

# ALGUNAS NOTAS SOBRE LA ACELERACION DEL SUELO EN EL TERREMOTO DE CARACAS DE JULIO 29 DE 1967\*

Por Guenther Fiedler B.\*\*

Resumen: (como en el texto inglés, pág. 60)

Abstrac: (como en el texto inglés, pág. 59)

## 1. INTRODUCCION

El Terremoto de Caracas de Julio de 1967, ocurrió en una región de 62 kms. al N-W del Instituto Sismológico de Caracas. La mayoría de los daños estructurales de altos edificios se observaron en regiones con calderas rellenadas con aluvión natural y heterogéneo de 50 a 100 metros de profundidad. Casas pequeñas y edificios de 15 pisos que fueron construidos encima de roca no fueron dañados. El Observatorio Cagigal, que también está construido sobre roca firme, sufrió poco; de 14 sismógrafos sensitivos, solamente el sismógrafo horizontal Wiechert sufrió daños de consideración. Dos sufrieron una pequeña rotación en sus bases y lo mismo sucedió a dos telescopios. Solamente se rompieron los vidrios de una ventana y un poco del mercurio que forma el espejo del Telescopio Foto-Zenital se derramó.

Debido a la intensidad sísmica, sismógrafos de sensibilidad normal no pudieron registrar completamente este evento sísmico local relativamente fuerte dentro del área de Caracas, pero sí ondas superficiales. Los únicos registros que se obtuvieron en el Observatorio Sismológico de Caracas fueron los de un Sismoscopio y de un

---

\* Trabajo leído en el Symposium de la Academia de C. F. M. y N.; texto extendido.

\*\* Dr. Guenther Fiedler B., Jefe Geofísico, Instituto Sismológico, Observatorio Cagigal, Comandancia General de la Marina, apartado 6745, Caracas, Venezuela.

Sismógrafo Strong Motion de construcción nuestra, con una magnificación pico de 9,5 para períodos de la tierra de 0,8 — 0,7 seg. En el componente N-S se registró completamente el terremoto en papel ahumado; desafortunadamente en el componente E-W la aguja después de unas cuantas vibraciones fue sacudida verticalmente por ondas *Pg*. Para períodos más cortos de 0.6 seg. no se tienen acelerogramas y es muy difícil ahora estimar datos razonables del desplazamiento del terreno, de velocidades o aceleraciones para este rango de períodos. Derivar estos datos numéricos de los daños observados, incluye la complicación de que no se conoce cuáles fueron los daños causados, primero por el terremoto en sí y cuáles fueron las consecuencias de ellos solamente. Se debe obtener información acerca de la resistencia real de nuestros edificios, sujetos a terremotos de magnitud 7.5 en la escala de Richter, magnitud que puede ser considerada como tope debido a la historia sísmica de Caracas.

## 2. DATOS NUMERICOS DEL TERREMOTO DE CARACAS.

Epicentro: Longitud: 11° 00 N.  
Latitud: 67° 25 W.  
Azimut desde el Instituto: Norte 24° W.  
Distancia Epicentral desde el Instituto:  $\Delta = 62$  kms.  
Distancia Hipocentral desde el Instituto:  
    resultado macrosísmico:  $\Delta' = 70$  kms.  
    resultado instrumental:  $\Delta' = 90$  kms.  
Intensidad epicentral estimada: 8 MCS.  
Intensidad para la región de Caracas 6.5 - 8 MCS.  
Distancia epicentral máxima para 3 MCS:  $\Delta'' = 620$  kms.

Foco : Profundidad 28 kms. (resultado macrosísmico, cuestionable).  
Profundidad 70 - 80 kms. (resultado instrumental de (Sn-Pn)).  
Magnitud: 6,1 hasta 6,3 (Richter).

### 3. LA ACELERACION DEL SUELO PARA CARACAS, SOBRE ROCA FIRME, DERIVADA DEL REGISTRO DEL SISMOSCOPIO.

En esta parte se abrevia la evaluación del registro sismoscópico que ya se había publicado, FIEDLER, G. [1968], para resumir en el presente trabajo todos los resultados de la aceleración del suelo obtenidos por diferentes registros y métodos. La figura 1 es una copia y muestra el registro sismoscópico justamente con el valor de la respuesta de la amplitud calculada para diferentes períodos del suelo. Se probó experimentalmente para valores de  $T_e \leq 0,4 \text{ seg.}$  la bola de metal con  $m = 5,5 \text{ gr.}$  y que rueda en un vidrio ahumado de reloj, no marca su movimiento completamente, pero salta. Este tipo de oscilaciones marcadas con un azimut alrededor de N 30 a 40° W deberán ser las ondas P. Las principales amplitudes registradas deberán ser las ondas S en resonancia con el período de la bolita.

Tomando las amplitudes del Sismoscopio y aplicando la historia en el tiempo del movimiento del suelo de Fig. 10 o 10<sup>a</sup>, se puede dibujar un sismograma aproximado cuyo componente N-S es mostrado en la Fig. 2. La distribución de la onda P para el componente E-W es más o menos la misma que en la Fig. 2, pero la onda S tiene solamente pequeña amplitud, siendo que la bola tenía libertad de movimiento en todas las direcciones horizontales.

Asumiendo este sismoscopio como un péndulo, podemos aplicar la ecuación del movimiento forzado con el driving force

f.  $\sin \omega_e t$ :

$$\ddot{x} + 2\zeta_s \omega_n \dot{x} + \omega_n^2 x = \frac{f}{m} \sin \omega_e t \quad (1)$$

donde  $m$  = masa de la bola (5,5 grs.),  $x$  es el desplazamiento registrado,  $\omega_n$  es la frecuencia natural de la bola (9,0 rad./seg.),  $\omega_e$  es la frecuencia angular del movimiento del suelo,  $\zeta_s$  es el factor de amortiguamiento (0.029 = 2,9% crítico).

La transformada de Laplace de la ecuación (1) con las condiciones iniciales

$$x(0) = \dot{x}(0) = 0 \quad (2)$$

es:

$$s^2 X(s) + 2\zeta_s s X(s) \omega_n + \omega_n^2 X(s) = \frac{f}{m} \cdot \frac{\omega_e}{s^2 + \omega_e^2} \quad (3)$$

