmente quedan las ruinas de las antiguas instalaciones de captación del agua, pero su uso es prácticamente nulo an la actualidad.

FUENTE TERMAL DE EL LAMBEDERO, SAN ANTONIO (Tr 15)

Mas allá de la ubicación de esta fuente (Fig. 10) en los mapas de TOMALIN (1938) no se conocía ninguna característica de la misma. Inclusive muy pocas personas de los caseríos aledaños conocen de su existencia.

Ubicación

Coordenadas UTM N 1.076.288, E 339.145. La fuente termal se encuentra a 4 km de la encrucijada de San Antonio, vía Agua Viva. La vía de acceso desde la carretera nacional es un camino carretero en buen estado que llega hasta la casa principal de una hacienda. Desde ese punto el camino hacia la fuente termal se hace a pie por una pica, aproximadamente de 1 km en dirección noreste.

Marco geológico

Esta fuente se encuentra asociada a una discordancia que pone en contacto a las Formaciones Betijoque y Misoa, sin observarse fallas cercanas a esta fuente. Es probable que la superficie de la discordancia funcione como vía de escape al agua.

Descripción

La fuente consiste en una zona de manantiales represados en un estanque de 4 x 3 m. El agua es incolora, con ligero olor a H_2S , sin sabor y no se observan mineralizaciones en los alrededores. La temperatura del agua medida en 1994 fue de $43^{\circ}C$. En esta oportunidad se midió la temperatura $39^{\circ}C$ de una segunda fuente ubicada a 20 m hacia el este del manantial principal con olor más fuerte a H_2S . En 1997 se midió $42,3^{\circ}C$ en la fuente principal y se logra determinar el TSD, CND y pH. Sus características físico-químicas indican el mas bajo contenido mineral del agua en relación a las otras fuentes estudiadas. El agua es del tipo carbonatada-sódica. Utilizando geotermómetros químicos se estima una temperatura de unos $72^{\circ}C$ para el reservorio de ésta fuente.

Utilidad

La principal utilidad que se le da a esta fuente es para el consumo humano y para baños medicinales y recreacionales en una piscina privada de la hacienda donde se encuentra ubicada la fuente.

Dadas las características de la fuente y la probable existencia de otros manantiales señalados por los obreros de la hacienda en el mismo cerro, esta fuente podría ser aprovechada para fines turísticos-terapéuticos con un mejor sistema de captación y distribución del agua.

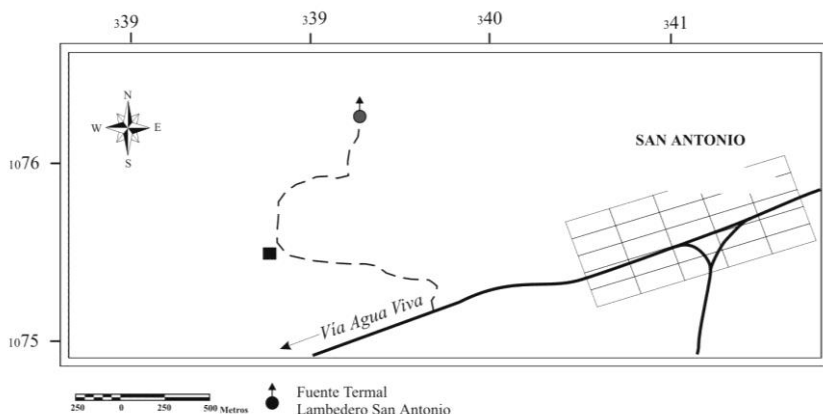


Figura 10: Mapa de ubicación de la fuente termal Lambedero, San Antonio (Tr 15)

FUENTE TERMAL DE LA VICIOSA (TR 16)

Esta fuente (Fig. 11) aparece ubicada en los mapas geológicos de TOMALIN (1938) reportando una temperatura de aproximadamente 60 °C en la zona llamada “El Potrerito” al oeste de la quebrada El Chino y al sur oeste del caserío Las Tres Matas. Posteriormente URBANI (1991) retoma y ubica esta fuente en la propia quebrada llamándola La Viciosa, como la antigua hacienda donde actualmente se encuentra un caserío con el mismo nombre. Los pobladores de la región de La Viciosa construyeron una toma de agua en la quebrada El Chino, identificando una zona de la quebrada agua con una temperatura mayor que en la antigua zona de El Potrerito. Actualmente en la quebrada se explota arena de manera informal.

Ubicación

Mapa topográfico 6145-III-NO, en coordenadas UTM N 1.079.088, E 335.113. El acceso a esta fuente se hace desde un camino para vehículos de doble tracción que se encuentra a 1 km de la plaza de La Viciosa (para ubicarse mejor es recomendable utilizar el mapa 6145-III-SO) y a 2 km de un Comando del Ejército ubicado antes de entrar a Las Tres Matas en la vía que comunica a ambos caseríos. A partir de allí se sigue la única vía con dirección preferencial NNW que es la antigua vía de La Viciosa, según el mapa de TOMALIN (1938), se cruza la quebrada El Chino y luego se deja el carro en la siguiente quebrada, donde la gente del sector realizó una modesta y rudimentaria toma de agua. Por último se camina quebrada arriba hasta encontrar la naciente en una zona muy intrincada y de difícil acceso. La zona se encuentra en zona militar, por lo que se recomienda participar la visita al Comando del Ejército.

Marco geológico

Este manantial surge dentro entre diaclasas de areniscas cuarzosas de grano medio color blanco-amarillento de la Formación Misoa. No se observa ninguna estructura geológica importante cercana al afloramiento de estas areniscas que se asocie directamente a la fuente.

Descripción

La temperatura actual de esta fuente es de 34°C, casi la temperatura promedio del día, con la diferencia que mantiene la temperatura durante la noche. Las características campo son muy peculiares en esta fuente, ya que carece de olor a H₂S y tanto el pH como el TSD y la conductividad, son los más bajos medidos en el estado Trujillo. El agua es sulfatada clorurada.

Utilidad

Esta fuente empezó a ser utilizada a mediados de 1997 como toma de agua para consumo humano para la población circundante debido a las intensas sequías que se han intensificados en los últimos años. Antes de este uso, pobladores con más de setenta años en ese caserío, no conocían la existencia de aguas calientes en zonas cercanas.

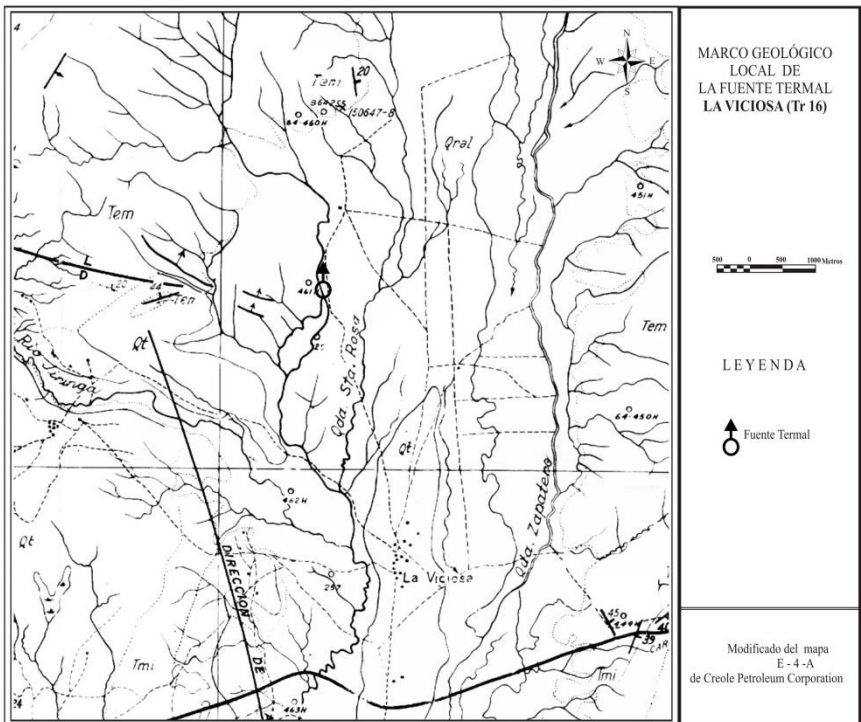


Figura 11: Mapa de ubicación de la fuente termal La Viciosa (Tr 16)

FUENTE SULFUROSA DE EL AZUFRE, ESCUQUE (Tr 19)

Esta fuente (Fig. 12) se ubica en el caserío El Azufre al sur-oeste del pueblo de Escuque y no se tiene referencia bibliográfica previa sobre ella. La fuente en sí, es un pequeño manantial de agua fría con poco caudal y un fuerte olor a H_2S que se ubica a un costado del camino carretero que llega al caserío El Azufre. A pesar que no es de uso cotidiano por los pocos pobladores de la zona, en ocasiones es utilizada para curar brotes de sarna, por sus presuntas propiedades curativas. A simple vista, se observa represada en el camino y surge de un pequeño matorral donde es notorio la gran cantidad de barro negro.

Ubicación

Coordenadas UTM N 1.024.113, E 315.316. Para llegar a esta fuente se debe llegar al pueblo de Escuque al suroeste de Valera y seguir por una carretera de tierra con orientación general de Sur-Suroeste, hacia la zona de El Mamón, por la margen izquierda del río Colorado. Se continúa por la vía principal con una ruta similar hacia el caserío El Azufre al cual se llega después de cruzar un puente sobre el río Colorado. La fuente se encuentra al final del pequeño caserío y se identifica como un pequeño charco de agua, que emana cerca de unos pequeños arbustos.

Marco geológico

El manantial se encuentra ubicado sobre la traza principal de una falla con dirección N45E que pone en contacto rocas de Grupo Cogollo ubicadas al sur de la traza, con rocas de la Formación Misoa al norte. Este sistema tiene el mismo rumbo de la falla Caraño, donde CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1966) ubica 6 menes de petróleo.

Descripción

El agua presenta un fuerte olor a H_2S , es incolora, turbia, con 334 mg/l de sólidos disueltos, temperatura de 22°C, pH prácticamente neutro. Los análisis de laboratorio indican que el agua es carbonatada-cálcica.

Utilidad

Actualmente no se le da ninguna utilidad formal, ni posee ningún tipo de sistema de captación, sin embargo ha sido utilizada tradicionalmente

para curar brotes de sarna y dolencias menores en la piel por sus presuntas cualidades curativas.

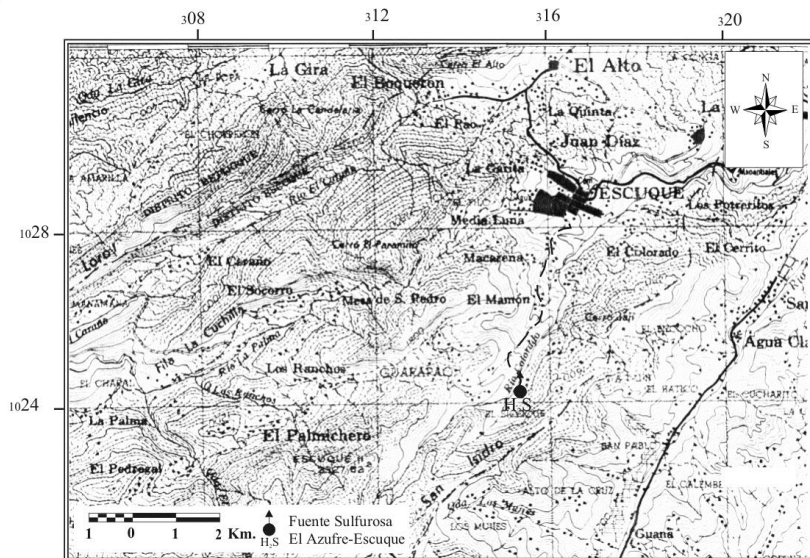


Figura 12a. Ubicación de la fuente sulfurosa El Azufre, Essequie (Tr 19)

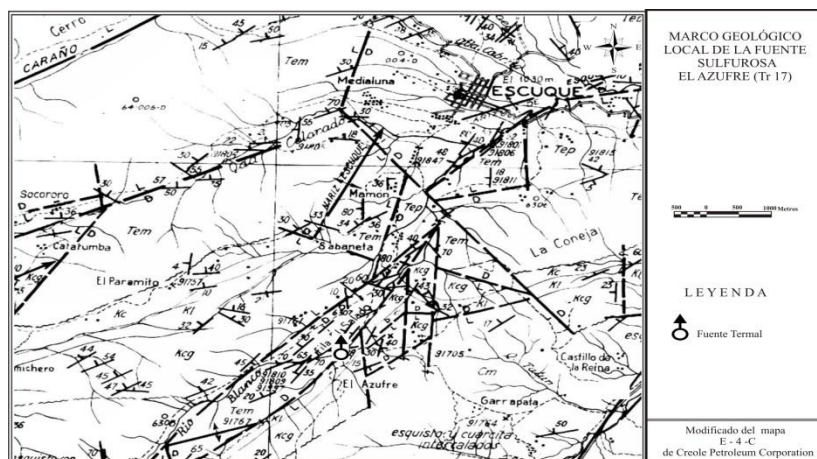


Figura 12b. Mapa geológico de la fuente sulfurosa El Azufre, Essequie (Tr 19).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las fuentes termales del estado Trujillo se encuentran asociadas principalmente a tres importantes rasgos de la neotectónica del área: las fallas de Valera y Boconó y aquellas de tipo Ridel asociadas a los movimientos sinestrales de las fallas de Valera y Carache. Las fuentes con mayor temperatura y más utilizadas por las comunidades son las de Motatán, Agua Viva y Aguas Calientes, se encuentran estrechamente relacionadas al sistema de fallas de Valera. Las fuentes ubicadas en la zona central de Trujillo se asocian a las fallas tipo Ridel con orientación NE-SO. Las fuentes asociadas a la falla de Boconó son más escasas a pesar de ser la estructura de mayor envergadura de la región, probablemente por encontrarse en zonas de recarga. En otros rasgos tectónicos importantes como la falla de Tuñame y Carache también ubicadas en zonas de recarga se reportaron fuentes termales, sin embargo no se descarta que en estudios más detallados se encuentren otros manantiales.

Con el uso de geotermómetros químicos (URBANI 1991: 34-56) se pudieron estimar las temperaturas de los acuíferos profundos que alimentan a las fuentes. Estos permiten interpretar temperaturas en el rango de 110 a 130°C en el sector noroccidental de la cuenca de Monay (fuentes de Agua Viva y Aguas Calientes). Con esto es posible inferir que en el subsuelo de esta cuenca intramontana pudiera haber reservorios con recursos geotérmicos de mediana a alta entalpía, potencialmente utilizables para fines industriales. Las otras fuentes termales tienen posibilidades de un mejor desarrollo para fines médico-turísticos, en particular por su acceso relativamente fácil.

Los valores de pH tienden a presentarse más elevados en las fuentes termales ubicadas hacia el sur o centro del estado en contraposición a las temperaturas superficiales. En consecuencia las aguas termales más ácidas se ubican en la zona norte, correspondiente a la cuenca de Monay donde se mantiene esta tendencia. La fuente termal de Agua Viva se distingue no sólo por su alta temperatura (76°C), sino por su muy elevado contenido de sodio.

Los manantiales del suroeste de la región presentan mayores concentraciones de magnesio y sulfato en relación a las demás aguas

termales. Esta relación es probable que sea debido a la presencia cercana de rocas metamórficas reportadas en los mapas geológicos.

Las fuentes termales analizadas presentan una aparente disminución de su temperatura superficial en función del tiempo. La fuente de La Viciosa se encontraba reportada con temperatura estimada de 60°C y la medida en el presente trabajo no alcanzó los 40°C. En la fuente de Agua Viva se observó una disminución de la temperatura en el orden de 16° C entre los años 1981 y 1997. Por otra parte, en las fuentes termales o sulfurosas de El Batatillo reseñadas por TOMALIN (1938) no se observó ninguna evidencia que ameritara reportarlas como tal. Esta disminución generalizada de la temperatura en la cuenca de Monay pudiera estar relacionada a una disminución de la actividad tectónica en el área, considerando que estas fuentes se encuentran estrechamente relacionadas al sistema de la falla de Valera.

La fuente de El Paramillo ubicada originalmente por TOMALIN (1938) en la margen derecha del río Momboy cerca del pueblo de Monay, no se ubicó y probablemente fue cubierta por las actividades de minería. URBANI (1991) indica comunicaciones personales que señalan la existencia de una fuente termal al este de Campo Elías presuntamente asociada al sistema de fallas de Boconó, lo cual no pudo ser confirmado.

No se descarta la existencia de más fuentes termales en el estado Trujillo, en especial en las zonas de montañas del noreste, hacia la población de Gibraltar en la costa oriental del Lago de Maracaibo y hacia el área sur del estado donde en los mapas a escala 1:100.000 de Cartografía Nacional aparecen topónimos sugerentes de manifestaciones termales como las quebradas "El Humito" y "El Azufre" al sur de la ciudad de Boconó. Se obtuvo información verbal de "aguas calientes" o "con olor a azufre" en las riveras del río Boconó, pero se requiere de nuevas exploraciones.

Se recomienda realizar exploraciones adicionales en búsqueda de este tipo de manantiales en las zonas colindantes del estado Zulia, con el objetivo de aumentar la data y conocer mejor las tendencias en relación con la variación de la temperatura, pH y componentes químicos importantes para un mejor aprovechamiento de las aguas. De igual

manera se recomienda ampliar las exploraciones en las zonas del estado Trujillo donde no se pudo tener acceso en este trabajo y que se mencionaron anteriormente, para conocer con más detalle la ocurrencia y características de manifestaciones geotérmicas y potencialmente emplear con eficacia estos recursos, para el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones beneficiadas. Por estos motivos se cree que el número de manantiales de aguas termales o sulfurosas dentro de los límites del estado aumentará a medida que se realicen exploraciones más detalladas.

Esta contribución al inventario geotérmico del estado Trujillo representa un aporte para el estudio de la neotectónica e hidrogeología del área. Asimismo, se considera que un estudio sistemático de estas aguas y sus depósitos minerales, especialmente en la fuente de Agua Viva, podría ser importante fuente de datos para estudios paleoclimáticos y paleosísmicos del área.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los Ingenieros geólogos Crisanto Silva y Rolando Benítez y a los ingenieros Eduardo y Luis Cañizales, por su valiosa colaboración los trabajos de campo. A las compañías Agua Mineral Berritz y Arenera Monay por permitir muy amablemente el paso en sus instalaciones y aportar datos importantes para las labores de campo. A las familias Carrillo, Cañizalez, Benítez y Pérez por el apoyo en la logística de campo y a todas las personas que colaboraron desinteresadamente con este trabajo permitiendo el acceso a sus propiedades o aportando datos sobre la localización de las aguas termales.

BIBLIOGRAFÍA

- BELTRÁN C. (1993) *Mapa neotectónico de Venezuela*. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, Departamento de Ciencias de la Tierra. Escala 1:2.000.000.
- BRICEÑO VALERO A. (1920). *Geografía del estado Trujillo*. Tip. Cultural Venezolana. Caracas. Segunda edición 1972.
- CARRILLO E., R. BENÍTEZ, C. SILVA & F. URBANI. (1995) Inventario geotérmico de Trujillo septentrional y Distrito Morán del Estado

- Lara. *Acta Científica Venezolana*, vol. 46, suplemento 1, libro de resúmenes, pp 225.
- CARRILLO E., F. URBANI & A. RAMÍREZ. (1998) Inventario geotérmico del estado Trujillo. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería - JIFI*. UCV. Resumen.
- CASTELLANO E. (1985) Predicción del impacto ambiental de los posibles desarrollos turísticos en las fuentes termales del estado Trujillo. *Geotermia*, UCV, Caracas, 16: 5-7.1
- CASTELLANO E., C. MORENO & C. VERGARA (1982) Estudio preliminar de las fuentes termales del estado Trujillo. *Geotermia* Universidad Central de Venezuela, Caracas 8: 16-18.
- CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1966) *Mapas de Geología de Superficie E-4-A, E-4-B, E-4-C, E-4-D* Escala 1:50.000
- GARCÍA R. & V. CAMPOS. (1976) *Mapa Geológico de la región de Valera, estados Zulia y Trujillo*. Escala 1:50.000. Ministerio de Minas e Hidrocarburos.
- LANDAETA ROSALES M. 1889. *En*: Manuel Landaeta Rosales (1847-1920), recopilador de información geotérmica. *Geotermia*, UCV, Caracas, 4: 29-35, 1981
- LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA (1997) Caracas: PDVSA-INTEVEP S.A. <http://www.pdv.com/lexico/lexicoh.htm>
- PADRÓN C. (1997) *Tomografía sísmica del occidente de Venezuela*. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Departamento de Geofísica.
- ROD E. (1956) Strike-Slip faults of northern Venezuela. *AAPG Bulletin* 40: 457-476.
- ROJAS A. (1981) Noticia sobre las aguas termales de Venezuela. *Geotermia*, UCV, Caracas, 2: 27-32. Edición original publicada en 1872, en *Almanaque para todos de Rojas Hermanos* para el año 1873. Caracas.
- ROSALES M. (1995) La gestión ambiental en el uso de las aguas termales de Venezuela. *Geotermia*, UCV, Caracas, 33: 6-61.
- SCHUBERT C. & L. VIVAS. (1993) *El Cuaternario de la cordillera de Mérida, Andes Venezolanos*. Universidad de los Andes y Fundación Polar, Mérida. 345 p.
- SOULAS J. P. (1985) Neotectónica del flanco occidental de los Andes de Venezuela, entre 70° 30' y 71° 00'W (Fallas de Boconó, Valera,

- Tuñame, Piñango y del Piedemonte). *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, 4: 2687-2711.
- TOMALIN W. G. C. (1938) *Geological report on the Monay Basin*. Cia. Shell de Venezuela, Informe Inédito, Exp. Rep. 605 (mapas escala 1:25.000).
- URBANI F. (1991) Geotermia en Venezuela. *Geos*, Univ. Central Venezuela, Caracas, 31: 1-347.
- VILLAROEL M., E. ZARZALEJO DE RICCI, J. RUBAS & A. MORA. (1982) Aguas termales del estado Trujillo. *Geotermia*, UCV, Caracas, 7: 46-48.

Tabla 3: Coordenadas UTM (La Canoa) y características físico químicas de campo de las aguas termales de Venezuela. Los datos fueron recopilados en diciembre de 1997. Tomado de CARRILLO *et al.* (1998)

FUENTE TERMAL	N U.T.M. H19	E U.T.M. H19	Temp. (°C)	pH	CND. (mS/cm)	TSD (mg/l)
Agua Viva (A)	1057488	320581	75	9	0,984	493
Agua Viva (B)	1057488	320581	76	6,1	0,982	493
Aguas calientes (A)	1065621	323379	62	7	0,239	119,6
Aguas calientes (B)	1065621	323379	60	5,9	0,232	115,32
Aguas calientes (C)	1065621	323379	59	6,9	0,225	109,6
El azufre (ESCUQUE)	1024113	315316	22	7	0,668	334,8
La mata-escuque	1029110	319830	22	7,4	0,341	170,8
La Vega -Chejendé (A)	1066320	347210	28	6,6	0,763	382
La Vega -Chejendé (B)	1066320	347210	34	7	0,589	294
La Viciosa	1079088	335113	34	4,5	0,0327	16,4
Lambadero batatillo	1079820	344520	34,1	6,1	0,0427	21,4
Lambadero San Antonio	1076288	339230	42,3	6,1	0,1083	42,3
San Jacinto	1031924	341855	24	7,2	0,51	256
Tostos-Tirandá	1018500	356790	34,1	9,9	0,318	158,9

Tabla 4: Elementos mayoritarios de los principales manantiales de fuentes termales del Estado Trujillo analizadas en 1994. De igual manera se presentan las temperaturas superficiales (°C Sup.) y las temperaturas de los acuíferos (°C Tr) calculadas por medio de geotermómetros de cationes. Tomado de CARRILLO *et al.* (1995).

FUENTE TERMAL	[Ca]	[Mg]	[K]	[Na]	[Cl]	[SO ₄]	[HCO ₃]	[SiO ₂]	°C Sup.	°C Tr
Agua Viva (A)	20,0	1,6	9,8	182,0	40,0	18,0	475,0	81,0	79,0	126,0
Aguas Calientes (C)	8,0	3,0	6,6	24,0	8,5	12,0	84,0	60,0	64,0	111,0
La Vega -Chejendé (B)	24,0	8,3	1,7	8,2	3,6	51,0	68,0	17,0	43,0	57,0
Lambadero San Antonio	5,8	1,3	1,8	7,8	3,3	6,8	33,0	25,0	43,0	72,0
San Jacinto	12,0	6,4	6,6	83,0	30,0	32,0	207,0	17,0	27,0	57,0
Tostos-Tirandá	2,3	0,1	1,4	59,0	2,4	45,0	105,0	44,0	34,0	96,0

Tabla 5: Componentes mayoritarios de las fuentes termales del estado Trujillo analizadas en noviembre de 1997. Tomado de CARRILLO *et al.* (1998).

