

**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

**ZONIFICACION SISMICA
DE LA
REPUBLICA ARGENTINA**

PUBLICACION
TECNICA N° 5

SAN JUAN, Noviembre de 1977
2da. Edición

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

PUBLICACION TECNICA N° 5

ROGER BALET N° 47 (Norte) - SAN JUAN - REPUBLICA ARGENTINA

Este trabajo fue presentado en el Primer Congreso Ibero Latinoamericano de Geofísica, realizado en Caracas - Venezuela del 19 al 23 de Noviembre de 1977.

ZONIFICACION SISMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Por: Ing. Juan C. Castano *

RESUMEN:

En este trabajo se analiza la distribución de la actividad sísmica en la República Argentina desde dos puntos de vista: el estudio detallado de los terremotos destructivos a partir de la información histórica recopilada y el análisis probalístico de los datos instrumentales existentes para el período 1920-1976, teniendo como objetivo principal establecer por medio de una zonificación adecuada los diferentes grados de peligrosidad sísmica del territorio nacional.

En la primera parte se han trazado las curvas isosistas de los sismos cuyas intensidades máximas fueron iguales o superiores a VII de la escala de Mercalli Modificada, para luego superponer los resultados y obtener un mapa de máximas intensidades ocurridas en el país.

En la segunda parte se estudia la distribución de las aceleraciones máximas producidas punto a punto por cada uno de los sismos ocurridos en el período 1920-1976, cuyos pa

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

Profesor Titular - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN - SAN JUAN - ARGENTINA.

rámetros fundamentales son conocidos. De esta manera se determinan los valores de las constantes que caracterizan la relación entre frecuencia media y aceleración máxima para cada punto.

Finalmente se obtiene, a partir de estos resultados, un mapa de intensidades máximas (aceleraciones) más probables de producirse en el país en un intervalo de cien años, el cual es menos conservador que el anterior, ya que, en cierta forma, tiene en cuenta la frecuencia de ocurrencia de los sismos destructivos.

INTRODUCCION

Distintas ciudades de la República Argentina han sufrido las consecuencias de terremotos destructivos que han producido grandes daños materiales y en algunos casos, numerosas víctimas. El sismo de San Juan, del 15 de enero de 1944, constituye sólo un eslabón más en una cadena de eventos de esta naturaleza que han castigado principalmente a las provincias de Mendoza, San Juan y Salta.

Si se analizan los efectos producidos por estos terremotos, se puede caer en el error de no darle al problema sísmico argentino la importancia que le corresponde, ya que, si bien el número total de víctimas fatales producidas por sismos no supera 25.000, se debe tener en cuenta una serie de factores que en conjunto muestran la situación real, y que pueden resumirse de la siguiente manera:

1º- El terremoto más destructivo que afectó a la ciudad de Mendoza produjo la muerte de solamente ocho mil personas, pe

ro ocurrió en el año 1861 cuando dicha ciudad contaba con trece mil habitantes. Actualmente el conglomerado urbano de Mendoza cuenta con más de 600.000 habitantes.

- 2°- El terremoto más intenso del norte argentino se registró en el año 1692, cuando las capitales de Salta y Tucumán recién habían sido fundadas. La ciudad de Salta tiene ahora 200.000 habitantes, y la de Tucumán supera los 400.000, existiendo numerosas poblaciones entre ambas.
- 3°- El terremoto de mayor magnitud ocurrido en el país se produjo en el año 1894, ubicándose su epicentro en una zona completamente despoblada. Sin embargo produjo cuantiosos daños en las ciudades de San Juan y La Rioja que tenían aproximadamente 30.000 y 15.000 habitantes respectivamente, afectando, además, la edificación de una extensa área que incluyó a ciudades tan importantes como Córdoba, cuya población no sobrepasaba los 150.000 habitantes. Estas tres ciudades cuentan actualmente con 200.000, 80.000 y 750.000 personas.
- 4°- Un alto porcentaje de los sismos destructivos han afectado a zonas rurales de muy escasa densidad de población y caracterizadas por la ausencia casi completa de edificios altamente habitados.
- 5°- Gran parte de las obras de infraestructura económica, que hacen al desarrollo del país, tales como complejos hidroeléctricos, centrales nucleares, oleoductos, etc., están construídas o proyectadas en las regiones de alto nivel

de sismicidad del territorio nacional.