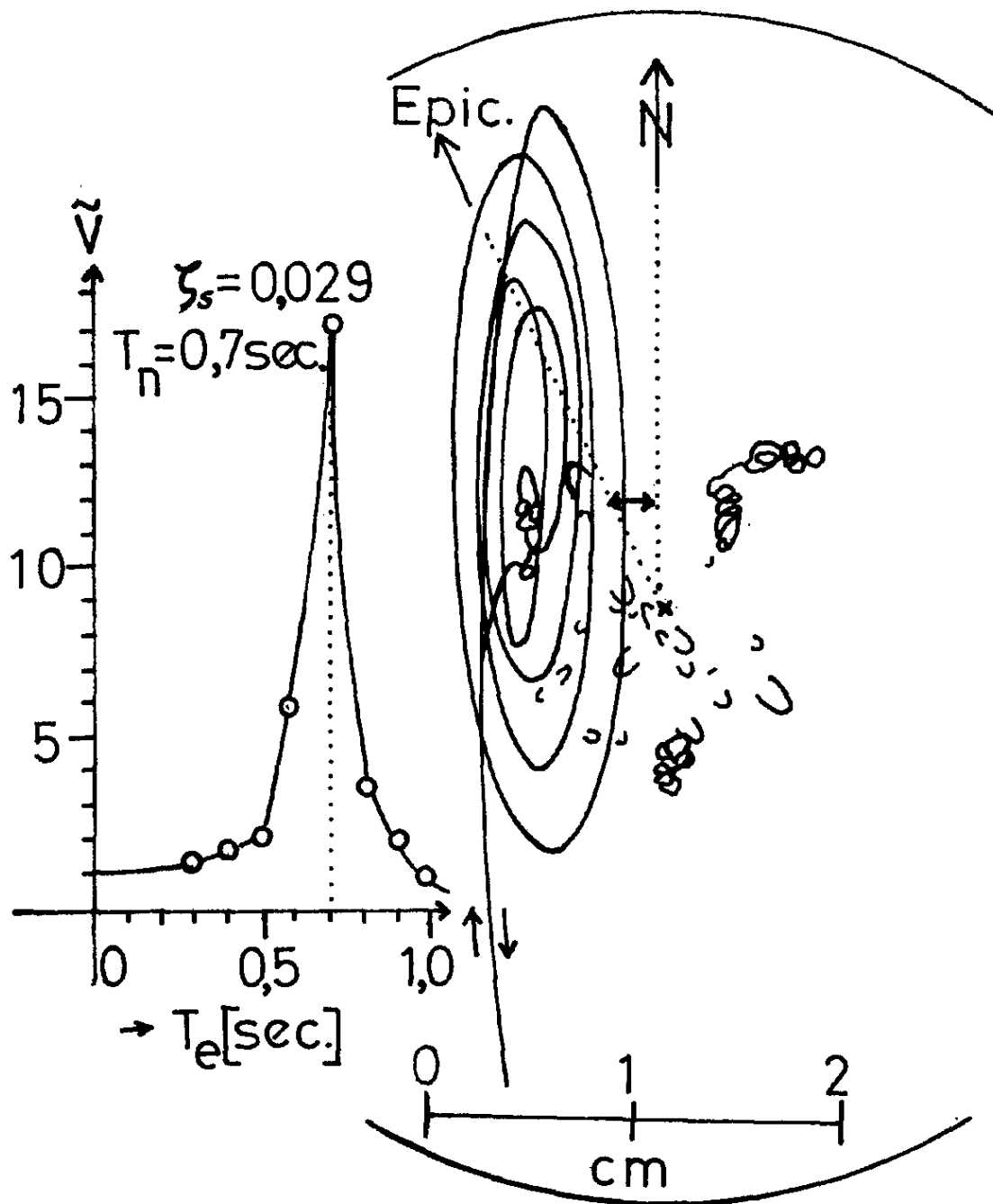


Fig. 1: El Terremoto de Caracas, registrado por medio de un sismoscopio de bola metálica, en el Instituto Sismológico de Caracas. En la parte izquierda es dada la curva de la magnificación dinámica  $\bar{\gamma}$  versus periodo del suelo  $T_e$ , del sismoscopio.

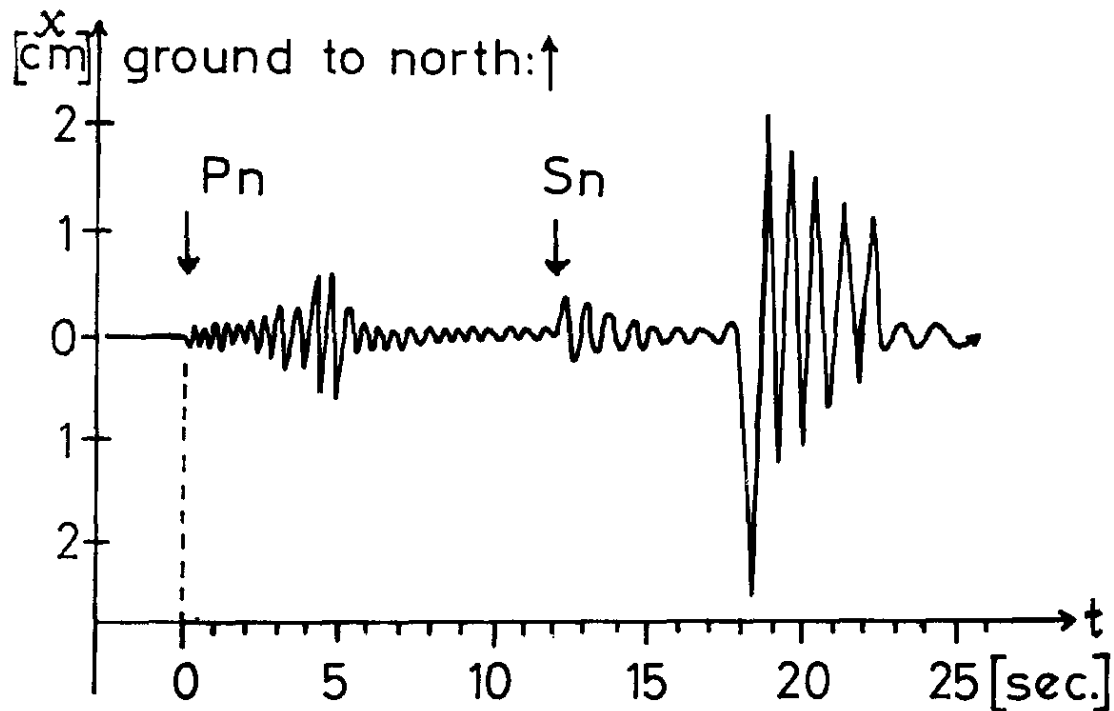


Fig. 2: Proyección de la componente norte-sur del registro sismoscópico dado en la Fig. 1, sobre un eje de tiempo, con períodos supuestos, pero con intervalos de tiempo tomados del registro sonofónico (Fig. 10), para obtener un sismograma aproximado del Terremoto de Caracas.

De la ecuación (3) y para  $T_e = T_n = 0.7$  sec. i. e.  $\omega_e = \omega_n$  obtendremos la correspondiente aceleración del suelo  $\alpha_1$ :

$$\alpha_1 = \frac{kx 2\zeta_s}{m} \cong 12 \text{ gal} \quad \dots (4)$$

donde  $x \cong 2,5$  cms. es la amplitud máxima medida del registro del sismoscopio y el factor de proporcionalidad de la fuerza de restauración es  $k = m\omega_n$ , o el componente de la gravedad ( $m.g. \text{ sen. } \theta$ ) siendo  $\theta^\circ = 11^\circ$  en nuestro caso, para ( $k.x$ ).

Para períodos del suelo asumidos  $T_e = 0.4$  seg., y amplitudes de traza entre 0.2 a 0.7 cms, tomados de la Fig. 1, obtendremos valores de aceleración máxima hasta de 200 gals para las ondas P, pero estos resultados son cuestionables.

#### 4. ACELERACION DEL SUELO DERIVADO DEL PERIODO PREDOMINANTE.

En la Fig. 12 la distribución de las frecuencias de los períodos de microtemblores, obtenidos de medidas sismográficas en el interior del Instituto Sísmico de Caracas (roca madre) pueden ser observadas. La curva que representa el número de oscilaciones  $N$  para cada período  $T_p$ , durante un intervalo de tiempo de dos minutos, tiene su máximo en los alrededores de  $0,25 \text{ seg.} = T_p$ . Véase también FIEDLER, G. [1968].

La ecuación de KANAI, K. [1966] para aceleración máxima del suelo es:

$$\alpha_m = \alpha_2 = \frac{5}{\sqrt{T_p}} 10 \exp. (0.61 M - P. \log \Delta' + Q' = \left\{ \frac{58}{67} \right\} \text{ gal} \quad (5)$$

siendo  $T_p = 0,25 \text{ seg.}$ ,  $mC = 6,3$ ,  $\Delta' = 90 \text{ kms. (70 kms.)}$ ,  $P = 1,702 (1,711)$ ,  $Q' = 0,188 (0,141)$ .