FUENTE TERMAL	[Ca]	[Mg]	[K]	[Na]	[Cl]	[SO ₄]	[HCO ₃]
Agua Viva (B)	13,0	1,9	12,2	177,6	40,0	1,5	450,0
Aguas Calientes (A)	8,1	4,5	6,3	22,3	9,4	10,8	75,6
El Azufre (ESCUQUE)	59,0	20,9	1,0	3,9	2,7	47,9	185,4
La Mata-Escuque	41,2	18,7	1,4	5,0	1,3	41,7	132,0
La Vega -Chejendé (B)	35,3	7,5	4,1	39,0	18,1	30,4	187,9
La Viciosa	0,7	0,3	0,8	0,9	1,2	3,2	-
Lambadero Batatillo	0,5	0,4	1,5	1,0	0,7	1,1	-
Tostos-Tirandá	1,6	-	1,3	61,6	3,3	47,8	78,0

Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela,

Ingeniero José Grases

Antecedentes de la Ingeniería Forense en Venezuela

Ingeniero José Grases

*(Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,
Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas
(jgrases@gmail.com)*

Resumen

Durante siglos el arte de la construcción se ha nutrido de éxitos y fracasos en obras hechas por el hombre. Se presentan aquí algunos antecedentes venezolanos de eventos naturales de naturaleza catastrófica, situaciones accidentales no siempre previsibles, errores en la selección de sitios, fallas por sobrecargas y otros que han sucedido a lo largo de los dos últimos siglos. Forman parte de ese inescapable proceso de aprendizaje propio de una sociedad que le tocó construir nuestro país, con los profesionales de la ingeniería que contaba en esa época, sin la guía de documentos normativos cuya progresiva aparición se inició hacia el final de los años 30 del siglo pasado.

Etimológicamente, la naturaleza 'forense' se reserva para designar aquellas situaciones que llegan al 'foro'. Es decir, al pronunciamiento por parte de jueces cuya función es dictaminar la eventual responsabilidad del autor del proyecto o del constructor de la obra en cuestión. Esta presentación está orientada a destacar lecciones propias de la naturaleza patológica del evento; o sea, las causas y posible origen que se infieren de los casos aquí descritos, algunos de los cuales han sido sustento de recomendaciones incorporadas a las Normativas vigentes. Estos se presentan de modo escueto y siguiendo un orden cronológico; algunos de mayor interés se han agrupado según el origen de los mismos, acompañados del correspondiente sustento referencial.

Sería inexcusable eludir en esta presentación el desplome de una edificación en la ciudad de Cumaná como consecuencia del terremoto de Cariaco sucedido en julio de 1997, con un trágico balance en pérdida de vidas. El mismo reviste singular importancia en esta presentación por las dos razones siguientes: (i) ejemplifica con cierto nivel de detalle los diferentes pasos asociados a una investigación forense; (ii) se trata de una edificación proyectada y construida durante un lapso de tiempo -1967 a 1982- en el cual las normativas que se encontraban en vigencia sufrieron cambios significativos en los años subsiguientes por considerarse obsoletas.

Palabras Clave: ingeniería forense; patología; inundaciones; sismos; huracanes

1.- INTRODUCCIÓN

Desde un comienzo debe quedar claro que tanto los casos que hayan alcanzado la naturaleza 'forense', como aquellos que sufrieron los efectos de acciones infrecuentes de la naturaleza y que forman parte de lo que conocemos como 'patológicos', son del interés de los profesionales de la Ingeniería por enriquecer la estrategia preventiva. Ese ha sido el criterio general en la selección de los eventos que se anotan en esta presentación. En la **Tabla 1** se sintetiza la casuística recogida, siguiendo un orden cronológico. En la **Sección 2** se agrupan los casos que tienen causas comunes como son: (i) pérdidas de puentes por tiro de aire insuficiente; (ii) asentamientos de fundaciones; (iii) fenómenos hidro-meteorológicos extremos; (iv) sismos y licuefacción; (v) maremotos; (vi) huracanes; (vii) sobrecargas no previstas; (viii) corrosión; (ix) incendios y otros accidentes, y; (x) embalses.

En el encabezamiento de la **Tabla 1** se deja constancia de las referencias consultadas. Salvo casos excepcionales, se ha omitido su cita en esta tabla, para alejarnos de un texto farragoso.

TABLA 1
MUESTRA DE EVENTOS SUCEDIDOS EN
EL LAPSO 1766-2010

(Referencias consultadas: Ernst, 1878a; Brun, 1894 ; Centeno Graü, 1900, 1940; Franquiz J., 1901; Sievers, 1905; Paige, 1930; Nones del Valle, 1942; Röhl, 1945, 1949; Maza Z., 1951; Freyssinet, 1953; Riehl, 1954; Arcila F., 1961 ; Gomez, 1983; De Sola, 1964; CIV, 1967;Buroz et al., 1976; Singer et al., 1983; Kausel, 1986; Sarria, 1986; De Santis y Audemard, 1989; Harwich, 1997; FUNVISIS, 1997; Vincentelli, 1999; Grases et al., 1999; SIDETUR, 2001; Pacheco T., 2002; Suarez, 2002; Altez, 2005; Gutiérrez, 2006; Salcedo, 2006; Camargo Mora, 2006; López, J.L., 2006, 2010; López y García, 2006; Maglione, 2007; Henneberg, 2009; Silva, 2009; Buroz, 2010)

FECHA	TIPO DE EVENTO	BREVE DESCRIPCIÓN
1766-10-21	Terremoto	Con área epicentral probable hacia al norte del estado Sucre, este es uno de los mayores sismos históricos que ha afectado el país. No se conocen reportes de víctimas.
1781	Puente Carlos III, Caracas	Destrucción por lluvias torrenciales del primer puente Carlos III sobre la quebrada Catuche, hecho de madera en 1773. Se reconstruyó con mayor sección, en arco de mampostería, en 1783. Esta creciente de 1781 también destruyó el puente La Trinidad, aguas abajo, construido en 1775
1798-02-11 a 13	Crecida de la quebrada Osorio debido a lluvias Torrenciales.	Daños en haciendas y viviendas entre Maiquetía y Macuto por deslaves. La Guaira fue el área más afectada por arremetida de piedras de 'hasta 100 quintales' (~ 5 toneladas); se reportan 30 víctimas.

1812-03-26	Terremotos con orígenes distantes, cercanos en su hora de ocurrencia	En esta fecha el país se vio convulsionado por sacudidas destructoras que causaron grandes estragos en: Caracas, La Guaira, San Felipe, Barquisimeto, Mérida, Santa Cruz y otras poblaciones. De acuerdo con las cifras de la época, hoy cuestionadas, el total de víctimas habría alcanzado la cifra de 15 a 20 mil.
1820	Puente de acceso a Valencia viniendo de Caracas	Este puente fue destruido por socavones de las crecientes del río. En 1904 fue reedificado con el nombre de Puente de La Restauración; las nuevas fundaciones se hicieron de concreto.
1847-10-12	Inundación en Barcelona	Considerada como una de las crecientes históricas del río Neverí, causó estragos en Barcelona y su litoral.
1853-07-15	Terremoto y Maremoto	Daños importantes en Cumaná. Incurción del mar tierra adentro; descripción similar al del sismo de Enero de 1929. La cifra de víctimas oscila entre 113 y ‘cercana a mil’.
> 1875	Puente de Abril o Guanábano	Este caso es tratado en esta Sección 2.5 con más detalle. El año del suceso pudiera ser 1885.
1877-09- 22 y 23	Vientos huracanados en la península de Paraguaná	Gran huracán al sur de las Antillas Menores desde el día 19 de setiembre. Ocasionó daños en localidades de la costa norte-central. En la noche del 22 al 23, afectó severamente las islas de Curazao, Bonaire y Aruba, así como la península de Paraguaná.

		No se tiene conocimiento de víctimas.
1878-04-12	Sismo local	Destructor en Cúa, en este sismo local destacan los efectos geológicos y emanaciones de agua caliente, en trabajo pionero realizado por el profesor Adolfo Ernst (1978).
1880	Puente sobre el río Cabriales, Valencia	Falla por excesiva carga el día de su inauguración.
1892, octubre	Puentes sobre el río Guaire	El Cordonazo de San Francisco de 1892, destruyó tres puentes que cruzaban el río Guaire. Volcamiento del puente de Hierro sobre ese río, por represamiento de troncos y ramas que formaron un dique, el día 7 de octubre. Las precipitaciones en todo el país fueron excepcionales y causaron daños en otras regiones
1894-04-28	Terremoto	Denominado el gran terremoto de Los Andes Venezolanos, este sismo ocasionó la ruina de Santa Cruz de Mora, Tovar, Mérida y Zea, así como daños considerables en Mesa Bolívar, San Cristóbal, Guaraque y otros pueblos. Daños importantes en instalaciones del ferrocarril por licuefacción.
1900-10-29	Terremoto	Este es uno de los primeros sismos registrados instrumentalmente con la primera red de cobertura mundial; también dio lugar a los primeros mapas de isosistas de un sismo venezolano. Su epicentro quedó localizado mar afuera, frente al Cabo Codera. Severos daños en

		Guarenas, Guatire y localidades de Barlovento; alrededor de 100 víctimas entre esa región y Macuto. Oleaje anormal en Barcelona y Puerto Tuy.
1900-10-29	Licuefacción	Debido a los fenómenos de licuefacción generalizados en áreas cercanas a la costa barloventeña, la línea férrea Carenero-El Guapo sufrió daños importantes y la pérdida de, al menos, el puente Paparo sobre el río Tuy.
1911-1912	Fuga en la base de un embalse	Así como Coro fue el primer centro poblado en recibir agua de un embalse –la presa de Caujarao, construida por el ingeniero Luciano Urdaneta y concluida en 1866-, en 1912 la península de Paraguaná sufrió una sequía extrema; parte de la población murió de hambre y otra emigró hacia el sur (Tamayo, 1941). Los embalses son obras fundamentales en la infraestructura de un país. De hecho, el embalse de Caujarao para suplir agua a Coro, proyectado en 1863, fue la obra de ingeniería más importante hecha en el país hasta ese momento (Urdaneta, 1912, post-mortem).
1912	Puente sobre el río Chama	Reparaciones; este caso no está bien documentado.
1914-01-14	Huracán	El litoral central del país fue afectado. Se reportan viviendas y plantaciones destruidas; 20 víctimas.
1919-04-01	Incendio del Coliseo	Construido en 1854 entre las esquinas de Veroes e Ibarra, tenía

	o Teatro Caracas	una capacidad de 1200 personas. Centro de atención de la sociedad caraqueña, el 1 de abril de 1919 fue totalmente destruido por un incendio.
1927-10-22	Tormenta Tropical	Se reportan 50 viviendas destruidas en el oriente del país y otras tantas afectadas; 26 víctimas.
1929-01-17	Terremoto y Maremoto	Destructor en Cumaná y áreas vecinas Incursión del mar por las Sabanas de Caigüire. La interpretación de los registros sísmográficos ha sido revisada en años recientes con lo cual la magnitud Richter asignada en los catálogos ha sido reducida en varias décimas: de 6.6 a 6.3.
1933-06-27 a 29	Huracán	Último huracán historiado; en textos especializados es señalado como ‘huracán memorable’ por su ruta excepcionalmente meridional. Descrito como de muy pequeño diámetro pero asociado a velocidades muy elevadas, ocasionó daños en áreas pobladas de Monagas y Sucre, así como a lo largo de la costa oriental de la isla de Margarita.
1937	Incendio de Lagunillas	Decreto de fundación de Ciudad Ojeda en sustitución de los restos de la población palafítica de Lagunillas, costa oriental del lago de Maracaibo, arrasada por un incendio años antes.
¿1938?	Puente sobre el río Chama	Construido en 1923, fue dañado por una gran crecida del río Chama
¿?	Puente sobre el río Uribante	Puente colgante de 136 m de luz libre. ¿Afectación?

1943-06-03	Puente Colgante Libertador	Pérdida del puente ubicado entre San Cristóbal y Táriba, estado Táchira. Se guarda memoria de la crecida del río Torbes la noche del día jueves 03 de junio de 1943. La creciente destruyó el citado puente.
1951-02-25 a 26	Deslaves en el estado Vargas	Precipitaciones torrenciales generaron deslaves en la costa del actual estado Vargas. En Macuto, el río del mismo nombre arrastró puentes y tramos del acueducto. Daños en viviendas y cultivos; 20 desaparecidos. El ingeniero A. Vincentelli fue testigo presencial y publicó sus observaciones (Vincentelli, 1999, p 251-264).
1956	Hospital Universitario del Zulia	Corrosión generalizada de la estructura de concreto armado por empleo de arenas provenientes de una salina. La reparación requirió varios años
1958	Reventones de la Línea de Gas Anaco-La Mariposa	Durante el día 8 de septiembre de 1958, en el kilómetro 309 del gasoducto Anaco-Caracas, a las 10 am ocurrió un reventón. En fechas anteriores, la línea había sido probada a presiones entre 1250 y 1100 psi, con resultados satisfactorios. El evento sucedió cuando la presión del fluido en la tubería de 26 pulgadas de diámetro era la de operación, igual a 900 psi. De las inspecciones y experticias se concluyó que la explosión fue debida a factores externos sin poder determinarlos (Caro, 2009).
1964-04-06	Choque de un Tanquero contra	Una de las obras más destacadas del país, es el Puente Rafael

	el Puente sobre el Lago	Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo, el cual se inauguró el 24 de agosto de 1962. Con una longitud cercana a los 9 km, consta de 135 pilas, algunas de las cuales sobre pilotes de 60 m de longitud. Esta obra facilita la comunicación terrestre con Maracaibo, pues une la costa oriental del Lago con esa capital. En la fecha anotada, poco antes de media noche, el barco "Esso Maracaibo" chocó contra las pilas 31 y 32 del puente.
1965	Desastre ambiental	En 1965 la CVG inicia un proceso de desarrollo agrícola en el Delta del Orinoco, se cierra el Caño Mánamo, lo cual generó un desastre ambiental. Surgieron allí dos problemas ambientales: (i) la salinización de las aguas del Caño Mánamo por efecto de la intrusión de las mareas, problema que se resolvió colocando compuertas de regulación en el dique para dejar pasar un caudal suficiente que restituyese la salinidad a su situación inicial y; (ii) la acidificación de tierras en la isla de Agua por efecto de la oxidación de sedimentos marinos expuestos a aireación debido al exceso de drenaje (Buroz and Guevara, 1979).
1967-07-29	Terremoto	Este sismo que afectó la capital del país fue precedido por un sismo temprano por la mañana, moderadamente destructor en el área de Cúcuta-Bucaramanga y San Cristóbal, Táchira, con un

		balance de 22 víctimas. A las 8 PM, cerca de 300 víctimas por la caída total o parcial de edificaciones en áreas de Caracas y Caraballeda. Marca el inicio de los estudios de Ingeniería Sísmica en nuestro país. Licuefacción y deslizamiento hacia el lago de Valencia de extensas áreas ribereñas cercanas a Güigüe.
1970-09-	Inundación	Cumaná bajo las aguas por crecida excepcional del río Manzanares. Se decide la posterior construcción de un dique de control, el cual ha minimizado la probabilidad de nuevas inundaciones. De igual modo sucedió en Barcelona: se levantaron los daños ocurridos y se publicó un libro con los resultados de la encuesta, publicación de la División de Hidrología del MOP; como resultado se diseñó y se construyó un canal de desvío de las crecientes del río Neverí.
1974-08-	Tormenta Tropical Alma	Afectación en los golfos de Paria y Cariaco hasta el Lago de Maracaibo; inundaciones en Valencia por crecida del río Cabriales.
1977	Incendios en la Torre Europa, Caracas	Este incendio afectó algunas partes de la estructura de ese edificio de concreto armado. En 1998 ocurrió un segundo incendio
1981-04-17	Inundaciones en Caracas	Pérdidas estimadas en 10 millones de US\$; cerca de 30 víctimas y número no determinado de desaparecidos.
1982	Incendio y	El 19 de diciembre ocurrió una

	explosión en la Planta de Tocoa, litoral central	secuencia de incendios en la planta de generación termoeléctrica de Tocoa, Arrecifes, que culminó con la explosión de uno de los tanques de combustible con un trágico balance de 180 víctimas entre bomberos, periodistas y población local.
1987-09-06 (día domingo a las 3 PM)	Deslaves del río Limón, Maracay	Alrededor de 1400 viviendas afectadas por súbitas crecientes del río Limón. Entre 5 y 6 mil vehículos dañados o enterrados; tres puentes caídos. El volumen estimado de depósitos sólidos fue de 2 millones de m ³ , unas 5 veces menor que el volumen estimado del deslave anterior en esa zona, aún no datado. Fue un año de muchos incendios en el Parque Henry Pittier. La prensa menciona centenares de víctimas.
1993	Excavadora Intercepta Tubería de Gas en Las Tejerías	Una excavadora operaba en las cercanías del hombrillo norte, vía este-oeste, de la Autopista Regional del Centro. Este equipo consistía de una gran rueda dentada, de ancho limitado, para generar un canal en el cual debía disponerse una línea de fibra óptica. A la altura de Las Tejerías, los dientes con punta de diamante de la excavadora interceptaron la parte superior de una tubería de gas, cuya perforación ocasionó una súbita fuga e ignición de gas a presión.
1993-08-8 y 9	Tormenta Tropical Brett	Vientos de 100 km/h causan daños en Nueva Esparta y áreas al sur de

		Caracas. Se reporta un total de 120 víctimas y 10 mil damnificados.
1997-07-09	Terremoto	Sismo de magnitud 6.9 con efectos destructores en Cariaco y áreas vecinas del estado Sucre. Ruina de un liceo y una escuela, así como daños en construcciones el área. Desplome de un edificio en Cumaná.
1999-12-15 a 17	Deslaves y lluvias pertinaces en el área norte-central del país	Estimaciones varían entre 10 a 50 mil víctimas y pérdidas materiales cuantiosas en el estado Vargas; cambios en la línea de costa. Los deslaves afectaron puentes del litoral; estadística no conocida. Rotura de la presa de El Guapo en Miranda por insuficiencia en la capacidad de alivio, destruyó parte de la vía Guapo-Cúpira. Afectación menor en diques de contención de la costa oriental del estado Falcón.
2000-10-01	Macro-deslizamiento en zona densamente habitada al oeste de Caracas	El monitoreo del área afectada, durante un año de observaciones, permitió organizar un plan de desalojo de viviendas con cinco días de antelación al evento; a tres horas antes del súbito deslizamiento, el desalojo fue obligado por fuerzas del orden público. Se evitaron pérdidas de vidas en una comunidad que ocupaba 120 viviendas en 14 mil m ² calificados como ‘situación de riesgo’ (más detalles en: Rangel, 2006).
2004	Pisos superiores de la Torre Este	En setiembre de 2004 se desató un incendio en los niveles superiores

	del Parque Central	de la Torre Este del desarrollo Parque Central, Caracas. Esta es una edificación de 64 niveles esencialmente destinada a oficinas y archivos de varias dependencias del Estado. Siete años después la parte afectada aún no se encuentra en servicio.
2005	Afectación de puentes por lluvias pertinaces	Según la información que da Torres (2006), en Venezuela hay unos 6125 puentes en servicio con una longitud total de 93328 metros: el 66% de los puentes tienen más de 40 años de servicio y el 22 % más de 50 años. Para ilustrar la vulnerabilidad, Torres (op. cit. p 275) señala que durante el año 2005: “...colapsaron 68 puentes, desde la vaguada de febrero en Mérida, Táchira, Trujillo, Guárico, Vargas, Caracas y Miranda, lo cual tiene un impacto terrible en el desarrollo nacional”.
2006-03-19	Desplome del Viaducto N°1 Autopista Caracas-La Guaira	Inaugurada en 1953, a inicios de 1987 se identificaron daños locales, los cuales fueron asociados a un antiguo deslizamiento en la ladera Caracas. El 21 de junio de 2007 el nuevo viaducto entró en servicio (Torres et al., 2009).
2007	Fuerte temblor en áreas urbanizadas al sur del río Orinoco	En noviembre de 2007 se sintió fuertemente un temblor en Puerto Ordaz, Ciudad Bolívar y otras localidades. Registros acelerográficos en la red de CVG-EDELCA . Efectos similares a los del temblor de Ciudad Bolívar del

		año 1953 (Grases, 1994). Aún cuando no son casos donde se reporten daños, se consideran suficientemente importantes como para tomarlos en consideración en futuras evaluaciones de la peligrosidad sísmica del área
2008	Lluvias torrenciales	En 2008 ocurrió una seria afectación del Municipio Costa de Oro del Estado Aragua y de severa afectación de la carretera. Se cayó un puente en sitio conocido como Baloché. Los sitios donde ocurrieron las afectaciones ya se habían señalado como vulnerables en un trabajo previo de predicción de lugares de alto riesgo en esa carretera (Buroz, 2010).
2009	¿Vientos huracanados?	Inestabilidad de siete torres de extra-alta tensión entre San Gerónimo y valles de El Tuy. No se conocen informes sobre el origen de este desempeño catastrófico.
2009-05-04	Fuerte sismo local	Sismo de magnitud 5.6 al sur de Los Teques, cerca de Las Tejerías. Estudio de su mecanismo focal, así como de los mecanismos de tres de sus réplicas de magnitud entre 4.4 y 4.0 sucedidas ese mismo mes, revelaron: (i) que el sismo y sus réplicas estaban asociadas a la falla de La Victoria; (ii) que se presentaron claros fenómenos de migración de focos de Este a Oeste (FUNVISIS, 2009).
2010, noviembre y	Lluvias pertinaces en la	Afectación en áreas urbanas por deslizamiento de terrenos

diciembre	zona costera del norte del país	consecuencia de las intensas precipitaciones. Inundaciones especialmente en los estados Falcón, Miranda, Nueva Esparta y Zulia. Reportes de los primeros días de diciembre hubo informaciones contradictorias sobre roturas del dique de Játira (Falcón); en el embalse de San Juan (Nueva Esparta), se abrieron compuertas de alivio luego de alcanzarse cotas críticas.
-----------	---------------------------------	---

2.- CAUSAS MÁS FRECUENTES

En la mayoría de los casos, la información técnica conocida sobre casos agrupados en la **Tabla 1** es limitada; el registro de los resultados de estudios o trabajos de campo, generalmente formaron parte de los archivos propios de organismos del Estado. Su mejor interpretación en el momento, sirvió de guía en el medio profesional para reducir el riesgo de situaciones similares en las obras reparadas o reconstruidas, así como en el proyecto de otras similares. Las principales recomendaciones dirigidas a obras futuras comenzaron a influir las Normas del MOP a partir de mediados del siglo pasado aproximadamente.

2.1.- Tiro de Aire en Puentes

Se entiende por 'tiro de aire' la distancia entre la cota máxima del curso de agua que pasa bajo un puente y la parte inferior del mismo; el arrastre de vegetación agrava el problema. En el caso de puentes en arco, se considera equivalente a la sección no ocupada por líquido del puente. Limitaciones de información hidrográfica que han limitado el sustento en la toma de decisiones en este y en otros problemas como es el cálculo de las necesarias capacidades de alivio de embalses, han subsistido hasta tiempos más recientes.

- **Puente Carlos III de Caracas.** Las modificaciones hechas después de su pérdida en 1781, han perdurado hasta el presente.

Aparentemente el empleo de los materiales seleccionados en su reparación han resistido subsiguientes crecientes de la quebrada Catuche desde aquella fecha sin mayor problema, o las condiciones locales de su cuenca han modificado los caudales de las máximas crecientes en los últimos 230 años.