Estas son algunas consideraciones, a tener en cuenta, para comprender que el problema sísmico es una realidad que puede afectarnos en cualquier momento con consecuencias imposibles de predecir. Es por ello que las construcciones ubicadas en esta región deben estar protegidas por los factores de seguridad que sean necesarios. Pero como la seguridad debe compatibilizarse con la economía, es necesario conocer con el más alto grado de precisión posible el nivel de peligrosidad sísmica potencial de cada zona. Por tal razón se estudiaron todos los antecedentes existentes para poder zonificar el país desde este punto de vista.

ANALISIS DE LA INFORMACION HISTORICA

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 que la Argentina limita geográficamente con la República de Chile hace necesario considerar algunos terremotos destructivos con epicentro en dicho país que han tenido algunos efectos del lado argentino.

En la Tabla 1 se presenta un listado de los terremotos destructivos ocurridos en la Argentina, que han producido daños equivalentes a intensidades M.M.VIII o mayores.

En los mapas de las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran las curvas isosistas correspondientes a la mayoría de estos sismos, analizados a partir de la información escrita recopilada.

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.

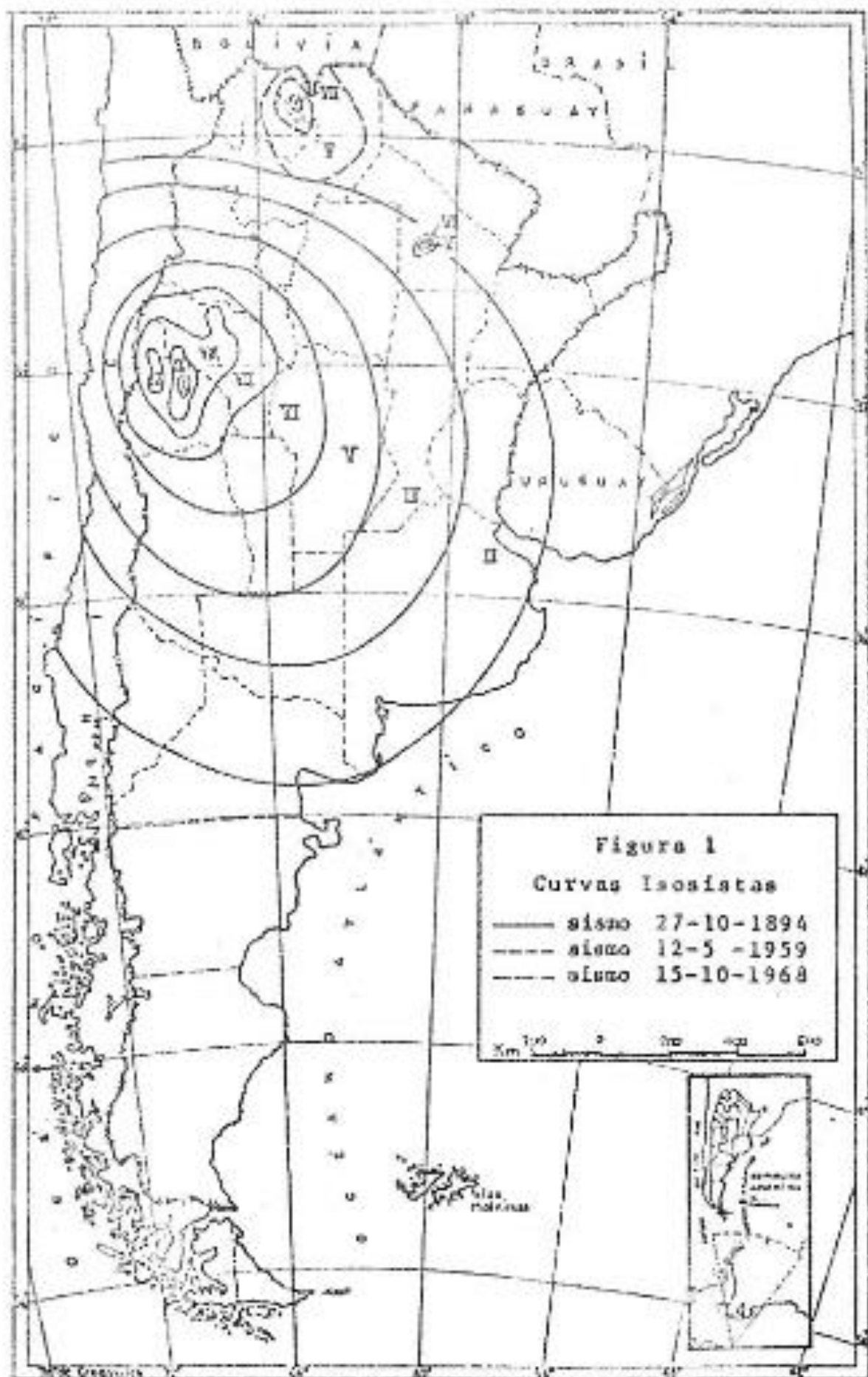
De la sola lectura del listado se observa claramente que existen tres provincias donde se han ubicado la mayoría de los epicentros de los sismos destructivos, ellas son: Mendoza, San Juan y Salta, y que otras provincias tales como: Catamarca, La Rioja, Córdoba y San Luis han sufrido las consecuencias de sismos de mediana magnitud que han ocasionado daños en zonas muy localizadas.