En a Fig. 3 puede verse la fórmula de KANAI como una función de  $T_p$ , para una distancia hipocentral fija de 70 kms., y para diferentes valores de Magnitud. Podrá observarse que la aceleración del suelo sobre aluvión en la parte Este de Caracas, región donde se produjeron los mayores daños por el terremoto, fue alrededor de cuatro veces más que sobre roca firme, si comparamos con los resultados obtenidos del sismoscopio y tomamos  $T_p = 0,6 \text{ seg.}$  para este tipo de aluvión, valor numérico encontrado en algunas mediciones hechas en el suelo y en el interior de varios edificios; ver OMOTE, S. [1968] y GRASES, J. [1968].

Cabe hacer notar aquí, que Caracas tiene actualmente alrededor de 1.000 edificios mayores de 10 pisos. De ellos el 18% sufrió ligeros daños, el 4% tuvieron daños en sus estructuras, y el 0,4% se derrumbaron completamente, todos sobre aluvión. Ningún edificio alto que fue edificado en roca firme fue dañado, existiendo muchos en la parte occidental de Caracas, que fueron construidos entre los años 1950 y 1960.

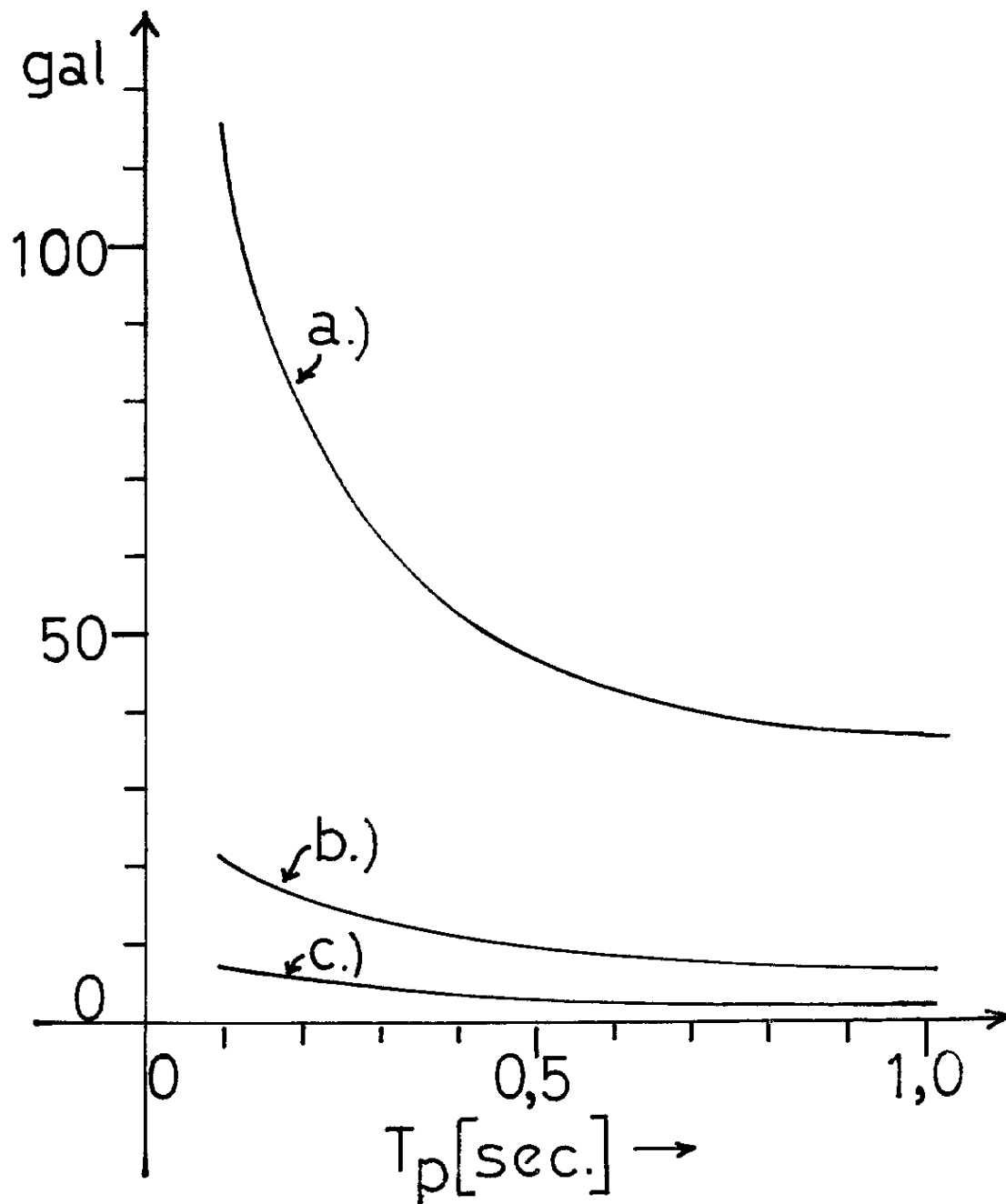


Fig. 3: Aceleración máxima del suelo derivada de equ. (5) para diferentes periodos predominantes  $T_p$  del suelo y una constante distancia hipocentral de 70 km. Curva a.) para un sismo de magnitud 6,3; b.) para magnitud 5,3, y curva c.) para magnitud 4,3.

## 5. ACELERACION DEL SUELO DERIVADO DEL ESPECTRO DE LINEAS DE FOURIER DE PEQUEÑOS SISMOS LOCALES DE CARACAS.

Desde diciembre de 1967, el *Instituto de Sismología de Caracas* ha instalado dos equipos japoneses de registro sísmico de grabación magnetofónica, con constantes intrínsecas diseñados para registrar eventos sísmicos locales y cercanos, microsismos y oscilaciones locales, artificiales de terreno o de construcciones.

La Fig. 4, muestra la combinación de los instrumentos junto con las curvas de respuesta de cada unidad.

De los "Aftershocks", sismos posteriores al Terremoto de Caracas, fueron registrados en cinta magnetofónica, cuatro sismos locales, bajo las condiciones expresadas en Fig. 4, con una velocidad de la cinta de 5 mm/seg., y reproducidos con una velocidad del papel de registro de 125 mm/seg., que fueron seleccionados para el análisis de Fourier. La magnitud y el tiempo ( $S-P$ ) de estos cuatro eventos son los siguientes:

- a.)  $mC$  4,4, ( $S-P$ ) = 2,16 seg.
- b.)  $mC$  3,6, ( $S-P$ ) = 4,16 seg.
- c.)  $mC$  3,5, ( $S-P$ ) = 1,60 seg.
- d.)  $mC$  3,4, ( $S-P$ ) = 0,90 seg.

Para las trazas de los tres componentes, se aplicó una función rectangular ponderable, la duración " $p$ " de la cual cubrió el primer segundo completo de las ondas  $P$  y los primeros dos segundos de las ondas  $S$ , empezando en el comienzo mismo de cada fase.