- **Puente de Hierro sobre el río Guaire.** El volcamiento del Puente de Hierro por represamiento de troncos y ramas que formaron un dique, el día 7 de octubre de 1892, ocurrió pocos años después de su ejecución. Ese día cayó sobre Caracas una fortísima precipitación. Personal que laboraba en el ferrocarril Caracas-Santa Lucía, en la zona de El Encantado, Petare, describió el enorme volumen que, según el ingeniero Germán Jiménez, habría alcanzado $900 \text{ m}^3/\text{seg}$. La crecida destruyó otros puentes que cruzaban el río Guaire: 2 a la altura del sitio conocido como Canteras Miranda (2 km aguas abajo del actual puente Baloa), así como el puente de Arenaza, al inicio de la planicie de Santa Lucía (Urbani, ~ 1986). Pacheco Troconis (2002, p. 85) señala este año como uno de los más lluviosos; desde el oriente al occidente, la lluvia no cesó en dos días.
- **Puente sobre el río Chama.** Proyectado en 1923, en su momento fue uno de los mayores construidos en estructura metálica. Fue dañado por una gran crecida del río Chama en 1938. No se ha logrado consultar informes sobre las razones de estos daños.
- **Puente Colgante Libertador sobre el río Torbes.** Este puente, ubicado en la vía que va de San Cristóbal a Táriba y Palmira, estado Táchira, fue un proyecto o la supervisión de su instalación, estuvo a cargo del ingeniero Luis Vélez (**Nota 1**). Inaugurado en 1913, sufrió graves desperfectos 30 años después por una creciente del río Torbes probablemente por insuficiencia del tiro de aire. Se guarda memoria de esa excepcional crecida del citado río en la noche del día jueves 03 de junio de 1943.

2.2.- Socavaciones en las Fundaciones de Estribos de Puentes y otras Causas

En adición a los problemas de tiro de aire ilustrados en la sección anterior, la afectación de estas obras de infraestructura, especialmente por razones hidro-meteorológicas y de mantenimiento, es muy extensa.

Se ha señalado que en adición a las condiciones del suelo local (Ramírez, 2006; Capobianco, 2009), los saques furtivos de arena para la industria de la construcción ha ocasionando situaciones problemáticas en las bases de los estribos. El tema ha sido tratado por Franceschi y Sanabria (2006) quienes también indican medidas de remediación.

La mayoría de las pérdidas de puente han sido por accidentes, o problemas de mantenimiento (Torres, 2006; Lobo Quintero, 2009). A continuación se describen algunos casos.

- **Puente de acceso a Valencia viniendo de Caracas.** En 1820 este puente fue destruido por socavones de las crecientes del río. En 1904 fue reedificado con el nombre de Puente de La Restauración; las nuevas fundaciones se hicieron de concreto, material novedoso para esas fechas.
- **Puente de Abril o Guanábano en Caracas.** En la *Historia de la Ingeniería en Venezuela* de Eduardo Arcila Farías (1961, II, Figuras 93 y 94) se describe en forma muy somera uno de los casos propios de la ingeniería forense del siglo XIX. Se reproduce allí: “*El puente de Abril, destinado a convertirse en orgullo de la obra de ornato de Guzmán, causa de gran escándalo en la época por haberse derrumbado la víspera de su inauguración*” (leyenda de la Figura 93) y “*Puente de Abril. Detalles de su extraña estructura de arcos ojivales. Obra del ingeniero Roberto García*” (leyenda de la Figura 94) (**Nota 2**). El puente cruzaba el río en dirección aproximada sur-norte y se ajustaba a las diferencias de nivel de sus extremos, uniendo: “... *la ciudad por la Calle de Lindo en su parte norte*”; su diseño neogótico era sin duda atractivo. Tenía una longitud de 70 m y en su parte más alta alcanzaba los 21 m sobre el río. La sobre-estructura para formar el piso o tablero del puente, estaba conformada por: ‘*una sucesión de arcos de círculo*’; estos descansaban en los vértices de 5 ojivas, cuya amplitud variaba de 9.5 m a 12.35 m (**Nota 3**). Según unos, defectos de construcción, según otros el hundimiento del suelo por crecientes del Catuche, el puente se derrumbó poco antes de su inauguración. Dado que no era viable adoptar una solución de puente colgante porque: “... *el terreno es flojo y no apto a soportar anclajes*”, se decidió ordenar una estructura de acero en

Gran Bretaña, “...liviana para resistir temblores”. Fue así como la estructura quedó constituida por un par de vigas continuas de celosía, que descansaban sobre dos pilares centrales; fue armado y remachado en el lado sur de la calle y 'remolcado' a la orilla norte a través de la barranca (Zawisza, 1988, III, p. 279). Hoy en día es conocido como el puente del Guanábano. En la página LXII de la Memoria del MOP del año 1875 -la primera- se describe el *"Puente del Guanábano en Caracas"*. Dice: *'Aprobado el plano, levantado por el que suscribe (¿Muñoz-Tébar?)...se dio principio a sus trabajos en el mes de julio, y su dirección científica fue puesta a cargo del ciudadano Antonio Malausena'*. Acota más adelante que: *'Mucho se ha adelantado en esta obra, no obstante los serios inconvenientes ocasionados por las recias avenidas del río Catuche, por consecuencia de la fuerza del último invierno'*. Probablemente refiere a eventos del año 1873 o años siguientes según descripciones de la época (véase Pacheco T., 2002, p. 78) **(Nota 4)**.

- **Viaducto N° 1, Autopista Caracas-La Guaira.** Sobre el proyecto del viaducto N°1 y las condiciones locales de apoyo, su proyectista publicó un artículo descriptivo (Freyssinet, 1953) en el cual señala que, de acuerdo con la información sobre las condiciones del terreno, en el diseño: “...solo se encontraría un buen terreno a profundidades irregulares”. Por esa razón se evitaron empotramientos en los apoyos, disponiendo allí las célebres ‘articulaciones Freyssinet’, con lo cual: “...los momentos flectores en las bases se redujeron prácticamente a cero”. La consideración sobre eventuales sismos redujo de 3 a 2 el número de articulaciones el sistema portante y, el ingenioso proceso constructivo por partes, evitó el empleo de una cimbra apoyada en el terreno; de este modo se evitaba que aquella quedase expuesta: “...a los ciclones de las Antillas”. Luego del sismo de 1967 la estructura fue cuidadosamente inspeccionada y no presentó ningún daño visible. Cerca de 20 años después aparecieron las primeras manifestaciones visibles debidos a los efectos de un macrodeslizamiento ubicado en la falda nor-noroeste del barrio Gramoven. La evolución de los desplazamientos progresivos del talud que desplazaron hacia el norte el sistema de fundación del lado sur, desde las primeras mediciones hasta fechas cercanas a su colapso se dan en Salcedo (2006). Las tasas de desplazamiento

que hacia los años 90 se mantenían entre 1 a 2 cm/año, alcanzaron valores de 5 y más cm/día a poco de su colapso, con un visible levantamiento de la zona central del arco. Debe quedar claro aquí, que al proyectista no le fueron facilitadas fotografías aéreas de misiones disponibles en Cartografía desde 1936, cuyo análisis dos o tres décadas después de construido el viaducto revelaron la existencia de un macro-deslizamiento que afectaba el apoyo sur de la obra. La evaluación estructural del viaducto como consecuencia de las deformaciones impuestas, tanto en su plano como en la dirección ortogonal al mismo, así como las medidas para liberar las tensiones generadas en la estructura y mejorar su desempeño, fueron analizadas y descritas en Camargo (2006); en la parte final de ese trabajo, el autor discute el probable mecanismo de ruina. Una de las lecciones importantes de este caso está relacionada a las limitaciones en el estudio de sitio. A la empresa proyectista no se le suministró la información geomórfica -fotos aéreas del área- pues a finales de los años 40 se consideraba información militar reservada. A posteriori del terremoto de 1967 en fotos aéreas del año 1936 en adelante se identificó el macro-deslizamiento que finalmente destruyó el viaducto (**Nota 5**).

2.3.- Lluvias Torrenciales, Deslaves y Vientos Huracanados

En su libro *Iras de la Serranía*, el profesor Pacheco Troconis (2002) recoge un meticuloso historial de casos en los cuales las lluvias pertinaces ocasionaron deslaves en las vertientes de la Cordillera de la Costa; entre ellos los sucedidos en diciembre de 1999. Entre los múltiples eventos anotados en la **Tabla 1** se retienen los dos que siguen.

- **Deslaves en la Costa actual de Estado Vargas.** A fines de febrero de 1951 precipitaciones torrenciales generaron deslaves en la costa del actual estado Vargas. En Macuto, el río del mismo nombre arrastró puentes y tramos del acueducto. Daños en viviendas y cultivos; 20 desaparecidos. El ingeniero A. Vincentelli fue testigo presencial y publicó sus observaciones (Vincentelli, 1999, p 251-264). Interesa destacar que con anterioridad a ese evento y para darle más protagonismo al ferrocarril Caracas-La Guaira, el mantenimiento de la vieja carretera Caracas-La Guaira

había sido interrumpido. Las lluvias de 1951 generaron deslizamientos, tanto en los taludes de la carretera como en los del ferrocarril, razón por la cual Caracas quedó aislada de su puerto durante cerca de un mes. Los daños en la vertiente norte fueron tan importantes que, en un artículo del profesor D.F. Maza Zavala sobre ese evento natural ('Las avenidas de las aguas', publicado en el periódico *El Nacional* del día 22 de febrero de 1951), se adelantó en el tiempo cuando dejó escrito lo siguiente: "...luego que pase el temporal, nadie más se ocupará del problema...y continuará la imprevisión, la esencia del problema...preparando futuras y más tremendas catástrofes, de las cuales serán víctimas los sectores humildes...las que llenan las cifras de estadísticas de muertos trágicamente en inundaciones y derrumbes." Esta cita del artículo del profesor Maza, tomada de Germán Pacheco Troconis (2002, p 112), puede considerarse premonitoria, pues fue lo que muy cercanamente ocurrió el año 1999.

- **Deslaves en la Cuenca del río El Limón, Aragua, 1987.** El domingo 6 de septiembre de 1987 llovió en forma pertinaz en las montañas del Parque Henry Pittier. Las cuencas de los ríos El Limón y Delicias, así como en las sub-cuencas de la vertiente sur de la cordillera, crecieron de forma desmedida y transformó ese fin de semana en día de luto. La mayor precipitación registrada fue en el picacho de Rancho Grande, estación en la cual se registraron 183 mm en seis horas (183 litros/m² de terreno); otras estaciones de la zona registraron valores algo menores. Los efectos de esta precipitación, equivalente a dos meses de lluvias típicas en la zona, en tan corto tiempo, fueron agravadas por dos hechos señalados por Pacheco Troconis (2002, p 116 y ss.): (i) las mismas sucedieron después de varios días de lluvias intermitentes que seguramente habrían embebido el suelo, y; (ii) ese año las zonas boscosas se vieron afectadas por un conjunto de incendios, lo cual creó condiciones favorables para la acción erosiva y desestabilización de vertientes. Las consecuencias de esta combinación de acciones fue explicada por Montes (1989), quien describió las condiciones geomorfológicas y topográficas que facilitaron movimientos rápidos de masa. **Los Efectos:** En la prensa del día 7 de setiembre se describen los efectos del aguacero que se inició a las 3 de la tarde y el desbordamiento, una hora después, del río El Limón; este afectó los sectores de Mata Seca,

Circunvalación, La Candelaria -donde el agua rebasó el puente-Caña de Azúcar y alrededores. Miles de temporadistas que regresaban ese domingo de las playas de Ocumare de la Costa, Cata y otras de la zona, o quedaron atrapados en los deslizamientos a lo largo de unos 30 km de vías, o tuvieron la suerte de quedar varados en esas localidades y fueron sacados posteriormente por medio de embarcaciones y helicópteros. La prensa del día 8 dio cuenta de una situación que inicialmente no se pensó que pudiese ser de tal gravedad, tanto en la vertiente norte como en la sur de la cordillera. En particular, las pérdidas en El Limón fueron considerables. El balance de la situación catastrófica arrojó los siguientes cómputos: 1422 viviendas afectadas; 7682 vehículos perdidos, enterrados o inutilizados; 3 puentes derrumbados; 43 km de vías afectadas. Sobre el total del número de víctimas poco se pudo saber; titulares del Diario de Caracas anunciaron: “*Miles de vidas se llevó una lluvia milenaria*”. **Lecciones:** En diferentes análisis realizados por especialistas, quedaron recomendaciones generales: elevar el tiro de aire en los puentes de la zona, reubicar las áreas urbanizadas fuera de los conos de deyección de eventos históricos o prehistóricos; tomar medidas preventivas en los sistemas de drenaje y mejoras en las vías de circulación. Entre la ayuda foránea, se instaló un sistema de alerta para anticipar a los habitantes de poblados situados en las cercanías de los ríos sobre posibles eventos similares.

- **Deslaves en Vargas, Diciembre de 1999.** Los deslaves de ese año, fueron catastróficos en diversos sectores de la sociedad. Entre las edificaciones que se perdieron se encontraban algunas cuyos proyectos fueron aprobados por los organismos del Estado sobre, o adyacentes, a cauces de flujos torrenciales de alta densidad. La ausencia de estudios de sitio, o simplemente evidencias similares a las que hoy en día son visibles, no fueron incorporadas en los planos de desarrollo urbano del área (López y García, 2006).
- **Afectación de Puentes por Lluvias Pertinaces del año 2005.** Según la información que da Torres (2006), en Venezuela hay unos 6125 puentes en servicio con una longitud total de 93328 metros. El 66% de los puentes tienen más de 40 años de servicio y el 22 % más de 50 años. Según Torres (2006, p. 274), esto plantea problemas por: “...*el cambio drástico de los trenes de carga en el*

territorio nacional". En efecto, del total de puentes, los análisis hechos revelan que el 17% (1061) tienen una alta probabilidad de presentar una condición crítica; es decir, una condición que requiere reparación urgente. Para ilustrar la vulnerabilidad, Torres (op. cit. p 275) señala que durante el año 2005: "...colapsaron 68 puentes, desde la vaguada de febrero en Mérida, Táchira, Trujillo, Guárico, Vargas, Caracas y Miranda, lo cual tiene un impacto terrible en el desarrollo nacional". La afectación de puentes ocasionó serias interrupciones que fueron reportadas por la prensa. Una revisión de periódicos caraqueños de los meses febrero, marzo y abril de 2005, confirma la información de Torres (2006). Se omite la mención a desbordamiento de ríos, inundaciones y pérdida de vías, derrumbes, interrupciones por socavación u otras causas.

- **Derrumbe de siete Torres de la Línea de 750 KV: San Gerónimo-Valles de El Tuy.** Este caso está en estudio. El domingo 3 de Mayo de 2009 se cayeron 7 torres de las líneas eléctricas de 750 KV entre San Gerónimo y los Valles del Tuy. El sistema interconectado que opera está respaldado por la línea de 400 KV. El Presidente de CORPOELEC, ingeniero Hipólito Izquierdo, atribuyó el accidente a fuertes vientos; la falla de un conductor puede generar torsión y/o flexiones en la torre. Se estima que la reparación llevó dos meses.

2.4.- Sismos y casos de Licuefacción

Se anotan aquí eventos que aún son objeto de estudio sea por la aparente extensión de sus efectos, por sus características particulares o sus implicaciones en la estrategia preventiva. En cualquier caso, la situación particular de fenómenos de licuefacción ha sido constatada en múltiples sismos venezolanos a lo largo de los últimos 50 años (Acosta y De Santis, 1997), lo cual ha dado pie para que en las normas para el diseño de edificaciones sismo-resistentes vigente -COVENIN 1756:2001- se recomiende la toma de medidas preventivas (véase, por ejemplo, Amundaray, 2006).

- **Sismos del 26 de Marzo de 1812.** La primera evaluación de este sismo fue publicada por el ingeniero Centeno Graü en 1940. Sus efectos fueron interpretados en ese momento como un 'sismo

triple', sin diferenciación en sus horas de ocurrencia, con áreas epicentrales en: Caracas-La Guaira; San Felipe-Barquisimeto; Mérida. Estudios recientes conducen a sustentar la hipótesis que el sismo de Mérida sucedió aproximadamente una hora después del de Caracas-La Guaira (Altez, 2005); este último no parece haber extendido sus efectos hasta San Felipe-Barquisimeto, sobre cuya hora de ocurrencia no se manejan hipótesis debidamente sustentadas. Hay evidencias más recientes en nuestra geografía sobre sismos 'disparadores' de otros sismos en la región; por ejemplo, el terremoto de Caracas del 29 de julio de 1967 fue precedido en la mañana de ese mismo día, por un sismo destructor en San Cristóbal.

- **Terremoto Destructor en Cúa, Valles del Tuy.** Los efectos de este sismo local, sucedido el 12 de abril de 1878, fue objeto de estudios de campo por parte del profesor Adolfo Ernst los cuales se consideran pioneros en Venezuela. Identificó efectos geológicos locales, así como emanaciones de agua caliente (Ernst, 1878a).
- **Terremoto de Los Andes Venezolanos, 24 de abril de 1894.** Este sismo ocasionó la ruina de Santa Cruz de Mora, Tovar, Mérida y Zea, así como daños considerables en Mesa Bolívar, San Cristóbal, Guaraque y otros pueblos; 319 víctimas reconocidas. Considerado como el último gran sismo de los Andes venezolanos, este evento afectó severamente la línea férrea Santa Bárbara-El Vigía. El Ministerio de Obras Públicas publicó la relación de daños que envió la Inspectoría Nacional de ese ferrocarril al ciudadano Ministro, con base al informe de campo elaborado por Brun (1894). Se informó allí que: de Santa Bárbara al km 27+800 hacia El Vigía, los puentes no habían sufrido y las máquinas funcionaban sin interrupción. De esa distancia en adelante se constataban las desviaciones y hundimientos de la línea férrea, descripciones propias de fenómenos de licuefacción como el volcamiento de grandes árboles, hasta llegar al km 48. El puente de Los Cañitos: “...*está completamente deteriorado; una parte fue desviado un metro hacia arriba y la otra parte 2 metros hacia abajo*”. El puente del km 51: “*Está torcido con curva y contra-curva distante el máximo a 1 metro y está intransitable*”. El puente Vergnes (sic) sufrió hundimientos en las cabezas del puente, así como en el puente Affluent (sic) del Bubuqui N° 1.

También se da información sobre el estado de los puentes de Arenosa, Pedregosa, Bubuqui N° 2. Durante los días 1, 2 y 3 de este mes: *“los temblores de tierra se sentían continuamente con fuertes trepidaciones de día y de noche...se sentían caer, de la montaña inmediata a la línea, árboles más o menos corpulentos”*. Sievers und Friederichsen (1895) también reporta fenómenos de licuefacción sobre este sismo.

- **Terremoto Destructor con Epicentro en el Litoral Norte Central.** Sucedió el 21 de Octubre de 1900, este sismo fue registrado en la primera red mundial de sismógrafos instalada por John Milne; magnitud asignada por Gutenberg and Richter (1949) igual a 8.4, posteriormente fue reducida a 7.8 (Fiedler 1988). Hay reportes descriptivos de daños en Guarenas y Guatire, así como marejada en la desembocadura del río Neverí, Barcelona. La pérdida del puente sobre el río Tuy, línea férrea Carenero-Río Chico, se debió a licuefacción local del terreno (**Notas 6 y 7**).
- **Terremoto de El Tocuyo, agosto de 1950.** Este evento, sucedido el día 3 de agosto de ese año, ha pasado a la historia como un sismo en el cual la acción de los tractores destruyó más monumentos históricos que las vibraciones del terreno. Se enviaron misiones de Ingenieros Estructurales y de Geólogos (Ponte et al., 1950); con base a los resultados de los trabajos de campo se elaboró un mapa de isosistas (Mas Vall, 1950).
- **Terremoto de Caracas, 29 de julio de 1967.** A las 8 PM de un sábado, hubo cerca de 300 víctimas por la caída total o parcial de edificaciones en áreas de Caracas y Caraballeda. Se constató licuefacción y deslizamiento de masas hacia el lago de Valencia, de varias hectáreas ribereñas, cercanas a Güigüe, unos 100 km al oeste-suroeste de la zona epicentral. Sismo de particular interés para la ingeniería sismo-resistente, pues afectó un área de la ciudad -Los Palos Grandes y adyacencias- con depósitos aluvionales recientes, en los cuales se encontraba una muestra de un centenar de edificaciones de varios niveles, con estructuras de concreto armado proyectadas y construidas con normativas similares a las norteamericanas. La acción sísmica en esa zona fue lo suficientemente intensa para ocasionar daños importantes en unas cuarenta estructuras, de las cuales cuatro se desplomaron; el resto señaló el mecanismo que las conducía a ese estado último y quedaron en pie al terminar las vibraciones el terreno cuya

duración total fue, afortunadamente, limitada. Todo un laboratorio para los especialistas interesados en el tema.

2.4.1.- Los Sismos Distantes

El 19 de Marzo de 1953 en Ciudad Bolívar se reportó un temblor ‘fuertemente sentido con desplazamiento de objetos’ según testimonios de la época. Años después, la coincidencia de fecha y horas permitió asociar ese evento a un sismo de magnitud 7.5, con foco a 135 km de profundidad y epicentro cerca de la costa occidental de la isla de Santa Lucía en las Antillas Menores. Este fue uno de los varios sismos asociados al arco de las Antillas Menores estudiados por J. Dorel (Dorel, 1981). Se planteó como interrogante la muy baja atenuación para que un foco a más de 700 km de distancia alcanzase a sentirse en forma tan intensa por la población del estado Bolívar (Grases, 1994).

El 29 de noviembre de 2007, un nuevo evento sísmico con epicentro más septentrional, entre Martinica y Dominica, de magnitud 7.4 y foco de profundidad comparable, 143 km, fue fuertemente sentido en la región de Guayana-Ciudad Bolívar. Percibido durante cerca de dos minutos en sectores como: Puerto Ordaz, Macagua, Altavista, Caruachi y Guri; en esta oportunidad la información descrita quedó acompañada por registros instrumentales de la red acelerográfica instalada en el bajo Caroní (CVG-EDELCA, 2007). En la **Tabla 2** se compara la información de los dos eventos.

TABLA 2 COMPARACIÓN DE SISMOS CON FUENTE EN LAS ANTILLAS MENORES. EFECTOS CONOCIDOS EN GUAYANA

FECHA	M _s	COORDENADAS EPICENTRALES		h (km)	ACELERACIÓN REGISTRADA Y DISTANCIA AL FOCO (R)	EFECTOS CONOCIDOS EN LA GUAYANA VENEZOLANA
		Latitud N	Longitud W			
1953-03-19	7.5	14.10	61.21	135	No hubo registros acelerográficos. Foco distante unos (R = 720 km)	Fortísimo temblor sentido en Ciudad Bolívar. Fue de larga duración; se mencionan testimonios que

						dan entre 2 y 4 minutos. Muchos objetos desplazados.
2007-11-29	7.4	14.95	61.24	143	36.6gal (R= 752 km)	Fuertemente sentido en Puerto Ordaz durante más de 2 minutos.
					67.6gal (R = 817 km)	

Observaciones como las anteriores merecen atención por parte de nuestros sismólogos. Con relación a este tema el profesor Luis D. Beuperthuy, Universidad de Oriente, ha comentado que sismos de profundidad intermedia, con epicentros en los alrededores de Paria, en varias ocasiones se han sentido fuertemente y han provocado alarma en la población de Ciudad Guayana, sin que se haya sentido en puntos intermedios como Maturín o Caripito, así como tampoco en Carúpano, Cumaná ni Margarita, acaso débilmente en Güiría. Las razones de esta particularidad están pendientes de investigación, así como la eventual consideración de su influencia en futuras actualizaciones de los mapas de zonificación sísmica vigentes (Beuperthuy, 2010).

2.5.- Maremotos de Fuente Local y Marejada de Fuente Distante

Marejadas asociadas a sismos con fuente cercana a la capital del estado Sucre se han descrito en varios sismos pasados. De los que se citan en la **Tabla 1** hay dos similares en sus descripciones conocidas: el de 1853 y el de 1929. No obstante, la marejada en el muelle pesquero de Cumaná -moderada pero concurrente con el temblor de Cariaco de 1997-, con epicentro unos 75 km más al este de la capital del estado Sucre, no parece haber sido consecuencia de una perturbación tectónica local; sobre los efectos en Cumaná, en la **Sección 3** se trata el caso de un edificio desplomado. No se ha descartado que el origen de esta última marejada haya sido un deslizamiento submarino local, en áreas donde las batimetrías revelan fuertes pendientes; en ellas parece posible que los arrastres del Manzanares se depositen en un estado de equilibrio precario.

El tema merece una investigación más detallada, pues no hay razones para negar que eventos sísmicos históricos puedan haber tenido un origen similar. Su eventual confirmación facilitaría acciones preventivas.

