

Algunas contribuciones de Günther Fiedler a la sismología venezolana

Contributions by Günther Fiedler to venezuelan seismology

José Grases¹

Recibido: abril, 2005 / Aceptado: Julio, 2005

Resumen

Se deja constancia sobre algunas de las contribuciones pioneras que dejó el Dr. Günther Fiedler en Venezuela. Gracias a su iniciativa e interés por nuestra historia sísmica, la zonificación sísmica con fines de ingeniería se logró actualizar con el mejor sustento sismotectónico de ese momento, inmediatamente después del terremoto de Caracas de 1967. Buena parte de sus trabajos sobre los sismos venezolanos abrieron senderos por donde transitan nuevas generaciones, quienes disfrutan hoy de poderosas herramientas en sus labores del día a día, impensables cuando este hombre disciplinado, trabajador y dedicado con entusiasmo a la sismología llegó a nuestra tierra en 1955. Hay una deuda pendiente de gratitud hacia este profesional que contribuyó con sus conocimientos a que Venezuela se vinculara a la sismología de otros muchos países y de cuyo aporte hay constancia en múltiples trabajos de su autoría publicados mientras estuvo entre nosotros.

Palabras clave: Venezuela; Dr. G. Fiedler; sismología; terremoto de Caracas de 1967.

Abstract

This paper gathers some of Dr. Günther Fiedler's contributions to seismology in Venezuela. Thanks to his enterprise and interest in studying our seismic history, with the best seismotectonic information available at that time, the seismic zoning for engineering purposes was immediately updated after the 1967 Caracas earthquake. Most of his writings about past Venezuelan earthquakes opened new paths for younger seismologists, who nowadays have at their disposal powerful tools for their daily work, unthinkable when this disciplined, hard worker and enthusiastically devoted man arrived at our country 50 years ago. There is a gratitude pending debt with this professional, whose knowledge contributed to the Venezuelan entail to many seismological activities of other countries. A proof of this is his many signed publications during the many years he spent with us.

Key words: Venezuela; Dr. G. Fiedler; seismology; 1967 Caracas earthquake.

¹ Coral 83, Caracas-Venezuela

Introducción

Después del terremoto de Caracas de 1967, el Dr. Günther Fiedler presentó para su publicación en el Boletín Técnico IMME su: *Estudio sismológico de la región de Caracas con relación al terremoto del 29 de julio de 1967. Reporte y evaluaciones*. Como miembro del Consejo de Redacción del Boletín para ese momento, me correspondió leer su texto y revisar con su autor algunos aspectos de forma. Dado que el suscrito era el responsable del segundo trabajo de ese número doble del Boletín Técnico, el Dr. Fiedler tuvo la gentileza de leerlo y sugerirme algunas acertadas modificaciones.

Ahí nos conocimos: él sismólogo y yo ingeniero civil con deseos de entender el porqué de lo sucedido en el 'terremoto cuatricentenario'. Pasadas ya casi cuatro décadas, una nueva lectura a esa y otras contribuciones de Günther, invitan a dejar asentado para generaciones más jóvenes el innegable aporte que hizo a la sismología venezolana; acaso puedan servir a quienes algún día estudien este personaje invitado por don Eduardo Röhl hace 50 años, para que se encargase del Instituto Sismológico del Observatorio Cajigal de Caracas.

Primeras contribuciones de Fiedler

Sismicidad histórica

Pocos años después de su arribo al país y con ocasión del III Congreso Geológico Venezolano celebrado en Caracas en 1959, Fiedler presentó tres contribu-

ciones publicadas en el Tomo IV de las memorias de ese congreso, las cuales aparecieron en 1961, año centenario del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Estas son: 1) *Áreas afectadas por terremotos en Venezuela* (páginas 1791-1810); 2) *Mapa de relieve sísmico de Venezuela* (páginas 1811-1814); 3) *El gran terremoto de El Tocuyo del 3 de agosto de 1950 y el fenómeno mecánico en el foco* (páginas 1787-1790); todas fueron aportes novedosos en nuestro medio.