Para el análisis fue utilizado un analizador armónico del tipo MADER-OTT, el cual da directamente los coeficientes de Fourier  $a_n$  y  $b_n$  de manera que el sismograma  $x(t)$  puede ser aproximado por la suma:

$$\left. \begin{aligned} x(t) &\cong \frac{a_0}{2} + \sum_n^N \left( a_n \cos n \frac{2\pi}{p} t + b_n \sin n \frac{2\pi}{p} t \right) \cong \\ &\cong C_0 + \sum_n^N C_n \cos \left( n \frac{2\pi}{p} t - \Phi_n \right) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

donde los coeficientes están dados por:

$$\frac{a_n}{b_n} = \frac{2}{p} \int_0^p x(t) \frac{\cos n \frac{2\pi}{p} t}{\sin n \frac{2\pi}{p} t} dt \quad (7)$$



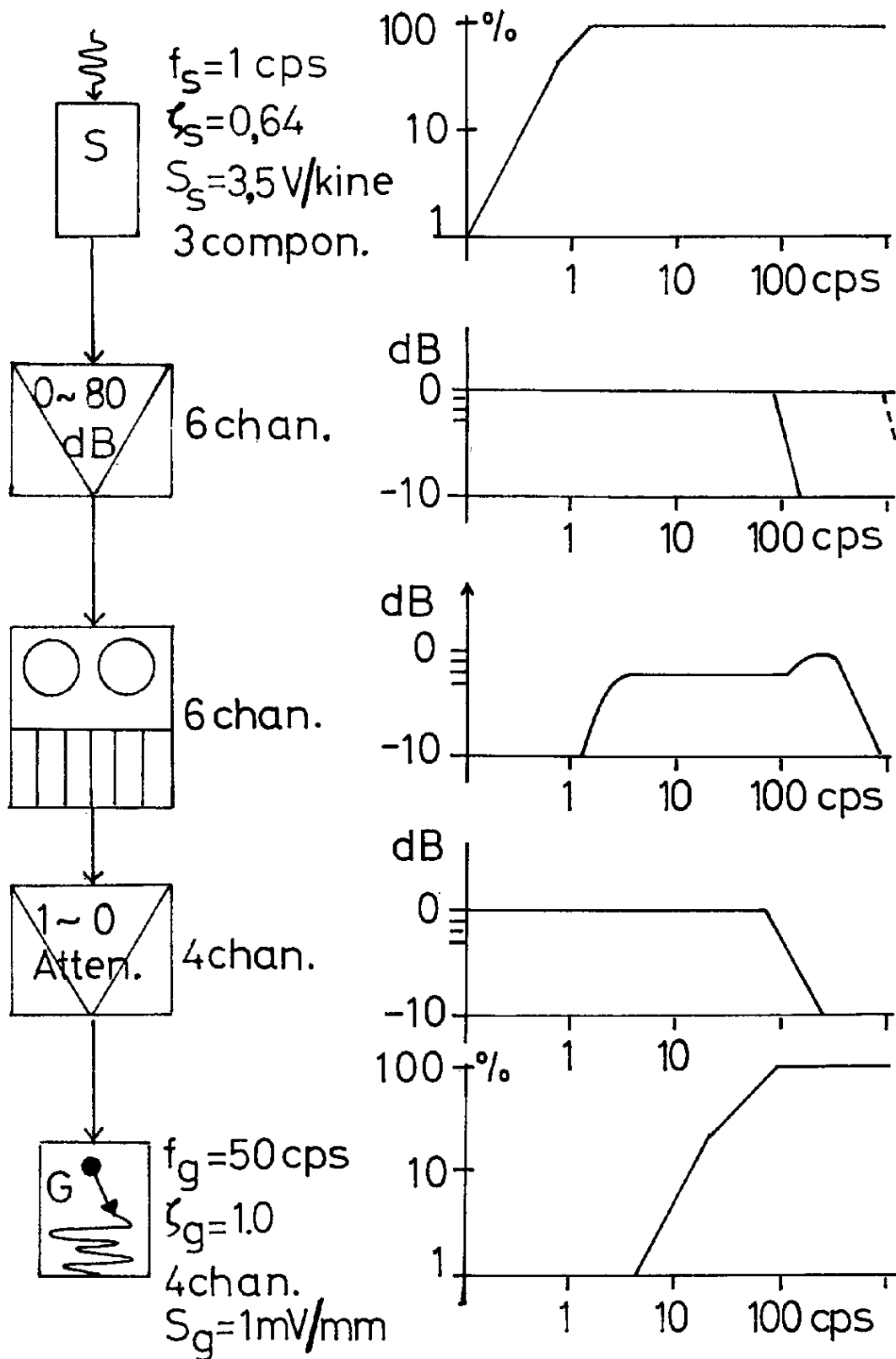


Fig. 4: Elementos y respuestas correspondientes para el equipo sismográfico con registro en cinta magnetofónica y tinta. Con respecto a la magnificación dinámica, la respuesta total tiene su pico alrededor de  $T_c = 0,02 \text{ seg.}$

Los coeficientes obtenidos relacionados a un período específico  $T_e$  tienen la dimensión de una longitud y fueron reducidos al verdadero movimiento del suelo mediante las curvas de respuesta dadas en la Fig. 4. Esta conversión es necesaria, porque si una señal sísmica  $f(t)$  pasa a un sistema lineal con una respuesta al impulso  $h(t)$ , la traza registrada  $(x)t$  será:

$$x(t) = f(t) \cdot h(t) \quad (8)$$

Para todos los eventos sísmicos locales en consideración, la magnitud  $mC$  fue calculada mediante la relación

$$mC = 0,82 (Q + \log V_z) \quad (9)$$

siendo  $V_z$  la velocidad de la partícula del suelo  $= 2\pi \cdot x_z / T_e \cdot \bar{V}$  donde  $x_z =$  la amplitud de la traza de una de las primeras ondas  $P$  (en *cms*) y  $\bar{V}$  es la magnificación dinámica del sismómetro vertical (Benioff VELA) para el correspondiente  $T_e$ ;  $Q =$  es el factor de distancia, en nuestro caso cerca a 7,7.

Para el terremoto principal de Caracas, la magnitud fue alrededor de 6,3. Tomando en consideración la escala logarítmica de Magnitudes y asumiendo que el espectro no cambia si la distancia hipocentral se incrementa en una cantidad pequeña, podemos multiplicar cada amplitud espectral por una cantidad  $F$ , la cual es dada como:

$$\log(F) = (mC_1 - mC_2) \cdot 1,477 \quad (10)$$

donde  $mC_1$  es la magnitud del sismo principal y  $mC_2$  la de los sismos comparativamente menores.

Figs. 5 y 6 muestran los coeficientes de Fourier, obtenidos de la ecuación (7), convertidos en aceleración del suelo e incrementados por el factor  $F$  de la ecuación (10) a un evento con  $mC = 6,3$ .

Solamente fueron estudiados los componentes horizontales de las ondas  $P$  y  $S$ . El círculo negro indica los resultados obtenidos del sismoscopio y la estrella es el resultado de la ecuación (5).

Observamos que, bajo las condiciones de la ecuación (10) los resultados de estas tres diferentes aproximaciones para la obtención de la aceleración del suelo, se correlacionan bien entre ellas.