2.6.- Huracanes

Resulta fácil comprobar que eventos como los que se describen más abajo y otros estudiados en la literatura sobre el tema (véase Gutiérrez, 2006), revelan que el mapa de velocidades básicas de viento en Venezuela contenido en la Norma COVENIN 2000 del año 1986, vigente, no refleja adecuadamente las velocidades propias de vientos huracanados y por tanto requiere actualización. Esta tarea ya fue emprendida por CANTV para la verificación contra acciones eólicas de sus torres de microondas en el nor-orienté del país (CANTV, 2007). Sobre el último de estos eventos se acompaña una breve descripción.

- **Huracán de 1933.** En junio de este año, la parte nor-oriental de Venezuela fue afectada por el paso de este huracán. Según NOAA esta perturbación fue de diámetro relativamente limitado, aún cuando las velocidades fueron relativamente elevadas por los efectos destructores conocidos en: el sur de Trinidad, los estados Monagas y Sucre y la costa de Nueva Esparta (Singer et al., 1983). La ruta señalada por NOAA, la cual habría pasado por Curazao, no se ajusta a detalladas descripciones recogidas por Gómez R. (1983), cronista de la isla de Margarita, así como el mapa publicado por el Director del Observatorio Cajigal en ese momento Röhl (1945); estos testimonios no dejan lugar a dudas que el ojo del huracán recorrió la costa oriental de Nueva Esparta, antes de seguir hacia el noroeste rumbo a la isla de Pinos, Cuba, y alcanzar Tampico en la costa Mexicana.

2.7.- Sobrecargas Accidentales o Imprevistas

En adición a los casos de cargas accidentales en puentes ya mencionados en la **Sección 2.2**, la imprevisión en obras de infraestructura ha generado costos accidentes. Por ejemplo en el muelle de La Guaira, una de las filas de pilotes que soportan el muelle donde acostaba el submarino El Carite, falló como consecuencia de la

imprevisión de la maniobra. Luego de su reparación se efectuó una prueba de carga que alcanzó 1.1 ton/m^2 . A continuación un caso ilustrativo de una carga imprevista.

- **Puente sobre el Río Cabriales, Valencia.** El 27 de abril de 1880, el día de la inauguración del puente La Quinta sobre el río Cabriales, no soportó la carga impuesta por las 4 mil personas presentes de las cuales unas 500 se encontraban sobre el tablero del puente: la sobrecarga hundió el puente. Fallecieron tres personas y hubo 69 heridos entre los cuales el proyectista. El puente fue reconstruido inmediatamente después (**Nota 8**).

2.8.- Corrosión en Concreto Armado

En nuestra literatura sobre la construcción de obras hechas a base de concreto armado se conocen múltiples casos de corrosión. Por ejemplo, en el Faro de Los Roques ubicado en las isla del mismo nombre, el ingeniero Manuel Cipriano Pérez restituyó a inicios del siglo XX parte de la estructura metálica original construida en 1874, por una obra nueva de concreto armado (Hernández Ron, 1975, p. 43). Por su reducido recubrimiento y la agresividad del ambiente marino, esta obra se deterioró con el tiempo. Son numerosos los muelles afectados por la acción corrosiva; Velazco (2006) describe un caso en la costa del estado Falcón.

El caso de la corrosión de la estructura de concreto armado del Hospital Universitario del Zulia a finales de los años 50, marcó un antes y después, ya que se estudió con detenimiento las razones de los daños que fueron apareciendo (Paparoni, 1963; De Sola, 1964). Este, brevemente descrito más abajo, fue un importante antecedente cuando se emprendió la construcción del Puente Rafael Urdaneta sobre el lago de Maracaibo, inaugurado en 1961; se exigieron en aquel momento controles muy estrictos con el fin de limitar los contenidos de cloruros y otras sales en los agregados empleados en el concreto de la infra y super-estructura. Con todo, la obra ha sido objeto de evaluaciones e intervenciones permanentes pues las condiciones ambientales del área son particularmente agresivas (véase: Troconis de Rincón et al. 2009).

- **Hospital Universitario del Zulia.** A mediados de los años 50 se inició la construcción de la estructura de concreto reforzado más grande del país, destinada a ser el Hospital Universitario del Zulia. Pocos años más tarde se detectaron agrietamientos asociados a corrosión de los refuerzos de acero de esa estructura. Hechos los estudios, se determinó que el origen de dicha corrosión se encontraba en los 'saques' de arena ubicados hacia Santa Cruz de Mora: una antigua salina ubicada al norte de Maracaibo (De Sola, 1964) (**Nota 9**).

2.9.- Incendios y otros Accidentes

En la **Tabla N° 1** se alude al incendio del Coliseo o Teatro Caracas en 1919, sobre el cual hay muy escasa información. Igualmente, se menciona el decreto de fundación de Ciudad Ojeda en 1937, luego del incendio que arrasó Lagunillas en la costa oriental del lago de Maracaibo. Esta fue una iniciativa mixta entre el Estado y las compañías petroleras que operaban en el área.

- **Choque de un Tanquero contra el Puente sobre el Lago en 1964.** El Puente Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo se inauguró el 24 de agosto de 1962. Con una longitud cercana a los 9 km, consta de 135 pilas, algunas de las cuales sobre pilotes de 60 m de longitud. El 6 de abril de 1964, poco antes de media noche, el barco "Esso Maracaibo" chocó contra las pilas 31 y 32 del puente. Los zulianos pensaron que había sucedido un desastre natural y tomaron las calles (El Universal, 100 años). Quedó así un espacio abierto de tres tramos de 85 m cada uno. Debido a la oscuridad reinante, varios vehículos se precipitaron al agua con un saldo de más de 10 víctimas. De inmediato se procedió a contactar a personal de la Facultad de Ingeniería de LUZ, con el fin de realizar un levantamiento de la ubicación del tanquero (Henneberg, 2009, p4 y 5; Figura 5). Mediante grúas se procedió al retiro de más de 400 toneladas de escombros y se planificó la reparación de los daños. Esta se inició con el hincado de nuevos pilotes, tarea esta que culminó el 30 de julio. Luego de reconstruir las vigas postensadas, estas fueron colocadas sobre las nuevas mesas de apoyo y el 9 de octubre, el puente se encontraba totalmente reconstruido. La ingeniería de esta reparación fue hecha por

ingenieros venezolanos pertenecientes a: Consorcio Puente Maracaibo, Facultad de Ingeniería de LUZ y MOP. Sobre los temas de evaluación, corrosión y rehabilitación, véase: Troconis de Rincón et al., 2009.

- **Incendios en la Torre Europa, Caracas, 1977 y 1998.** Proyectada en 1971, esta torre fue Premio Nacional de Arquitectura en el año 1976. La estructura de concreto armado de esta edificación de unos 17 niveles (¿incluidos los sótanos?), tiene la particularidad de alternar un entrepiso rígido con uno blando. En 1977 sufrió un incendio en los niveles 7 y 8. Años después, en febrero de 1998, sucedió un segundo incendio que afectó los pisos 4, 5 y 6 (nivel 13), aparentemente más intenso y de mayor duración que el primero. Insuficientemente documentado, esta estructura fue reparada en ambos casos.
- **Incendio y Explosión en la Planta Tocoa, Arrecifes, estado Vargas, 1982.** El 19 de diciembre de 1982 aproximadamente a las 6:15 AM, se produjo una de las tragedias más dramáticas de Venezuela. En la planta de generación eléctrica de Tocoa, ubicada en Arrecifes, litoral central, se generó un incendio que ocasionó la muerte de 180 personas entre bomberos, personal técnico de la planta, 10 reporteros que cubrían el evento en el sitio y algunos lugareños. La primera explosión se produjo en el tanque numero 8 al momento en que descargaban 16 mil litros de combustible provenientes del ‘*barco banquero*’ Murachí. En horas del mediodía el fuego del tanque numero 8 parecía controlado, pero a las 12:35 PM explotó el tanque numero 9, lo que provocó una oleada de fuego que se extendió por toda la zona. La explosión se llevó a su paso a todo el personal que a esa hora se encontraba combatiendo el incendio, entre ellos la unidad completa del Cuerpo de Bomberos Aeronáuticos, 42 efectivos del Distrito Federal y diez trabajadores de la prensa. Las llamas se extendieron hasta personas y viviendas cercanas a la planta, así como embarcaciones de pescadores que fueron alcanzadas por una capa de fuel-oil encendido que se deslizó por la playa. El incendio fue consecuencia de una transferencia de calor entre los depósitos. Se ordenó una investigación de los hechos, pero nunca se conocieron los resultados (El Univ. 100 años). El Colegio de Ingenieros realizó una extensa investigación sobre el caso que dio origen a un documentado *Plan Frente a Contingencias* (CIV, 1983).

- **Accidente en el teleférico de Mérida el año 1991.** Este accidente, dejó un balance de dos víctimas (no se posee mayor información sobre este caso).
- **Incendio en la Torre Oeste del Parque Central en 1992.** Conmoción entre los miles de empleados que laboran en esa Torre.
- **Excavadora Intercepta Tubería de Gas en Las Tejerías, estado Aragua.** En 1993, una excavadora operaba en las cercanías del hombrillo norte, vía este-oeste, de la Autopista Regional del Centro. Este equipo consistía de una gran rueda dentada, de ancho limitado, para generar un canal en el cual debía disponerse una línea de fibra óptica. A la altura de Las Tejerías, los dientes con punta de diamante de la excavadora interceptaron la parte superior de una tubería de gas, cuya perforación ocasionó una súbita fuga e ignición de gas a presión. El caso resultó particularmente catastrófico por la desafortunada coincidencia de que, por razones de mantenimiento, el canal de circulación de la autopista en sentido oeste-este se encontraba fuera de servicio y el congestionado tráfico circulaba lentamente en los dos sentidos, a pocos metros de la excavadora. La bola de fuego que acompañó la súbita fuga de gas, envolvió vehículos y autobuses causando un total estimado en 70 víctimas y numerosas personas con quemaduras generalizadas. Para señalar eventuales responsabilidades de este trágico accidente, la discusión se centró en el cumplimiento de las normativas de PDVSA sobre la profundidad mínima que deben guardar las tuberías de gas enterradas. El caso fue llevado los Tribunales.
- **Incendio en los pisos superiores de la Torre Este del Parque Central en 2004.** En setiembre de 2004 se desató un incendio en los niveles superiores de la Torre Este del desarrollo Parque Central, Caracas. Esta es una edificación de 64 niveles esencialmente destinada a oficinas y archivos de varias dependencias del Estado. De origen aún desconocido, tuvo una duración estimada de 20 horas. El proyecto de estas torres se inició en 1970, su construcción culminó en 1980 y su ocupación en 1983. La propagación vertical del fuego hacia los niveles superiores no ocurrió internamente por deterioro de las macro-losas, sino por la parte externa del tubo perimetral de concreto. La reserva resistente de las macro-losas, limitó los daños a las estructuras de acero de varios niveles, comprendidas entre dos macro-losas. La

información aquí sintetizada proviene de la recopilación hecha por Maglione (2007). La reparación de daños, estimada inicialmente en dos años, ya lleva seis y la edificación aún no ha entrado nuevamente en servicio. Sobre el tema de evaluación y reparación de estructuras de concreto armado dañadas por incendios véase a Beaperthuy y Scannone (2009). Aparte de la evidente conclusión de que las estructuras de concreto armado son menos vulnerables al fuego que las estructuras metálicas, entre las lecciones aprendidas en este costoso caso se señala que, una concepción que ofrezca una reserva adecuada a las acciones sísmicas, también ofrece una reserva adecuada a fallas parciales. Se ha afirmado que un buen diseño sismo-resistente, tiende a reducir las probabilidades de falla debidas a otras acciones accidentales.

2.10.- Embalses. El tema de los embalses solo es mencionado tangencialmente en la **Tabla 1**. Se cita allí la reparación de una fuga en el embalse de Caujarao -el primer embalse construido en el país-proyectado y construido por el ingeniero Luciano Urdaneta. Este advirtió, antes de finalizar la obra en 1866, que era necesaria una inversión adicional en la parte central del mismo, inversión que no fue aprobada. Hacia el año 1910 o 1911 se ejecutó la 'taponadura' con concreto, lo cual quedó descrito en un trabajo publicado luego del fallecimiento del ingeniero Urdaneta (Urdaneta, 1912). En cualquier caso ese embalse, que en su momento resolvió el problema del agua en Coro, hoy está colmatado (**Nota 10**).

- **Pérdida de la Represa de El Guapo, Diciembre 1999.** Las lluvias pertinaces de diciembre de 1999 superaron la capacidad de alivio de este embalse. El impacto de la ola arrasó entre dos y tres puentes aguas abajo en el tramo carretero El Guapo-Cúpira, estado Miranda. El número de víctimas fue reducido, gracias a las advertencias hechas vía helicóptero por las autoridades del área. La capacidad de alivio de la nueva represa de El Guapo, ubicada en el mismo sitio, es unas 10 veces mayor (C.G.R., 2000; Prusza, 2003).

3.- DERRUMBE DE UN EDIFICIO EN CUMANÁ

Como consecuencia del sismo de magnitud 6.9 del mes de julio de 1997 con epicentro en las cercanías de Cariaco, esta localidad y sus

alrededores sufrieron daños graves, con pérdida de vidas, viviendas y dos edificaciones escolares. A unos 75 km de distancia del epicentro hacia el occidente, en la zona oeste de Cumaná, se desplomó un edificio de 7 niveles y sótano con un trágico balance de más de 30 víctimas (**Nota 11**). El sitio donde se encontraba construido fue investigado por medio de estudios de suelos y geofísicos hasta 45 m de profundidad, sin alcanzar estratos rocosos; a esa profundidad aún se encontraron depósitos muy recientes con restos de conchas marinas.

Proyectado a mediados de los años 70 esta edificación presentaba irregularidades tanto en planta como en elevación; irregularidades del mismo tipo son fuertemente penalizadas en las normativas vigentes - Norma COVENIN 1756:2001- tanto en Venezuela desde 2001 como en otros países. Las autoridades competentes ordenaron un estudio exhaustivo del caso, el cual fue realizado con singular maestría por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Facultad de Ingeniería, UCV (IMME, 1998). Como información de mucho valor para la ejecución del citado informe técnico, se contó con el registro de los movimientos fuertes del terreno en predios de la UDO, en una estación de registro fundada en suelo tipo roca; su distancia y azimut al epicentro se consideraron similares a los del edificio derrumbado.

En adición al Informe que aquí se comenta (IMME, 1998) solo se ha hecho mención a aspectos puntuales que se dan en las **Notas 12 a 20** citadas en esta **Sección 3**. Para la mejor comprensión del caso es preciso conocer los alcances de las Normas vigentes para la fecha del Proyecto: (i) la Norma que con carácter provisional aprobó el MOP en 1967, y (ii) la Norma MOP 1967 para Diseño de Concreto Armado por Teoría Clásica.

3.1.- La Norma Provisional del MOP (1967)

3.1.1.- Aspectos Generales

En su Introducción, la Comisión de expertos que elaboró ese documento provisional, aprobado tres meses después del terremoto cuatricentenario de Caracas sucedido el 29 de julio de 1967, estableció en su segundo párrafo lo siguiente: *“Con base al resultado de los estudios que practican las Comisiones..., se elaborarán en un futuro próximo nuevas normas antisísmicas que sustituirán la hoy*

promulgada.”(Nota 12). En el tercer párrafo de la citada Introducción, se advirtió lo siguiente: “...es conveniente repetir que el cálculo antisísmico en la forma aquí recomendada, o en la de otras normas extranjeras, no constituye ni puede constituir garantía absoluta contra los graves daños de los terremotos, que envuelven factores muy diversos y cuyos efectos solo se logran conocer por el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza” /Subrayado nuestro/. Advertencia acertada, vista con la perspectiva de los efectos destructores de sismos que han venido sucediendo a nivel mundial a lo largo del últimos 44 años, desde la redacción de esa frase en 1967.

Más adelante, al tratar sobre el ámbito de aplicación, en el Artículo 2 de esa Norma se indicó que: “*Esta Norma será aplicable a todas las edificaciones que proyecte o ejecute la Dirección de Edificios del Ministerio de Obras Públicas*”; en su segundo párrafo advirtió que: “*Las prescripciones contenidas en esta Norma no son aplicables al cálculo de otras obras civiles*”. Algunos Municipios acogieron esta Norma por vía de Decretos. Para dilucidar dudas que pudieran presentarse en su aplicación, en los Artículos 4, 13 y 15 de la Norma se hizo alusión a la: “*...Autoridad Competente...*”. No se indicó allí quienes conformaban dicha autoridad; podría sobrentenderse que estuviese constituida por la Comisión de los diez profesionales que fueron designados por el Ministerio de Obras Públicas para elaborar ese documento. Sin embargo, de ellos, solo uno formó parte de la Comisión redactora de la Norma COVENIN 1756 que, en 1982, sustituyó esa norma provisional del MOP por otra más moderna. Lo anterior solo es para destacar que en el caso particular que aquí se presenta, como se verá, no intervino la Autoridad Competente.

3.1.2.- Incorporación de los Efectos del Subsuelo

3.1.2.1.- Normas Anteriores a 1967

En las normas de 1947 y 1955, ambas del MOP, se estableció una distinción de los suelos en cuanto a su capacidad portante como material de fundación. Las acciones sísmicas a ser aplicadas sobre las estructuras a ser diseñadas, esencialmente no dependían del tipo de subsuelo.

3.1.2.2.- La Norma Provisional del MOP, año 1967

Inmediatamente después del sismo del 29 de julio de 1967, se decidió la actualización de la norma sísmica vigente desde 1955. En ese nuevo documento se incorporaron los efectos del subsuelo constatados tanto en el valle de Caracas como en el área de Caraballeda, al igual que en otros sismos sucedidos en otros países. La premura y el carácter provisional de ese documento, no facilitó la incorporación de formas espectrales, información necesaria para emplear la opción que se dio en esa Norma Provisional para calcular edificios con más de 20 pisos o con una altura mayor de 60 m; en estos casos y de acuerdo con el Artículo 4 se exigió, además del método estático equivalente: “...la aplicación, debidamente aceptada por la Autoridad Competente, de procedimientos de análisis dinámico...” (Nota 13). Esto se resolvió 15 años después de la promulgación de esa Norma Provisional del año 1967, cuando se aprobó la Norma COVENIN 1756:1982.

3.1.2.3.- Influencia del Subsuelo y Coeficientes Sísmicos de Diseño

En el Artículo 6 de la Norma Provisional de 1967, se diferenciaron los suelos de fundación tipo ‘roca’ de aquellos denominados ‘aluviones’, los cuales quedaron caracterizados como: “...todo depósito detrítico, resultante de la acción de los ríos modernos, tales como: sedimentos en los lechos de los ríos, planos aluviales, planos de inundación, planos de lagos, conos al pie de las montañas, estuarios y deltas”. En la Tabla 1 de ese documento, para tales depósitos de aluviones el coeficiente sísmico de diseño correspondiente a edificios destinados a vivienda; por ejemplo en la zona sísmica de mayor peligrosidad -donde se encuentra ubicada la ciudad de Cumaná-, era igual a 0.06.

Dado que para las fechas de promulgación de la Norma Provisional del MOP los criterios de diseño de estructuras estaban basados en la teoría de esfuerzos admisibles, para comparar los coeficientes sísmicos de diseño establecidos en la Norma provisional, con los coeficientes resistentes obtenidos a partir de espectros reducidos por factores de ductilidad mayores que la unidad y criterios de evaluación asociados a los estados últimos, es preciso un factor de reconciliación. Conservadoramente, esta reconciliación implica multiplicar por 1.6 los coeficientes de la Norma. Es decir, el coeficiente sísmico de diseño a

los fines de su comparación con análisis hechos a base de espectros a nivel cedente y diseños basados en los estados últimos, para Cumaná resulta ser igual a 0.10. Esto debe tenerse presente para comprender las **Secciones 3.5 y 3.6** que se dan más adelante.

3.1.2.4.- El Caso Particular de Sismos Distantes

Debe señalarse aquí, que hoy en día, año 2011, es un hecho reconocido en las normas vigentes que un suelo clasificado como ‘suelo blando’, en caso de estar ubicado en áreas distantes de la fuente de liberación de energía, de acuerdo con la experiencia es muy probable que genere amplificaciones con predominio en las frecuencias predominantes de vibración; este hecho no era conocido ni advertido en la Norma de 1967. Lo anterior, confirmado en registros reales y por vía analítica, se ha incorporado en documentos normativos modernos como por ejemplo las versiones de los años 1982 y 2001 de la Norma COVENIN 1756 para el diseño de edificaciones sismo-resistentes.

Además, también es sabido que el empleo de fundaciones directas en los suelos antes mencionados, da lugar a sistemas más flexibles; esto implica desplazamientos mayores, todo lo cual tiende a generar efectos de segundo orden que pueden mermar la capacidad resistente de la estructura a fuerzas laterales. La consideración obligatoria de este último efecto, desfavorable, fue incorporada por vez primera en la Norma COVENIN 1756 del año 1982.

Los dos aspectos anteriores, práctica usual en el diseño sismo-resistente moderno e ignorado en las normas que tuvieron vigencia hace más de 30 años, definitivamente influyeron en el desempeño de edificios ubicados en localidades distantes como Cumaná. Una muestra de ese tipo de eventos distantes se da en las **Notas 14 y 15**.

3.1.3.- Recomendaciones de Armado.

Del Artículo 13 de la Norma Provisional del MOP de 1967, titulado: *Prescripciones y Recomendaciones Generales*, interesa destacar aquí dos párrafos: (a) El párrafo número 1, en el cual se estableció que los muros de ladrillos macizos debían considerarse como integrantes de la estructura y: “*Si no se considera conveniente la colaboración de estos*

elementos, deberán dejarse separaciones entre ellos y la estructura, compatibles con las deformaciones de esta última”; (b) el párrafo número 8, que estableció lo siguiente: “En columnas y vigas se recomienda disminuir la separación de ligaduras y estribos, en las zonas adyacentes a los nodos, a la mitad de la calculada para el resto del elemento correspondiente. En las columnas, esta zona abarcará 1/5 de la altura de los pisos. En las vigas, esta zona será, por lo menos, igual a dos veces la altura de ellas.”

Si bien, para ese momento esta segunda recomendación puede considerarse acertada, no se hizo mención a dos aspectos críticos propios de las ligaduras y estribos empleados hasta esa fecha, y destacados como agravantes en la vulnerabilidad de nuestras estructuras de concreto reforzado en múltiples informes de campo del terremoto de Caracas del año 1967; estos son: (i) la ausencia de ganchos a 135 grados tanto en ligaduras como en estribos; (ii) la ausencia de confinamiento en las uniones de miembros. Con base a las normas hoy vigentes (COVENIN 1753:2006), la eficiencia de las recomendaciones hechas en el párrafo número 8 recién citado, pudiera considerarse debatible de omitirse estos dos últimos aspectos recién señalados como (i) y (ii).

Para el diseño de secciones de concreto armado a mediados de la década de los años 70 aún no se habían aprobado las Normas COVENIN 1753 en sus diferentes versiones. La alternativa de emplear el código ACI 318, práctica común entre los proyectistas, no satisfacía extremos legales; esto así, pues el ACI, sin duda una institución que marcó el rumbo en el progreso de los criterios de diseño, en ningún momento tuvo el carácter de organismo normativo. La reconciliación entre los niveles de diseño que aseguraron el desempeño asociado a coeficientes sísmicos reducidos por ductilidad, solo se alcanzó con la versión del año 1985 de la Norma COVENIN 1753, la cual incluyó el conocido Capítulo 18 (COVENIN, 1985).

En cualquier caso y como se señala en la **Sección 3.3**, en los dos modelos seleccionados para la evaluación de la edificación desplomada, con base en las inspecciones de los elementos portantes se seleccionó una ductilidad igual a 2.

3.2.- Coeficiente Sísmico con Fines de Diseño

En la Norma Provisional de 1967 se incrementó a tres el número de zonas sísmicas. La zona sísmica 3 que incluyó Cumaná, era la de mayor peligrosidad; le seguía la zona sísmica 2 con coeficientes de diseño 50% menores y, finalmente, la zona sísmica 1 con coeficientes de diseño iguales al 25% de los de Cumaná (**Nota 16**).

