

**I
N
P
R
E
S**

PODER EJECUTIVO NACIONAL
MINISTERIO DE ECONOMIA
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCION SISMICA
REPUBLICA ARGENTINA

**DETERMINACION DE LOS
COEFICIENTES SISMICOS
ZONALES PARA LA
REPUBLICA ARGENTINA**

PUBLICACION
TECNICA N° 6

SAN JUAN septiembre de 1978



PODER EJECUTIVO NACIONAL
MINISTERIO DE ECONOMIA
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCION SISMICA
I N P R E S

DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES SISMICOS
ZONALES PARA LA REPUBLICA ARGENTINA

PUBLICACION TECNICA N° 6

San Juan, Septiembre de 1978.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
5800 S. UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

RECEIVED

APR 15 1964

PROF. J. H. GOLDSTEIN
UNIVERSITY OF CHICAGO
5800 S. UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

RECEIVED
APR 15 1964

I N D I C E

	Página
Resumen	1
1. Introducción	1
2. Estimación de las sollicitaciones	2
3. Estudio de la actividad sísmica	4
3.1. Análisis de los datos históricos	4
Tabla I - Terremotos destructivos más importantes ocurridos en la República Argentina	6
Figura I- Máximas Intensidades M.M. ocurridas en la Argentina hasta 1976.....	7
3.2. Análisis de los datos instrumentales.....	8
Figura 2- Curvas de la atenuación de la aceleración con la distancia, para diferentes magnitudes.....	10
4. Características del mapa de zonificación sísmica para uso en Ingeniería.....	12
Figura 3- Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de San Juan, Jujuy y Córdoba.....	13
Figura 4- Intensidades máximas más probables de ocurrir en 50 años en la Argentina....	15
Figura 5- Intensidades máximas más probables de ocurrir en 100 años en la Argentina...	16
5. Determinación de los coeficientes sísmicos zonales.....	17
Figura 6- Mapa de zonificación sísmica.....	18
Tabla II- Factores de reducción para espectros..	20
Tabla III- Cantidad de amortiguamiento para distintos sistemas constructivos.....	21

I N D I C E

	Página
6. Análisis de los resultados y conclusiones.....	22
Figura 7 - Coeficientes sísmicos máximos alcan- zados por el terremoto de San Juan del 23/11/1977.....	23
Figura 8 - Espectros de Respuesta de Acelera- ción Absoluta-Terremoto de San Juan- Argentina - 23/11/77-Componente Nor- te-Sur, Registro Edificio INPRES.....	25
Bibliografía.....	27

DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES SISMICOS ZONALES

PARA LA REPUBLICA ARGENTINA

Por: Ing. José L. ZAMARBIDE *

Ing. Juan Carlos CASTANO **

RESUMEN:

En este trabajo se describe el procedimiento desarrollado para la zonificación sísmica de la República Argentina, con el propósito de ser utilizada en el diseño de estructuras sismo-resistentes como así también la determinación de los coeficientes sísmicos correspondientes a cada zona. Todo ello teniendo en cuenta las intensidades máximas ocurridas y la frecuencia de ocurrencia de dichas intensidades.

1.- INTRODUCCION

A fin de diseñar las estructuras ubicadas en zonas sísmicamente activas, es necesario primeramente, determinar las fuerzas sísmicas de cálculo. Esas fuerzas deben representar los valores máximos más probables de ocurrir en la zona, en un cierto intervalo de tiempo que se aproxime a la vida útil de la obra.

* Jefe Departamento de Investigación - INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SISMICA - SAN JUAN - ARGENTINA.

** Jefe del Area Sismología - INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SISMICA - SAN JUAN - ARGENTINA.

Contrariamente a lo que ocurre con otro tipo de fuerzas, como las gravitatorias, que pueden determinarse con bastante aproximación, las sollicitaciones que los terremotos ocasionan sobre las estructuras son inciertas e impredecibles, ya que, dependerán de varios factores relativos al sismo, tales como la distancia epicentral, energía sísmica liberada, profundidad del foco sísmico, camino de propagación, duración del movimiento, frecuencias predominantes en las ondas sísmicas, etc., además de las características dinámicas propias de la estructura.

Ante tantas variables de, no solo incierta, sino de muy difícil predeterminación, el camino mas viable es proyectar sobre bases razonables, reconociendo la naturaleza errática de la causa sollicitante y tratando de dotar a la estructura de toda la reserva de capacidad posible para atender los requerimientos de los terremotos, de manera tal que ello no signifique un gran incremento en el costo de la construcción.

2.- ESTIMACION DE LAS SOLICITACIONES

Para calcular las estructuras ante el efecto sísmico se utilizan métodos estáticos y dinámicos, siendo los primeros los de uso mas difundido, debido a su simplicidad y al hecho que se adaptan perfectamente a las construcciones mas comunes, habiendo quedado comprobada su eficacia en ocasión de ocurrir numerosos terremotos destructivos. (4)

En construcciones de características especiales o que impliquen riesgos de mayor importancia, se recurre a métodos dinámicos, ya sea utilizando los espectros de respuesta o rea

lizando la integración numérica de la ecuación del movimiento basándose en acelerogramas de sismos ocurridos en la zona.

En el método estático se reemplaza el efecto que el sismo produce en las estructuras que es de naturaleza eminentemente dinámica, por un conjunto de fuerzas equivalentes, estáticamente aplicadas en los baricentros de las masas y con valores que se pretende representen a las máximas sollicitaciones que los terremotos puedan originar en la construcción.

La fuerza estática equivalente al efecto sísmico se determina, comúnmente por:

$$F_s = CQ$$

donde:

C = Coeficiente sísmico de cálculo

Q = Carga total actuante en el elemento considerado (peso propio + un porcentaje de la sobrecarga)

Dicho coeficiente sísmico representa la relación entre la fuerza sísmica máxima mas probable de afectar a la estructura y el peso de la misma o de la parte de ella que se considere, siendo su valor función de varios factores, entre ellos: la sismicidad de la zona, la naturaleza del terreno de fundación, las características dinámicas de la estructura, su capacidad de absorción de energía, etc.

Según las normas vigentes en la República Argentina su valor se determina como el producto de diversos coeficientes, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$C = C_o \cdot \gamma_e \cdot \gamma_d \cdot S$$

siendo:

C_o = Coeficiente sísmico zonal.

γ_e = Coeficiente de clasificación según la estructura que tiene implícitamente en cuenta su capacidad de absorción de energía.

γ_d = Coeficiente de destino o de importancia de la obra.

S = Coeficiente que tiene en cuenta la naturaleza del suelo de fundación y las características dinámicas de la estructura, contempladas según su período de vibración.