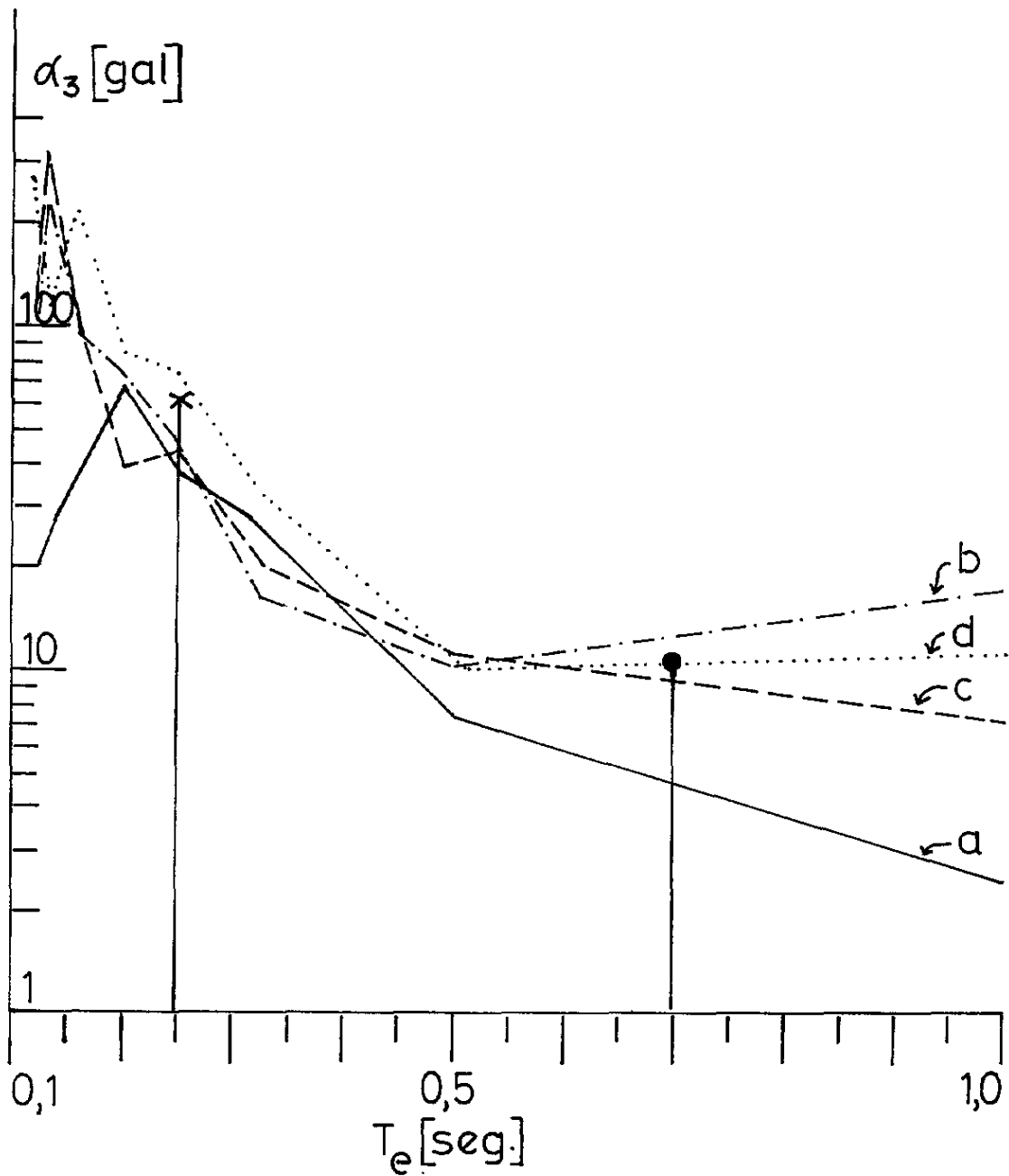


Fig. 5: Aceleración del suelo versus período para un sismo con  $M=6,3$  derivada de pequeños sismos locales, para las componentes horizontales de las ondas longitudinales P. El círculo negro marca la aceleración del suelo obtenida del sismoscopio, y la x la aceleración obtenida por medio de la fórmula de KANAI.

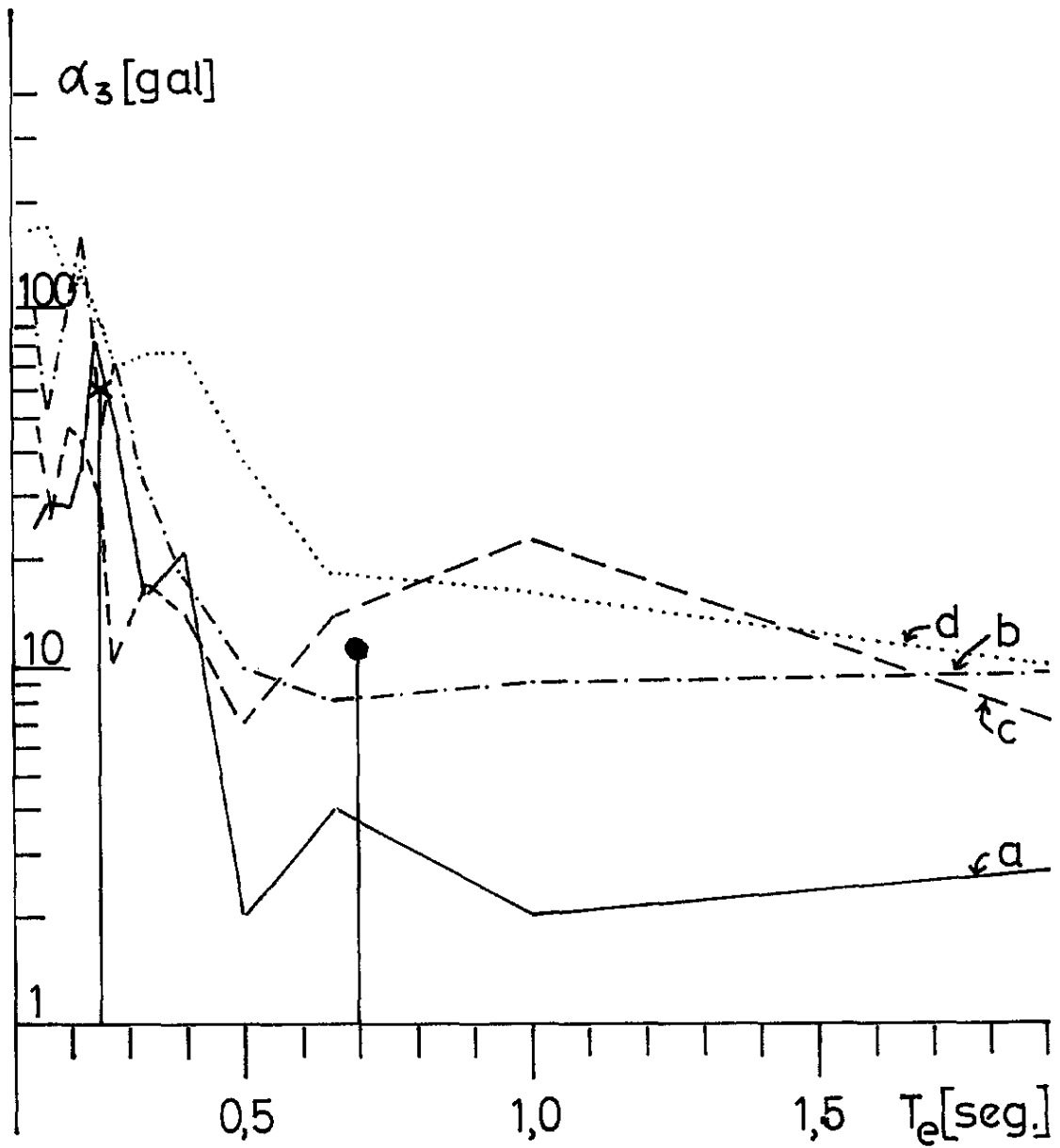


Fig. 6: Aceleración del suelo versus período (como en la Fig.5), pero para las ondas transversales S.

## 6. SECUENCIA DEL TIEMPO DEL MOVIMIENTO DEL SUELO DURANTE EL TERREMOTO DE CARACAS

Existen aún dos diferentes registros, que dan información acerca del terremoto de Caracas; uno es el registro sónico analizado por FIEDLER, G. [1968], el cual muestra ahora que la cámara de eco con su lámina suspendida por resortes, actuó como un acelerógrafo no calibrado. El otro registro

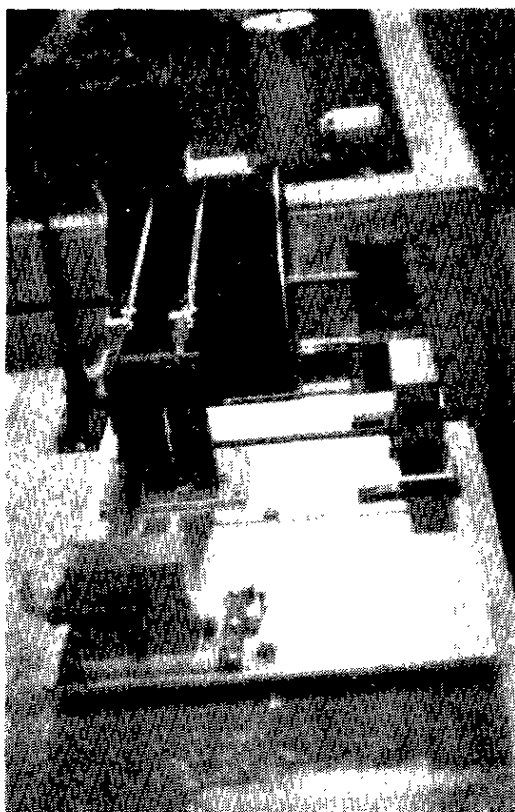


Fig. 7

El sismógrafo "Strong Motion CAR", de dos componentes horizontales, con amortiguamiento magnético. Registra por medio de dos agujas sobre papel ahumado permanentemente en una cinta sin fin.  $T_n=0,7 \sim 0,8$  seg.,  $\zeta_s=0,21$ , velocidad del papel=18 mm/seg., motor mecánico.

