

COMPARACION DEL ESPECTRO DE DISEÑO DE LA NORMA INDITECNOR "CALCULO ANTISISMICO DE EDIFICIOS" CON ESPECTROS DE TERREMOTOS

Rodolfo SARAGONI*

RESUMEN

Se proponen algunas modificaciones al espectro de diseño del proyecto de norma INDITECNOR "Cálculo antisísmico de edificios" basándose en la comparación entre dicho espectro y los espectros de aceleraciones absolutas de varios terremotos de Chile, Perú, E.U.A. y Japón.

INTRODUCCION

El proyecto de Norma INDITECNOR, "Cálculo Antisísmico de Edificios"¹, propone un nuevo espectro de diseño, a través de un coeficiente sísmico para el diseño estático, y de un espectro de aceleraciones para el método dinámico de análisis. El espectro de diseño que se propone en ella, tiene la siguiente expresión:

$$c = \frac{a}{g} = 0,10 \quad \text{para } T \leq T_0$$

$$c = \frac{a}{g} = 0,20 \cdot \frac{T \cdot T_0}{T^2 + T_0^2} \quad \text{para } T > T_0$$

donde

c = coeficiente sísmico del método estático

*Ingeniero Civil U. de Chile. Alumno graduado en la Universidad de California, Los Angeles.

a = aceleración del espectro de diseño, usado en el método dinámico

g = aceleración de gravedad

T = período fundamental del edificio expresado en segundos

T_o = parámetro dimensional dado por la Tabla I.

TABLA I

Suelo tipo	Descripción del suelo de fundación	T_o segundos
1	Roca, grava densa, grava arenosa densa	0,15
2	Arena densa, suelos cohesivos duros o firmes	0,30
3	Suelos granulares, suelos cohesivos medianos o blandos	0,90

Además, el valor de $k_1 k_2 c$ debe ser igual o superior a 0,06, así como el valor del corte basal en el método dinámico no puede ser inferior a 0,06 $k_1 k_2$, donde k_1 y k_2 son dos coeficientes, relativos al uso del edificio el primero y a su forma estructural el segundo.

COMPARACION DEL ESPECTRO DE DISEÑO CON ESPECTROS DE ACELERACION ABSOLUTA DE TERREMOTOS

El presente trabajo sólo pretende verificar los coeficientes dimensionales T_o , propuestos para los tres tipos de suelo de fundación, así como el límite inferior que se asigna a c y al corte basal en el método dinámico. Con este objetivo se eligieron los espectros de aceleraciones absolutas de los terremotos que contaban con suficiente información sobre las características del suelo de fundación en que fueron registrados^{2,3}. Los espectros elegidos de Chile, Perú⁴, Japón³ y E.U.A⁵ corresponden a los terremotos que se agrupan en la Tabla II.

Para hacer la comparación más sencilla, se eligieron espectros de aceleración absoluta con amortiguamientos de 0,10 a 0,20 del amortiguamiento crítico. A continuación, las curvas espectrales elegidas fueron normalizadas asignándoles el valor 0,10 a la ordenada máxima. En las figuras 1 a 20 se muestra la comparación del espectro de diseño del método estático, con cada una de ellas. La línea de segmentos representa el espectro de diseño del proyecto de norma para un edificio de características $k_1 k_2 = 1$; n es el valor del amortiguamiento de la curva espectral elegida.

De la comparación se puede concluir que, para las estructuras fundadas en suelos tipo 1 (Fig. 1 a 4) y tipo 2 (Fig. 5 a 12), los valores para $T_o = 0,15$ y

TABLA II

Terremoto	Fecha	Descripción del suelo de fundación
Santiago	28 III 65	Grava densa
Lima	17 X 66	Grava densa
Ferndale	11 IX 38	Arena densa
Ferndale	9 II 41	Arena densa
Ferndale	3 X 41	Arena densa
Shizuoka	30 IV 65	Grava densa - suelo granular
Akita	16 VI 64	Suelo cohesivo mediano
El Centro	30 XII 34	Suelo cohesivo mediano
El Centro	18 V 40	Suelo cohesivo mediano
Taft	21 VII 52	Suelo granular

0,30 segundos respectivamente, son menores que las reales o muy poco conservativas, y que el valor mínimo de c es muy conservativo. En tanto que para las estructuras fundadas en suelo tipo 3 (Fig. 13 a 20) el valor de c es también demasiado conservativo.

Considerando los factores que se señalan más arriba, se proponen los valores de T_0 que se indican en la Tabla III, y se deja el valor de c y el valor del corte basal en el método dinámico con un mínimo de $0,05k_1, k_2$.

TABLA III

Suelo tipo	Descripción del suelo de fundación	T_0 segundos
1	Roca, grava densa, grava arenosa densa	0,20
2	Arena densa, suelos cohesivos duros o firmes	0,40
3	Suelos granulares, suelos cohesivos medianos o blandos	0,90

COMENTARIOS

1. Los valores que se han propuesto provienen de considerar el espectro de diseño como una envolvente de los espectros reales, más que una curva espectral promedio de ellos, con lo que se ha respetado el criterio adoptado por el comité de la norma.
2. Los espectros de terremotos incluyen las características de la interacción suelo estructura.
3. El comportamiento dinámico del suelo de Taft, que según su curva espectral aparece como más duro que lo correspondiente a la clasificación de la nor-

ma, podría justificarse por la vecindad del foco del terremoto de 1952, lo que explicaría la mayor participación de las ondas de corto período.

REFERENCIAS

1. INDITECNOR. *Cálculo antisísmico de edificios*. Proyecto de norma.
2. DUKE, C.M., y LEEDS, D.J. *Site characteristics of Southern California strong motion earthquake stations*. Report nº 62-II. Department of Engineering. University of California. Los Angeles 1962.
3. HISADA, T.; NAKAGAWA, K., y IZUMI, M. *Normalized acceleration spectra for earthquakes recorded by strong motion accelerographs and their characteristics related with sub-soil condition*. Building Research Institute. Tokyo 1965.
4. SARAGONI, R. *Análisis de la interacción dinámica suelo estructura*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Julio 1968.
5. ALFORD, J.L.; HOUSNER, G.W., y MARTEL, R.R. *Spectrum analyses of strong motion earthquakes*. California Institute of Technology. Earthquake Research Laboratory (Revised 1964).

COMPARISON AMONG THE DESIGN SPECTRUM OF THE INDITECNOR CODE "DESIGN OF BUILDINGS FOR EARTHQUAKES" AND SOME ACTUAL EARTHQUAKE SPECTRA

SUMMARY:

Some changes are suggested for the design spectrum of the INDITECNOR Tentative Code "Design of buildings for earthquakes" derived from comparisons among the proposed spectrum and the absolute acceleration spectra of various earthquakes from Chile, Perú, U.S.A. and Japan.