Las dos primeras revelan un singular conocimiento e interés por nuestra historia sísmica, así como originalidad de su autor al sintetizar en mapas de isosistas descripciones sobre los grandes sismos que afectaron nuestro territorio. Estudió así, los sismos de 1766, 1812, 1853, 1875, 1894, 1900, 1929, 1950 y 1957; sobre éstos y otros muchos adelantó los resultados de estudios que había hecho para ese momento con relación a: áreas epicentrales, magnitudes, energía liberada, etc. Su comprensible falta de familiarización con los sistemas constructivos predominantes en el interior del país, hizo que en algunos casos sobrestimase las asignaciones de intensidad en la escala MCS que empleó, cosa que, sin restar mérito alguno a su aporte, él mismo reconoció años más tarde. Estas contribuciones y otras posteriores son reconocidas por propios y extraños como trabajos pioneros en la sismología venezolana.

Con anterioridad a esa investigación sistemática de Fiedler, sólo tenemos conocimiento de dos sismos venezolanos sintetizados en mapas de isosistas: i) Centeno Graü, testigo presencial de

los efectos del terremoto de 1900 en Barcelona, quien elaboró un mapa muy probablemente sin tener conocimiento del publicado por Sievers en Bonn el año 1905, aun cuando con áreas epicentrales relativamente cercanas, y; ii) Mas Vall con el *Mapa isosísmico del terremoto de El Tocuyo (3 de agosto de 1950)*, el cual fue un anexo del informe elaborado por la Comisión enviada al campo por el entonces Instituto Nacional de Minería y Geología del Ministerio de Fomento, constituida por: L. Ponte, A. Schwartz, L. Miranda, J. Mas Vall y C. Ponte.

Años después supe que el Dr. Fiedler era persona experimentada en la evaluación de sismos pasados, pues poco antes de venir a Venezuela su trabajo de grado en la Technische Hochschule de Stuttgart, trató sobre la sismicidad del suroeste de Alemania entre 1800 y 1950 (*Die Erdbebentätigkeit in Südwestdeutschland in den Jahren 1800 bis 1950*, Stuttgart 1954). De modo que las contribuciones del año 1959 encaminadas a sintetizar la historia sísmica del país, hechas por una persona con experiencia, sin duda formaron parte del sustento del mapa de zonificación sísmica de Venezuela al cual nos referiremos mas adelante.

Prevención sísmica

También se debe señalar entre las primeras contribuciones de Fiedler, su participación en el Primer Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas celebrado en la Universidad Central de Venezuela el año 1962. El contenido de su ponencia, titulada: *Resultados de estudios sísmicos en Venezuela y precau-*

ciones preventivas, constituye un llamado de atención a la sociedad sobre las acciones a tomar en caso de inevitables sismos que él consideraba relativamente cercanos; no tenemos conocimiento de trabajos de esa naturaleza publicados en nuestro país, hasta ese momento. Cinco años después quedó demostrado el acierto de esa advertencia.

Estudio del terremoto de Caracas

Cuando ocurrió el sismo del 29 de julio de 1967, Fiedler se encontraba en Japón atendiendo una invitación de UNESCO para participar en cursos de especialización. Inmediatamente después del sismo retorna a su puesto en el Cajigal y se ocupa de interpretar los registros disponibles; este es un aspecto que amerita algunos comentarios los cuales se anotan mas abajo. En buena medida se basan en el ya referido trabajo: *Estudio sismológico de la región de Caracas con relación al terremoto del 29 de julio de 1967. Reporte y evaluaciones*, publicado en el Boletín IMME 23-24, julio-diciembre, 1968.

Actividad sísmica en la región de Caracas

El estudio sismológico publicado por Fiedler, comienza con una muy detallada evaluación de la sismicidad de la región centro-norte del país, en la cual se incluye el análisis de la información conocida entre 1641 y 1964, separando los eventos principales de aquellos que consideró como réplicas. Los mapas de

isosistas que presenta sobre los terremotos destructores de 1812, 1878, 1900 y 1967 constituyen sus interpretaciones como sismólogo.

Análisis de registros del terremoto

El Dr. Fiedler era persona bien entrenada en el manejo de instrumentos de registro e interpretación de los mismos; sus colaboradores recuerdan que apenas llegaba al Observatorio, bastante antes de las 7 a.m., su primera visita era a los tambores de registro. Las huellas de temblores sucedidos desde su última revisión la tarde anterior, eran examinadas con ojo experto antes de que pasaran a manos de los analistas.

De ahí que en el referido trabajo del Boletín IMME, el autor dedica especial atención a las determinaciones de epicentro, magnitud Richter y profundidad focal del sismo de julio de 1967 hechas por otras instituciones con base en registros telesísmicos; en cada caso presenta sus objeciones y expone sus propios resultados.