Es el de nuestro Sismógrafo tra instalado en el Instituto Sismológico de Caracas. Este instrumento está dado en la Fig. 7. Registra en una cinta sin fin de papel ahumado y con una respuesta dinámica tal como puede verse en la Fig. 8. Como fue mencionado por FIEDLER, G. [1968] este registro tiene muchos disturbios artificiales ocasionados por visitantes y se tuvo que buscar cuáles oscilaciones correspondían verdaderamente el terremoto. Debido a ello se tuvo necesidad de buscar primero otras evidencias, por lo que se decidió no publicar este registro antes, el cual ahora está dado en la Fig. 9. Se puede ver en el componente N-S que el terremoto se registró en su totalidad, pero, como se mencionó anteriormente, lamentablemente en el componente E-W la aguja registradora fue levantada por el terremoto después de las primeras oscilaciones de  $P_g$ .

Las marcas en la Fig. 9, indican intervalos de tiempo de 10 *seg.*, correspondientes a 3 *mm* en el registro original. El tiempo ( $S-P$ ) es alrededor de 14 *seg.*, y de este valor la profundidad del foco resultó de 80 *kms*, debido a una distancia epicentral dada de 62 *kms*.

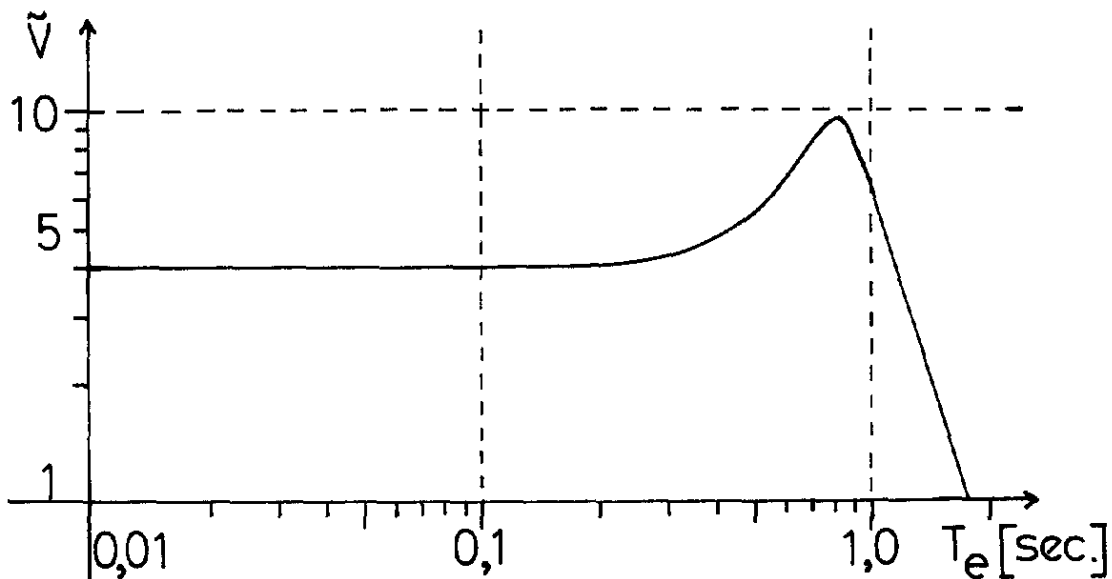


Fig. 8: Curva de magnificación dinámica del sismógrafo "Strong Motion Car",  $T_n=0,7 \sim 0,8$  seg., factor de amortiguamiento  $\zeta_s=0,21$  (=21% crítico).

Si aplicamos las coordenadas del epicentro, publicadas por el U. S. C. G. S., la profundidad llega a ser todavía mayor.\*

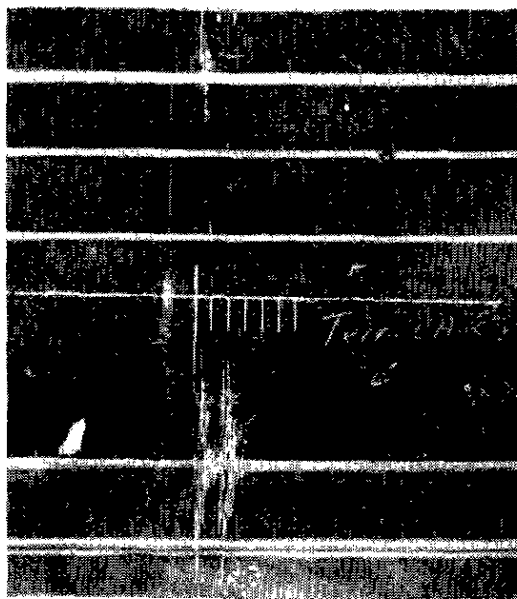


Fig. 9

Las componentes EW y NS del Terremoto de Caracas de 1967, registradas por medio del sismógrafo de la Fig. 7, con respuesta de amplitud como en la Fig. 8. Las marcas de tiempo corresponden a intervalos de 10 seg.=3 mm en el registro original.

Nosotros podemos probar que este registro del componente N-S corresponde realmente al terremoto de Caracas, si lo comparamos con el registro sónico publicado, FIEDLER, G. [1968] y observamos la distribución de las amplitudes y los intervalos de tiempo. Esto se muestra en la Fig. 10, donde el eje de tiempo tuvo que ser fotográficamente reducido de manera, que las velocidades de los registros sean iguales. Puede notarse buena correlación inclusive en los detalles más pequeños en ambos registros. De los períodos más largos en el grupo de las ondas S podemos concluir también que sólo se produjo un terremoto.

El sismógrafo CAR tiene baja respuesta para aceleraciones altas

\* ROBSON, G. R., 1968. ha obtenido 102 km para la profundidad, como resultado instrumental.

debido a períodos cortos y una velocidad del papel también baja de 1,8 *cms/min.* solamente. Para las primeras ondas *Pn*, la velocidad de una partícula de suelo para ondas individuales entre 0,35 y 0,78 *cms/seg.* puede ser calculada. Aplicando  $\sqrt{2}$  debido a la dirección epicentral con respecto al componente *N-S* o tomando en consideración también el componente

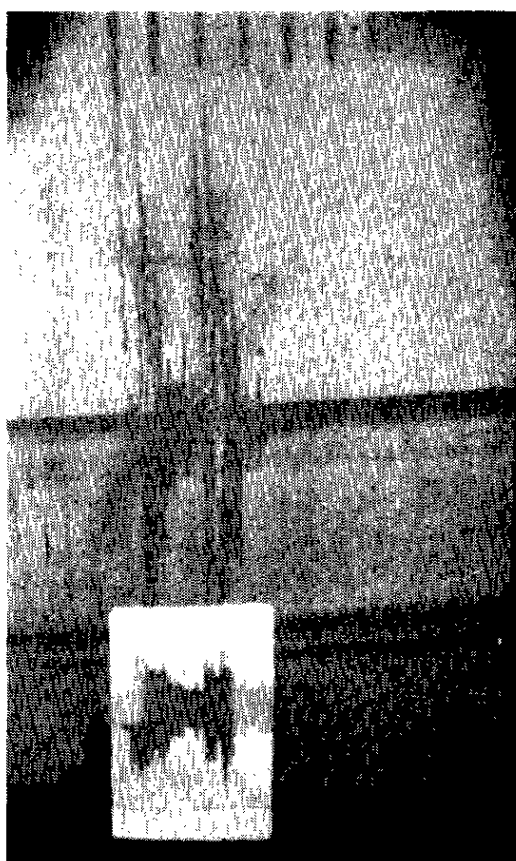


Fig. 10

Comparación del registro sobre papel ahumado, del Terremoto de Caracas, con el registro fonográfico correspondiente, para indicar la conformidad entre ambos con respecto a la distribución de las amplitudes y de los intervalos de tiempo de las diferentes fases de ondas *P* y *S*, en el componente *NS*.