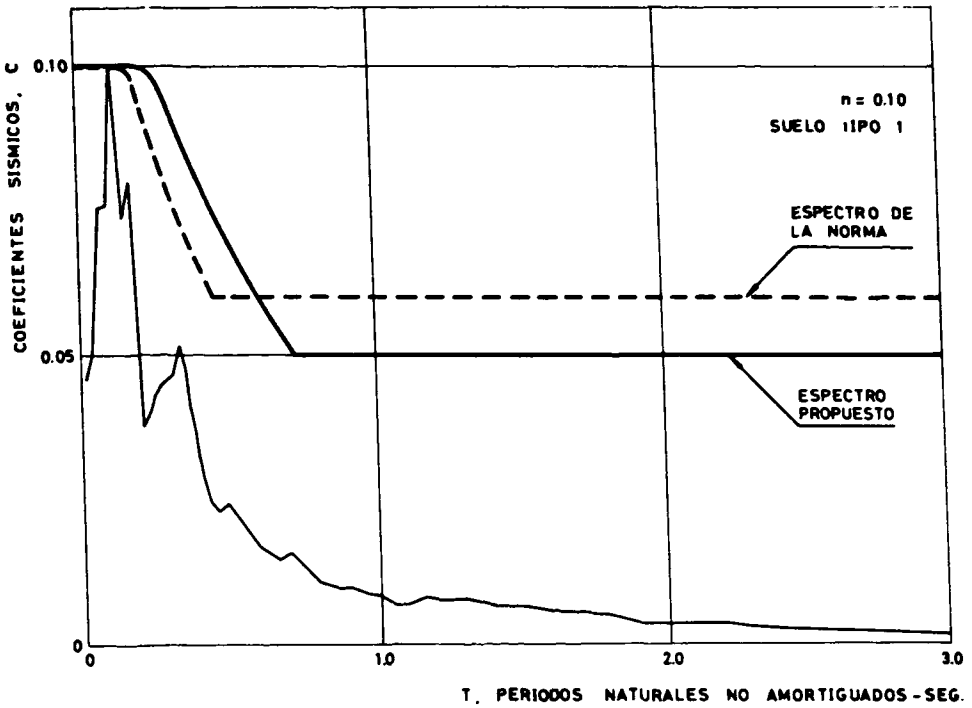


Fig. 1. Terremoto en Santiago, 28 de marzo de 1965. Componente S 80° W.

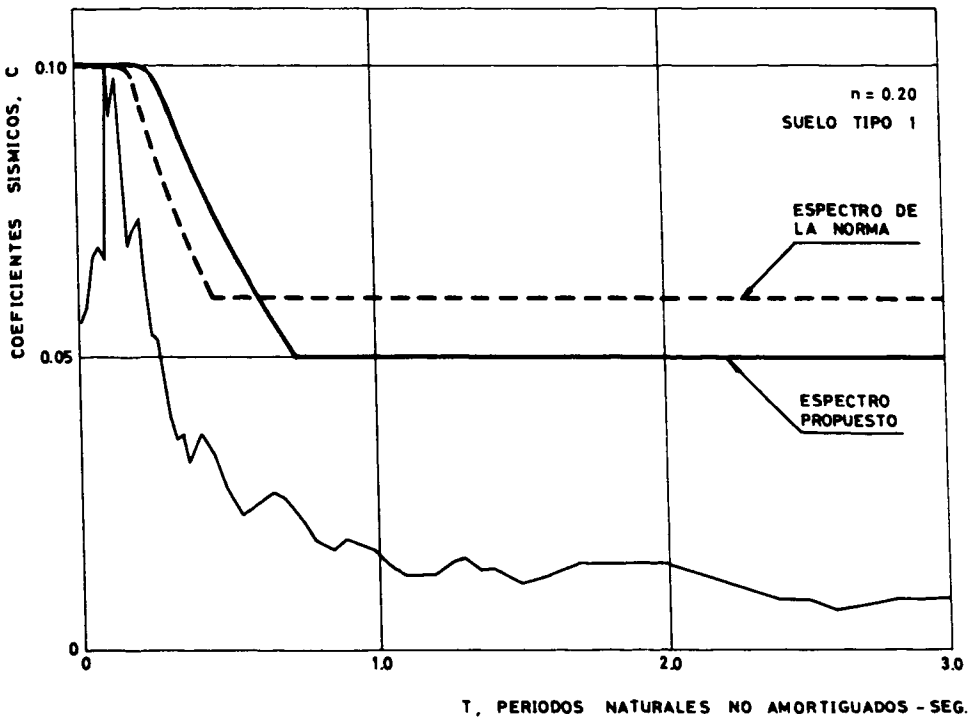


Fig. 2. Terremoto en Santiago, 28 de marzo de 1965. Componente N 10° W.

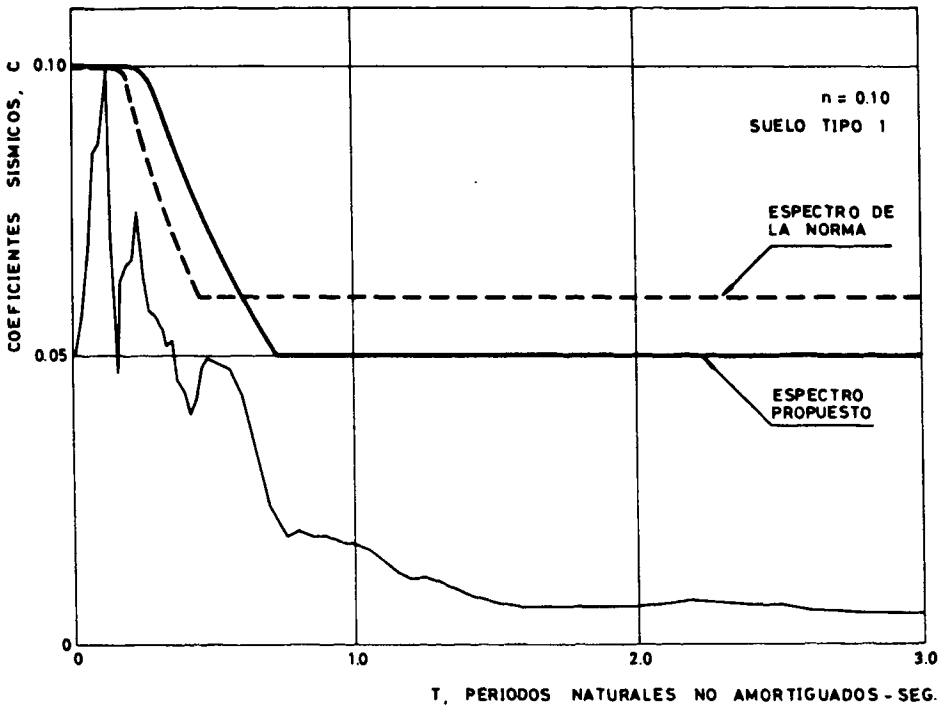


Fig. 3. Terremoto en Lima, 17 de octubre de 1966. Componente N 82º W.