Por ejemplo, el problema de la determinación del foco del sismo de julio de 1967 ameritaba revisión, pues cálculos publicados fuera del país revelaban fuertes discrepancias: 10 Km (USGS), 40 Km (Pasadena), hasta 101 Km (red de Trinidad). Fiedler aborda este problema comparando las curvas de reducción de intensidades MCS vs. la distancia, con las de sismos de Alemania del sur; cita allí las dos referencias siguientes: i) Hiller W. *Seismische Berichte der Württembergischen Erdbehnwarten*, Jahrgang 1924-1944, und 1946-1950, mit Anhang.

Erdbehnwarte, Stuttgart, y; ii) Schulz R. *Der Erdbebenschwarm auf der SW-Alb in den Jahren 1942-1944*. T. H. Dissert., T. H. Stuttgart, 1950. Independientemente de la validez que pueda tener ese sustento, Fiedler comenzó su análisis con esa comparación y luego, aplicando procedimientos basados en información macrosísmica, estimó la profundidad focal en 28 ± 3 Km.

El sismoscopio del Dr. Fiedler

Para la fecha del sismo de 1967 no se obtuvieron registros acelerográficos ni sismográficos; los sismógrafos del sistema WWSN (Vela) sólo registraron parcialmente el sismo y los registros del sismógrafo Wiecher, se perdieron. El único registro obtenido fue el de un sismoscopio construido por Fiedler años antes de 1967, consistente en un vidrio en forma de casquete esférico, fijo a la base de un sismógrafo fundado sobre esquisto rocoso. Sobre el vidrio ahumado y en la parte inferior de su superficie cóncava, reposaba una esfera metálica de unos 11 mm de diámetro y 5.5 gramos de peso, libre de desplazarse en cualquier dirección como un péndulo. Experimentalmente determinó el período fundamental del sistema, el cual resultó ser igual a 0.7 segundos; su amortiguamiento referido al crítico, alcanzó 2.9%.

Con base en los trazos dejados por las oscilaciones del sismo sobre la superficie ahumada de ese casquete esférico, Fiedler concluyó que las aceleraciones máximas en roca fueron inferiores a 0.1g, concordante con la apreciación de que el grado de intensidad MSK en las

áreas de la capital donde aflora la superficie rocosa, aun cuando meteorizada, no había excedido el grado 7. Advierte no obstante, que en zonas urbanizadas sobre terrenos con espesores importantes de aluviones recientes, las características del movimiento del terreno seguramente sufrieron modificaciones desfavorables para edificaciones con períodos fundamentales en exceso de un segundo aproximadamente; esto, anota Fiedler, explicaría las concentraciones de daños en edificios altos en diferentes partes de la ciudad, lo cual ilustró en un mapa que guarda vigencia.

Análisis del sonido sísmico

En el instante del sismo, la 'Compañía Venezolana de Discos, C.A.' se encontraba grabando un aguinaldo folklórico: *"...a través de una cámara de eco y un micrófono abierto"* en el cual quedó grabado: *"...el sonido espantoso que acompañó las vibraciones del suelo durante el terremoto"*. De su análisis, Fiedler concluye que: *"La suposición de 2 sismos casi simultáneos, el primero con distancia a Caracas de 70 Km, $M \sim 5.7$, y el segundo con distancia a Caracas de 30 Km, $M = 6.3$, explicaría las grandes dispersiones en las determinaciones del epicentro y, más todavía, de las magnitudes obtenidas dentro de la red sismológica mundial."*

Esta hipótesis ha sido objeto de múltiples estudios posteriores, que no es el momento de revisar. La comunidad científica reconoce que esta hipótesis, aparentemente confirmada más recientemente con la revaluación de

registros telesísmicos del sismo de 1967 empleando algoritmos desarrollados con posterioridad, también es original del Dr. Fiedler quien la fundamentó: en el análisis del *"...sonido espantoso..."* que quedó registrado conjuntamente con la canción de un aguinaldo.

Registros con instrumentación sismográfica

El Boletín Sismológico del Observatorio Cajigal

El Observatorio Cajigal tiene sus inicios en 1888. El Profesor Henry Salas llevó a cabo una cuidadosa recopilación de la información sismológica que reposaba en esa institución entre 1891 y 1953. Salvo descripciones de sismos sentidos, o señales con horas de arribo de ondas no identificadas, el aporte del Observatorio a la sismología venezolana durante esos primeros 62 años es muy limitado.