Los coeficientes sísmicos de diseño exigidos por la Norma Provisional del MOP (1967) para Cumaná, en edificaciones a ser construidas sobre suelos aluvionales, era igual a 0.06. Tal como se indica en la **Sección 3.1.2.3** la evaluación de estructuras que han alcanzado su estado límite de agotamiento, el coeficiente sísmico de referencia debe ser mayorado, conservadoramente, por 1.6; por tanto, como quedó dicho en la citada Sección, el valor exigido por la Norma MOP 1967, reconciliado a nivel cedente, resulta ser igual a 0.10.

3.3.- Evaluación de la Edificación Desplomada

A los efectos de verificar la bondad y/o debilidades del proyecto, en el citado Informe IMME (1998) se emplearon algoritmos modernos para la determinación de: (i) las propiedades dinámicas de la estructura, liberando tres grados de libertad por nivel; (ii) las solicitaciones en los miembros bajo: (a) el efecto de la gravedad; (b) la superposición del efecto de la gravedad \pm efecto del sismo en dirección (α°) \pm efecto del sismo en dirección ortogonal a la anterior ($\alpha^\circ + 90^\circ$); (iii) la capacidad portante de sus miembros tomando en consideración las observaciones y mediciones de campo; (iv) el coeficiente sísmico resistente. Este último permite la comparación con los valores prescritos en la Norma MOP (1967), vigente para la fecha del proyecto y construcción de la edificación, igual a 0.10 según se ha explicado en la **Sección 3.2**.

Para tomar en consideración las incertidumbres propias de la información disponible sobre la edificación, en el citado Informe IMME se consideró conveniente evaluar los dos modelos que se describen en la **Tabla 2**. Las propiedades dinámicas (autovalores y autovectores) de estos dos modelos difieren sustancialmente, según se desprende de las Tablas 7.2 y 7.3 (op. citada, p. 126). De este modo se

exploraron las posibles debilidades que hubiesen podido conducir al desplome de la edificación.

En ambos modelos se seleccionó un factor de ductilidad admisible igual a 2, consistente con las observaciones hechas sobre los detalles de armado (op. cit., p. 117) y contrastado con los valores aceptados en las normas más modernas.

TABLA 3
MODELOS ADOPTADOS PARA EVALUAR EL COEFICIENTE
SÍSMICO RESISTENTE DE LA EDIFICACIÓN
 (Fuente: IMME, 1998, p. 115)

Hipótesis Adoptadas, Criterios de Modelado, Propiedades de los Materiales	Modelo 1	Modelo 2
Paredes	Incorpora las paredes confinadas por los pórticos y las paredes no confinadas que generan efectos de columna corta (eje C)	No fueron incorporadas en el modelo siguiendo la práctica común ingenieril
Rigidez de la Losa	Se incorporó su contribución a la rigidez de las vigas longitudinales	No se incluyó en la rigidez de las vigas longitudinales
Inercia de las Secciones	Se consideraron secciones agrietadas	Se adoptaron secciones no agrietadas
Resistencia del concreto	130 kgf/cm ² (Nota 17)	210 kgf/cm ²

3.4.- Movimiento del Terreno en el Sitio de la Edificación

Según se indica en la Conclusión 6 del Informe IMME, la acción sísmica a ser empleada en los análisis quedó definida por: “...el sismo

probable de ocurrencia en el sitio...” (op. cit. p 121), con aceleraciones máximas iguales a: 0.16g en una dirección y 0.088g en la dirección ortogonal. Las solicitaciones actuantes en los miembros de la edificación estudiada, bajo la acción simultánea de estas dos componentes, fueron calculadas para los dos modelos descritos en la **Tabla 3**.

Finalmente y con el objetivo de identificar la dirección más desfavorable del posible ángulo de ataque (α) de la acción sísmica, los dos modelos descritos se evaluaron para los 5 (cinco) ángulos de ataque del sismo (α) que se dan en la **Tabla 4**.

3.5.- Coeficiente Sísmico Resistente de la Edificación Derrumbada

La capacidad resistente para cada uno de los diez casos evaluados, quedó sintetizada por el coeficiente sísmico resistente cuantificado según el siguiente cociente:

$$\text{coeficiente sísmico resistente} = \text{cortante basal resistente} / \text{peso total de la estructura} \quad (1)$$

En la **Tabla 4** se dan los diez valores obtenidos con: 2 (dos) modelos analizados y 5 (cinco) ángulos del ataque de parejas de acelerogramas actuando, simultáneamente, en direcciones ortogonales. Sus valores fueron leídos en la Figura 7.27 del Informe IMME.

TABLA 4
COEFICIENTES SÍSMICOS RESISTENTES PARA CINCO
ÁNGULOS DE ATAQUE DE: SISMO X + SISMO Y
 (Fuente: IMME, 1998, Figura 7.27, p. 156)

Acción Sísmica Simultánea (X + Y)		Coeficientes Sísmicos Resistentes Calculados	
Dirección de Aplicación del Sismo $A_{\text{máx}} = 0.16g$	Dirección de Aplicación del Sismo $A_{\text{máx}} = 0.088g$	Modelo 1	Modelo 2
$\alpha = 0^\circ$ (Dirección X)	$\alpha + 90^\circ = 90^\circ$ (Dirección Y)	0.30	0.25

$\alpha = 22.5^\circ$	$\alpha + 90^\circ = 112.5^\circ$	0.25	0.18
$\alpha = 45.0^\circ$	$\alpha + 90^\circ = 135.0^\circ$	0.20	0.155
$\alpha = 67.5^\circ$	$\alpha + 90^\circ = 157.5^\circ$	0.16	0.125
$\alpha = 90^\circ$ (Dirección Y)	$\alpha + 90^\circ = 180^\circ$ (Dirección X)	0.16	0.11

3.6.- Cumplimiento de los Requerimientos Resistentes de la Norma

De acuerdo con lo establecido en la **Sección 3.2**, el coeficiente sísmico de diseño exigido por la Norma Provisional del MOP (1967), vigente para la fecha del proyecto de esta edificación, reconciliado en forma conservadora, alcanza el valor 0.10 según se explica en esa sección. De la **Tabla 4** se desprende que los diez valores del coeficiente sísmico resistente calculados en el Informe IMME (1998), varían entre 0.11 y 0.30, con un valor medio igual a 0.189. O sea que de acuerdo con los resultados obtenidos, y si a todos los casos se les asigna el mismo peso tal como se infiere del Informe (IMME, 1998), en promedio la estructura resistió, en término medio, casi el doble de lo exigido por la Norma Provisional del MOP (1967).

El resultado anterior señala que la causa del derrumbe de esta edificación no fue el incumplimiento de la Norma vigente para la fecha del proyecto. Más bien, fue una subestimación de la peligrosidad sísmica, propia del documento normativo (**Nota 18**). En tal sentido, se reproduce aquí lo señalado en la Introducción de ese documento ya destacado en la **Sección 3.1.1**: “...es conveniente repetir que el cálculo antisísmico en la forma aquí recomendada, o en la de otras normas extranjeras, no constituye ni puede constituir garantía absoluta contra los graves daños de los terremotos, que envuelven factores muy diversos y cuyos efectos solo se logran conocer por el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza”.

De los análisis hechos sobre las condiciones locales en el sitio donde se encontraba construido el edificio derrumbado en Cumaná, así como las características de este, se concluye que en este caso se presentaron causas desfavorables concomitantes: (a) configuración irregular de la edificación; (b) efectos propios del subsuelo de fundación; (c) posibles

limitaciones en la calidad del concreto y el armado en los elementos portantes. Sobre los efectos desfavorables de las tres causas anotadas, cuya cabal comprensión es relativamente reciente, hay múltiples evidencias constatadas en diferentes sismos que han afectado zonas urbanizadas del planeta y que ha costado la vida a varias centenas de miles de personas. Tales evidencias han conducido a progresivas modificaciones en las Normativas de la mayoría de los países que actualizan regularmente estos documentos, entre los cuales se encuentra Venezuela desde inicios de los años 80 (**Nota 19**).

3.7.- Epílogo

La naturaleza forense de este caso llevó a la mesa del Juez los resultados de una muy cuidadosa y detenida investigación sobre el desempeño catastrófico de una edificación derrumbada por el sismo de julio de 1997 (Informe IMME, 1998). Es poco probable que el Juez estuviese en capacidad de asimilar el contenido técnico de ese Informe altamente especializado y, en lugar de hacer uso de su prerrogativa de solicitar una comisión de expertos para asesorarse, como ha sido el caso en otros juicios y sustentar su decisión en una experticia, dado que la materia no es de conocimiento fácil, directamente emitió un juicio condenatorio: el arquitecto fue acusado de “*Homicidio Intencional*” (**Nota 20**).

4.- CONCLUSIONES

La casuística aquí recogida constituye una ilustración de lecciones propias de la naturaleza patológica de algunos eventos sucedidos en el país; sus causas y posible origen han sido sustento de recomendaciones incorporadas a las Normativas vigentes, así como de decisiones que han orientado acciones de mitigación y prevención. Destaca entre ellas el reforzamiento de los diques de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM) que comenzaron a levantarse hacia el año 1930. Esto, para contrarrestar inundaciones debidas fenómenos de subsidencia local en zonas pobladas o áreas donde se desarrolló la industria petrolera (Contreras, 2006).

Las citadas lecciones tienen varias vertientes. Estas se pueden agrupar en dos: (i) errores en la evaluación de las acciones externas, errores en

el modelado, análisis o diseño, incluido el empleo de Normativas obsoletas, todos ellos factores que pueden afectar el dimensionamiento de elementos portantes; (ii) errores u omisiones durante la ejecución de algunas obras, así como efectos imprevistos de naturaleza accidental y falta de mantenimiento. Sin que puedan diferenciarse por una frontera muy nítida: el primer grupo está más relacionado a problemas del Proyecto y el segundo a la Ejecución.

Agradecimiento: El autor desea expresar su agradecimiento muy especial al profesor Eduardo Buroz, miembro de nuestras Academias de Ciencias y de Ingeniería, por sus acertadas sugerencias, complementos de información y señalamiento de casos que han enriquecido esta comunicación. Igualmente al profesor Luis Daniel Beauperthuy de la Universidad de Oriente, por sus comentarios sobre particularidades de los sismos el oriente Venezolano, así como al doctor Eudaldo Vila P. por los documentos testimoniales que generosamente nos ha facilitado.

NOTAS

Nota 1.- Aparentemente la ejecución de este puente fue responsabilidad del ingeniero Luis Ramozzi. Su longitud fue de 112.8 m, entre torres de 9 m de altura. Su proyecto también ha sido atribuido al ingeniero francés Gustave Eiffel (1832-1923).

Nota 2.- De acuerdo con Zawisza (1988, III, pp. 278 y 279), este puente fue proyectado por el Ingeniero Jesús Muñoz Tébar y permaneció en construcción durante un cierto tiempo a partir de 1874. Ofrecía un buen acceso a la residencia del padre del presidente Guzmán Blanco, Antonio Leocadio Guzmán, cuya casa se encontraba en ese punto, justamente en la ribera norte de la quebrada Catuche.

Nota 3.- Al inicio, la dirección de esa obra estuvo a cargo del ingeniero Antonio Malaussena; luego pasó a ser responsabilidad de Juan Hurtado Manrique y, finalmente, del ingeniero Roberto García.

Nota 4.- En 1905 el ingeniero Alfredo Jahn habría reparado ese puente. De acuerdo con Silva (2010, p. 268), la reconstrucción del puente El Guanabano entre 1931 y 1932 estuvo a cargo del ingeniero Hernán Ayala Duarte.

Nota 5.- El doctor Aníbal Martínez recogió valiosa correspondencia que se inicia con la advertencia original hecha por el geólogo Hugo Ancieta Calderón en noviembre de 1970, formalizada en un Informe de la Sociedad Venezolana de Geólogos al CIV. Advertencias posteriores al CIV y a organismos del Estado, sobre los efectos del arrastramiento de los Cerros de Gramoven y las alteraciones de las rocas en su estado natural como consecuencia del denominado ‘pademorfismo’ -proceso artificial depredatorio provocado por el hombre-, son descritas en más detalle (Martínez, 2009).

Nota 6.- Silva (2010, p. 111) reproduce el dibujo: “*Aprobado por resolución del 17 de marzo de 1904*”, suscrita por el Ministro R. Castillo Chapellín, del ‘puente Castro’ sobre el río Tuy, en Paparo, con estructura metálica de dos tramos de 40 y 50 m, con armaduras superiores distintas, cuyo proyecto y dirección técnica fue responsabilidad del ingeniero Alfredo Jahn entre 1904 y 1905 (Silva, 2010, p. 273).

Nota 7.- Trabajos de campo hechos a finales de los años 70 conjuntamente con el profesor Celso Tulio Ugas F. permitieron identificar otras localidades de Barlovento en las cuales hubo indubitables efectos de licuefacción del terreno.

Nota 8.- Situaciones accidentales como la anterior fueron argumentos para exigir pruebas de carga en obras donde podía haber concentraciones de público. Por ejemplo, cuando se inauguró el Hipódromo de La Rinconada en Caracas, se realizó una prueba de carga sobre las graderías para simular el efecto de una abigarrada multitud saltando en los minutos finales de una carrera de caballos. La sobrecarga estática equivalente se logró con bidones de agua interconectados por su parte inferior, equivalente a unos 500 kgf/m^2 . Estas han caído en desuso gracias a la confiabilidad de los algoritmos de análisis. De acuerdo con la norma MOP de 1955: “Es obligatorio indicar en lugar visible del edificio las cargas vivas usadas para el cálculo de los entresijos cuando excedan 200 kgf/m^2 ”. Con todo, en la Sección 3.17 “Pruebas de Carga”, de la Norma COVENIN 2002:1988, vigente, se indica que en ciertos casos la Autoridad Competente podrá exigir este tipo de pruebas para verificar la seguridad de la estructura. Igual opción y con mayor nivel de detalle, se ofrece en las Secciones 17.5 a 17.8 de la Norma COVENIN 1753:2006 vigente.

Nota 9.- Este fue uno de los primeros casos de corrosión estudiados en el país. Las medidas de remediación fueron diseñadas por los

profesores Ramón Espinal y Mario Paparoni, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UCV (Paparoni, 1963); tales medidas requirieron inspecciones e intervenciones de la estructura durante 7 años continuos aproximadamente. Probablemente por lo inesperado de las causas de deterioro de la estructura, no se tiene conocimiento de reclamación alguna a los constructores. Hoy en día, en las normas COVENIN 1753 vigentes, se establecen límites en los contenidos de cloruros, especificaciones en los diseños de mezcla, contenidos de cemento y recubrimientos, para minimizar riesgos similares, que protegen al propietario de la obra.

Nota 10.- El problema de la pérdida de capacidad de almacenamiento de los embalses ha sido estudiado recientemente por el profesor José Gaspar. Este especialista llegó a las siguientes conclusiones: con la escasa información disponible (mediciones en 17 de los 81 embalses en operación) se ha perdido el 39% de la capacidad de almacenamiento de nuestros embalses (Gaspar, 2009). Las causas señaladas por el citado autor son las siguientes: (a) los métodos empleados para el cálculo de los volúmenes de sedimentación no siempre han sido los adecuados; (b) la intervención humana con posterioridad a la construcción del embalse, modifica la estabilidad de la cuenca y, por tanto, las condiciones naturales supuestas en los cálculos; (c) no se dispone de datos confiables sobre la producción de sedimentos, aunado a que en algunos casos se ignoró el problema en el diseño del embalse, sin disponer descargas de fondo. Además, de los 17 embalses estudiados 15 tienen menos de 40 años y 12 tiene 35 o menos años. El problema aquí planteado requiere la mayor atención por parte del Estado pues lo usual es asignar una vida útil de 100 años a los embalses.

Nota 11.- El sótano de esa edificación no sufrió daños visibles. Luego de la remoción de los pisos desplomados, los automóviles salieron del sótano sin señales de daños. Esta fue la razón para estudiar muestras de concreto extraídas de ese nivel el año 2002. Además de núcleos para ser ensayados a la compresión, en el informe se dan resultados de ensayos no destructivos (G.M.K., 2002).

Nota 12.- Ese carácter provisional se extendió por 15 años. Durante ese período se publicaron algunas contribuciones que fueron empleadas para sustentar las omisiones más importantes que dejó la Norma provisional. Entre las publicadas en Venezuela: Esteva M., L. (1967); Alonso, J.L. y Gravis, K. (1969); Abenante, F. (1969); Delgado Ch., J.A. y Peña, J.A. (1972); Arias A., G. (1973); Arnal M., E. (1973);

HELIACERO – SIMALLA (1973B); Ugas, C. T. (1974); Marín, J. (1975); Alonso, J.L. (1977); Beyer, E. (1978); Mindur (1979); Fiedler, G. (1980). Adicionalmente, en 1973 se inició en la Facultad de Ingeniería de la UCV el Curso Multinacional de Ingeniería Sismo-resistente a nivel de Maestría, con el apoyo de la Organización de Estados Americanos (OEA).

Nota 13.- Otros aportes publicados en Venezuela que contribuyeron a resolver los análisis dinámicos y el diseño sismo-resistente de las estructuras fueron: CCCA (1967a); Marín, J. et al. (1968); Abenante, F. y Grases, J. (1969); Magual, R. y Uzcátegui, R. (1969); Newmark, N. N. (1970); Roy, H. (1970); Sozen, M. (1970); Marín, J. (1970a); Uzcátegui, R. y Urquizu, M. (1970); Peña, J. A. et al.(1973); Marín, J. (1974); Luchsinger, C. (1974/76); Arias A., G., Peña, J.A. y Zalewski, W. (1977); Paparoni M., M. (1978); Lamar, S. (1978); Uzcátegui, R. (1978); Lobo Quintero, W. (1979); Arnal, H. (1979).

Nota 14.- De los muchos casos que ilustran el efecto de sismos distantes en la **Tabla N1** que sigue se retienen algunos de los más conocidos.

Tabla N1
SÍNTESIS DE LOS EFECTOS DE EVENTOS SÍSMICOS
DISTANTES
UNA MUESTRA DE EVENTOS ENTRE 1957 y 1997

FECHA	DESIGNACIÓN DEL SISMO	M_s (m_b)	ÁREA O LOCALIDAD AFECTADA Y EFECTOS		
			Nombre de la Localidad (Subsuelo)	Distancia Epicentral (km)	Tipo de afectación y/o registros acelerográficos
1957-07-28	Costa del Pacífico, México	7.5	Chilpancingo (30.5 m de aluvión)	80	Mercalli grado VIII dentro de la isosista de grado VI
			Ciudad de México (aluvión del antiguo lago Texcoco)	270	Concentración de daños en edificios altos, en un área limitada de una ciudad

			(Nota 15)		de 15 millones de habitantes
1962-05-11	Ciudad de México	(6.7)	Ciudad de México (aluvión del antiguo lago Texcoco)	265	Espectro (5%) del registro, arroja amplificación espectral de 3.5 y $T_{predominante} = 2.5$ seg
1967-07-29	Caracas, Venezuela	6.5	Güügüe, sur del lago de Valencia, estado Carabobo	-100	Licuefacción de suelos (Gonzalez y Picard, 1969)
1970-03-28	Gediz, Turquía	7	Bursa (120 m de aluvión en antiguo lago)	135	Ruina parcial de planta industrial (Tofas) de un nivel; daños en 2 galpones
1977-03-04	Vrancea, Rumanía	7.2	Bucarest (antiguo lecho del Danubio)	145	1300 víctimas por desplome de 30 edificios de 6 a 12 niveles. Registro con un pulso senoidal
1985-09-19	Michoacán, costa	8.1	Ciudad de México	380	300 edificios

	Pacífico, México		(aluvión del antiguo lago Texcoco)		altos desplomados y mil inseguros (más de 5 mil víctimas). Según registros, amplificación cercana a 10 en área de aluviones
1989-10-17	Loma Prieta, California, USA	7.1	Distrito de La Marina, San Francisco (rellenos de 1906, cercanos a la costa)	110	Daños y ruina de viviendas de madera; incendios por fuga de gas. Registros revelan amplificaciones considerables
1990-03-25	Cobano, Costa Rica	6.8	Estaciones de registro en San José (depósitos aluvionales con 10 m de arcilla)	101	Registros señalan amplificación (tope aluvión)/(roca), hasta de 100% (suelo saturado) y 20% (suelo seco)
1997-07-09	Cariaco, Venezuela	6.9	Cumaná (aluviones)	~ 75	Desplome de un

			de origen fluvio-marinos muy recientes, con espesor mayor a 45 m)		edificio de 7 niveles (33 víctimas). Amplificación de 30% en el tope del aluvión, respecto a las aceleraciones máximas registradas en roca (obtenida analíticamente, Informe IMME 1998)
--	--	--	---	--	---

Nota 15.- Los efectos de este sismo fueron dados a conocer por Rosenblueth et al. (1958), los cuales ya habían sido presentados meses antes, en el Simposio promovido por la Organización Nacional de Estudiantes de México el 27 de agosto de 1957. El artículo publicado en la *Revista Ingeniería* de México, se reprodujo en la *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, N° 286, enero-marzo 1960, en tres partes: la primera con el mismo título de la referencia firmado por Emilio Rosenblueth, p. 43-51; la segunda titulada: *Efectos del macrosismo registrado el 28 de julio en las construcciones de la ciudad* firmado por Raul J. Marsal, p. 51- 65; la tercera titulada: *Criterios generales para el diseño sísmico de estructuras* suscrito por Fernando Hiriart, p. 65-70.

Nota 16.- El estado Sucre, particularmente el área de Cumaná, se ha considerado área de máxima peligrosidad sísmica desde antes del siglo XIX. En tiempos más recientes ha habido cambios sustanciales en la cuantificación de esa peligrosidad con fines de prevención en los proyectos de ingeniería. Los documentos normativos que se emplearon hasta 1967 diferenciaban dos zonas sísmicas: se establecían allí coeficientes sísmicos de diseño que, para Cumaná, eran el doble de los exigidos para el resto de las regiones consideradas como sísmicas del

país. Los mapas de zonificación de las Normas COVENIN 1756, años 1982 y 2001 se asociaron a movimientos máximos del terreno, con un sustento probabilista; para edificaciones que no fuesen de carácter excepcional, en esos documentos se establecieron acciones de diseño que, en término medio, tenían una probabilidad de excedencia de 10% en 50 años de vida útil. En la versión del año 1982, para Cumaná se exigía 0.30g como aceleración de diseño; este valor fue incrementado a 0.40g en la versión del año 2001, vigente hasta la fecha.

Nota 17.- El valor de 130 kgf/cm² es el promedio obtenido del ensayo a compresión de 8 (ocho) núcleos extraídos de 4 (cuatro) miembros (2 vigas y 2 columnas) del edificio desplomado, trasladados de Cumaná a Caracas (op. cit. Sección 6.2); se consideraron representativos del concreto por encima del nivel del sótano (op. cit. p. 113). Este valor es diferente al obtenido de 10 (diez) núcleos de 9 cm de diámetro extraídos del concreto en el sótano cuyos miembros de concreto no sufrieron daños visibles; el promedio de la resistencia a la compresión, ya corregida por la relación (alto/diámetro) de los núcleos, fue de 257 kgf/cm² (G.M.K., 2002). Por sus implicaciones, es preciso señalar aquí que los cambios de resistencia que se anticipan para concretos elaborados con cemento Portland de cualquier tipo, en esos tres a cuatro años adicionales, para concretos que tuviesen más de unos 15 años de vaciados como es el caso, son despreciables (véase: Porrero et al., 2004, Capítulos IV y XI). No se llevaron a cabo ensayos químicos, basados en espectrografía, que permitiesen reconstruir la dosificación de concretos y, en especial, conocer: (i) los contenidos de cemento y; (ii) las relaciones a/C empleadas. Tal vez estos ensayos hubiesen podido arrojar luces sobre eventuales diferencias entre la dosificación de los concretos del sótano y los de la estructura derrumbada.

Nota 18.- Las condiciones del subsuelo existente bajo las fundaciones del edificio derrumbado y la particular configuración estructural de la edificación, por su mayor vulnerabilidad a los sismos fueron agravantes; ambos son considerados como desfavorables en las modernas Normas COVENIN 1756 vigentes desde 2001. De igual modo, la configuración estructural descrita más arriba, es penalizada en las normas modernas. Tales condiciones de subsuelo y configuración de las estructuras, así como otras muchas lecciones dejadas por sismos sucedidos a nivel mundial en las últimas décadas, son objeto de penalizaciones en las normas más modernas.