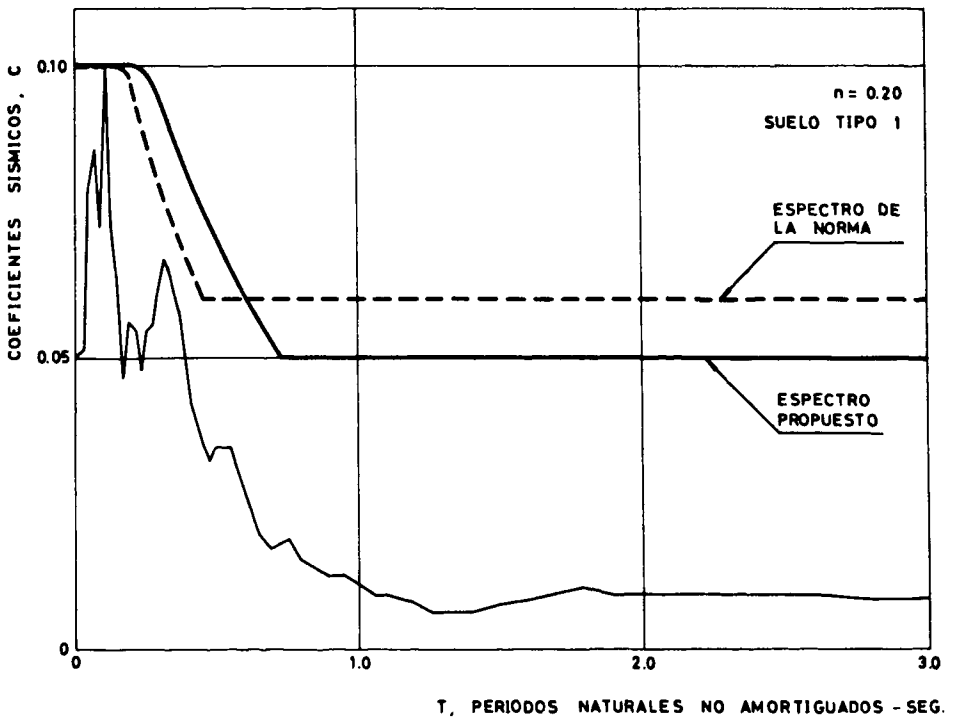


Fig. 4. Terremoto en Lima, 17 de octubre de 1966. Componente N 8º E.

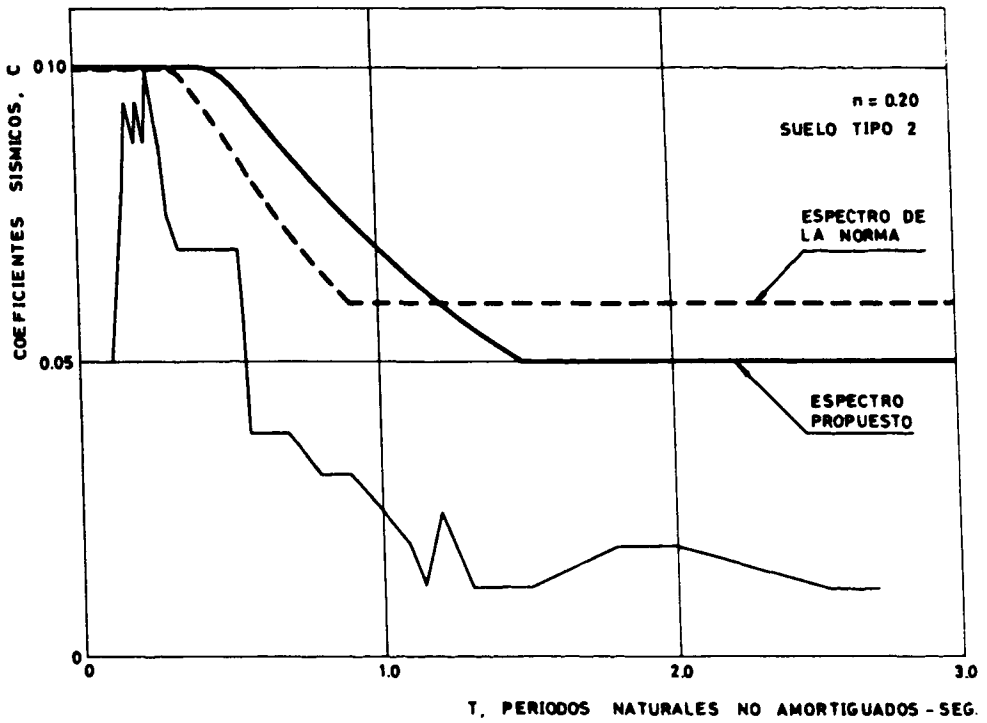


Fig. 5. Terremoto en Ferndale, 11 de septiembre de 1938. Componente N-E.

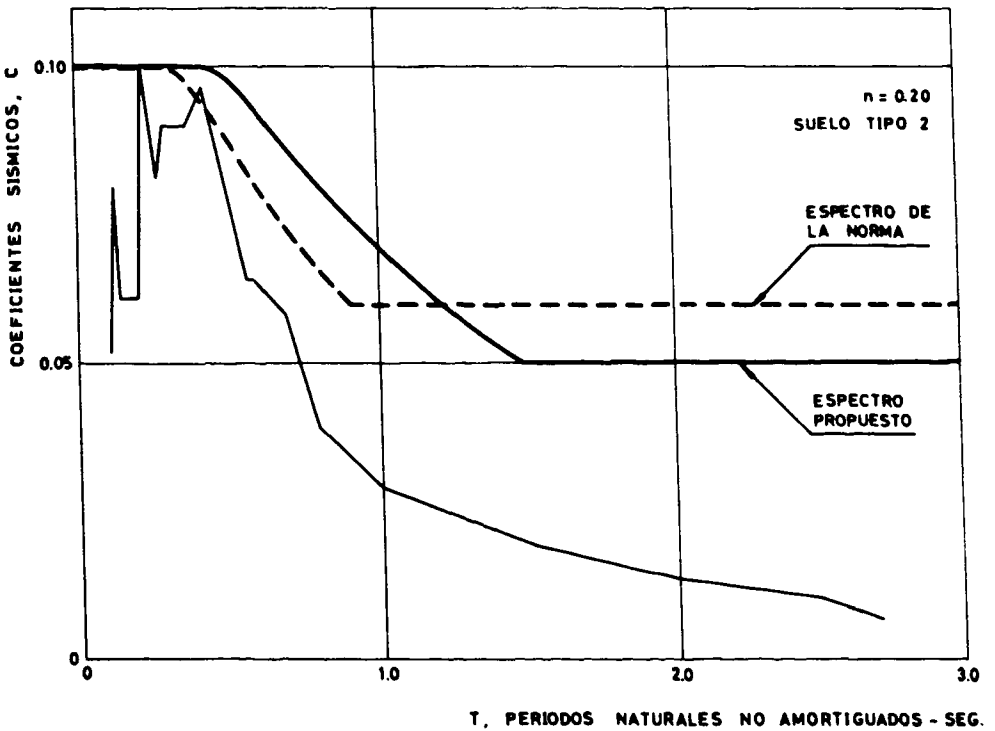


Fig. 6. Terremoto en Ferndale, 11 de septiembre de 1938. Componente S-E.