El coeficiente sísmico zonal C_o , considera los niveles de actividad sísmica de las distintas zonas en que se divide el país para tal fin. Para su determinación se consideran los mayores valores del movimiento del suelo probables de ocurrir en cada zona, en un determinado lapso, en base a estudios de la información histórica e instrumental que se pueda reunir, como se detalla en los puntos siguientes:

3.- ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD SISMICA

Con el objeto de zonificar el país desde el punto de vista de la peligrosidad sísmica, se analizó la información histórica y los registros instrumentales existentes. (1)

3.1. ANALISIS DE LOS DATOS HISTORICOS

La República Argentina por su gran extensión y por la escasa densidad de población del área afectada por terremotos,

no posee una historia sísmica completa, sino que, por el contrario, los datos existentes son fragmentados y muchas veces parciales. Sin embargo se ha podido recopilar en este trabajo la información necesaria para el análisis de la distribución de intensidades de los terremotos históricos más importantes ocurridos en este país. Además, el hecho de que la Argentina limite geográficamente con la República de Chile, hace necesario considerar algunos sismos destructivos con epicentro en dicho país, que han tenido algunos efectos del lado argentino.

En la Tabla I se presenta un listado de los terremotos destructivos ocurridos en la Argentina, que han producido daños equivalentes a intensidades M.M. VII o mayores.

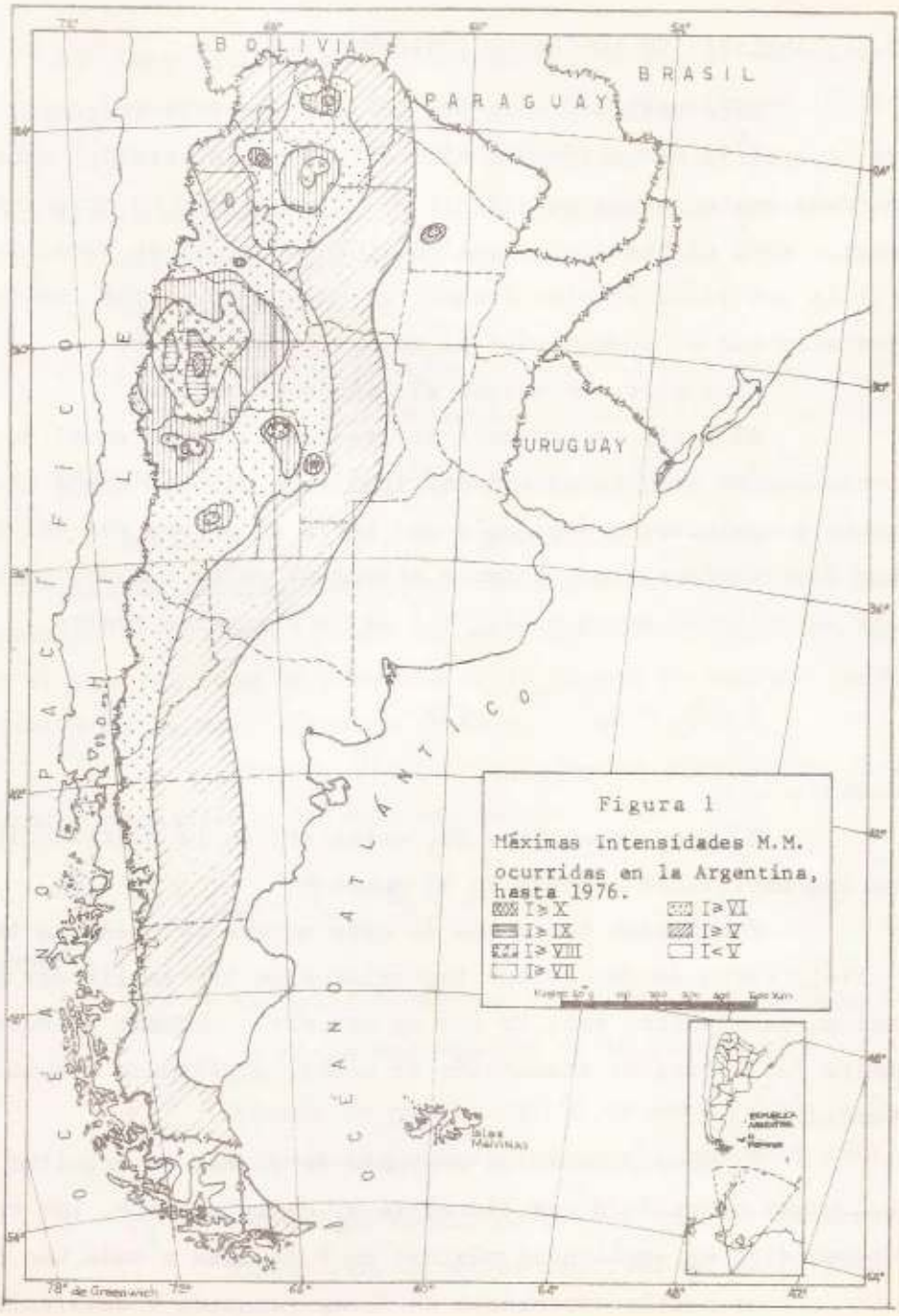
Los datos referidos a la ubicación del epicentro y magnitud, se han estimado en muchos de ellos, teniendo en cuenta la extensión del área de mayores daños y comparando los efectos con los ocasionados por otros sismos de parámetros conocidos.

En el trabajo citado en referencia (1) se analizan detalladamente las características de cada uno de los terremotos que figuran en Tabla I, habiéndose trazado las curvas isosistas correspondientes.

De la superposición de tales curvas y considerando solamente los valores máximos ocurridos en cada punto del territorio nacional, se obtuvo el mapa de intensidades máximas ocurridas en la República Argentina hasta 1976, el cual se muestra en la figura 1.