Fig. 10a

El componente *NS* del Terremoto de Caracas; los intervalos de tiempo corresponden a 10 seg.=3 mm en el registro original. La máxima amplitud sinusoidal registrada es 2,2 cm.

*EW*, resulta una magnitud  $mC = 5,9 \alpha 6,4$ .

Después de una amplificación fotográfica del registro original del componente *N-S* en 150 veces, se calcularon de las amplitudes de las trazas y períodos, los correspondientes valores de la amplitud del suelo, velocidad de la partícula del suelo y aceleración para cada onda individual. Los resultados están dados en la Fig. 11, como función de la duración del sismo =  $t(seg)$ .

Especialmente la distribución de la aceleración  $\alpha_4$  tiene mucha similitud con el registro sísmico, dado en la figura 10, donde la segunda máxima en el grupo S es más larga que la primera y donde el decrecimiento después del máxi-

mo de la onda P es mucho más pequeño que en el grupo de las ondas S. También puede diferenciarse claramente en forma audible escuchando el sonido del sismo verdadero, los intervalos de tiempo y esta segunda máxima en las ondas S.

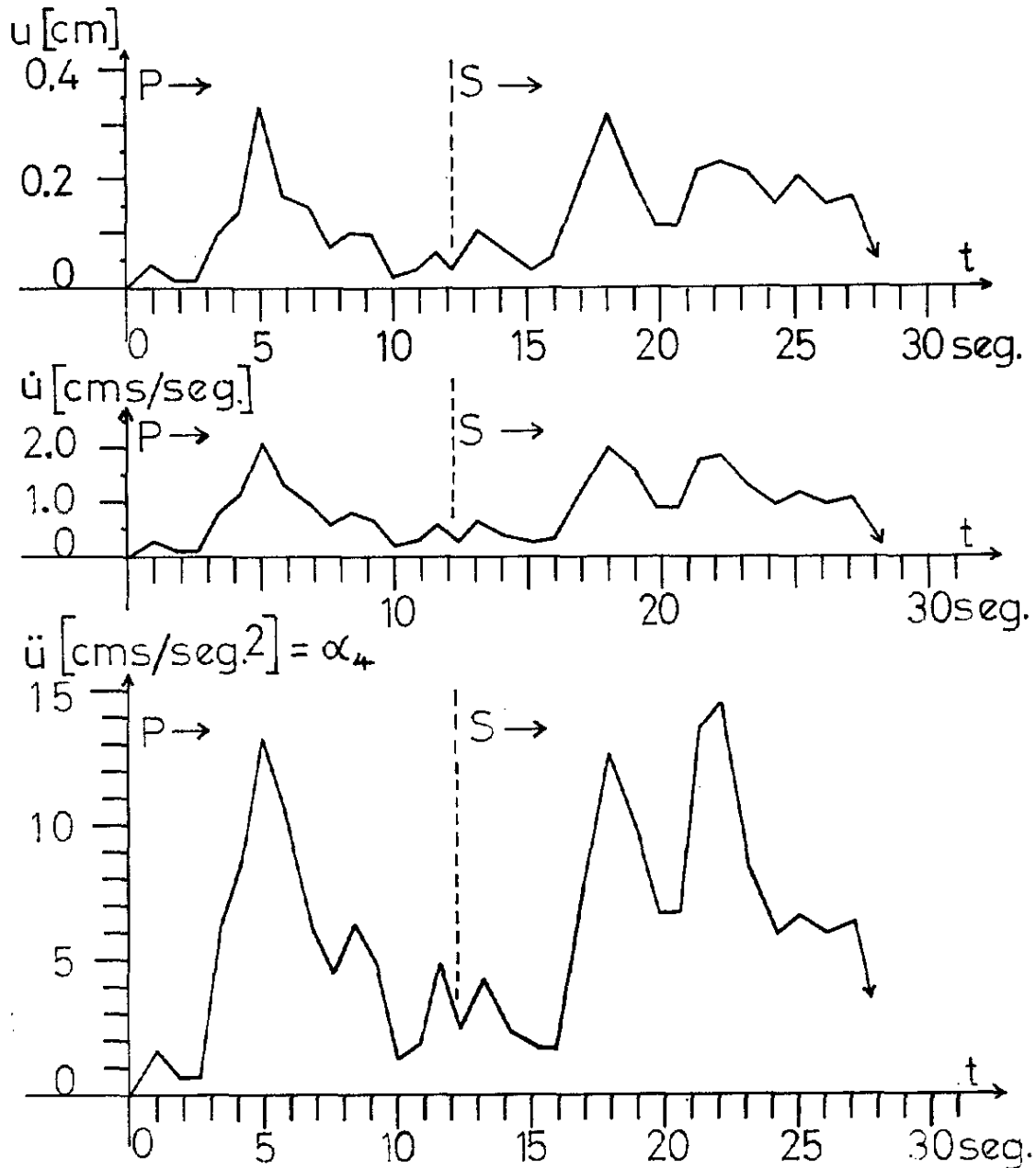


Fig. 11: Promedio del desplazamiento del suelo ( $u$ ), velocidad de partículas del suelo ( $\dot{u}$ ) y aceleración del suelo ( $\ddot{u}$ ) del Terremoto de Caracas, versus duración del movimiento del suelo, para las ondas P y S. (Sitio: Instituto Sismológico, roca firme.)