Nota 19.- Con base en las evidencias publicadas sobre sismos sucedidos entre 1957 y 1997, las características del sitio en el cual fue construido el edificio derrumbado dieron lugar a efectos de amplificación de las acciones sísmicas. De acuerdo con los resultados de análisis presentados en el citado Informe (IMME, 1998) tales acciones excedieron los requerimientos de la Norma vigente para la fecha del Proyecto, lo cual es concordante con conclusiones presentadas en la **Sección 3.6**. Al comparar los coeficientes sísmicos de diseño que se exigían para Cumaná en: (i) la Norma MOP provisional del año 1967 vigente para la fecha del Proyecto del edificio derrumbado, y; (ii) con los exigidos en la Norma vigente el año 2001 para una edificación con la misma configuración, en la misma localidad, con las mismas condiciones del subsuelo y el mismo nivel de diseño, las exigencias de la Norma MOP provisional del año 1967 arrojaron probabilidades de excedencia del movimiento del terreno entre 3 y 5 veces mayores que la vigente en 2011; esto se tradujo en probabilidades de ruina de 40 a 70 veces mayores. Según se indicó en el párrafo anterior, en las Normas sísmicas venezolanas de 1982 y 2001, al igual que en buena parte de las normas para el diseño sismo-resistente a nivel mundial, se aceptó como riesgo tolerable una probabilidad de excedencia de 10 % para una vida útil de la edificación de 50 años. Estudios de confiabilidad han mostrado que el cumplimiento de la norma COVENIN 1756:2001, vigente, está asociado a un riesgo de ruina, evaluado por diferentes procedimientos, del orden de 1 por cada mil edificios que cumplan con las prescripciones normativas (Barreiro, 2006).

Nota 20.- El arquitecto estaba en posesión de la Memoria de Cálculo, de los planos estructurales y de otros recaudos que llevó personalmente a la sede del Juzgado a solicitud de su titular. Cometió un error al firmar los planos en el lugar donde debía firmar el ingeniero proyectista, dado que este no era colegiado del CIV; esa falta tiene una sanción propia del Código sobre el Ejercicio Profesional. Sin embargo y como se explica en el texto, la causa de la ruina de la edificación no fue ese error como quedó claramente demostrado en el Informe IMME (1998) ya citado; el sismo excedió las exigencias de la norma, al igual que sucedió en Caracas el año 1967. Eventualmente, en este caso podría alegarse como error haber extendido la vigencia de aplicación de un documento de naturaleza provisional durante 15 años, con consecuencias que aún están por verse.

REFERENCIAS CITADAS

- ABENANTE, F. (1969)^{TC}. Dimensionamiento preliminar de pórticos sometidos a cargas horizontales. *Boletín AVIE*, N° 7:13-21, Caracas. /Con el mismo título, véase también: *Revista del CIV*, N° 294, 39-47, octubre 1972, Caracas./
- ABENANTE, F. y GRASES, J. (1969)^{TC}. *Contribución al análisis sísmico de estructuras*. Oficina de Investigación de Viviendas de Interés Social del BANAP, CCCA y AVIE. Impresos ACEA Hnos., Caracas, 87 p.
- ACOSTA, L. y DE SANTIS, F. (1997). Mapa inventario de licuación de suelos en Venezuela. *FUNVISIS, III Conf. Latino. de Ing. Geotéc. Jóvenes*. Caracas.
- ALLEGRET, J.R. (1997). Caminos y Carreteras. *Diccionario de Historia de Venezuela*. Fundación Polar, vol. I, pp. 602-604.
- ALONSO, J.L. (1977). *Espectros sísmicos, coeficientes de corte basal de diseño y recomendaciones finales. Microzonificación sísmica de Mérida*. Ministerio del Desarrollo Urbano, Oficina Técnica especial del Sismo, septiembre. Caracas.
- ALTEZ, R. (2005). El desastre de 1812 en Venezuela: sismos, vulnerabilidad y una patria no tan boba. Trabajo de Grado de Maestría, UCAB, 433p, Caracas.
- AMUNDARAY, J.I. (2006). Suelos potencialmente licuables y medidas de remediación. Cap. VIII de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Vol. I. ISBN: 978-12-2289-1, Caracas.
- API 1111 (2009). *Design Construction, Operation and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design)*. American Petroleum Institute, Washington, 67p + adenda.
- ARCILA FARIAS, E. (1961) *Historia de la Ingeniería en Venezuela*. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Edit. Arte, 2Vol. Caracas.
- ARIAS A., G (1970)^{TC}. *Aplicación del Método de Rigideces Sucesivas al Cálculo de Edificios con Cargas Horizontales Incluyendo el Efecto de la Torsión en Planta*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 129 p.
- ARIAS A., G. (1973)^{TC}. *Distribución de Cargas Sísmicas en Edificios. Interacción Pórticos-Muros de Corte*. Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural. Caracas, 160 p.

- ARIAS A., G., PEÑA, J.A. y ZALEWSKI, W. (1977). *Recomendaciones para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto*. Ministerio del Desarrollo Urbano. Dirección General de Equipamiento Urbano. Caracas.
- ARNAL M., E. (1973). *Manual para el Cálculo de Elementos de Concreto Armado*. Editado por el Grupo Heliacero-Simalla, Caracas.
- ARNAL, H. (1979). *Planeamiento estructural de edificios altos*. Apuntes (1973/76). Folleto de Estructuras N° 9, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, 164 p.
- BARREIRO, M. (2006). Cambios en las Normas Sísmicas y confiabilidad estructural. En: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, p. 123-143. Ed. J. Grases, ISBN 980-12-2002-3, Imp. Minipres. Caracas, 389 p.
- BEAUPERTHUY, J.L. y SCANNONE R. (2009). Evaluación y Reparación de Estructuras de Concreto Armado dañadas por Incendios. Capítulo XIX de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Ediciones CITECI-CONSULIBRIS, ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- BEAUPERTHUY, L.D. (2010). Comunicación personal, del día 24 de septiembre.
- BEYER, E. (1978). *Estructuras de Acero*. Folleto de Estructuras N° 12, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas.
- BRUN, J.A. (1894). Relación circunstanciada de la situación de los edificios, línea, puentes y material rodante. Ferrocarril de Santa Bárbara - El Vigía después del temblor del 28 de abril de 1894. MOP, Documentos N° 332, Caracas.
- BUROZ, E. (1910). Comunicación personal, diciembre, Caracas.
- BUROZ, E. and GUEVARA J. (1979). Flood control in the Orinoco Delta and its effects on the Environment. The Caño Manamo Project. In: *Water Management and Environment in Latin America*, p. 199-220. United Nations-Economic Commission for Latin America, Pergamon Press Ltd, 327 p.
- BUROZ, E., GUEVARA J. y SILVESTRE H. (1976). *Aprovechamiento de regiones deltaicas; sus efectos sobre el Ambiente. Un caso en el Delta del Orinoco*. ONU-CEPAL.
- C.G.R. (2000). Estudio hidrológico de la cuenca del río Guapo hasta el sitio de presa, estado Miranda. Informe al MARN. Caracas

- CAMARGO M., R. (2006). Reforzamiento del Viaducto N°1 autopista Caracas-La Guaira. *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. 1, cap. XIV, p 251-272, CONSULIBRIS, ISBN 980-12-2289-1, Caracas.
- CANTV (2007). *Proyecto Estructural de Torres y Soportes de Acero para Antenas de Transmisión*. Norma CANTV, Caracas. /Nuevo mapa de velocidades básicas de viento en Venezuela/.
- CAPOBIANCO, J. (2009). Viaducto La Cabrera, autopista Regional del Centro. Capítulo XIII de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Ediciones CITECI-CONSULIBRIS, ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- CARO, R. (2009). Relaciones Históricas. *Boletín N° 18, Academia Nacional de La Ingeniería y El Hábitat*, ISSN: 1317-6781. Caracas, PP 141-156.
- CENTENO GRAÜ, M. (1900). El terremoto de 1900. *La Linterna Mágica*, 15 de noviembre, p 1-2, Caracas.
- CENTENO GRAÜ, M. (1940). *Estudios Sismológicos*. Caracas, primera edición. Segunda edición, 1969.
- COLEGIO DE INGENIEROS DEVENEZUELA (CIV) (1967). Informe que sobre el sismo presentó la Comisión designada por el CIV. *Bol. de la Soc. Venez. de Mec. del Suelo e Ing. de Fund.*, N° 25-26:38-64, Caracas. /Reproducido en el Bol. del CIV, N° 93, Nov. Dic., 1967, Caracas, s.f. /.
- COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA (CIV) (1983). *Plan Frente a Contingencias*. Caracas.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES, COVENIN (1985). *Prescripciones especiales para el diseño de elementos estructurales de edificaciones antisísmicas*. Capítulo 18 de la Norma COVENIN-MINDUR 1753-85. Caracas. /Documento a cargo de una Subcomisión coordinada por el Ing. César Hernández Acosta/.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN) (2001). *Edificaciones Sismorresistentes*: Norma COVENIN 1756, Fondonorma. Caracas, Articulado 71p + Comentario 123p + referencias + índice analítico.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN) (2006). *Proyecto y Construcción de Obras en Concreto estructural*. COVENIN 1753, Fondonorma, Caracas, Articulado + Comentarios.

- COMITÉ CONJUNTO DEL CONCRETO ARMADO (CCCA) (1967a). *Normas para el cálculo de estructuras de concreto armado - teoría clásica 1967*. MOP, Caracas, 166p + comentarios + anexos. /Publicado por la Comisión de Normas del MOP: "... sin carácter preceptivo obligatorio"/.
- CONTRERAS, M. (2006). Diques de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM). Cap. IX de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Vol. I. ISBN: 978-12-2289-1, Caracas.
- CVG-EDELCA (2007). *Informe especial de inspección y evaluación de los efectos del sismo de Martinica del 29 de noviembre de 2007*. Dep. de Inst. y Eva. de Estructuras, Puerto Ordaz.
- DE SANTIS, F. y AUDEMARD, F. (1989). Manifestaciones de "lateral spread" en el delta lacustre de Güügüe costa sur del lago de Valencia, durante el terremoto de Caracas del 29-07-1967. *Memorias del III Congreso Venezolano de Geología*. Barquisimeto, pp1123-1136.
- DE SOLA, O. (1964). Informe sobre algunas muestras de concreto armado provenientes de edificaciones en Maracaibo y de las arenas de Santa Cruz de Mora. *Boletín Técnico IMME*, II, N° 6, 15-40, Caracas.
- DELGADO CH., J.A. y PEÑA, J.A. (1972). *Análisis de Estructuras de Concreto Armado bajo la acción de las Fuerzas Sísmicas (análisis estático)*. Cuaderno N° 4, Capítulo 4, BANAP, Octubre, Caracas, s.p.
- DOREL, J. (1981). Seismicity and gap in the Lesser Antilles arc and earthquake hazard in Guadeloupe. *Geophysical J. R. Astor. Soc.*, 67:679-695. /Se estudia el sismo de 1953 fuertemente sentido en Ciudad Bolívar/.
- EDELCA (1991). *Especificaciones técnicas para sub-estaciones en zonas sísmicas*. Especificaciones ETGS/PAS-001, Caracas. /Actualizadas en 1998/.
- EL TERREMOTO DE 1900 (1965). *Boletín Archivo Hist. de Miraflores*, VI: #34, pp. 149-186.
- ERNST, A. (1878a). Earthquake in Venezuela (Cúa). *Nature*, XXVIII, p 130, London. /Véase también su artículo en *La Opinión Nacional*, N° 2689 del 2 de mayo de 1878: La causa probable del terremoto de Cúa./.
- 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.
- FIEDLER, G. (1961). Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. *Memorias III Con. Geol. Venez.*, Tomo IV, 1791-1810, Caracas.
- FIEDLER, G. (1968). Estudio sismológico de la región de Caracas con relación al terremoto del 29 de Julio de 1967. Reporte y evaluaciones. *Boletín Técnico IMME*, vol. VI, N° 23-24, 127-221, Caracas.
- FIEDLER, G. (1980)^{TC}. *Una contribución al estudio de la micro-regionalización sísmica de la Región de Caracas*. Instituto Sismológico, Observatorio Cajigal, Caracas, 45 p /Informe final del Proyecto S-1-0299, CONICIT/.
- FIEDLER, G. (1988). Preliminary evaluation of the large Caracas earthquake of October 29, 1900, by means of historical seismograms. In: *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*, edited by W.H.K. Lee et al., Academic Press, p 201-206.
- FRANCESCHI, L. y SANABRIA, J.I. (2006). Fallas de puentes por incapacidad o socavación. En: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. 1, cap. IV, p 75-87, CONSULIBRIS, ISBN 980-12-2289-1, Imp. Minipres. Caracas, 389 p.
- FRANQUIZ JIMENEZ J. (1901). M. *Un pueblo en ruinas. Episodios del terremoto en Guatire*.
- FREYSSINET, E. (1953). Largest concrete spans of the Americas. Three monumental bridges built in Venezuela. *Civil Engineering*, March, 41-44.
- FUNVISIS (1997). Evaluación preliminar del sismo de Cariaco del 9 de julio de 1997, estado Sucre, Venezuela. J.A. Rodríguez, edit. Caracas, edición mimeografiada, revisada.
- FUNVISIS (2009). Boletín Sismológico, página web de FUNVISIS.
- G.M.K. (2002). Evaluación de la calidad del concreto de los muros norte y sur del sótano del edificio Miramar, Cumaná. G.M.K. QA & QC, 15p.
- GASPAR, J. (2009). Sedimentación de embalses en Venezuela. En: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Capítulo VIII, pp 121-147. Ediciones CITECI-CONSULIBRIS, ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- GOMEZ R., A.F. (1983). *El huracán de 1933*. Fundación Neoespartana de Cultura. Colección 'Madre Perla'. Tipografía Rodara, Santa Ana del Norte, 200 p.

- GONZÁLEZ, M. y CÓRDOVA, J.R. (2000). Consideraciones sobre la probabilidad de ocurrencia de lluvias máximas en la zona litoral del norte de Venezuela. *Simp. Int. sobre los Aludes Torren. de diciembre de 1999 en Venezuela*. JIFI-2000, UCV, Fac. Ing., Caracas.
- GONZÁLEZ, S.L. y PICARD, X. (1969). El deslizamiento del NE de Güigüe como consecuencia del terremoto de 29-07-67. *Circular de la Soc. Venez. de Geól.*, N° 41:4-10, Caracas.
- GRASES, J. (1994) *Terremotos destructores del Caribe*. UNESCO-ORCYT, Imp. A. Barreiro, ISBN 92-9089-044-4, Montevideo, 132 p.
- GRASES, J., ALTEZ, R. y LUGO, M. (1999). *Catálogo de sismos sentidos o destructores. Venezuela 1530/1998*. Vol. XXXVII, Acad. de Ciencias Físic., Matem. y Nat., y Fac. de Ing. UCV. Ed. Innov. Tecno., ISBN: 980-6195-06-X, Caracas, 654 p.
- GUTENBERG, B. y RICHTER, C. (1949). *Seismicity of the earth and associated phenomena*. Princenton University and Oxford University Press, London, 310 p.
- GUTIÉRREZ, A. (1997). Diseño y detallado de miembros y conexiones en edificaciones. Tema 10, en: *Diseño Sismo-resistente. Especificaciones y Criterios empleados en Venezuela*. Acad. de Cien. Fís., Matem. y Nat. Editorial Binev, pp. 271-279, Caracas.
- GUTIÉRREZ, A. (2006). Tormentas tropicales y vientos huracanados en Venezuela. In: Capítulo 1 de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, pp. 15-30. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- HARWICH, V., N. (1997). Ferrocarriles. *Diccionario de Historia de Venezuela*. Fundación Polar, vol. II, pp. 345-349, Caracas.
- HELIACERO – SIMALLA (1973b). *Manual para el Cálculo de Elementos de Concreto Armado*. Comisión Técnica Asesora de SIDETUR, Caracas, 101 p.
- HENNEBERG G., H.G. (2009). Destrucción y reconstrucción del Puente Rafael Urdaneta sobre el Lago de Maracaibo. En: *Entre Siglo y Siglo*, p 1-13, Décimo Aniversario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, ISBN 978-980-7106-04-7. Caracas.
- HERNÁNDEZ RON, S. (1975). *Biografía del Dr. Manuel Cipriano Pérez*. Pub. Bibl. Acad. de Cienc. Fís., Mat. y Nat., vol XIII. Caracas, p. 152.
- IMME (1998). *Evaluación sismorresistente de las edificaciones derrumbadas durante el sismo del Cariaco del 09-07-1997*. Informe

- N° 209209, Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Fac. de Ing. UCV, 20 agosto. Caracas, 251 p.
- KAUSEL, E (1986). Los terremotos de agosto de 1868 y mayo de 1877 que afectaron el sur del Perú y el norte de Chile. *Academia Chilena de Ciencias*, vol. 3, N°1, Santiago. /El primero de ellos generó un 'seiche' en el Lago de Maracaibo/.
- LAMAR, S. (1978). Análisis estático de estructuras de edificios de muros de pared delgada bajo fuerzas horizontales. *Boletín Técnico IMME*, 61-62:3-43, Caracas.
- LOBO QUINTERO, W. (1979)^{TC}. Código Antisísmico de Mérida. Una Proposición. *Mem. Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sísmica*, p. 420-449. IMME-UCV, Organización de Estados Americanos (OEA). Enero, Caracas. /Publicado en el *Boletín Técnico IMME*, N° 64, 57-83, Caracas, 1979/.
- LOBO QUINTERO, W. (1986). *Norma venezolana para el diseño sismo-resistente de puentes*. Propuesta para la Dirección de Estudios y Proyectos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, articulado y comentarios. Julio, Mérida, 438 p. /Los diez primeros capítulos de esta propuesta se reprodujeron como *Anexo E* en: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (1997)/.
- LOBO QUINTERO, W. (2009). Rehabilitación y reforzamiento estructural del Puente Tazón II. Autopista Regional del Centro. Capítulo XII de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Ediciones CITECI-CONSULIBRIS, ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- LÓPEZ J.L. (2006). Los deslaves de Vargas de 1999 y sus medidas de prevención. In: Capítulo II de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, pp. 31-56. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- LÓPEZ S., J.L. (2010). *Lecciones Aprendidas del Desastre de Vargas. Aportes Científico-tecnológicos y Experiencias Nacionales en el Campo de la Prevención y Mitigación de Riesgos*. Ediciones Empresas Polar y Vicerrectorado Académico de la UCV, ISBN 978-980-12-4490-5. Caracas, 808 pp.
- LÓPEZ S., J.L. y GARCÍA M., R. (2006). *Los aludes torrenciales de diciembre 1999 en Venezuela*. Memorias del Seminario Internacional, celebrado en Caracas del 27-11 al 2-12 de 2000. ISBN 980-07-7715-6, editorial Gráficas Lauki. Caracas, 1055 p.
- LOPEZ S., O.A. (2008). *Protección de las Escuelas contra Terremotos*. Trabajo de Incorporación, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Julio, Caracas.

- LUCHSINGER, C. (1974/76). *Estructuras*. Folleto de Estructuras N° 4, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, 430 p. (dos volúmenes).
- LUGO, M. y FERIOLI, M.P. (1991). Encuesta de intensidades de los sismos de Curarigua (agosto-setiembre, 1991). FUNVISIS, Caracas.
- MAGLIONE di G., P. (2007). *Patología Estructural*, UCAB, julio, Caracas.
- MAGUAL, R., ALONSO, J.L. y GRAVIS, K. (1969). *ANADIMO. Análisis Dinámico de Estructuras*. División de Procesamiento de Datos, Instituto Tecnológico, Facultad de Ingeniería, UCV. Caracas, 20p.
- MARÍN, J. (1970a). *PROGRAMA INVC64. Investigación de columnas cortas rectangulares simétricas de concreto armado sometidas a flexocompresión esviada comparando los métodos de cálculo del ACI y del CEB*. Centro de Procesamiento de Datos, Sección de Proyectos. Fac. de Ingeniería, UCV. Caracas, 37 p.
- MARÍN, J. (1974a). *Resistencia de las secciones de concreto armado sometidas a flexocompresión: un método algorítmico general y sus aplicaciones en el diseño de columnas*. Tesis Doctoral, Facultad de Ingeniería, UCV, Julio, Caracas, 150 p.
- MARÍN, J. (1975). *Análisis Matricial de Estructuras*. Apuntes de las clases de los Profesores Celso Fortoul P. y Simón Lamar (1969/75). Folleto de Estructuras N° 7, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, 130 p.
- MARÍN, J., SALGADO, J.L. y UZCÁTEGUI, R. (1968). *AMADEO. Un sistema para análisis matricial con computador electrónico de estructuras continuas por el método de elementos finitos*. Prof. Guía: A. Padilla y C. Fortoul. Proyecto N°1, Centro de Procesamiento de Datos, Facultad de Ingeniería, UCV. Caracas, 64 p.
- MARTINEZ, A. (2009). El Viaducto N° 1 de la autopista Caracas al Litoral Central. Relaciones Históricas. *Boletín N° 19, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, ISSN: 1317-6781. Caracas, pp. 155-178. /En los anexos de esta contribución se reproducen documentos de los años 1988 y 1990/.
- MAS VALL, J. (1950). *Mapa isosísmico del terremoto de El Tocuyo (3 de Agosto de 1950)*. Ministerio de Fomento, Instituto Nacional de Minería y Geología. Caracas.

- MAZA ZABALA, D.F. (1951). Las avenidas de las aguas. Diario: *El Nacional*, 22 de febrero de 1951.
- MONTES, L. (1989). Avalanchas y aludes torrenciales en la cuenca del río Limón: estudio de vulnerabilidad. *Memorias del VII Congreso Geológico Venezolano*, Tomo III, Barquisimeto.
- MOP (1947). *Normas para el Cálculo de Edificios*. Dirección de Edificios e Instalaciones, Imprenta Nacional, Caracas.
- MOP (1955). *Normas para el Cálculo de Edificios, 1955* Dirección de Edificios e Instalaciones, Tipografía Italiana, Caracas, pp. 164-171.
- MOP (1967). *Norma provisional para Construcciones Antisísmicas*. Caracas, 18 p + mapa.
- NEWMARK, N. N. (1970). *Introducción a la Ingeniería Sismorresistente*. Charlas del "Curso sobre Diseño Estructural de Edificios Altos", patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 10, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Octubre 1976, 190 p.
- NONES DEL VALLE, R. (1942). Los ciclones en el mar de las Antillas. *Revista del CIV*, N° 145, 358-363, octubre-diciembre. Caracas.
- PACHECO T., G. (2002). *Las iras de la serranía. Lluvias torrenciales, avenidas y deslaves en la Cordillera de la Costa, Venezuela: un enfoque histórico*. Fondo Editorial Tropykos, ISBN: 980-325-260-7, Enero, 169p + 1 mapa.
- PAIGE S. (1930). The Earthquake at Cumaná, Venezuela, January 17, 1929. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 20:1, 1-10.
- PAPARONI M., M. (1963). El problema de la corrosión de las armaduras en el concreto armado. *Boletín Técnico IMME*, N° 3, p 17-29, Caracas.
- PAPARONI, M. y HOLOMA, S. (1976). Torres de Oficinas del Parque Central. En: *Sobre 20 Años de Actividades*, Asoc. Ven. de Pro. de Cem., (AVPC), p 499-541. Gráficas Herpa, Caracas.
- PAPI, E. editor (1994). *Historia de la Construcción en Venezuela*. Edición conmemorativa del Cincuentenario de la fundación de la Cámara Venezolana de la Construcción, ISBN 980-6107-05-5. Caracas, 350 p.
- PEÑA, J. A., DELGADO CH., J. A., PEROZO, O. y MOLINA, O. (1973)^{TC}. *Método y análisis sísmico de sistemas estructurales de*

- pórticos y paredes de concreto armado*. Cuaderno N° 6, BANAP, Caracas.
- PONTE, L., SCHWARTZ, A., MIRANDA, L., MAS VALL, J. y PONTE, C. (1950). Observaciones geológicas de la región afectada por el terremoto del 3 de agosto de 1950. Inst. Nac. de Min. y Geolo., Ministerio de Fomento, Informe N° 551, Caracas, 13p. + anexos.
- PORRERO J., RAMOS C., GRASES J. y VELÁZCO G. (2004). *Manual del Concreto Estructural*. Ediciones SIDETUR, ISBN 980-6403-66-5, Seleccion C.A., Caracas, 503 p.
- 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.
- RAMÍREZ O., O. (2006). Fundaciones en las riberas del Lago de Valencia. Cap. X de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Vol. I. ISBN: 978-12-2289-1, Caracas.
- RANGEL S., A. (2006). Desalojo preventivo por deslizamiento. Caso Barrio Santa Ana, Antímano, Caracas. In: Capítulo XII de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. I, pp. 209-226. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- RIEHL, H. (1954). *Tropical Meteorology*. Mc Graw Hill, N.Y.
- RÖHL, E. (1945). Climatología en Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*. Año IX, N° 27, 169-243, Caracas.
- RÖHL, E. (1949). Los diluvios en las montañas de la Cordillera de la Costa. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, Tomo XII, N° 38, pp. 34-59, Caracas, Julio-Septiembre.
- ROSENBLUETH E., MARSAL R. J. y HIRIART F. (1958). Los efectos del terremoto del 28 de Julio y la consiguiente revisión de los criterios para el diseño sísmico de estructuras. *Revista Ingeniería*, Enero p3-30, México. /Esta singular experiencia fue presentada por Rosenblueth en la II Conf. Mundial de Ing. Sísmica, Tokyo, 1960/.
- ROY, H. (1970). *Introducción a la Estructuración de Edificios Altos*. Charlas del "Curso sobre Diseño Estructural de Edificios Altos", patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 13, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Octubre 1977, 138 p.