T A B L A ITERREMOTOS DESTRUCTIVOS MAS IMPORTANTES OCURRIDOS EN LA
REPUBLICA ARGENTINA

FECHA	UBICACION			M	DENOMINACION	I (MM) MAXIMA
	LAT.	LONG.	H			
13- 9-1692	25.3	64.8	-	7.3	Talavera (Salta)	VIII
22- 5-1782	32.7	69.2	-	6.5	Santa Rita(Mendoza)	VII
18-10-1844	24.8	64.7	-	6.5	Salta	VII
20- 3-1861	32.9	68.9	30	7.0	Mendoza	X
22-10-1871	23.2	64.5	-	6.5	Orán (Salta)	VIII
27-10-1894	30.5	68.4	30	8.2	Argentino	X
12- 8-1903	32.1	69.1	70	6.3	Mendoza	VII
26- 7-1917	32.3	68.9	-	6.5	Mendoza	VII
17-12-1920	32.7	68.4	40	6.3	Costa de Araujo (Mendoza)	VIII
14- 4-1927	32.4	69.3	60	7.4	Mendoza	VIII
30- 5-1929	34.9	68.0	40	6.5	Sur Mendocino (Mendoza)	VII
24-12-1930	24.7	66.3	30	6.0	La Poma (Salta)	VIII
11- 6-1934	33.7	64.5	30	6.0	Sampacho (Córdoba)	VIII
22- 5-1936	32.5	65.9	40	6.2	San Francisco (San Luis)	VIII
3- 7-1941	31.7	67.9	70	6.7	Caucete (San Juan)	VII
15- 1-1944	31.4	68.4	30	7.8	San Juan	IX
25- 8-1948	24.9	64.8	50	7.0	Salta	VIII
18-12-1949	54.1	70.5	30	7.8	Tierra del Fuego	VII
11- 6-1952	31.7	68.9	30	7.0	La Rinconada (San Juan)	VIII
24-10-1957	28.9	68.0	37	6.0	Villa Castelli (La Rioja)	VII
12- 5-1959	23.2	64.7	100	6.8	San Andrés(Salta)	VII
21-10-1966	27.8	67.5	30	5.0	Belén (Catamarca)	VII
19-11-1973	24.8	64.6	40	6.1	Salta	VII
17- 8-1974	23.3	64.4	30	5.0	Orán (Salta)	VII
23-11-1977	31.3	67.7	40	7.4	Caucete(San Juan)	IX



3.2. ANALISIS DE LOS DATOS INSTRUMENTALES

Este análisis consiste en determinar la frecuencia de ocurrencia de amplitudes máximas del movimiento del suelo, en cada punto de una cuadrícula de un grado por un grado referida a todo el territorio nacional, de modo tal de poder inferir la actividad sísmica futura, en base a los datos instrumentales que se poseen para el intervalo 1920-1976.

Para ello, se adopta el siguiente modelo:

Si $N(A)_P$ representa la frecuencia media anual de ocurrencia de amplitudes máximas iguales o mayores que A en un punto P cualquiera, debidas a una serie de sismos con epicentro distribuidos erráticamente alrededor de P , podemos expresar la relación entre $N(A)_P$ y A de la siguiente manera:

$$N(A)_P = C_P A^{-\alpha_P} \quad (1)$$

siendo:

C_P y α_P constantes que caracterizan la distribución de las amplitudes máximas en el punto P .

Planteadas las cosas de esta manera se presenta la difícil tarea de determinar los valores de las amplitudes máximas en cada punto, para lo que es necesario obtener primeramente las curvas de atenuación de dichas amplitudes con la distancia.

Si consideramos un conjunto de sismos de magnitud M_i que hayan ocurrido a una distancia R_i de un punto P , las correspondientes amplitudes máximas en P debidas a cada uno de esos sismos podrán expresarse en forma resumida y desprecian-

do ciertos parámetros como:

$$A_{Pi} = F (M_i, R_i)$$

En el presente trabajo se han considerado las amplitudes de las aceleraciones horizontales máximas debidas a sismos, por lo que en adelante A_P representará aceleración máxima en el punto P.

A efectos de determinar la función de atenuación de las aceleraciones máximas con la distancia, se estudiaron las distribuciones de intensidades sísmicas para cada uno de los terremotos destructivos ocurridos en la Argentina y se correlacionaron los valores obtenidos con los pocos datos de acelerogramas que se poseen. De esta forma se obtuvieron las curvas de variación de la intensidad Mercalli con la distancia para terremotos argentinos de distintas magnitudes. Estas curvas se obtuvieron considerando las distancias promedio para cada grado de intensidad y para cada sismo. Luego se convirtieron los valores de estas intensidades en aceleraciones máximas por medio de la relación:

$$\log A = \frac{I}{3} - 1,5$$

obteniéndose de esta manera una serie de curvas de atenuación de aceleraciones con la distancia, las que se muestran en la figura 2 y que pueden aproximarse por medio de la siguiente expresión experimental:

$$A_P = 115. e^{0.7 M} (R + 4 M)^{-1,6} \quad (2)$$

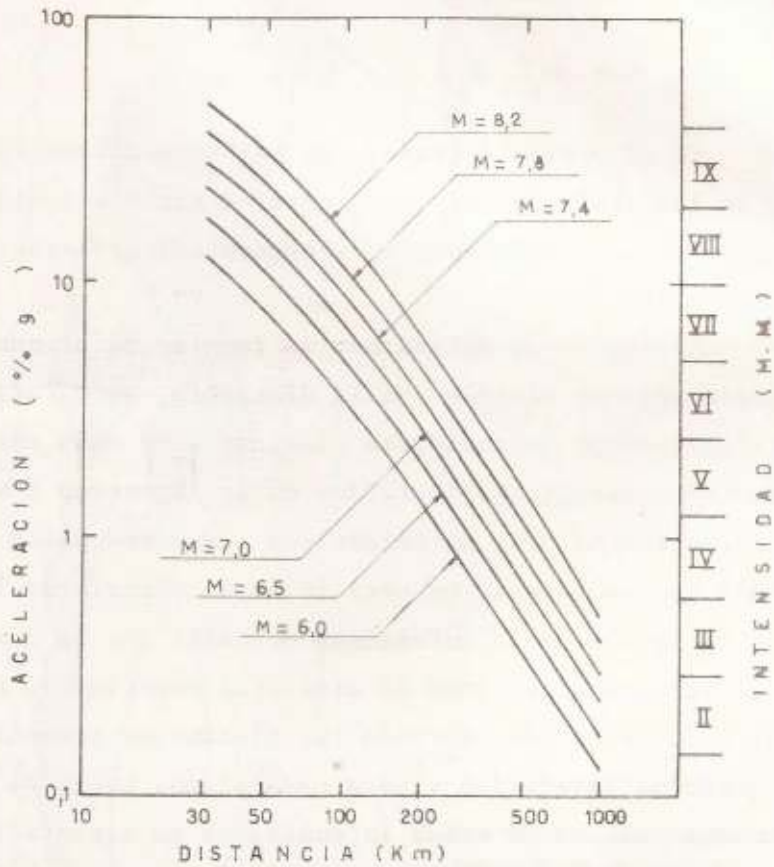


Figura 2: Curvas de la atenuación de la aceleración con la distancia, para diferentes magnitudes.

siendo A_p la máxima aceleración horizontal producida en un punto P , ubicado en suelo firme, por un sismo de magnitud M , cuya distancia hipocentral desde P es igual a R . Si R se expresa en kilómetros, A_p estará dado en por ciento de la aceleración de la gravedad.

Si asumimos que las aceleraciones máximas en un punto son independientes unas de otras y que pueden representarse en conjunto por una distribución de Poisson; la probabilidad de que ocurran un número n de aceleraciones en un intervalo de tiempo t , en un punto P , estará dada por:

$$P(n, \lambda t) = \frac{(\lambda t)^n \cdot e^{-\lambda t}}{n!}$$

siendo λ la frecuencia media anual de ocurrencia de esas aceleraciones.