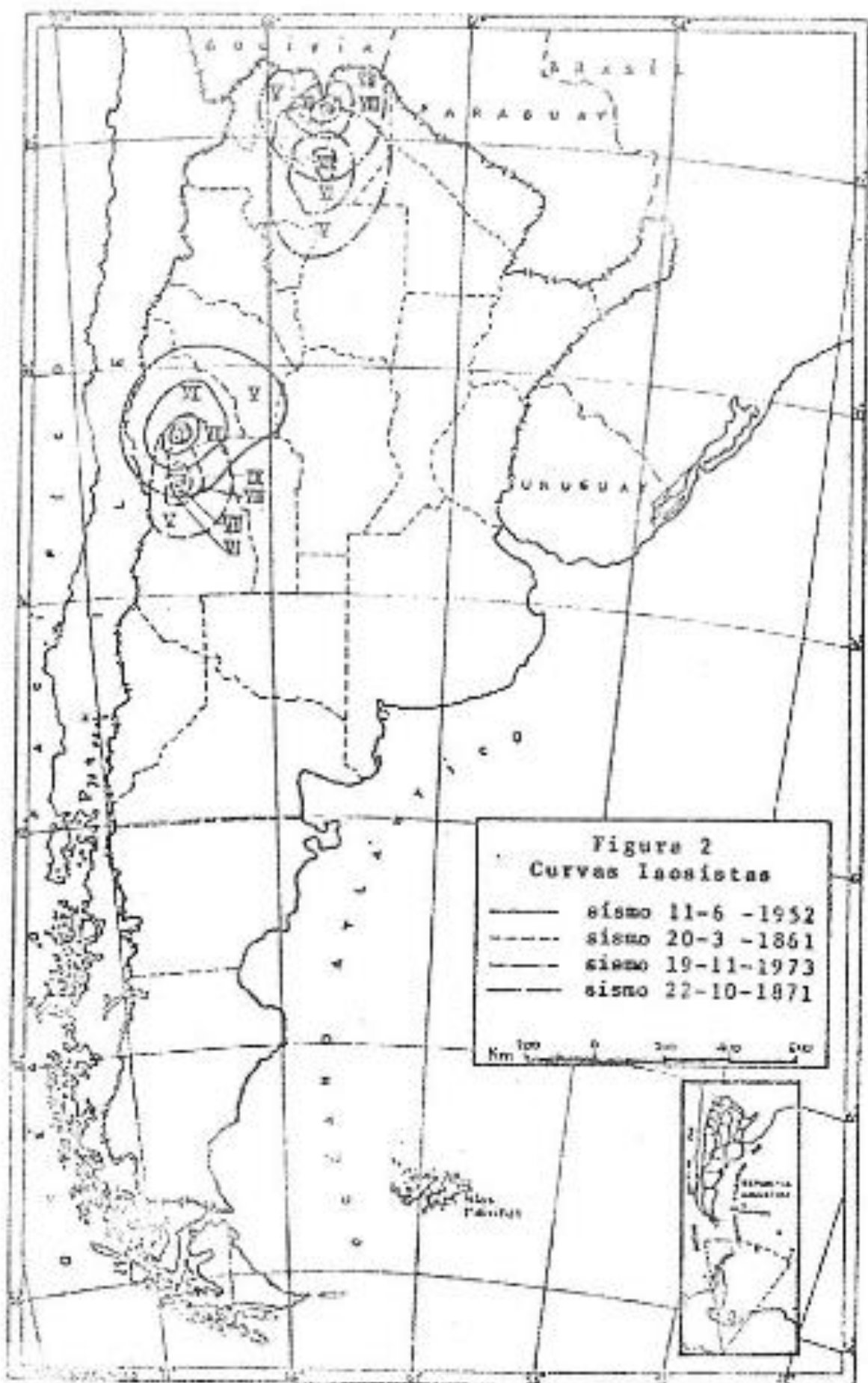
El llamado Terremoto Argentino, del 27 de octubre de 1894, figura 1, es, sin ninguna duda, el sismo de mayor magnitud ocurrido en la Argentina, ya que produjo grandes daños en las ciudades de San Juan y La Rioja, separadas por 280 kilómetros, redujo a escombros a muchas poblaciones intermedias, ocasionó daños en las ciudades de Córdoba y Mendoza y se sintió claramente en Buenos Aires, a 1.100 kilómetros de la zona epicentral. Por haberse ubicado el epicentro en una región casi totalmente despoblada, el número de víctimas fatales fue de alrededor de cien.