Las primeras interpretaciones de registros sismográficos se realizan en el Instituto después de la incorporación de Fiedler y es a partir de febrero de 1959 cuando comienza a aparecer de manera sistemática el Boletín Sismológico del Observatorio Cajigal. Además de la estación Cajigal (CAR), ya para 1969 se incluyen datos de las estaciones Cumaná (Sucre) (CUM) y Lagunillas (Zulia) (LGN); desde 1971 se añaden Mérida (UAV) y a partir de 1975, Santo Domingo (SDV) (Mérida) y El Tocuyo (Lara) (TOV); poco después se incluye la estación Guri (EUV) y otras ubicadas en el área de la represa del mismo nombre sobre el río Caroní.

Mientras el Dr. Fiedler estuvo al frente de esta responsabilidad, y gracias a su disciplina, el Boletín mantuvo rigurosa aparición mensual. En adición a la información instrumental, en éstos también se dejó constancia de datos macrosísmicos de mucha utilidad.

Registros en el campo

Años después de conocernos, me tocó acompañar a Günther en un trabajo de campo para determinar las propiedades dinámicas de edificaciones con estructuras de muros en la Urbanización Casalta. Instalada la red de sensores, Fiedler observaba con suma atención el leve oscilar de la aguja del registrador, con lo cual logró adelantar una primera aproximación sobre el valor del primer modo.

Con ese dato, todos los presentes procedimos a excitar ese primer modo ‘empujando’, con la cadencia adecuada, uno de los muros centrales; de este modo se logró una marcada amplificación de la señal. La alegría y excitación de Fiedler fue manifiesta, obligándonos a repetir el ejercicio con esa y otras cadencias más rápidas para detectar un segundo modo que no se logró registrar.

Sismicidad inducida

En agosto de 1975, Fiedler se encontraba en las cercanías de la represa de Guri estudiando los patrones de atenuación de ondas; para ello empleó como fuente de excitación el impacto del caudal del aliviadero del orden de unos 4000 m³/seg. Su interés estaba centrado en establecer el umbral de la magnitud m_b , dada una cierta distancia epicentral, para que

la población llegase a percibir el evento con un grado de Intensidad III

El 23 de agosto de ese año, Fiedler logra un excelente registro de un evento local; sismólogos de la época lo consideraron como el primer registro instrumental de un sismo inducido en el embalse de Guri. Éste fue reproducido en el trabajo publicado en el *Boletín Técnico IMME*, XV (57-58): 25-36.

Evaluación sobre actividad futura

Mapas de zonificación sísmica

La primera zonificación sísmica de Venezuela que conocemos del Dr Fiedler, muy probablemente fue precipitada por el terremoto de 1967. Hasta donde sabemos, Günther sólo tenía en sus manos la edición de 1940 del libro de Melchor Centeno Graü, así como otras obras con descripciones de sismos venezolanos, que le facilitaron el conocimiento de la historia sísmica del país demostrado en sus primeros trabajos citados mas arriba.

Este conocimiento macrosísmico fue complementado en dos áreas fundamentales: a) los ‘focos activos’ como los denominaba Fiedler, de eventos registrados en el Observatorio Cajigal y analizados por él, y; b) los lineamientos de tectónica activa conocidos, probablemente sugeridos en buena parte por el Dr. Carlos Schubert, a quien unía amistad y admiración. De modo que el mapa de zonificación sísmica del país que acompañaba el ya obsoleto capítulo sobre Cargas Sísmicas de las viejas Normas de Cálculo

del MOP, año 1955, fue sustituido inmediatamente después del sismo por el que le solicitó al Dr. Fiedler la Comisión que redactó la Norma Provisional del MOP del año 1967. Ese mapa mantuvo su vigencia hasta 1982 y fue novedoso en su momento por las razones anotadas mas arriba; es decir, además de tomar en cuenta la sismicidad histórica y corregir serias omisiones de todos los mapas anteriores que empleó la ingeniería venezolana, fue el primero en incorporar un sustento sismotectónico, incipiente si se quiere, pero señalando la correcta dirección de trabajos que habrían de seguir en el país años después. El trabajo final de Fiedler sobre el mapa de zonificación de Venezuela se publicó por vez primera en 1977 y lo firmó conjuntamente con L. Rivero.