Definiendo al riesgo sísmico en un punto, $R(T)_p$ ($A \geq A_0$), como la probabilidad de que ocurra por lo menos una aceleración A en dicho punto, igual o superior a una aceleración mínima A_0 , en un intervalo de riesgo T , éste se podrá calcular por la relación:

$$R(T)_p (A \geq A_0) = 1 - e^{-(N(A)_p \cdot T)} \quad (3)$$

una vez conocido el valor de N en dicho punto.

Dadas las coordenadas hipocentrales de un punto cualquiera, si aplicamos la relación (2) para cada uno de los sismos ocurridos en el intervalo considerado, obtendremos los valores de aceleraciones máximas registradas en dicho punto du-

rante ese lapso de tiempo. Ajustando tales valores por medio de (1) se obtendrán las constantes C_p y α_p características de ese punto. Teniendo en cuenta que la lista de sismos correspondientes al período estudiado no está completa, especialmente para magnitudes manores de cinco, se eliminaron todas aquellas aceleraciones máximas inferiores a 0,5 por ciento de la aceleración de la gravedad, que corresponden a intensidades iguales a III Mercalli. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos para algunos de los emplazamientos de ciudades ubicadas en la zona sísmicamente activa del territorio nacional.

Aplicando el mismo criterio en cada uno de los puntos de la cuadrícula en que se dividió el país, se podrán conocer los $C_p(i)$ y $\alpha_p(i)$ respectivos y en consecuencia será posible calcular las aceleraciones máximas mas probables de ocurrir en distintos intervalos de riesgo, o los período medios de retorno de una cierta aceleración, o el riesgo sísmico expresado en por ciento, para una dada aceleración y un lapso de tiempo fijo, en cada punto.

En las figuras 4 y 5 se muestran las curvas de aceleraciones máximas mas probables de ocurrir en la República Argentina para intervalos de tiempo de 50 y 100 años respectivamente, expresadas como intensidades máximas en la escala Mercalli Modificada.

4.- CARACTERISTICAS DEL MAPA DE ZONIFICACION SISMICA PARA USO EN INGENIERIA

Los mapas resultantes de los estudios detallados en

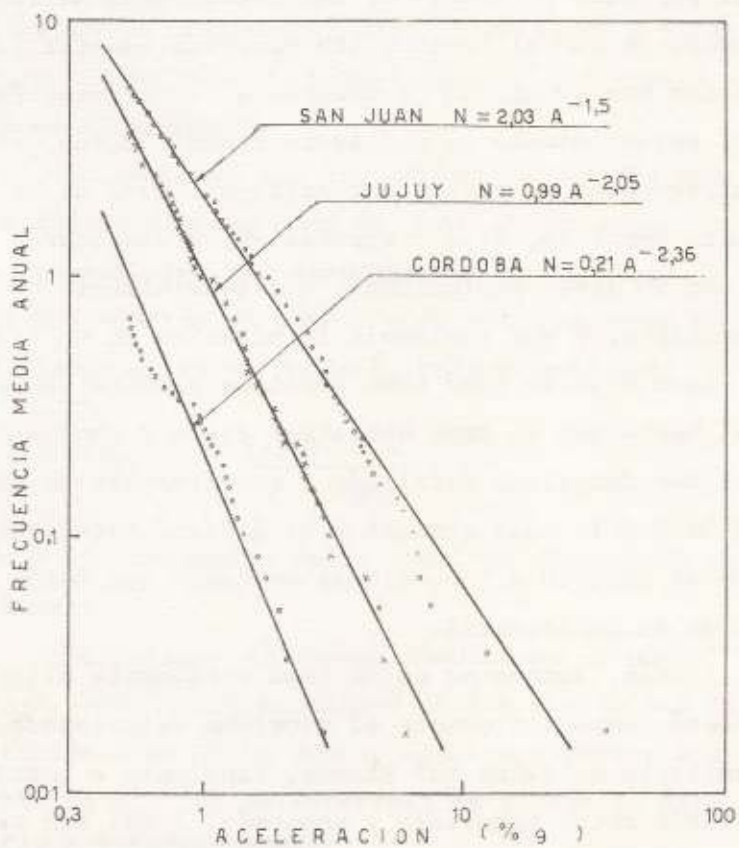


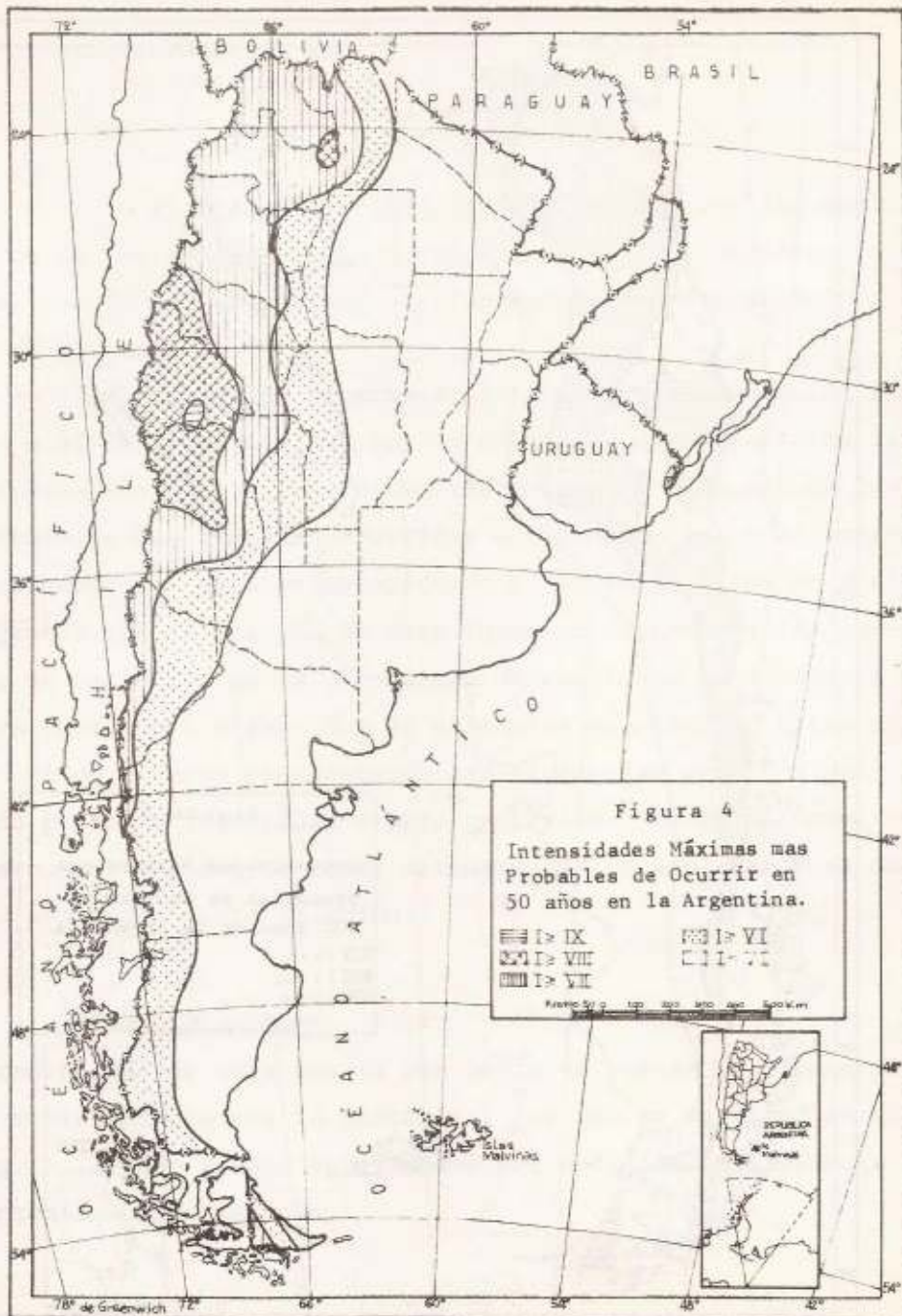
Figura 3: Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de San Juan, Jujuy y Córdoba.