El terremoto de Mendoza, del 20 de marzo de 1861, figura 2, destruyó casi por completo a esta ciudad, sin haber

TABLE I - TERREMOTOS DESTRUCTIVOS MAS IMPORTANTES

FECHA	UBICACION			M	DENOMINACION	I (MM) Máxima
	LAT.	LONG.	H			
13- 9-1992	25.5	64.8	-	7.3	Talavera (Salta)	VIII
22- 5-1782	32.7	69.2	-	6.5	Santa Rita (Mendoza)	VII
18-19-1844	24.8	64.7	-	6.5	Salta	VII
20- 3-1831	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

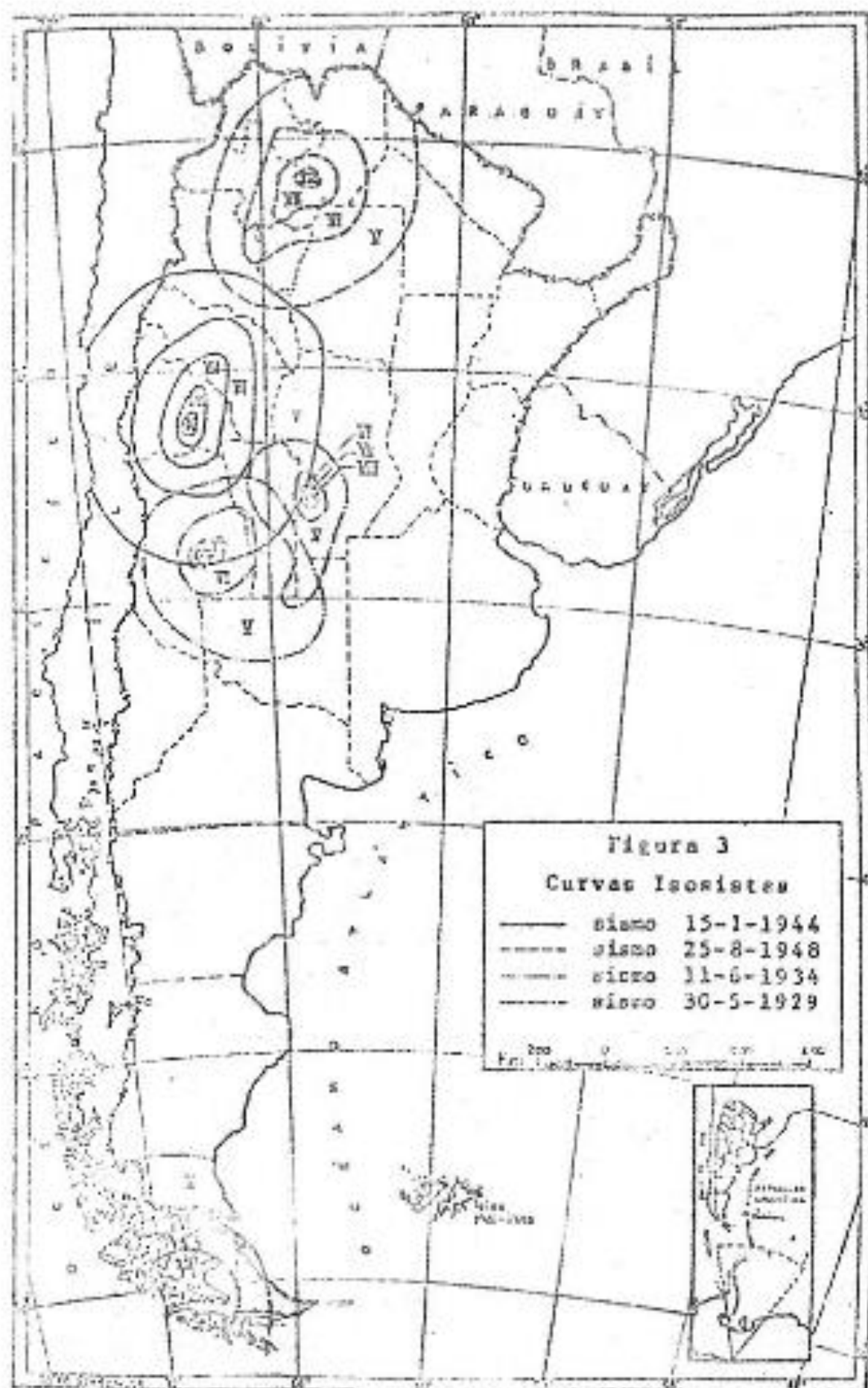


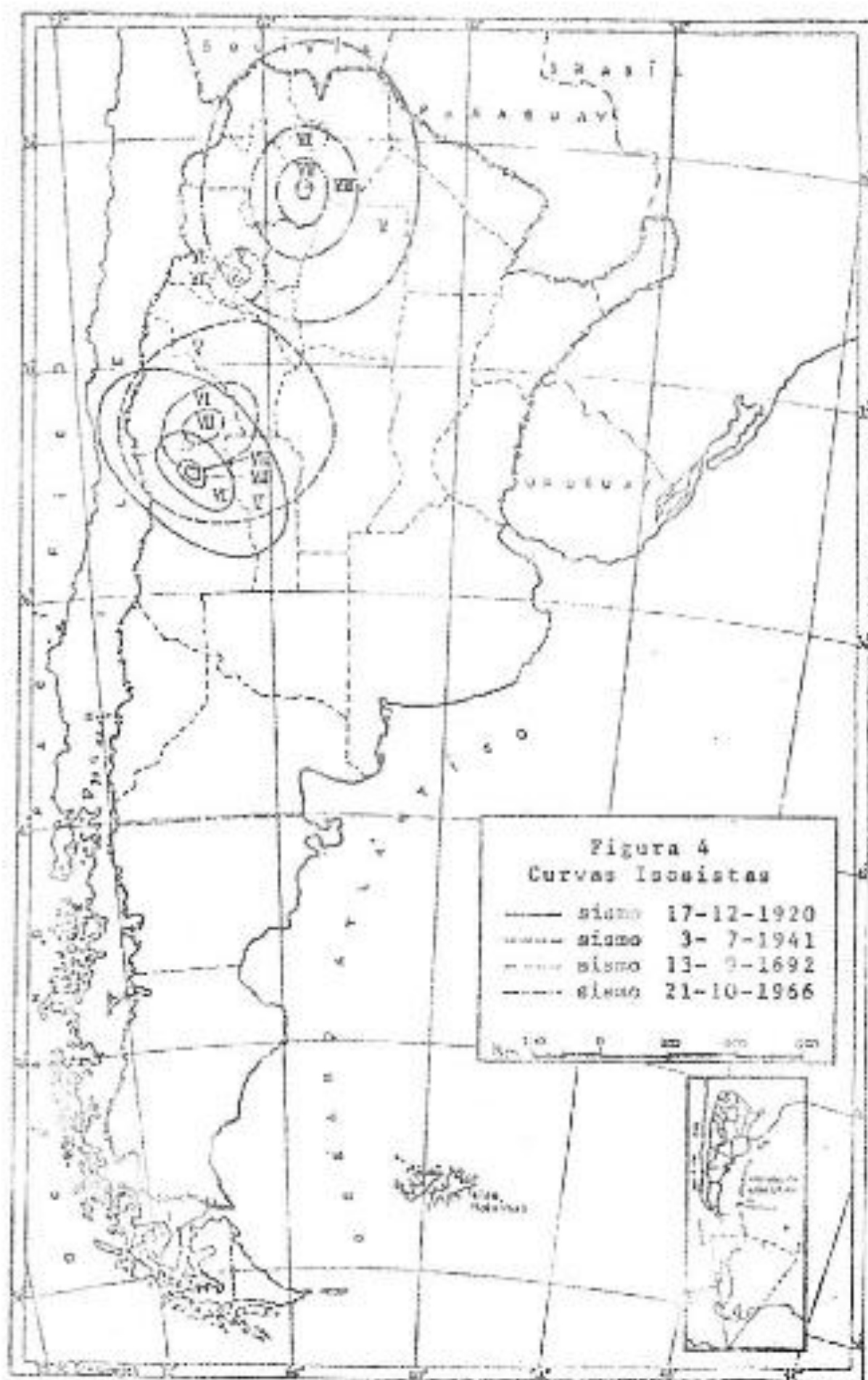


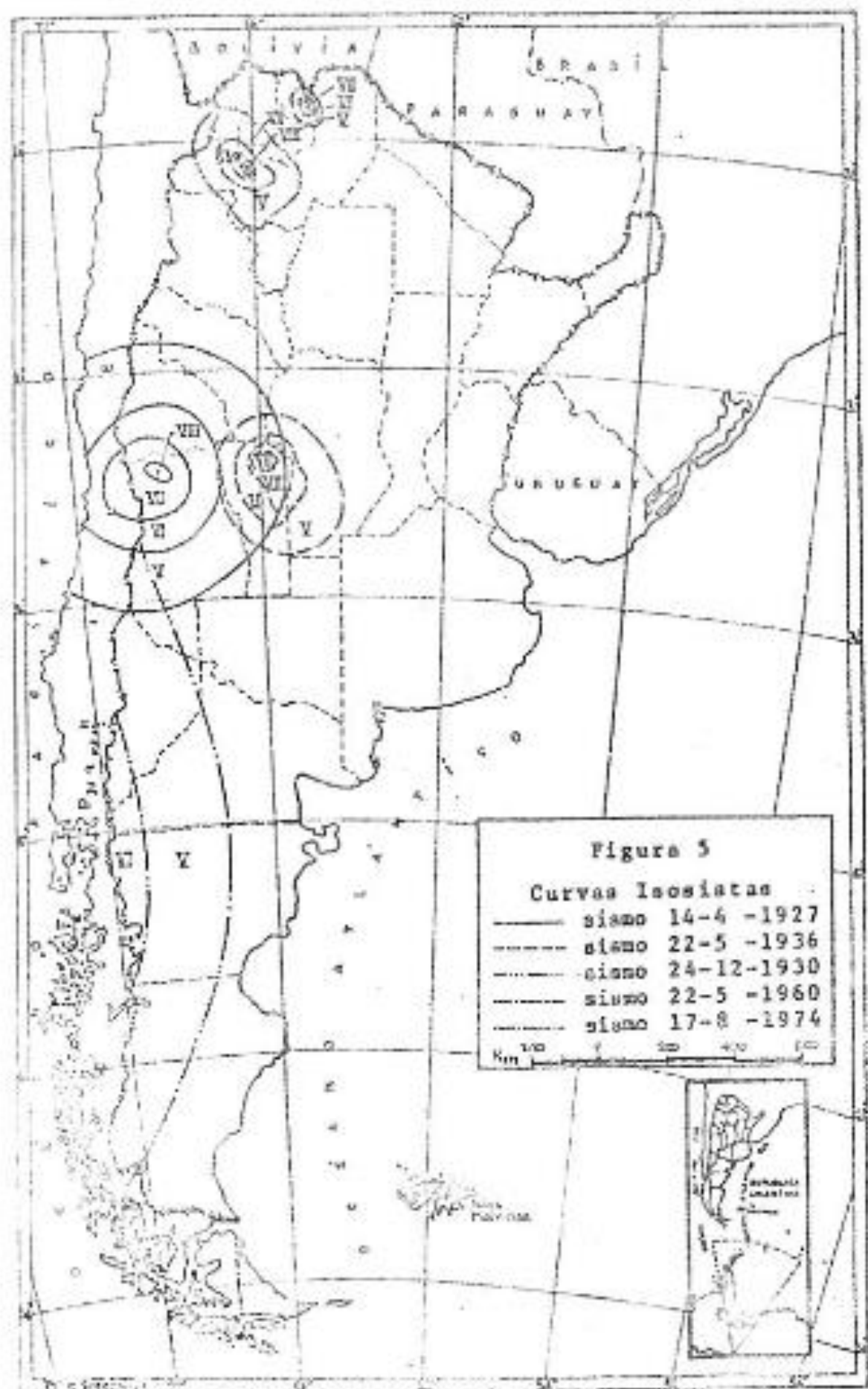
sido un sismo de gran magnitud. Prueba de la gran destructividad producida en esta ocasión lo da el hecho que el 90% de la edificación fue destruída y que de 13.000 habitantes que tenía la ciudad de Mendoza murieron cerca de ocho mil, por lo que se puede considerar a este terremoto como el de mayor relación de daños de todos los ocurridos en el país.