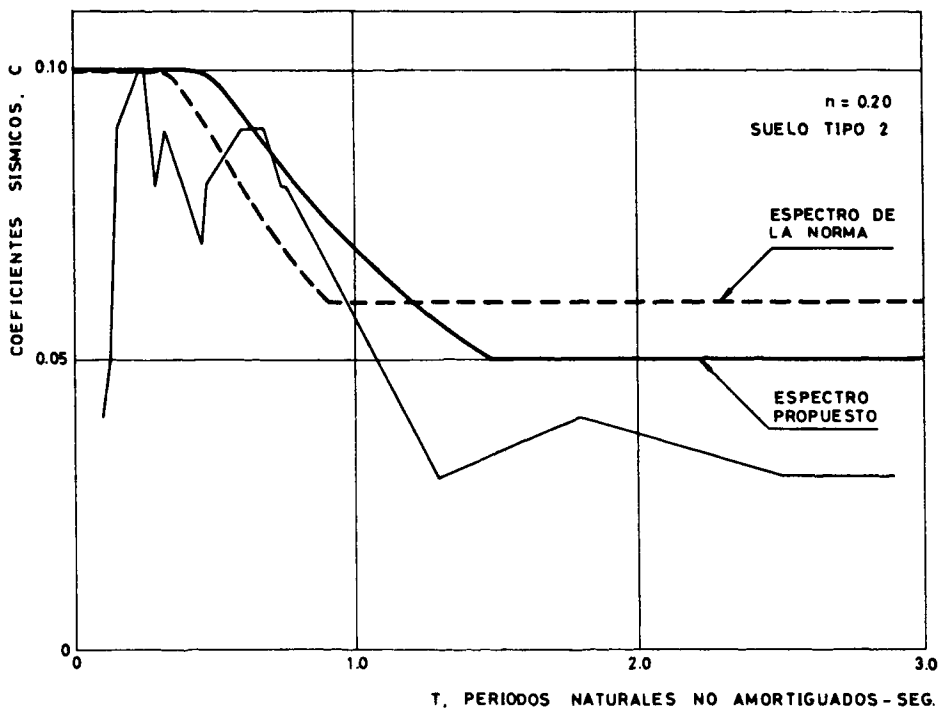


Fig. 7. Terremoto en Ferndale, 9 de febrero de 1941. Componente N-E.

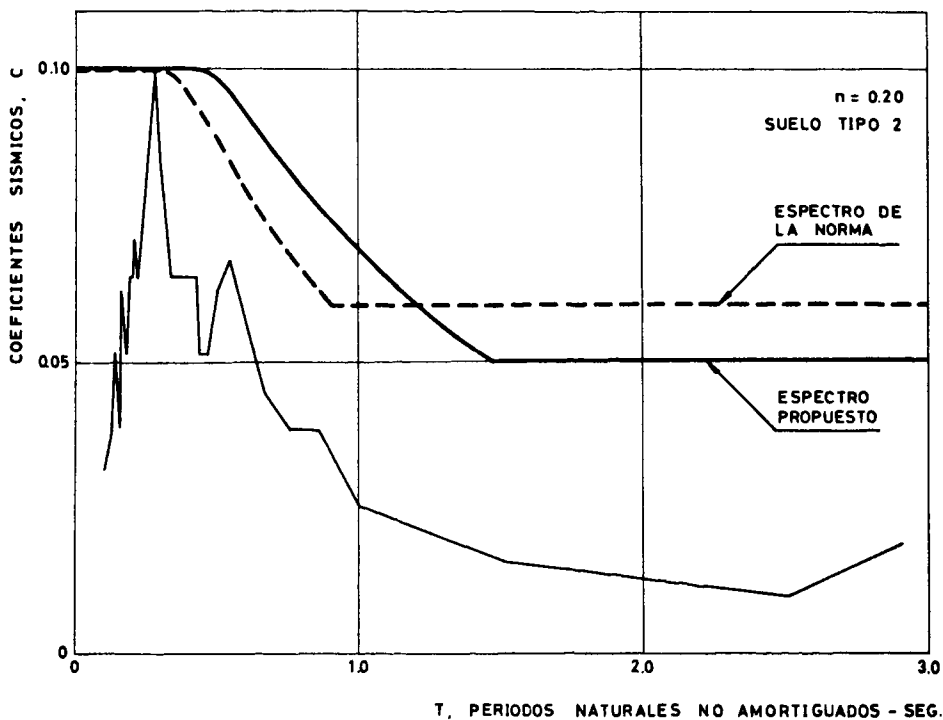


Fig. 8. Terremoto en Ferndale, 9 de febrero de 1941. Componente S-E.

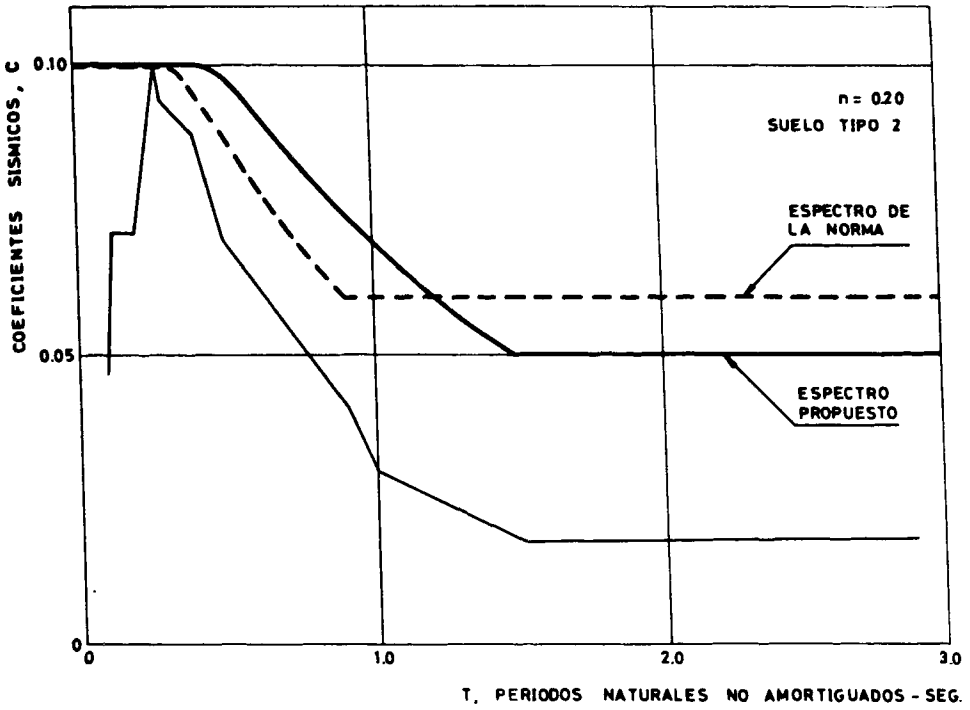


Fig. 9. Terremoto en Ferndale, 3 de octubre de 1941. Componente N-E.