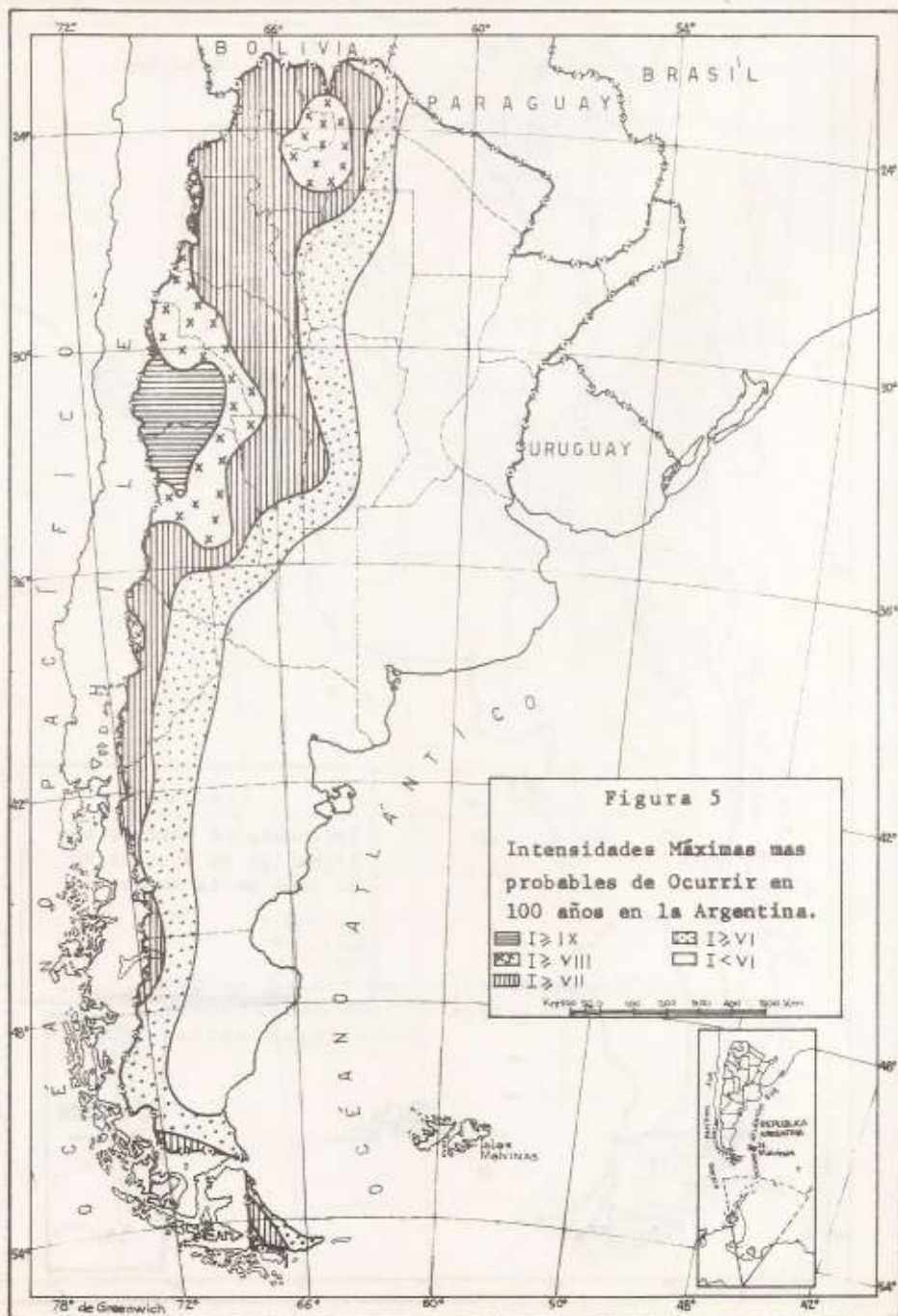
los párrafos anteriores no son, en general, directamente aplicables al proyecto y cálculo de las estructuras antisísmicas mas comunes, ya que el proyectista necesita adoptar las fuerzas sísmicas mas probables de afectar a las mismas. Para satisfacer tal requerimiento es necesario resumir todos los estudios realizados en un mapa que constituya, para el usuario, un instrumento sencillo, útil y expeditivo, y que además esté de acuerdo con su nivel profesional, que generalmente no es el de un especialista, y que contemple la mecánica de su trabajo.

Para ello se tomó como punto de partida en su elaboración el hecho que el mapa debía ser claro y consistente, evitando que sea demasiado detallado o que presente un exceso de información que lo haga confuso y de difícil interpretación, obligando al usuario a incursionar en temas que están mas allá del área de su competencia.

Además, aunque no es un tema totalmente dilucidado, se consideró convenientemente el problema relacionado con el nivel admisible de daños por sismos, tendiente a lograr un justo equilibrio entre seguridad y economía. A tal fin se tuvieron en cuenta fundamentalmente los siguientes factores:

- a)- Historia sísmica de nuestro país a través del mapa de aceleraciones máximas ocurridas hasta 1976 (figura 1).
- b)- Frecuencia media de ocurrencia de sismos representada por las curvas de aceleraciones máximas mas probables de ocurrir en 50 y 100 años (figura 4 y 5).