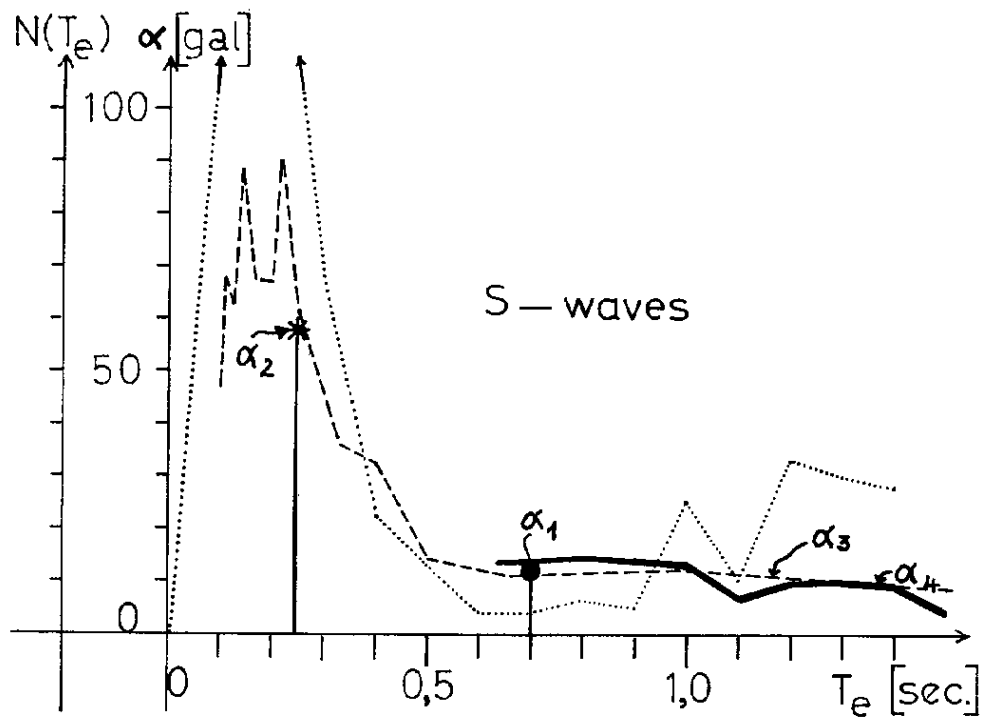
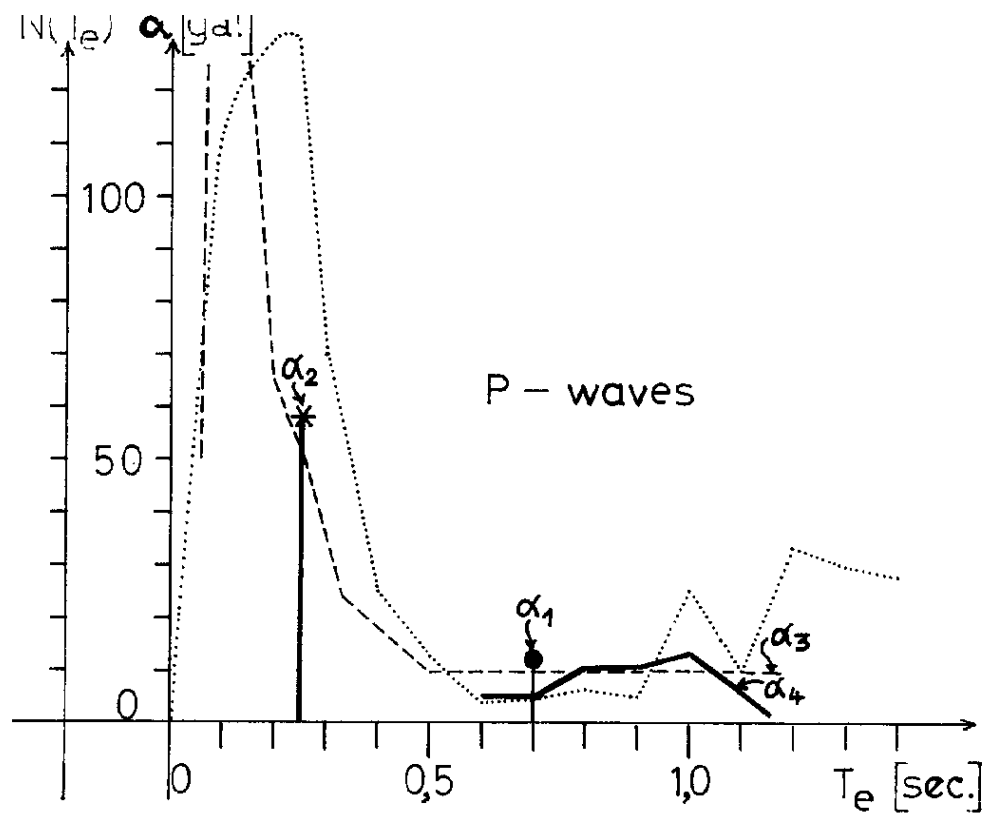


Fig. 12: Resumen de los resultados: la curva punteada representa la distribución de la frecuencia de periodos del suelo, válida para la roca por debajo del Instituto Sismológico de Caracas ( $N$ =número de periodos observados durante dos minutos). La curva interrumpida indica el promedio de las aceleraciones espectrales del suelo, para los 4 sismos de las Figs. 5 y 6. La curva fuerte es la aceleración del suelo versus periodo obtenido del registro del sismógrafo "Strong Motion CAR"; el círculo blanco es el resultado del registro sismoscópico, y la estrella marca el resultado obtenido por medio de la fórmula de KANAI, con  $T_p=0,25$  seg. tomado de la curva punteada.

## 7. CONCLUSIONES

En la Fig. 12 están resumidos todos los resultados para las ondas  $P$  y las  $S$ . La línea punteada, corresponde a la distribución de frecuencia  $N$  de los períodos, observados durante un intervalo de tiempo de dos minutos y válida para roca firme de los alrededores del Instituto Sismológico de Caracas. La curva segmentada muestra el valor principal  $\alpha_3$  de la aceleración del suelo, como fue obtenido del análisis de Fourier de pequeños sismos posteriores locales, convertidos en sigmos de magnitudes de 6,3. La curva llena muestra la aceleración del suelo como principal para cada período, obtenido del registro  $N-S$  del "Strong motion" sismógrafo  $CAR$ ,  $= \alpha_4$ . La estrella muestra la aceleración máxima del suelo para  $T_p = 0,25 \text{ seg.}$ ,  $= \alpha_2$ , aplicando la ecuación (5) y el círculo negro es el resultado del sismoscopio  $= \alpha_1$ .

Para períodos del suelo entre 0,2 *seg* y 1,4 *seg*. todos los resultados muestran una correlación razonablemente buena entre ellos. En los lugares en los cuales el movimiento del suelo del terremoto de Caracas actuó sobre construcciones levantadas directamente en roca firme, en todos estos casos, las bajas aceleraciones dentro de estas regiones ( $15\sqrt{2}$  *gals* como máximo para períodos  $0.5 \leq T_p \leq 1.4$ ) son los responsables por lo cual ni edificios altos ni casas pobremente construidas hayan sufrido daños estructurales.

En contraste con esto, donde el movimiento del suelo actuó sobre construcciones levantadas sobre cimientos de terrenos aluvionales (Altamira, Los Palos Grandes, partes de San Bernardino y otros) se observaron los mayores daños. De la ecuación (5) y por la Fig. 3, podemos derivar una aceleración del suelo que fue alrededor de cuatro veces mayor en aluvión que en roca firme, para todos los sistemas oscilatorios (suelos y construcciones) cuyo período natural está entre 0.7 y 1.2 *seg*. Fuera de esto, faltas y descuidos de los encargados de las construcciones, de algunos ingenieros y de algún grupo de supervisores llevaron a 40 edificios casi al colapso total por la vibración del suelo causada por el aún moderado evento sísmico de Caracas.

## Referencias :

- KANAI, K. 1966: Improved Empirical Formula for the Characteristics of Strong Earthquake Motion. Proceedings of Japan Earthquake Engineering Symposium 1966, p. 14, Tokyo, Oct. 1966.
- GRASES, J. 1968: El Sismo de Caracas de 1967. Estudios orientados hacia su interpretación a partir del comportamiento de estructuras. Boletín Técnico IMME N° 23-24, Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Dic. 1968.
- OMOTE, S. 1968: Preliminary Report of the Japanese Mission for the Caracas Earthquake of July 29, 1967. Manuscript and particular informations, not published yet.
- FIEDLER, G. 1968: Estudio Sismológico de la Región de Caracas con Relación al Terremoto del 29 de Julio de 1967 (Terremoto del Cuatricentenario). Reporte y Evaluaciones. Boletín Técnico IMME N° 23-24, Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Dic. 1968.
- ROBSON, G. R. y CANALES, L. 1968: El sismo de Caracas de 29 de julio de 1967. Parte I, UNESCO, N° de serie 571 BMS-RD/AVS, París, mayo de 1968.

Caracas, 5 de enero de 1969.