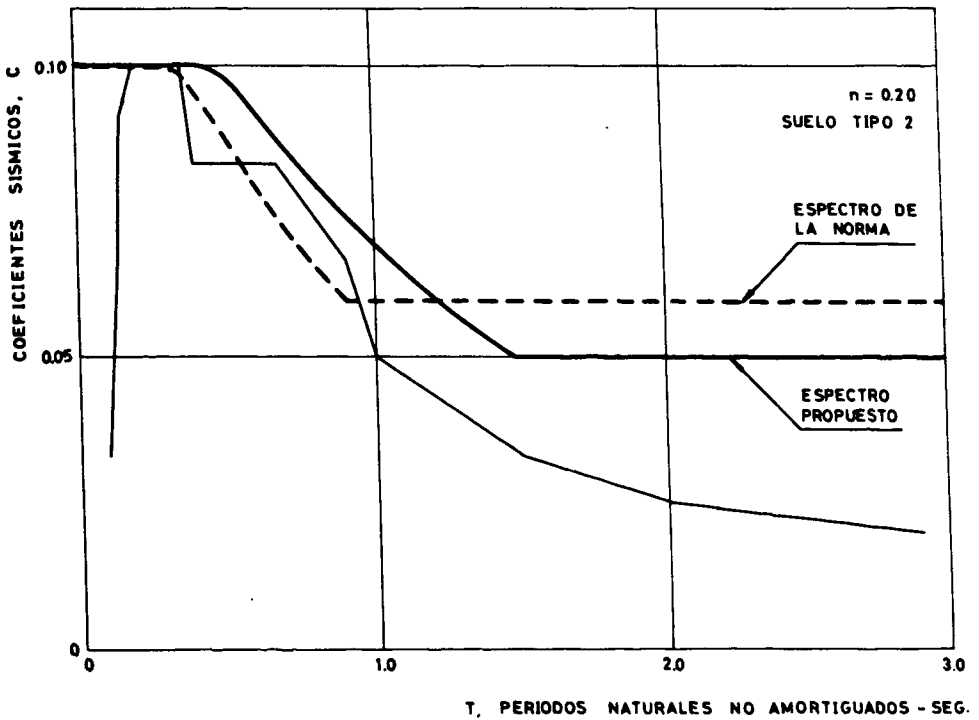


Fig. 10. Terremoto en Ferndale, 3 de octubre de 1941. Componente S-E.

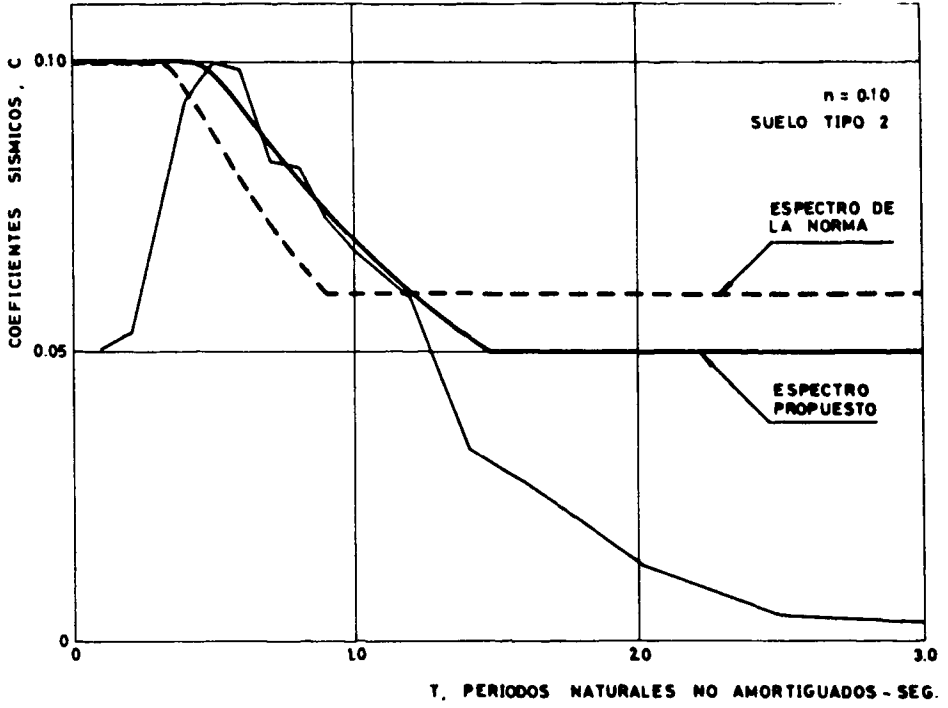


Fig. 11. Terremoto en Shizuoka (703), 20 de abril de 1965. Componente N-S.