- c)- Características geológicas estructurales del país contempladas en los mapas de distribución de fallas vinculadas con las zonas sísmicas del país.
- d)- La ubicación y densidad de población de las localidades mas importantes de la zona sujeta a movimientos sísmicos.
- e)- Las características de los materiales y sistemas constructivos de uso predominante en nuestro país.

5.- DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES SISMICOS ZONALES

Teniendo en cuenta lo expuesto en el punto anterior y combinando adecuadamente los resultados obtenidos precedentemente, se elaboró el mapa de zonificación sísmica para uso en ingeniería, que se presenta en la figura 6, con sus respectivos coeficientes sísmicos zonales.

Los valores de dichos coeficientes sísmicos se determinaron mediante la fórmula siguiente:

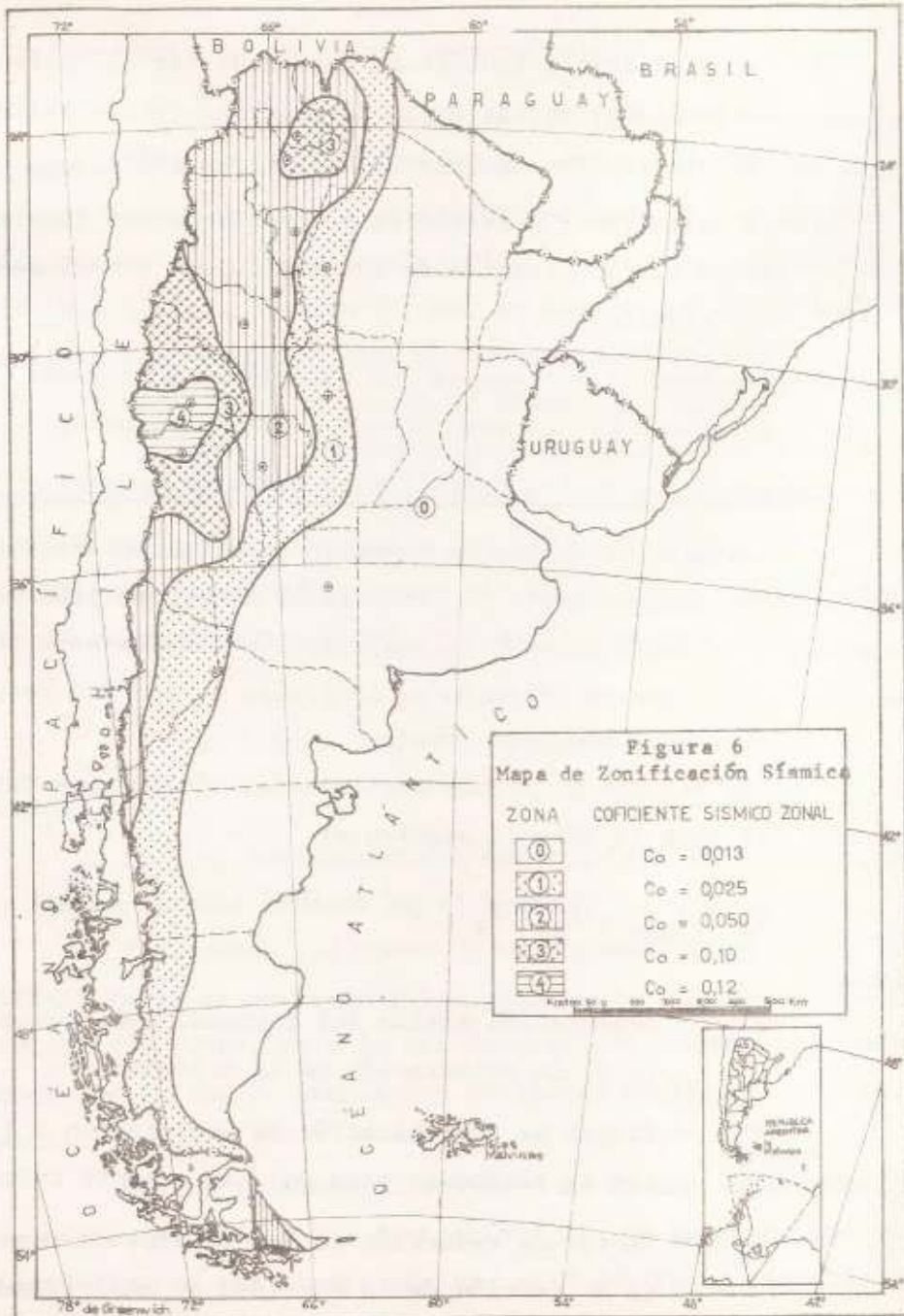
$$C_o = A_{\text{máx}} \cdot F_a \cdot F_R \cdot \mu^{-1} \quad (4)$$

donde:

$A_{\text{máx}}$ = Aceleración máxima del terreno, como porcentaje de la aceleración de la gravedad.

F_A = Factor de amplificación de aceleración o factor de respuesta para amortiguamiento nulo.

F_R = Factor de reducción de los valores de respuesta en función de la cantidad de amortiguamiento.



μ = Coeficiente de ductilidad expresado como el co
ciente entre la máxima deformación alcanzada
antes de la falla del material y la deformación
correspondiente al límite de fluencia.

El factor F_A se tomó igual a 6,4 (2). El factor de
reducción F_R , en función de la cantidad de amortiguamiento de
la estructura (en % del crítico), se indica en la Tabla II.
Asimismo en la Tabla III se indican los porcentajes de amorti
guamiento promedio que poseen los distintos sistemas construc
tivos.

Dado las características de las construcciones pre-
dominantes en nuestro país se adoptó el F_R correspondiente a
un amortiguamiento del 7%, o sea $F_R = 0,3$. Para otras estruc-
turas con características distintas a las apuntadas, se puede
seleccionar en base a las Tablas III y II, el $F_R(x)$ correspon-
diente a modificar C de la siguiente forma:

$$C_{(x)} = C \cdot \frac{F_{R(x)}}{0,3}$$

$F_{R(x)}$ = Factor de reducción para un amortiguamiento
de x% del crítico.

$C_{(x)}$ = Coeficiente sísmico de cálculo correspondien-
te al amortiguamiento x.