- SALCEDO, D. (2006). El deslizamiento de la ladera sur del Viaducto N°1, autopista Caracas-La Guaira. . In: Capítulo XIII de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. I, pp. 227-250. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- SARDI, V. (1959). Gasto máximo de los ríos y quebradas del Litoral Central, *Revista CIV*, # 275, Caracas, Febrero, pp. 14-17.
- SARRIA A. (1986). *Enseñanzas derivadas de los estudios de las misiones pos-terremoto enviadas por UNESCO o por CERESIS-UNESCO*. Ceresis, Lima, 133 p.
- SIDETUR (2001). *Los Puentes en Venezuela. Seminario Técnico*. Memorias. Noviembre, Caracas, 112 p. /Contiene bibliografía sobre puentes disponible en el Centro de Información (CID), SIDETUR/.
- SIEVERS W. (1905). Das Erdbeben in Venezuela von 29 Oktober 1900. Fest-schrift zur Feier des 70 Geburtstages von J.J. Rein, Geographischen Vereinigung zu Bonn, pp35-50.
- SIEVERS W. und FRIEDERICHSEN L. (1895). Das Erdbeben in Venezuela am 28 April 1894. *Mitteil. der Geogra. Gesell. in Hamburg*, vol X, p 237-244.
- SILVA C., M. (2009). *Estructuras metálicas en la arquitectura venezolana 1874-1935. El carácter de la técnica*. Ediciones FAU, UCV con la colaboración de Tekhne, Consultores de Arquitectura, S.A. y el patrocinio de SIDETUR S.A. ISBN 978-980-00-2573-4. Caracas, 293 p.
- SINGER, A., ROJAS, C. y LUGO, M. (1983). *Inventario de riesgos geológicos. Estado preliminar, mapa, glosario y comentarios*. FUNVISIS, Dep. Cienc. de la Tierra, Serie Técnica 03-83, Caracas, 126 p. + Mapa (escala 1:1.000.000).
- ROY, H. (1970). *Introducción a la Estructuración de Edificios Altos*. Charlas del "Curso sobre Diseño Estructural de Edificios Altos", patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 13, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Octubre 1977, 138 p.
- SOZEN, M. (1970). *Introducción al Comportamiento de Edificios de Concreto Armado*. Charlas del "Curso sobre Diseño Estructural de Edificios Altos", patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 14, Dep. de Ing. Estr., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Noviembre 1977, 129 p.

- SUAREZ V., L.M. (2002). *Incidentes en las Presas de Venezuela. Problemas, soluciones y lecciones*. ISBN-07-8170-6, Ed. Arte, Caracas, 29 capítulos.
- TAMAYO, F. (1941). Exploraciones botánicas en la península de Paraguaná, estado Falcón. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. N° 47, Caracas.
- TORRES, R. (2006). Afectación de puentes por condiciones de servicio y/o accidentes. In: Capítulo XV de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, vol. I, pp. 273-288. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- TORRES B., P., MARTÍN F., A. y ENGLERT, C. (2009). Proyecto y construcción del nuevo viaducto Caracas-La Guaira. En: Cap. XIV de *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Vol. II. ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- TROCONIS DE RINCÓN, O. y Colaboradores (2009). Evaluación/rehabilitación del Puente sobre el Lago de Maracaibo. En: Cap. XX de *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, Vol. II., 341-362, Ediciones CITECI-CONSULIBRIS, ISBN: 978-980-7081-05-4, Caracas.
- UGAS, C. T. (1974)^{TC}. Espectros para diseño antisísmico en función de las condiciones locales del subsuelo. In: *Boletín Técnico IMME*, 11(48): 25-57, Caracas.
- 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, p 577-589 (artículo post-mortem).
- URICH, A. y LÓPEZ, O.A. (2009). Desempeño de edificios y movimiento del terreno en Los Palos Grandes durante el terremoto de 1967. *IX Con. Venez. de Sis. e Ing. Sís.*, Caracas.
- UZCÁTEGUI, R. (1978). Un método de integración numérica en dinámica estructural. *Boletín Técnico IMME*, Vol. XVI. N° 63, 83-92, UCV, Caracas.
- UZCÁTEGUI, R. y URQUIZU, M. (1970). *Programa ANEDIF. Análisis Estructural de Edificios Aporticados*. División de Procesamiento de Datos, Instituto Tecnológico, Facultad de Ingeniería, UCV. Caracas, 58p.
- VELAZCO, G. (2006). Concretos resistentes a ambientes agresivos. En: Cap. XIX de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*. Consulibris, Vol. I, 339-354, ISBN 980-12-2002-3, Caracas.

- VINCENTELLI, A. (1999). *Mis anécdotas*. Edit. Noel Kingsley, Caracas, 277p.
- ZAWISKA, L. (1980a). Alberto Lutowski. Contribución al conocimiento de la Ingeniería Venezolana del siglo XIX. Ministerio de la Defensa. Caracas 146 p + láminas.
- ZAWISZA, L. (1980b). *La Academia de Matemáticas de Caracas*, Ministerio de la Defensa, Caracas, 94 p + anexos.
- ZAWISZA, L. (1988). *Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela. Siglo XIX*. 3 tomos, Ediciones de la Presidencia de la República, Imprenta Nacional, Caracas. /Vol. 1: 1780-1869; Vol. 2: 1830-1869; Vol. 3: Época de Guzmán Blanco, Referencias e Índices)/.

**Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en
Venezuela. Epígrafes**

Ingeniero José Grases

*"La lucha contra el poder es la lucha de la
memoria contra el olvido"*
*Milan Kundera, cita de Yajaira Freites,
2005 p. 135*

Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela. Epígrafes

José Grases G.

"La lucha contra el poder es la lucha de la memoria contra el olvido"
Milan Kundera, cita de Yajaira Freites, 2005 p. 135

Introducción

Según el DRAE, los epígrafes son citas o sentencias que suelen anotarse en la parte superior de una obra científica o literaria; ocasionalmente de cada uno de sus capítulos o divisiones. La escogencia de tales citas puede ser una primera pincelada sobre el contenido del texto que encabeza.

A lo largo del lustro dedicado a recoger la *Historia y Testimonios de la Ingeniería Estructural en Venezuela*, hemos encontrado pensamientos, reflexiones, advertencias y consejos, que se han ido anotando en el encabezamiento de **Capítulos** y **Anexos** a modo de epígrafes. En algunos casos han ido por parejas a modo de sinestesia o sinergia, ofrecida al lector interesado. Algunas, las menos, han quedado en el texto para reforzar alguna afirmación o recomendación.

En esta síntesis, tales reflexiones se han organizado en los doce grupos que siguen y son mayoritariamente de autores venezolanos.

1.- IMPORTANCIA DEL TESTIMONIO HISTÓRICO

El epígrafe que encabeza esta nota cuyo autor es un reconocido novelista contemporáneo de origen Checo y recogido por una insigne

investigadora de nuestra Historia de las Ciencias en Venezuela como es la profesora Yajaira Freites, lo comenzamos a comprender mejor en la Comisión de Historia de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ACADING), cuando se planificaron sus objetivos de trabajo. Al académico Alberto Méndez Arocha (1937-2009), miembro de la citada Comisión, se le encargó elaborar un inventario actualizado de trabajos e investigaciones publicadas sobre la Historia de la Ingeniería en Venezuela con posterioridad a la obra editada por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) al cumplir sus primeros 100 años (Arcila Farías, 1961). Tomando en consideración la diversidad temática de la poca información publicada después de esa investigación bibliográfica, así como la multiplicidad de especialidades que progresivamente se habían desarrollado en el país desde los años 40 en adelante, ese Programa de estudio se dividió en Proyectos de alcances más limitados. Entre ellos, este dedicado a la *Ingeniería Estructural*.

Nos parece oportuno destacar aquí la cita hecha por Jorge H. Pireli Luengo, en el Prólogo sobre la magna contribución del doctor Rodolfo Tellería: *Historia del Servicio Eléctrico en Venezuela entre 1880 y 1998*, editada en 2011. La cita recoge la observación señalada por el autor norteamericano John Gardener, que ciertamente aplica al conocer la admirable y trascendente obra concebida y vigilada por el doctor Tellería: "...la historia jamás parece historia cuando la estamos viviendo". Es nuestra obligación como académicos, rescatarla del olvido.

2.- PROFESORES Y UNIVERSIDADES

Por su pertinencia actual, reproducimos a continuación las palabras que dejó para la posteridad Juan Manuel Cajigal (1803-1856) en el acto de apertura de la Academia Militar de Matemáticas el 4 de noviembre de 1831. Dijo: "*El Soberano Congreso Constituyente, deseoso de promover los conocimientos útiles, y convencido de que los pueblos prosperan en razón directa de su ilustración, ha creado la Escuela de Matemáticas que hoy se abre*" (Correa, 1956, p. ccxi.vi).

Siete años más tarde y con ocasión del acto de graduación de los primeros cuatro Ingenieros de esa Academia, Cajigal anunció que, sin la carga que suponía el dictado de materias básicas que ya podían ser

asumidas por sus discípulos, ahora se encontraba con tiempo suficiente para iniciar la enseñanza: "...sobre cómo proyectar puentes colgantes que son los que más convienen al país".

A finales de ese siglo, en 1895, y con motivo de la celebración del Centenario del nacimiento del Gran Mariscal de Ayacucho, la *Sociedad Venezolana de Ingenieros Civiles* publicó como ofrenda al destacado ingeniero militar: *El Primer Libro Venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes*. Con relación a las decisiones que tomó el presidente Guzmán Blanco sobre la Academia Militar de Matemáticas, ya bajo el control del Colegio de Ingenieros de Venezuela fundado en 1861, el ingeniero Felipe Aguerreverere M. (1846-1934) en artículo publicado en ese *Primer Libro*. señaló que: "*Guzmán Blanco llamó 'nido de godos' a esa Academia de Matemáticas, porque en la lista de ingenieros no hallaba suficientes hombres de su devoción para profesores; ni podía ser de otro modo, ya que el estudio de las ciencias exactas, eleva el espíritu a la contemplación de la verdad....inspira sentimientos de honor y aversión a las artes odiosas de la adulación.....*". Aguerreverere también hizo allí un llamado sobre la necesidad de modernizar la enseñanza de la Ingeniería so pena de quedar marginados del progreso que se venía alcanzando en las materias que la conformaban (Aguerreverere M., F., 1895).

Antes de culminar el siglo, en la Introducción al libro sobre *Lecciones de Topografía* del profesor Luis Ugueto (1868-1936), autor del texto y quien dedicó su vida a la docencia, dejó constancia de lo siguiente: "...en esta obra no ha de buscarse muestra relevante de ingenio y, si acaso, cierta laboriosidad puesta al servicio de un propósito que constantemente me impulsa: ser útil en algo a la profesión a la que pertenezco, en aquel ramo que he cultivado más asiduamente: el profesorado" (Ugueto, L., 1899, p. 3).

Es oportuno destacar aquí, que en la revisión sobre la *Historia de la Geotécnica en Venezuela* el profesor Gustavo Pérez Guerra (1915-1986), pionero de esa especialidad en Venezuela, acotó: "...a mediados de la década de los 30 comenzaron a generalizarse métodos y textos americanos.....ingenieros progresistas y estudiosos contribuyeron a ello- Ernesto León, José Sanabria- generalizando por ejemplo el

método de compensación progresiva de Cross, entonces acabado de publicar” (Pérez Guerra, G., 1983, p. 4).

En concordancia con lo anterior, durante las primeras décadas del siglo pasado el profesor Hardy Cross publicó su muy renombrado método para el análisis de estructuras. En su introducción sentenció: *“Splendid buildings and costly laboratories will never make a great university; great professors will”* (Hardy Cross, 1930). Años después, en marzo de 1965 se celebró en el CIV el Simposio: *El Ingeniero ante la Ciencia y la Tecnología Contemporáneas*, el cual fue presidido por el Presidente del Colegio, el profesor Justo Pastor Farías (1922-1990). En su discurso de la sesión inaugural y como excelente maestro que fue, corroboró la advertencia de Hardy Cross cuando expresó lo siguiente: *“Hemos considerado siempre que el de la Formación Universitaria es un compromiso ineludible de los colegios profesionales...el ideal y la preocupación universitaria, podemos decir, ha sido el primer ideal y la más importante de las preocupaciones. Consideramos que el Colegio es un complemento efectivo de la Facultad, que la condición de universitario es una condición inamisible /que no se puede perder/...condición que nos acompañará hasta el último momento de nuestra vida; una vez que hemos sido universitarios seguiremos siéndolo para siempre....Por eso es por lo que el Colegio de Ingenieros se organiza en torno de esta idea universitaria y viniendo de la Universidad hacia ella va, y va con actos como este”*.

3.- INCERTIDUMBRES EN EL CONOCIMIENTO

Además de los ingenieros citados en el apartado anterior, otros que conocieron y aplicaron el citado método de Cross durante los años 40, fueron los ingenieros Alberto E. Olivares (1908-2006) y Víctor Sardi (1911-2001). Este último se ocupó de escribir un texto divulgativo sobre esa muy útil herramienta de cálculo, ilustrado con aplicaciones prácticas entre las cuales la distribución de fuerzas horizontales que simulan la acción sísmica (Sardi, 1962). En la Introducción de ese aporte el profesor Sardi se dirigió a los Ingenieros Estructurales llamando la atención sobre la innecesaria *'exactitud'* que se perseguía con arrastrar numerosos decimales en los valores de kilogramos (fuerzas), kilogramos-metro (momentos) o centímetros (desplazamientos), ya que las sobrecargas actuantes, pesos propios,

dimensiones reales y propiedades de los miembros de las estructuras, 'per se' y desde un comienzo, ya era -y sigue siendo- información incierta. Por tanto el redondeo a un decimal como máximo, resultaba adecuado (Sardi, V., 1962, Introducción).

Sardi fue un propulsor del manejo de la información incierta, no tan solo en su principal área de trabajo dirigida al modelado de la información hidrometeorológica (Sardi, V., 1967), sino también con la estadística de sismos sucedidos en el pasado. En 1968, un año después del terremoto de Caracas y aun con la limitada información del momento, obtuvo la tasa media de excedencia de sismos de diferentes magnitudes a partir de la distribución de valores extremos de Gumbel. Limitaciones de información aparte, ese modelo permite evaluar cuantitativamente la probabilidad de no excedencia anual de sismos de determinada magnitud (Sardi, V., 1968).

Con anterioridad, en la primera Norma del MOP para regular el empleo del concreto como material de construcción, se establecieron límites en las desviaciones tolerables de la '*resistencia a la compresión*' seleccionada por el proyectista. La incertidumbre en este parámetro, se incorporó acotando límites inferiores al valor establecido como valor de diseño; igual criterio se aplicó para las resistencias que debían satisfacer los ladrillos de arcilla cocida (MOP, 1938).

El reconocimiento de incertidumbres en las variables que intervienen en los proyectos de ingeniería fue un proceso que llevó tiempo. La '*simplicidad*' propia del empleo del viejo factor de seguridad (cociente entre: la resistencia y la sollicitación) empleado durante muchos años, sin duda resulta más limitado que el más moderno concepto de confiabilidad. En este último se reconoce la incertidumbre de las variables que intervienen en el cálculo y se calcula como complemento de la probabilidad de ruina. Entre los primeros promotores de esta modernización en los proyectos de ingeniería, se citan aquí dos autores portugueses quienes en su texto sobre seguridad estructural dejaron constancia de que: “...*the probabilistic approach yielded an accurate idealization of reality*” (Borges, J. F. y Castanheta, M. 1971).

4.- PERSISTENCIA EN LA IGNORANCIA

Durante las primeras décadas del siglo XX, la sismología se encontraba en un estado incipiente. Los errores en la ubicación de epicentros no eran tan solo debidos a limitaciones instrumentales, sino consecuencia de modelos que no representaban de forma adecuada la corteza terrestre.

La anécdota que sigue es reproducida por el profesor Charles Richter en su texto *Elementary Seismology* del año 1958. Está relacionada con el catastrófico sismo de Kwanto (Tokio), sucedido en septiembre de 1923, el cual ocasionó un gran número de víctimas tanto por los daños a edificaciones como por los incendios subsiguientes al terremoto. Explica Richter que, al Director de una estación sismológica instalada en Japón, se le mencionó la posibilidad de que una cierta lectura hecha por él en un sismograma, no fuese la correcta. Se dice que este respondió: “*I am a man of science. I will not change my findings*” (Richter, C., 1958, p. 270).

La respuesta anterior queda ciertamente muy alejada de la de una mente abierta como fue la de don Simón Rodríguez, maestro de Simón Bolívar, cuando sabiamente afirmó: “*El camino de la perfección se compone de modificaciones favorables*” (cita de la obra de don Augusto Mijares: *El Libertador*, 1964).

5.- LIMITACIONES EN EL DOMINIO DE CIERTAS MATERIAS

En nuestro medio, el ingeniero Melchor Centeno Graü (1867-1949), destacado miembro de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, fue un profesional que se interesó muy especialmente por comprender el origen de los sismos, sus efectos y las precauciones que debían tomarse a nivel constructivo. Para ello estudió los textos de los autores más renombrados a comienzos del siglo XX y, en 1940, publicó la primera edición de sus *Estudios Sismológicos*, obra pionera en Venezuela. En ella sintetizó las teorías del momento. Acompañó el texto con un *Anexo* conformado por un muy completo catálogo cronológico en el cual recogió descripciones de los efectos de sismos con fuente en Venezuela, que se extendió desde 1530 hasta junio de

1940. Sobre aquellos eventos que dejaron algún tipo de registro en los instrumentos que se habían instalado en el Observatorio Cajigal con posterioridad al sismo de octubre de 1900, Centeno anotaba: "O. C.". Solo al del 17 de Enero de 1929, terremoto destructor en Cumaná, dedicó especial atención a registros sismográficos obtenidos en otras estaciones no venezolanas.

Luego del fin de sus días en octubre de 1949, la familia del ingeniero Centeno cuidó celosamente sus manuscritos. Parte de ellos se incorporaron a una nueva edición de su libro *Estudios Sismológicos*. Esa segunda edición fue posible después del terremoto de Caracas de 1967, gracias a la intervención del geólogo Guillermo Zuloaga (1904-1984), colega de la Academia de Ciencias y amigo de la familia. En adición a la actualización del catálogo hasta fechas cercanas a octubre de 1949, así como al mapa de zonación sísmica del país en el cual venía trabajando, Centeno dejó escrito que: " *No habiendo acaecido ningún sismo ruinoso o desastroso en 1937 en la cordillera central de la costa, ¿corresponderá al calculado...?. Se verá que agregando períodos de 31 años a 1937 se obtienen los años 1968 ó 1969*" (Centeno Graü, 1967, p. 98). Ese sismo ocurrió el 29 de julio de 1967; es decir 18 años después de su fallecimiento.

Centeno preconizó entre nosotros la importancia de los trabajos de campo. Escribió: "*La observación constante después de los grandes terremotos es la más segura guía para las construcciones posteriores...la enseñanza objetiva se basa en las experiencias adquiridas en el examen y estudio de las ruinas después de un terremoto*" (Centeno Graü, 1940 y 1969, Cap. IX). Ese cuidadoso análisis, el cual llevó a cabo sobre los efectos y ruinas del sismo de Octubre de 1900, le permitió publicar el 15 de Noviembre de ese mismo año en el periódico *La Linterna Mágica*, el mapa de isosistas de ese evento: primer mapa de ese tipo que se conoció en Venezuela, para lo cual contó con la ayuda del ingeniero Luis Vélez (1858-1935). La zona epicentral la ubicó costa afuera, al norte de Cabo Codera, cerca de las coordenadas 11°N - 66°W.

Este sismo seguramente fue de magnitud relativamente elevada, pues quedó registrado en la red de sismógrafos que John Milne había terminado de instalar para cubrir todo el planeta dos años antes. De este

modo, ese investigador inglés logró evaluar con el mismo tipo de instrumento, ubicado en lugares muy distantes del planeta, las vibraciones generadas por grandes sismos. Para ello contó con la activa colaboración de la Compañía de Jesús, extendida por todos los continentes, quienes remitieron sus lecturas a la Isla de Wight Gran Bretaña, donde Milne tenía su centro de operaciones (Herbert-Gustar, A. and Nott, P. 1980).

Dos o tres años después del citado terremoto de Cabo Codera, Milne publicaba en su segundo *Boletín de Coordenadas de Sismos Registrados en el Planeta*, los resultados de su estudio sobre ese epicentro. Sorprendentemente, sus coordenadas resultaron ser muy cercanas a las del epicentro dado por Centeno 15 días después del terremoto. Las '*estaciones Milne*' más cercanas a ese foco fueron las de la isla Hispaniola y la de Santa Fé de Bogotá.

Con respecto a este evento, no puede dejar de mencionarse aquí al Geólogo Wilhelm Sievers (1860-1921). Este había dejado buenas amistades en el país luego de trabajar con colegas venezolanos durante los últimos años del siglo XIX. Fundamentado en intercambios epistolares, publicó en Austria cinco años después del citado sismo de 1900, un segundo mapa de isosistas del mismo (Sievers, 1905). Las formas elípticas de estas nuevas isosistas, distintas a las isosistas circulares propuestas por Centeno en 1900, se ajustan mejor a los mecanismos focales que conocemos hoy en día.

Se reproduce a continuación la percepción de un colega de la Universidad de Los Andes de Bogotá quien ha dedicado buena parte de su carrera profesional al estudio de los problemas de la Ingeniería Sismorresistente, una disciplina que aún se considera en pleno desarrollo. Este, el profesor Alberto Sarria Molina (-2015), luego de una cuidadosa revisión de los informes sobre 24 misiones enviadas a regiones afectadas por sismos destructores, entre 1963 y 1985, concluyó que las lecciones permitían entender: “...*poco a poco la compleja interacción entre una construcción, por simple que esta sea, con las características de un sismo, evento sobre el cual no estamos muy lejos de aceptar que, lo único que sabemos, es que sabemos muy poco.*” (Sarria, A., 1986).

Sin alejarnos de los temas relacionados con los sismos, viene al caso referirnos aquí a los efectos destructores en la capital de México causados por un sismo de gran magnitud, con foco a unos 400 kilómetros de esa extensa ciudad, sucedido en septiembre de 1985. En conversación informal con el profesor Emilio Rosenblueth, reconocido pionero de esa especialidad en el norte de América, este afirmó lo mucho que se había avanzado: "*Pues ya sabemos lo que no sabemos*".

6.- VENEZOLANIZACIÓN

En la medida que en el país hubo que resolver problemas constructivos como fueron los puentes colgantes, carreteras y túneles, así como obras hidráulicas y de infraestructura, los ingenieros formados en el país abordaron la solución de los mismos.

En los últimos años del siglo XIX, en Caracas se empleó el cemento Portland en la ejecución de algunas obras públicas. Entrado el siglo XX, en 1912 se construyó el edificio de tres niveles del Archivo General de la Nación empleando, por vez primera, el concreto reforzado en edificaciones así como en la ejecución de uno de los puentes sobre el río Guaire.

Poco después y en su tesis para obtener el grado de doctor en Ciencias, Juan F. Stolk (1905-1970) afirmó que: "*Para las construcciones monumentales y aquellas que pasen de tres pisos, el concreto armado es el material por excelencia*" (Stolk, J. 1932). De igual modo, en la Lección Inaugural de la Cátedra *Puentes y Viaductos*, Facultad de Ingeniería de la UCV, dictada en marzo de 1938 por el profesor José Sanabria (1908-2004) este afirmó: "*...se caracterizan los siglos XIX y XX de la construcción de puentes, por el conocimiento avanzado de la resistencia de los materiales y de la teoría racional de las estructuras, así como el empleo del material más moderno: el concreto armado*" (reproducido en el texto de Arnal M., E., 2000, p. 10).