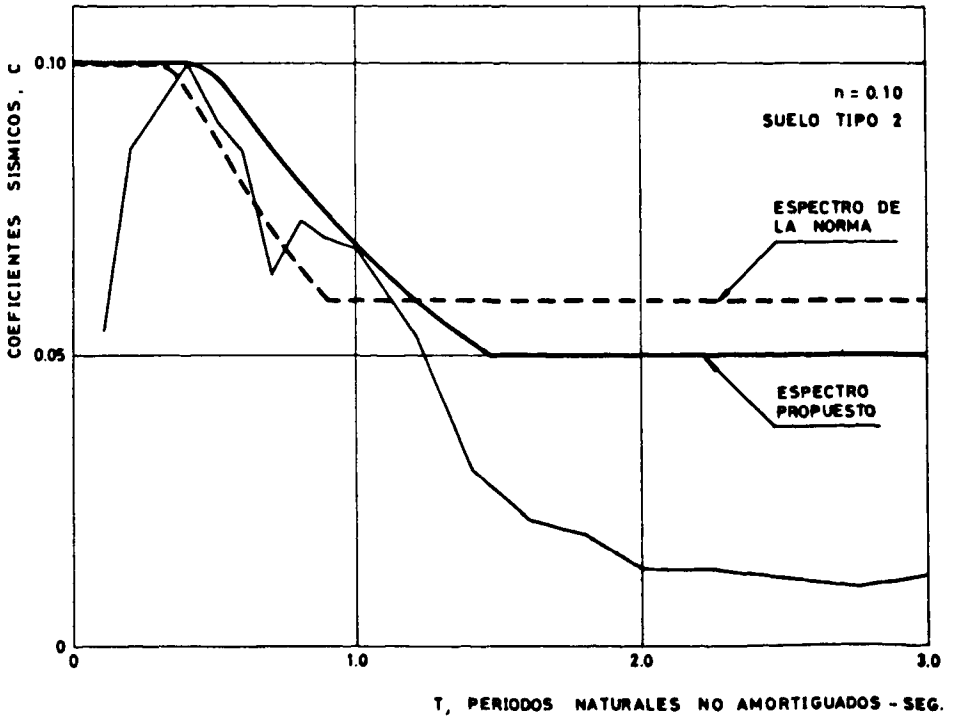


Fig. 12. Terremoto en Shizuoka (703), 20 de abril de 1965. Componente E-W.

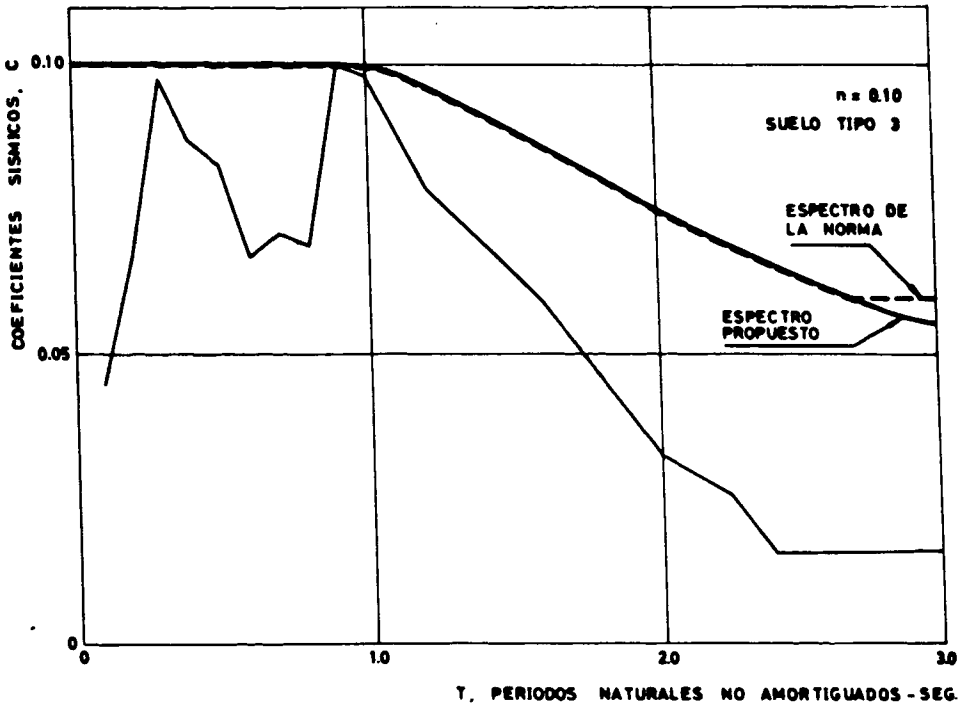


Fig. 13. Terremoto en Akita (502), 16 de junio de 1964. Componente E-W.

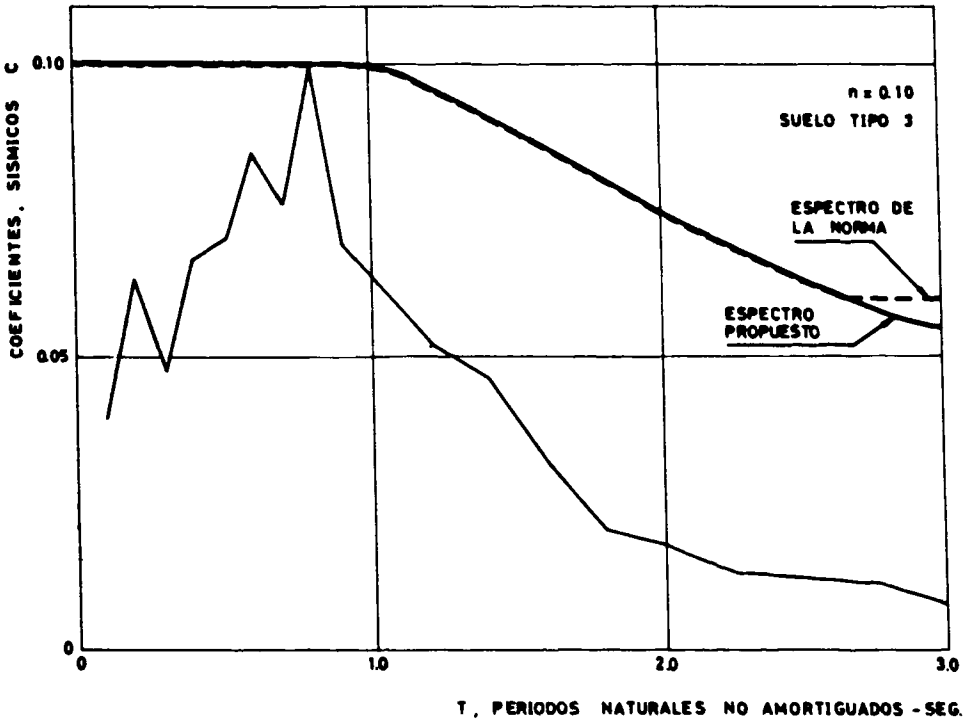


Fig. 14. Terremoto en Akita (502), 16 de junio de 1964. Componente N-S.