Para este estudio se adoptó un coeficiente de ducti-
lidad, $\mu = 4$, que es el valor promedio más probable de alcan-
zar en las construcciones que constituyen el tipo predominan-
te en nuestro país, siempre que se construyan respetando las

T A B L A II

FACTORES DE REDUCCION PARA ESPECTROS

CANTIDAD DE AMORTIGUACION (en por ciento)*	FACTORES DE REDUCCION DE ESPECTRO		
	ACELERACION	VELOCIDAD	DESPLAZAMIENTO
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.91	0.90	0.88
1	0.81	0.80	0.80
2	0.67	0.70	0.72
5	0.41	0.48	0.56
7	0.30	0.38	0.48
10	0.23	0.33	0.44
15	0.20	0.30	0.41
20	0.19	0.28	0.40

T A B L A IIICANTIDAD DE AMORTIGUAMIENTO PARA DISTINTOSSISTEMAS CONSTRUCTIVOS

DESCRIPCION DEL TIPO DE CONSTRUCCION	RELAC.DE AMORTIG. P/ESTRUCTURAS EN %
Estructura de acero con nudos soldados y paredes interiores y exteriores flexibles y livianas.	2
Estructura de acero con nudos soldados o abulonados con paredes exteriores pesadas e interiores normales.	5
Estructuras de acero con nudos soldados o abulonados con tabiques de hormigón resistentes a esfuerzos horizontales.	7
Estructuras aporticadas dúctiles de hormigón con paredes exteriores livianas e interiores normales.	5
Estructuras aporticadas dúctiles de hormigón con paredes exteriores pesadas e interiores normales.	7
Estructuras aporticadas de hormigón con paredes de hormigón o mampostería resistente a esfuerzos horizontales.	10
Construcciones con paredes de hormigón y/o mampostería resistente a esfuerzos horizontales.	10
Estructura aporticada de madera	15
Todas las demás	5

normas relativas a la calidad de los materiales y al refuerzo o armado de los distintos elementos estructurales y sobretodo a la cuidadosa ejecución y confinamiento de los nudos de la estructura.

Para otros tipos estructurales distintos de los mencionados, se tiene implícitamente en cuenta la posible variación de μ , a través del coeficiente γ definido en el punto 2.

6.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como puede observarse en el mapa de la figura 6, la República Argentina queda dividida en cinco zonas a los efectos de la aplicación de las normas para construcciones sismo-resistentes. La zona 4, a la cual corresponde el mayor coeficiente sísmico zonal, abarca parte de las Provincias de San Juan y Mendoza, incluídas sus capitales. Esto está de acuerdo con los antecedentes sísmicos del lugar, ya que, como puede apreciarse en Tabla I, esta región ha sido afectada por varios terremotos destructivos.

La zona 3 encierra el resto de la Provincia de San Juan y parte de las Provincias de Mendoza, San Luis, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy. De esta región debemos destacar que las ciudades capitales de las Provincias de Salta y Jujuy quedan incluídas en esta zona al igual que la mayoría de las ciudades mas importantes de la Provincia de Mendoza.

La zona 2 abarca una extensa área del territorio nacional que incluye las ciudades de San Miguel de Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Luis y San Carlos de Bariloche, quedando en la zona 1 como ciudades mas importantes las de Córdoba, San-

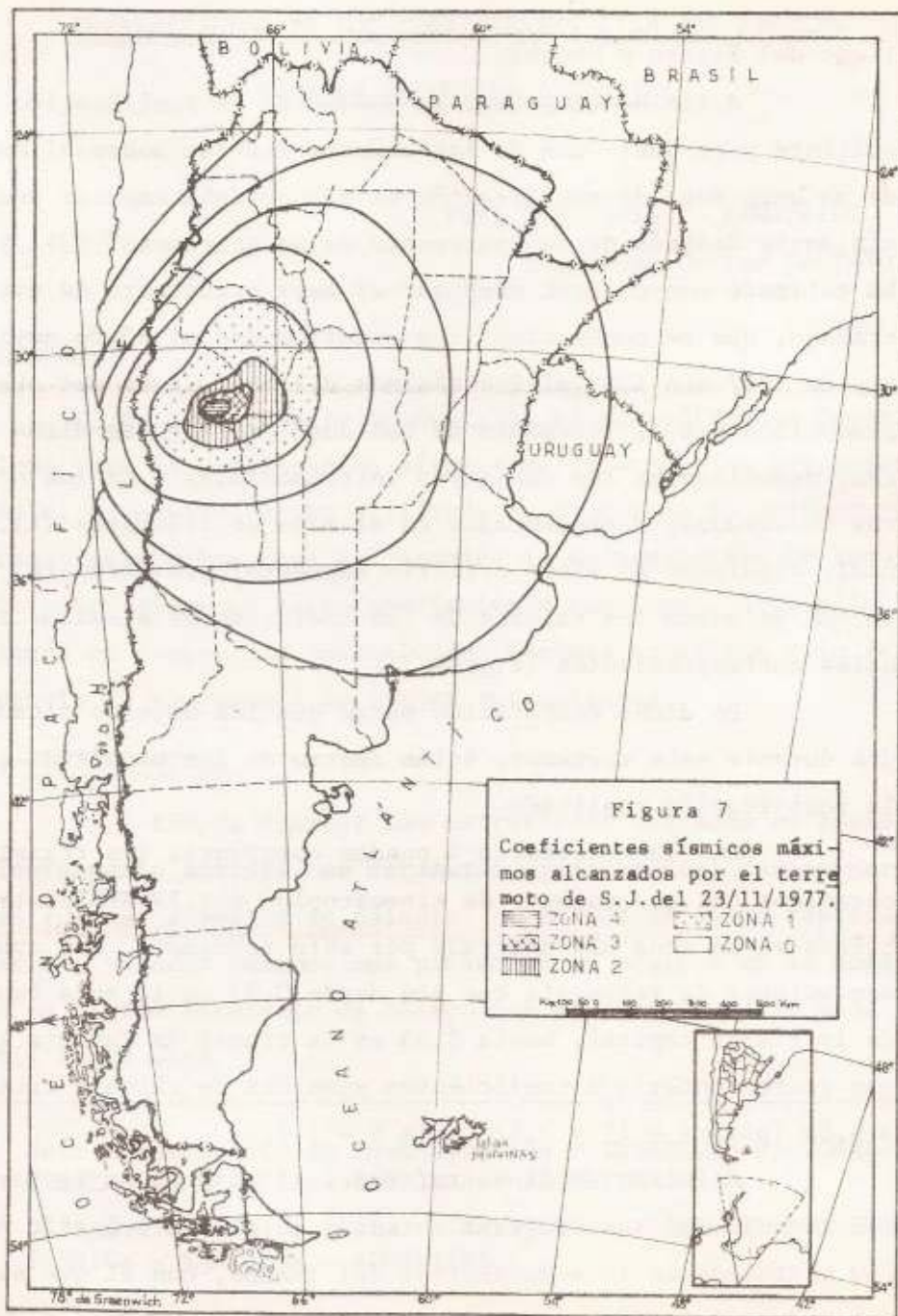


Figura 7
Coeficientes sísmicos máximos alcanzados por el terremoto de S.J. del 23/11/1977.

[Horizontal lines]	ZONA 4	[Dotted pattern]	ZONA 1
[Diagonal lines]	ZONA 3	[White box]	ZONA 0
[Vertical lines]	ZONA 2		

0 100 200 300 400 500 Km

tiago del Estero y Neuquén.