Pocos años después, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) estableció los criterios de aceptación en obras hechas a base de concreto. Se reconoció desde un comienzo que la resistencia a la compresión de ese material presentaba desviaciones respecto al valor supuesto por el proyectista en sus cálculos como se indicó en la **Sección 3**.

Para ilustrar la defensa de esa Venezolanización de la Ingeniería viene al caso citar la advertencia pública del señor Diego Nucete Sardi, en su condición de Administrador de la Reurbanización de El Silencio. Este habría juzgado como poco competente la calidad de la mano de obra y las decisiones de los Ingenieros Venezolanos que venían ejecutando esa obra. Declaró en el diario *El Universal* en julio de 1943, que estaba dispuesto a considerar la contratación de los trabajos de esa obra a una empresa del extranjero.

Esta posibilidad fue protestada de inmediato por miembros del Colegio de Ingenieros y de la Asociación de Albañiles de Venezuela. Luego se supo que el presidente del CIV no participó personalmente en la protesta pues formaba parte de un grupo de profesionales experimentados, que competía en una licitación para la construcción de una de las nuevas edificaciones. Ante el reclamo del CIV, el Administrador de la obra aclaró que estaba dispuesto a aceptar los profesionales de ese Colegio, siempre que este fuera garante de la calidad de las obras (De Sola, 1988, pp. 100 y 101).

De inmediato el presidente del CIV, el ingeniero Edgar Pardo Stolk (1905-1982), se dirigió al mencionado Administrador informándole que retiraba su nombre de la licitación en curso y que a partir de ese momento se hacía responsable de los miembros del CIV que participasen en la obra (De Sola, 1988, p. 101). Esta fue totalmente ejecutada por Ingenieros Venezolanos, con excelentes resultados aún a la vista hoy en día

Desde antes de esas fechas el MOP ya había establecido los principios de la licitación de obras, los cuales fueron acogidos por toda la administración pública del país. Entre sus múltiples ventajas se ofrecía a los profesionales venezolanos, con grandes o pequeñas empresas, la posibilidad de su crecimiento profesional y, no menos importante, se establecían Normas para la ejecución de los proyectos. Los costos asociados a la conclusión de la obra, con penalizaciones en caso de retraso, muy excepcionalmente podían ser ligeramente modificados cuando estuviese suficientemente demostrado que eran debidos a desviaciones del proyecto original. Con las inspecciones pertinentes se aseguraba la correcta inversión de los fondos públicos.

Más recientemente, las ventajas propias de las licitaciones se han minimizado. es lo que ha llevado al Presidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat a afirmar: “*La preferencia en la contratación de obras importantes con empresas extranjeras sin licitación internacional, disminuye la oportunidad de las empresas venezolanas de ingeniería*” (Torres Parra, M., 2010, p. 186). Un ejemplo de lo recién anotado lo constituye la presa de Tocoma. En su ejecución ya se han invertido cantidades que duplican las inicialmente presupuestadas y, además del considerable retraso, aún falta por concluir más del 30% de la obra la cual está paralizada desde 2012 por falta de financiamiento (Velazco, 2014).

De igual modo, la modificación de obras con características que se han incorporado a las tradiciones urbanas, merecen justificación: “*...uno no tiene derecho de cambiar los colores originales que el Maestro Villanueva escogió para El Silencio y pintarlo de un color amarillo tigre. Uno no tiene derecho de inventar colorines a la fachada de la Iglesia de San Francisco... Y tampoco uno tiene derecho de pintar las pilastras de la fachada de Miraflores en un violento y cursi rojo-rojito.*” (Gasparini, G., 2008).

7.- NORMAS

Ya desde los comienzos del siglo XX, el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela aprobó ciertas normas dirigidas al aseguramiento de la calidad de la construcción. Con posterioridad a la muerte de Gómez en 1935, pudieron retornar a Venezuela jóvenes profesionales formados en otros países, quienes manejaban teorías y procedimientos de cálculo diferentes a los predominantes en el país. Le tocó al ingeniero Alberto Eladio Olivares coordinar la armonización de procedimientos únicos a ser empleados en el referido Ministerio, los cuales se fueron adaptando en el tiempo a nuevos conocimientos y experiencias . Es de él esta sentencia propia de un profesional experimentado: “*En el análisis de estructuras, construidas o por construir, se requiere de criterios basados en la experiencia de muchos años, la cual se ha organizado en Normas*” (Olivares, A. E., 2004, p 7).

La necesidad de adecuar la normativa que regía el proyecto sismo-resistente de edificaciones con posterioridad al terremoto de Caracas de julio de 1967, fue manifiesta a la luz del desempeño de edificios construidos en Caracas y el Litoral Central. De allí que la Comisión de Normas del MOP aprobase una nueva normativa de carácter provisional, la cual mantuvo ese carácter durante 15 años. Destaca en la introducción de ese documento la siguiente frase: “...es conveniente repetir que el cálculo antisísmico en la forma aquí recomendada, o en la de otras normas extranjeras, no constituye ni puede constituir garantía absoluta contra los graves daños de los terremotos, que envuelven factores muy diversos y cuyos efectos solo se logran conocer por el análisis de las observaciones obtenidas con la repetición de tan peligrosos elementos destructivos de la naturaleza” (Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas, MOP, 1967). Esta afirmación, sustentada por la seguidilla de sismos destructores en áreas urbanizadas de casi todos los continentes desde finales de los años 50 en adelante, despertó las alarmas en Organismos Internacionales que comenzaron a prestar atención al tema.

Reservas de parte de algunos proyectistas reacios a introducir algunas modificaciones incorporadas en la Norma provisional de 1962, obligaron al profesor David Darío Brillembourg (1926-2012), Presidente de la Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural en ese momento, a dejar escrito en la *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV)*, lo siguiente: “Sería una irresponsabilidad ética el no diseñar los nuevos edificios a la luz de las nuevas Normas Provisionales para Construcciones Antisísmicas puesto que ellas representan, para el momento, el mejor elemento de juicio que poseemos para resolver el problema dentro de las exigencias de la técnica moderna y de nuestros actuales conocimientos” (Brillembourg, D. D., 1968).

Efectivamente, los conocimientos del momento, aún incipientes en múltiples aspectos, fueron ampliamente modificados en versiones posteriores de las Normas Venezolanas -años 1982 y 2001- y se beneficiaron así de la llamada “*Ingeniería Sísmica Forense*”, gracias al análisis sistemático del desempeño de obras en áreas urbanas afectadas por sismos. Tal como acertadamente los señaló Centeno Graü según se indicó en la **Sección 5**, aún hoy en día se identifican aspectos que

pueden ser mejorados. De hecho una edificación de siete niveles, proyectada y construida según las normativas vigentes en el país durante los años 70, con agravantes en su configuración que fueron modificados a partir de las Normas sísmicas de 1982 en adelante, perdió su estabilidad como consecuencia del sismo de Cariaco del 9 de julio de 1997.

Finalmente, cabe aquí recordar la advertencia tantas veces hecha. La que sigue proviene de un cuerpo de profesionales que ha dedicado mucha atención al buen uso del concreto reforzado: el *American Concrete Institute (ACI)*. En su comentario al código ACI 318-71 advierte: “*A building code states only the minimum requirements necessary to provide for public health and safety...it cannot replace sound engineering knowledge, experience and judgment*” Commentary, ACI 318-71(1972).

8.- PREFABRICACIÓN

"La selección del sistema estructural y la elaboración de detalles adecuados en las uniones...son fundamentales para el buen comportamiento de Sistemas Sismorresistentes con elementos y componentes prefabricados" (Código Sísmico, Costa Rica, 2010). Tal afirmación es extremada en las Normas Covenin 1756 vigentes a partir de 1982, según las cuales los sistemas prefabricados por no ser de respuesta tipificada, para ser aprobados como sistemas constructivos de varios niveles requieren el sustento de estudios experimentales (COVENIN 1756, 1982 y 2001, Sección 1.1, *Validez y Alcance*).

9.- LABORATORIOS

La inclusión en el pensum de Ingeniería de la materia *Materiales de Construcción*, requirió extender su parte teórica con las Prácticas de Laboratorio. Estas se iniciaron el año 1944 en el Laboratorio del MOP los sábados por la tarde, sesiones en las cuales los estudiantes no estaban autorizados a tocar los equipos: solo ver, anotar y presentar un informe escrito. Fue en ese momento, año 1944, cuando el profesor Armando Vegas Sánchez (1905-2000) planteo la conveniencia de: “.... *organizar un laboratorio propio de la Universidad siguiendo aquel viejo aforismo que dice: ‘Lo que oigo lo olvido, lo que veo no lo*

recuerdo y lo que hago lo aprendo'."(entrevista de Méndez Ch., 1995, p. 58).

Se armó así un Laboratorio en la vieja sede de la UCV, en el cual los estudiantes aprendieron a manejar los equipos de ensayo y realizaban los ensayos bajo la supervisión de una persona experimentada. Ya instalado el Laboratorio de Ensayo de Materiales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela UCV, hacia el año 1952, paralelamente a sus labores docentes y de investigación, el personal del Laboratorio prestaba servicios de control de calidad a la industria de la construcción. Cumplía también una función asesora para dirimir opiniones contrapuestas entre propietarios y constructores, así como la ejecución de pruebas de carga obligatorias en ciertas estructuras según las Normas del MOP. De este modo se generaron fondos propios, base para la adquisición de instrumental indispensable para su funcionamiento.

Años después, en 1962, ya elevado el Laboratorio de la UCV a nivel de Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), el Director del mismo, profesor Ramón Espinal Vallenilla (1925-2002), se dirigió a las más altas autoridades rectorales para lograr los fondos necesarios con la finalidad de complementar los equipos necesarios. Ante la ausencia de recursos, este dejó escrito lo siguiente: "*...seguiremos siendo un pueblo de improvisados mientras no se ayude a los institutos de investigación*" (Espinal, R., 1966, p. 54). Un año después veía la luz pública el *Boletín Técnico IMME* que ya ha cumplido más de medio siglo de fundado, cuyo epígrafe inaugural, propuesto por su Director fundador Fernando Delfino Mera, fue: "*Nunca mucho costó poco*".

Los fondos propios, la colaboración del Banco Obrero y alguna ayuda de la UCV, permitió extender las instalaciones primigenias del IMME y construir la nave de ensayos con un Banco Universal muy versátil para anclar y fijar dispositivos de ensayo tanto estáticos como dinámicos, una prensa con capacidad de mil toneladas, dos puentes grúas desplazables de 10 toneladas de capacidad cada uno y los equipos auxiliares necesarios.

10.- ÉTICA Y MODESTIA

Es usual que en los discursos de incorporación a las Academias, el nuevo miembro además de referirse a sus tareas habituales, también señale alguna de sus limitaciones; tal pieza oratoria es contestada por alguno de los Individuos de Número de esa corporación. Lo que sigue está tomado del discurso de respuesta que el profesor Santiago Vera Izquierdo (1913-2006) dirigió a las palabras del General Rafael Alfonzo Ravard (1919-2006) cuando este ingresó en la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales en 1981.

El académico Vera Izquierdo expresó allí lo siguiente: *“Menciona el nuevo académico en su discurso el que su carrera profesional no incluye la cátedra universitaria, pero olvida, en su modestia, que no es esa cátedra el único medio de satisfacer a la sociedad la deuda que hemos contraído con ella quienes, por haber adquirido cierto tipo de conocimientos, disfrutamos de los beneficios que ofrece la vida profesional. Existe otra cátedra, la del ejemplo fructífero, que es la que ha regentado con brillo el General Alfonzo Ravard en su larga carrera como dirigente de empresas públicas de gran envergadura....”* (Vera Izquierdo, 1981).

En la misma línea de pensamiento, el profesor Héctor Gallegos de la Universidad de Lima, Perú, dejó un bien sustentado texto titulado: *'Ingeniería. Ética'*. Luego de referir experiencias conocidas por él, concluye que: *“En el ejercicio de la ingeniería, es fácil detectar que las más de las veces los problemas no son técnicos, sino éticos”* (Gallegos, 1999, p. 19).

11.- VIVIENDA Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Aún cuando el Banco Obrero se fundó en 1928, a la muerte de Gómez una de las penurias de nuestro campesinado fueron las enfermedades endémicas como lo fue la malaria. Apareció en el escenario preventivo la figura de Arnoldo Gabaldón (1909-1990) quien impulsó, dio vida y continuidad al programa de vivienda rural, que cubrió también el suministro de agua potable y la recolección de aguas servidas. Al referirse a la obra *Imagen y Huella de Arnoldo Gabaldón*, texto de Carlos Gottberg editado en 1981 por INTEVEP S.A., el doctor Arturo

Uslar Pietri la sintetizó en la forma siguiente: *“Está allí de una manera impresionantemente simple y clara tu gran obra que no es la de haber vencido el dragón de la malaria....sino, sobre todo la forma en que lo lograste, que es ejemplar..... Mucho te debe Venezuela.....por la lección de buen servicio que le has dado para siempre. Si nuestra educación superior no estuviera tan descaminada y confundida, Arnoldo Gabaldón debería ser el Rector Vitalicio de nuestra primera Universidad para que con su ejemplo viviente preparara a las nuevas generaciones para que completen la tarea de hacer país.”* (Carta de Arturo Uslar Pietri a Arnoldo Gabaldón, del 21 de octubre de 1981, reproducida en: Berti, 1997, p. 265).

Con relación a las políticas de vivienda urbana, el profesor Alfredo Cilento, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, generador de múltiples iniciativas que promovieron el vínculo universidad-industria, en fechas recientes afirmó lo siguiente sobre el déficit habitacional: *“Los funcionarios del gobierno hablan del tal déficit como si fuera un fenómeno natural... Lo cierto es que la carencia de alojamiento apropiado y de calidad de vida urbana, sólo es atribuible a las malas políticas públicas y a la ausencia de políticas sostenibles...”* Alfredo Cilento S. (2010).

Durante años, en los Planes de la Nación se ha esgrimido la conveniencia de rescatar la construcción de redes férreas, programa que en la época de Guzmán Blanco apuntaba a 5 mil kilómetros en todo el país. Se daba allí por sentado que el ferrocarril cumplía una función de colonización. Con base a un detallado análisis del tema, el ingeniero César Quintini Rosales, destacado Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, afirmó en fecha reciente: *“La larga enumeración de experiencias, permite concluir que no necesariamente la construcción de vías férreas constituye una garantía automática de que las mismas son catalizadores del desarrollo...”* (Quintini R., 2005, p. 101)

12.- MEJORAMIENTO PROFESIONAL

A inicios de los años 40 del siglo pasado, cuando se comenzaba a comprender la importancia de la respuesta dinámica de las estructuras a las acciones sísmicas y el empleo de los novísimos espectros de

respuesta, el ingeniero Edgar Pardo Stolk aplicó esos conocimientos en el proyecto estructural del Hospital Clínico Universitario de Caracas. Si bien dirigía una empresa donde también actuaban otros ingenieros del norte, su permanente inquietud por conocer las novedades que se publicaban fue lo que le permitió ser pionero en esa materia entre nosotros. Años después advertía: *“No será posible leer todo, ni estudiar todo...es preciso seleccionar lo que se va a aprender. Una manera es, mantenerse en contacto con una o dos revistas de calidad, dentro de los ramos que a uno le interesan y tratar de asimilarlas. Más revistas no sirven. Se suelen apilar sin leerlas.”* (Pardo Stolk, 1965, p. 180).

Entre los múltiples profesionales que cumplieron una labor formativa dirigida al mejoramiento de nuestros profesionales no puede dejar de mencionarse aquí al profesor Hipólito Kwiers Rodríguez (--1970). Ya en la plenitud de su extensa labor docente le señaló a sus alumnos, futuros ingenieros, lo siguiente: *“Ejercer la Ingeniería es la aplicación de los conocimientos técnicos adquiridos con integridad, amplio sentido humanitario y vocación de servicio a la comunidad”*. Claro que, tal como lo señala el autor Landes D. en su obra *The Wealth and Poverty of Nations*, 1998, Little Brown, a fin de cuentas: *“..... no hay motivación más poderosa que la de uno mismo”* (Traducción libre del texto: *“But at bottom, no empowerment is so effective as self empowerment”*). De allí que, volviendo al mensaje que nos dejó Cajigal (**Sección 1**) y a la obra de Milan Kundera, este lo sintetizó de forma muy cruda cuando en su novela *La Broma* alerta que: *“El optimismo es el opio del pueblo”* (Kundera, 2012, p. 43).

Agradecimiento

Este trabajo fue sugerido por el Ingeniero Diego Ferrer Fernández, Miembro Honorario de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Se presenta como homenaje póstumo por su permanente disposición a contribuir como testigo de excepción que fue, de algunos de los casos incorporados en la Memoria. Igualmente el autor agradece al Ingeniero Carlos Ramos Royo la revisión del texto final.

Referencias

- AGUEREVERE M., F. (1895). Las ciencias matemáticas en Venezuela. En: *Primer libro venezolano de Literatura, Ciencias y Bellas Artes, ofrenda al Gran Mariscal de Ayacucho*. Caracas.
- ARCILA FARIÁS, E. (1961). *Historia de la Ingeniería en Venezuela*. Ed. año centenario del CIV, Colegio de Ingenieros de Venezuela, Edit. Arte, 2 Vol. Caracas.
- ARNAL M., E. (1962). *Lecciones de Puentes*. Facultad de Ingeniería, UCV, edición de 500 ejemplares, noviembre. Caracas, 240 p
- ARNAL M., E. (2000). *Lecciones de Puentes*. Con la colaboración de los ingenieros: Cecilia Arnal M. y Luis Alfredo Rivero. Altolitho C.A., ISBN 980-07-6910-2. Caracas, 301 p.
- 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/.
- BORGES, J. F. and CASTANHETA, M. (1971). *Structural Safety*. LNEC. Lisboa, 326 p.
- BRILLEMBOURG, D. D. (1968). La responsabilidad profesional del Ingeniero y el Arquitecto. *Bol. de la Aso. Venezol. de Ing. Estruct.*, N° 8:38-40, Caracas. /Publicado con el mismo título en la *Revista del CIV*, N° 294, 24-26, octubre 1972. Caracas./
- CENTENO GRAÜ., M. (1900). El terremoto de 1900. *La Linternas Mágica*, 15 de noviembre, p 1-2, Caracas.
- CENTENO GRAÜ., M. (1940). *Estudios sismológicos*. Caracas. /Segunda edición, revisada, post-mortem, 1969, Caracas./
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN) (1982). *Edificaciones antisísmicas*. Norma Venezolana, MINDUR-COVENIN 1756-82. CDU 721:550.34 Caracas, 67 p + comentarios. /Actualizada en 2001/.
- CORREA, L. (1956). *Juan Manuel Cajigal. Escritos Literarios y Científicos*. Compilación y Prologo, p 47-53. Segunda edición, Imprenta Nacional. Caracas.
- COSTA RICA (2010). *Código sísmico de Costa Rica*. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. ISBN 978-9977-66-234-3. Cartago, 400 p.
- CROSS, H. (1930). *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*. 10 p.

- DE SOLA R., R. (1988). *La Reurbanización de El Silencio. Crónica 1942-1945*. INAVI, Gráficas Armitano, ISBN 980-6011-16-3. Caracas, 320 p.
- DELFINO M., F. (1963). *Boletín Técnico IMME*, N°1, Presentación. Caracas.
- ESPINAL V., R. (1966). Palabras del ciudadano Director Fundador del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales. Reseña de la Inauguración del Edificio Ampliación, 7 de julio de 1966. *Boletín Técnico IMME*, IV(15-16):45-55. Caracas.
- FREITES, Y. (2005). La Ingeniería en la Historia de la Ciencia y la Técnica en Venezuela. Una versión de este ensayo publicado en el *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, N° 11, 135-156, marzo. Caracas.
- GALLEGOS, H. (1999). *La Ingeniería. Ética*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. ISBN 9972-676-10-2. Lima, 79 p.
- GASPARINI, G. (2008). Discurso del Arquitecto Graziano Gasparini, con motivo de su incorporación como Miembro Honorario a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, N° 16, 49-61, agosto. Caracas.
- GOTTBERG, C. (1981). *Imagen y Huella de Arnoldo Gabaldón*. Colección: Imagen y Huella, Publicaciones INTEVEP S.A. Caracas.
- HERBERT-GUSTAR, A. and NOTT, P. (1980). *John Milne: father of modern seismology*. Paul Norbury Publ., Kent.
- KUNDERA, M. (2012). *La Broma*. Tusquets, S.A., ISBN 978-987-670-095-5. Buenos Aires, 325 p.
- MÉNDEZ, Ch. (1995). *Armando Vegas Sánchez. Retazos biográficos*. Gráficas León, ISBN 980-07-2990-9, Caracas, 167 p + índice.
- MIJARES, A. (1964). *El Libertador*. Caracas.
- MILNE, J. (véase: Herbert-Gustar and Nott, p. 129 y Richter p. 395).
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1938). *Proyecto de Normas para la Construcción de Edificios*. Ministerio de Obras Públicas, Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1967). *Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas*. Caracas.
- OLIVARES, A. E. (2004). Presentación. En: *Normas y Especificaciones para el Análisis, Diseño y Ejecución de Obras Civiles*. Volumen XL, Colección Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales, con el coauspicio de la Academia

- Nacional de la Ingeniería y el Hábitat If 78320046202909, Minipres C.A. Caracas, 718 p. + CD.
- PARDO STOLK, E. (1965). Ejercicio profesional. *Memoria del Simposio El Ingeniero ante la Ciencia y la Tecnología Contemporáneas*, pp. 179-182, CIV, 21-28 marzo 1965. Caracas, 224 p.
- 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.
- QUINTINI R., C. (2005). Reflexiones sobre ferrocarriles, puertos y transporte (I). *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Nº 11, 91-122, octubre. Caracas.
- RICHTER, C. (1958). *Elementary Seismology*. W. H. Freeman and Company. San Francisco, 768 p. /Cita el sismo de Kwanto; pp. 568-569/.
- SANABRIA, J. (1938). Breve Reseña de los Puentes en Venezuela. /Texto de la Lección Inaugural de la cátedra ‘Puentes y Viaductos’, dictada ese año en la Universidad Central de Venezuela por el profesor José Sanabria, quien fue por muchos años Jefe de la División de Puentes y Consultor Técnico General del MOP. Reproducido en la Introducción de: Arnal M., E., 1962, p. 1/.
- SARDI SOCORRO, V. (1962). *El Método de Cross de la Distribución de los Momentos*. Editorial Arte, Caracas, 244 p.
- SARDI SOCORRO, V. (1967). Contribución al estudio de las frecuencias de crecientes máximas en los ríos del norte de Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, vol. 27 (76):29-80, Caracas.
- SARDI SOCORRO, V. (1968). Contribución al estudio de la frecuencia de los sismos en Caracas. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, vol. 28 (81):73-85, Caracas.
- SARRIA, A. (1986). *Enseñanzas derivadas de los estudios de las misiones pos-terremoto enviadas por UNESCO o por CERESIS-UNESCO*. Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), Lima, 133 p.
- SIEVERS, W. (1905). Das Erdbeben in Venezuela von 29 Oktober 1900. *Festschrift zur Feier des 70 Geburtstages von J. J. Rein, Jahrb. Veroffnet. Geog. Verein.* zu Bonn, p 35-50 /Mapa de isosistas/.

- STOLK, J. F. (1932). Datos útiles para las construcciones contra temblores. Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas, UCV, Caracas.
- TORRES PARRA, M. (2010). Indicadores de Desarrollo en Venezuela y Crecimiento de la Ingeniería. En: *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, N° 20:171-189. Gráficas Franco C.A., ISSN: 1317-6781, Caracas.
- UGUETO, L. (1899). *Lecciones de Topografía, leídas en la Escuela Politécnica Venezolana*. Tipografía Gutenberg, Caracas. /Segunda edición, ampliada y corregida, Talle. Graf. de Núñez, Barcelona, España, 1932/.
- VELAZCO, G. (2014). Comunicación personal de un profesional que se mantuvo activo en Tocomá desde sus inicios, actualmente desempleado.
- VERA IZQUIERDO, S. (1981). *Discurso de bienvenida al nuevo Académico General Rafael Alfonso Ravard*. Paraninfo de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, vol. XLI, (125-126):13-15. Caracas.