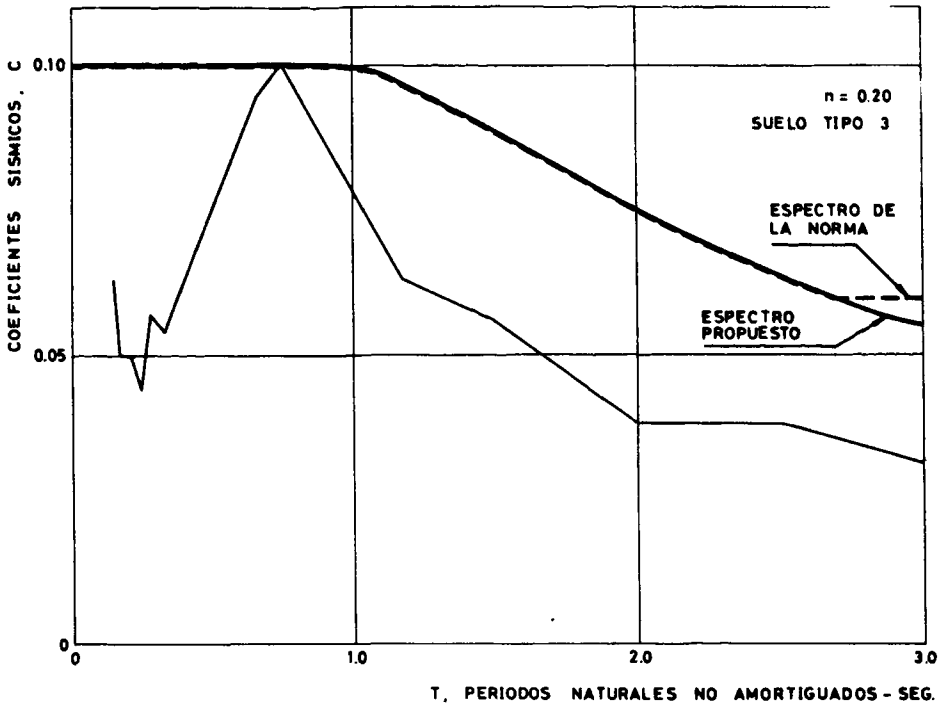


Fig. 15. Terremoto en el Centro, 30 de diciembre de 1934. Componente N-S.

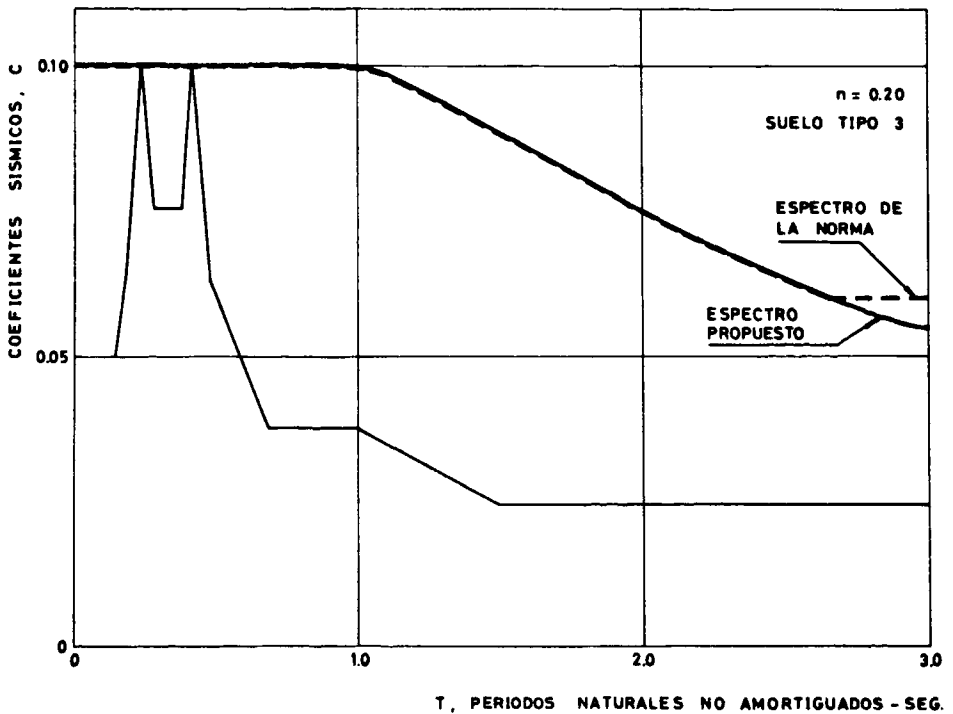


Fig. 16. Terremoto en el Centro, 30 de diciembre de 1934. Componente E-W.

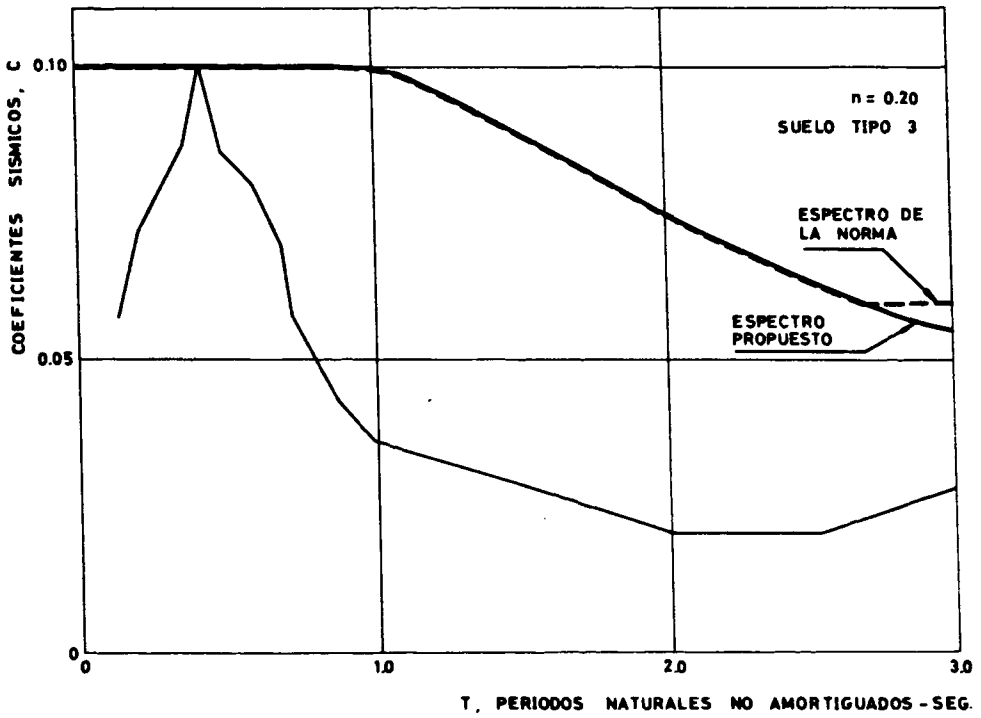


Fig. 17. Terremoto en el Centro, 18 de mayo de 1940. Componente N-S.