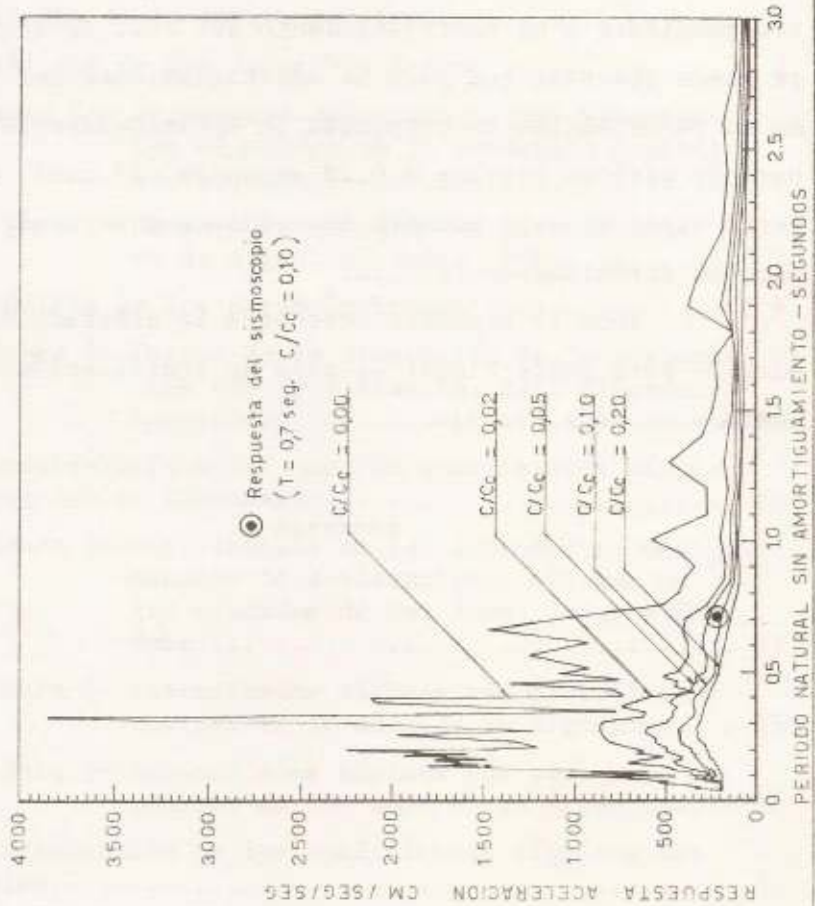
A fin de comprobar la bondad de la zonificación resultante y ya que: "una de las características sobresalientes de un buen mapa de zonificación es que no debe cambiar sustancialmente después de la ocurrencia de un terremoto" (3), se ha estimado conveniente comparar el mapa resultante de este trabajo, que se confeccionó con anterioridad al 23 de noviembre de 1977 con los valores máximos del movimiento del suelo producidos por el Terremoto de San Juan ocurrido en dicha fecha, deducidos de los registros instrumentales y de los efectos observados, representados en el mapa de isosistas (4), al cual, siguiendo el mismo criterio expuesto anteriormente, se le han asignado los valores de los coeficientes sísmicos zonales correspondientes (figura 7).

De dicha comparación surge que los niveles alcanzados durante este terremoto están dentro de los previstos en la zonificación realizada.

En la referencia 4 pueden observarse los registros obtenidos con un conjunto de sismoscopios del INPRES distribuidos en la zona más afectada por este terremoto, que exhiben valores de respuesta que van desde 0,23 en la zona oeste de la ciudad capital, hasta 0,55 en la ciudad de Caucete lo que correspondería a coeficientes sísmicos de cálculo iguales a 0,06 (para $s = 1$) y 0,12 (para $S = 1,2$).

Asimismo en dicha referencia 4 se muestra la parte más intensa del acelerograma obtenido en el acelerógrafo AR-240 instalado en la sede central del INPRES, con el que se midió una aceleración máxima de aproximadamente 0,19 de g en

Figura 8: Espectro de Respuesta de Aceleración Absoluta
Terremoto de San Juan - Argentina - 23/11/77
Componente Norte-Sur, Registro Edificio INPRES



sus componentes Norte-Sur y Este-Oeste. En la figura 8 de este trabajo se presenta el espectro de aceleraciones de la componente Norte-Sur, en la cual se incluye el punto correspondiente a la respuesta del sismoscopio ubicado en el mismo lugar, que como se ve coincide bastante bien con la curva correspondiente a un amortiguamiento del 10%. En dicho espectro se puede observar que para un amortiguamiento del 7% se obtiene un valor máximo de respuesta de aproximadamente 0,5 de g, para un período cercano a 0,28 segundos, lo cual, con el criterio usado en este estudio nos conduce a un coeficiente sísmico de aproximadamente 0,12.

Todo lo expuesto corrobora lo acertado del criterio elegido para confeccionar el mapa de zonificación sísmica presentado en este trabajo.

B I B L I O G R A F I A

- 1 - CASTANO, Juan C.: "Zonificación Sísmica de la República Argentina" - Primera Reunión de A.I.L.A.G. - Caracas - Venezuela - noviembre de 1977.
- 2 - NEWMARK, N.M. and HALL, W.J.: "Seismic Design criteria for nuclear reactor facilities" - IV WCEE, Santiago de Chile - 1969.
- 3 - HOUSNER, G.W. and JENNINGS, L.C.: "Problems in seismic zoning" - V WCEE, Roma - Italia - 1973.
- 4 - INPRES: "El terremoto de San Juan del 23 de noviembre de 1977" - Informe Preliminar - San Juan - Argentina - diciembre de 1977.
- 5 - TEZCAN, S.S.: "Earthquake Design Formula Considering Local Soil Conditions" - Journal of the S.D., ASCE - september, 1971.
- 6 - ROJAHN, C.; PERES, V.; ZAMARBIDE, J.L.; CASTANO, J.C.: "An Analysis of Strong Motion Records from the november 23, 1977 San Juan, Argentina. Earthquake and december 6, 1977 Aftershock" - 73th Annual Meeting of the Seismological Society of America - Sparks, Nevada, USA- 6 - 8 april 1978.
- 7 - SRIVASTAVA, L.S.: "Seismic Zoning in India" - Earthquake Engineering. Editel by A.S. Srya. India, 1974.

En toda reproducción total o parcial de los artículos contenidos en esta publicación deberá citarse su procedencia y enviar copia al INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SISMICA-INPRES

Supervisión: Agrim. Raúl O. MALBERTI.

Impresión y compaginación: Hugo F. TERAGNI.

Dactilógrafa: Carmen del P. LOBOS DE DIAZ.