Pronósticos

En su contribución al citado Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas de 1962, Fiedler adelantó que, analizada la historia sísmica conocida de la región de Caracas, cabía esperar sismos intensos con: "...una periodicidad de 60 ± 9.5 años"; dado que el último sismo destructor sufrido por la capital había sucedido en octubre de 1900, parecía prudente revisar las medidas preventivas. Este pronóstico, escrito 5 años antes del terremoto de 1967, lo destacó en la introducción del ya mencionado artículo sobre ese evento publicado en el Boletín IMME de 1968.

En la última sección de ese artículo, el autor comienza por advertir que sus evaluaciones no deben ser vistas como

una predicción. Después de cuantificar las tasas de liberación de la energía sísmica en tiempos históricos en la región de Caracas incluido el sismo de 1967, Sección 2.4 de su trabajo, concluye que: a) si no ocurren sismos "...durante los próximos años...", para 2030 se esperaría un sismo "...similar al de 1900 ó 1967..."; b) si hubiese actividad regional, "...para 2010 aproximadamente corresponde un evento magnitud 7.7 en escala Richter". No podía faltar en este análisis la influencia que tiene la interpretación del terremoto de 1812; sí, dice Fiedler refiriéndose a ese evento: "...la descarga de energía no fue completa,... ya entre 1970 y 1980 existe la posibilidad de un terremoto".

Conclusión

No es el objetivo, ni cabe en estas breves notas donde ha quedado más por decir que lo escrito, afirmación alguna de naturaleza concluyente. El autor ha intentado dejar constancia sobre aportes pioneros hechos por el Dr. Günther Fiedler en Venezuela, buena parte de los cuales abrieron senderos por donde transitan nuevas generaciones que, hoy en día, cuentan con poderosas herramientas impensables en los primeros años de la sismología instrumental venezolana; al final se acompaña una lista de contribuciones identificadas por el autor de esta reseña, que ilustra el aporte e inquietudes de Fiedler en el lapso 1954-1988. El país está en deuda con este hombre disciplinado, trabajador y con pasión por

su profesión, como lo supo demostrar mientras estuvo entre nosotros.

Agradecimientos

Hace ya un par de años, el Profesor Virgil Winkler, maestro de incontables generaciones de profesionales graduados en la UCV, amigo personal del Dr. Fiedler, me señaló lo injusto del silencio sobre la contribución de Fiedler después de su retorno a Alemania. Esta breve nota va con mi agradecimiento al Profesor Winkler por su sugerencia y por lo mucho que supo transmitírnos a quienes seguimos siendo sus discípulos, así como a los colegas Luis Urbina, Javier Aparicio y Henry Salas por sus acertados comentarios.

Mapas y contribuciones firmadas por Günther Fiedler (lapso 1954-1988), identificadas por el autor y acompañadas de algunas observaciones

- FIEDLER, G. 1954. **Die Erdbebentätigkeit in Südwestdeutschland in den Jahren 1800 bis 1950**. T.H. Diss., Stuttgart.
- FIEDLER, G. 1961a. Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. *III Congreso Geológico Venezolano, 1791-1810*. Editorial Sucre, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. 1961b. Mapa del relieve sísmico de Venezuela. *III Congreso Geológico Venezolano, 1811-1814*. Editorial Sucre, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. 1961c. El gran terremoto de El Tocuyo del 3 de agosto de 1950 y el fenómeno mecánico en el foco. *III Congreso Geológico Venezolano, 1787-1790*. Editorial Sucre, Caracas-Venezuela. (El autor da como referencia un trabajo firmado por él, inédito, con el mismo título, de fecha 1958, con pie del Instituto Sismológico del Observatorio Cagigal, Caracas).
- FIEDLER, G. 1962. Resultados de estudios sísmicos en Venezuela y precauciones preventivas. *I Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas*. Instituto Sismológico, Observatorio Cagigal, Caracas-Venezuela. 11 p.
- FIEDLER, G. 1964a. *Las ondas parciales de la presión atmosférica en Caracas y sus relaciones con las lluvias*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**, XXIV (67): 42-56, Caracas.
- FIEDLER, G. 1964b. *Deformaciones periódicas de la corteza terrestre*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**, XXIV (67):57-63, 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 IMME**, VI: 23-24, 127-221, Caracas.
- FIEDLER, G. 1969a. *Mapa de epicentros, superficies de volúmenes sísmicos e isosistas para el período 1530 a 1969*. Escala 1:2.000.000. Comandancia General de la Marina, Instituto Sismológico. MOP-Cartografía Nacional, 1969. (En un recuadro se inserta un mapa con las principales fallas geológicas del país).
- FIEDLER, G. 1969b. *Algunas notas sobre la aceleración del suelo en el terremoto de Caracas de Julio 29 de 1967*. **Boletín**