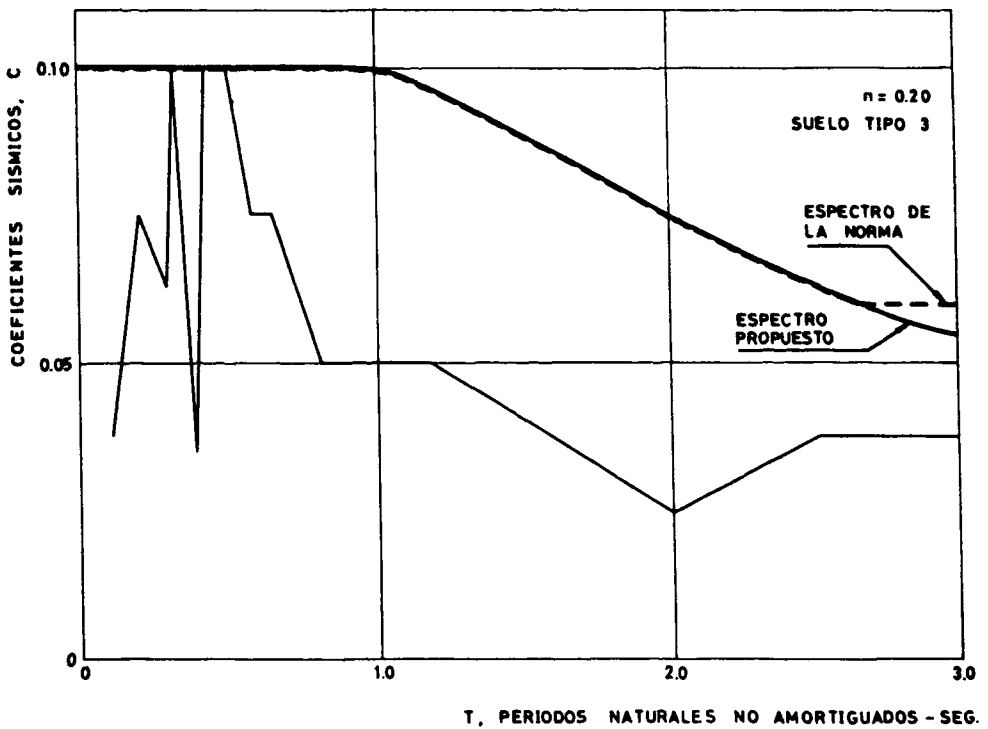


Fig. 18. Terremoto en el Centro, 18 de mayo de 1940. Componente N-S.

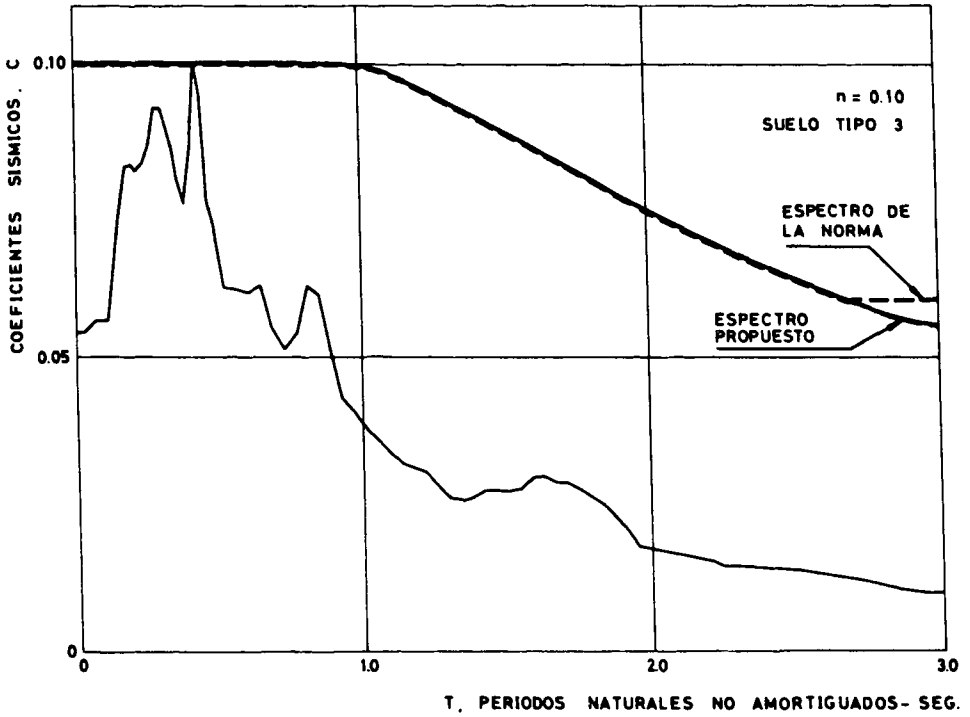


Fig. 19. Terremoto en Taft, 21 de julio de 1952. Componente S 69 E.

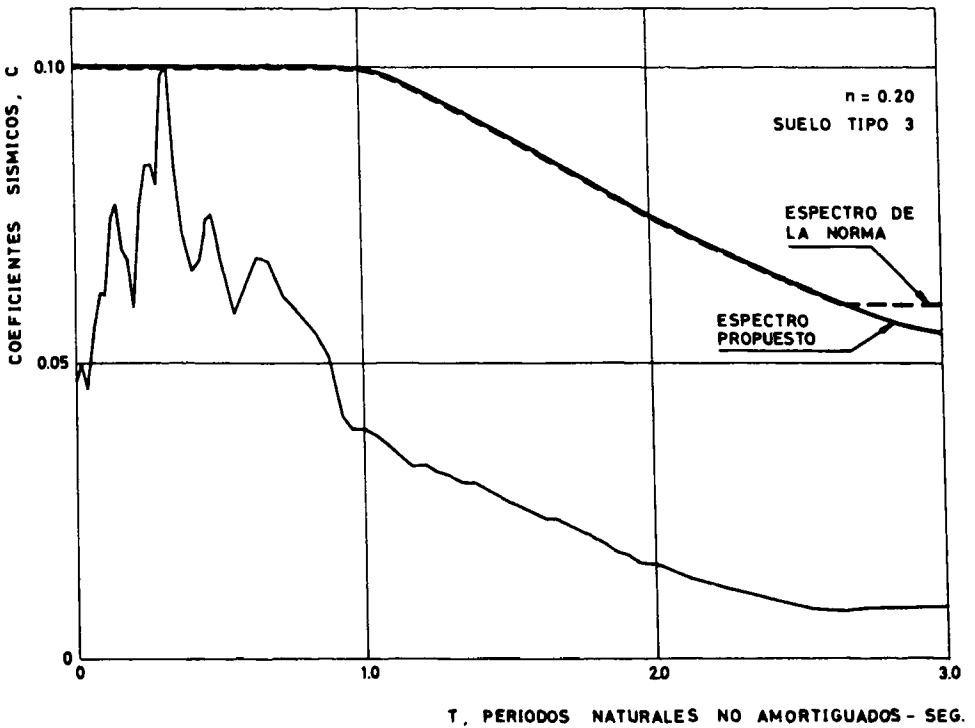


Fig. 20. Terremoto en Taft, 21 de julio de 1952. Componente N 21 E.