- de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**, XXIX (85):79-97, Caracas. (Versión en inglés, en el mismo Boletín, páginas 99-120, titulada: *Some notes on the ground acceleration of the Caracas earthquake of July 29, 1967*; separata editada en Italgráfica, Caracas).
- FIEDLER, G. 1969c. Magnetofonic records and connections of the Caracas earthquake (July 29, 1967) and aftershocks. *Pan American Symposium Upper Mantle*, México.
- FIEDLER, G. 1970a. *Die seismische Aktivität in Venezuela in Zusammenhang mit den wichtigsten tektonischen Bruchzonen. Geologische Rundschau*, 59: 3, pp 1203-1215.
- FIEDLER, G. 1970b. Travel time anomalies of P-waves and the crustal structure along the profile Guadeloupe-Caracas. *Conferencia sobre problemas de la tierra sólida*, Buenos Aires.
- FIEDLER, G. 1972. La liberación de energía sísmica en Venezuela, volúmenes sísmicos y mapas de Isosistas. *IV Congreso Geológico Venezolano*, 2441-2462, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. (s/f.). Apuntes de sismología. (No impreso; biblioteca del IMME). Caracas.
- FIEDLER, G. 1973a. Local b values related to seismicity. *Symposium on Focal Processes and the Prediction of Earthquakes, IASPEI*, Lima. (Véase también: **Tectonophysics** v. 23, 1974 pp. 277-282).
- FIEDLER, G. 1973b. Terremotos. En: *Autoprotección del hogar y la comunidad*. Manual de Defensa Civil, Fundasocial, Caracas.
- FIEDLER, G. 1974. Sismografía telemétrica y su aplicación para estudios sobre pronósticos de terremotos en la región de Caracas. *I Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica*, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. 1975. *Estudios sobre el riesgo sísmico en Venezuela. Revista Geofísica, IPGH* (Instituto Panamericano de Geografía e Historia), 5: 221-233, Lima.
- FIEDLER, G. 1976. *Estudios sobre el riesgo sísmico en Venezuela*. Informe elaborado para Reinsurance Offices Association (ROA), Caracas. (Véase: **Revista Geofísica, IPGH** N° 6, Lima).
- FIEDLER, G. 1977a. *Sobre atenuación de oscilaciones del suelo en Guri. Boletín Técnico IMME*, XV (57-58): 25-36, Caracas.
- FIEDLER, G. 1977b. *Forced oscillations of the Guri dam in Venezuela. Boletín Técnico IMME*, XV (57-58): 127-143, Caracas. (Véase *II Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica*, Mérida, 1977).
- FIEDLER, G. 1977c. *Guatemala, América Central. El terremoto de la falla tectónica de Motagua del 4 de febrero de 1976. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, XXXVII (112): 33-168, Caracas.
- FIEDLER, G. 1979. Las zonas sísmicas alrededor del mar Caribe bajo fuerzas exógenas. *Symposium CICAR-II*, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. 1981. Comparación de dos ensayos dinámicos del edificio N° 104 del Parque Central en Caracas. *Tercer Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica*, Caracas-Venezuela.
- FIEDLER, G. 1988. Preliminary evaluation of the large Caracas earthquake of Octo-

ber 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.

FIEDLER, G. y RIVERO, L. 1977. *Mapa sísmico. Principales sismos ocurridos en Venezuela (1530-1975)*. Caracas. En: **Atlas de Venezuela**, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Dirección de Cartografía Nacional. Reproducido en edición de FUNVISIS en 1980. Véase también: Fiedler (1969a), aun cuando las aceleraciones máximas del terreno indicadas en esa versión, son algo menores.

FIEDLER, G. y RODRÍGUEZ, A. 1979. Resultados de los primeros registros sismográficos efectuados en la isla de Aves. Informe de la expedición efectuada entre enero 26 y febrero 1 de 1979. Fondo FUNVISIS, 28 p., Caracas.