El terremoto de San Juan del 15 de enero de 1944, figura 3, es el que ocasionó mayor cantidad de víctimas, oscilando entre diez y quince mil el número de personas muertas a consecuencia del mismo. Su magnitud calculada alcanzó 7,8 Richter y una de las características más importantes del mismo fue la presencia de una manifestación superficial, constituida por una falla inversa rotable a lo largo de siete kilómetros y cuyo plano se inclinó 42 grados hacia el este, con un desplazamiento vertical máximo de 22 centímetros y uno horizontal de 25 centímetros, habiéndose elevado la zona este sobre la oeste, según las observaciones efectuadas por el Dr. H. J. Harrington.

El terremoto de Tafavena del Esteco (Salta), figura 4, del 13 de setiembre de 1662, es el primer sismo destructivo del que se tiene conocimiento en la Argentina y por la extensión del área abarcada por los daños, debemos considerarlo como el de mayor magnitud de los ocurridos en el norte argentino. Su epicentro se ubicó dentro de una angosta franja que se extiende desde Rosario de la Frontera hasta Tartagal y que se caracteriza por la presencia de sismos de foco bastante superficial. Dentro de esta misma franja debemos ubicar los terremotos de Salta de 1844, 1948 y 1973 y los de Orán de 1871 y







1974.

Los sismos de La Poma (Salta), San Francisco (San Luis), Costa de Araujo (Mendoza), Sampacho (Córdoba), Villa Atuel (Mendoza), Orán (Salta), Villa Castelli (La Rioja), La Rinconada (San Juan), etc. pueden considerarse los terremotos destructivos más comunes de la Argentina. Son sismos de magnitud intermedia, entre seis y siete, con un área de destructividad muy localizada y por lo tanto reducida y con un número de víctimas, a consecuencia del sismo, que oscila entre veinte y cien.

El terremoto de Mendoza del 14 de abril de 1927, figura 5, es el único sismo conocido que haya producido daños de igual magnitud tanto del lado argentino como del chileno, ya que lo característico de la actividad sísmica en esta parte de Sudamérica es que la cordillera de los Andes sirve de límite entre la zona dañada y la no dañada.

Superponiendo las curvas isosistas de cada uno de estos terremotos y tomando solamente los valores máximos se ha obtenido el mapa de la figura 6, el cual muestra las zonas de intensidades máximas ocurridas en el territorio nacional.

ANALISIS DE LOS DATOS INSTRUMENTALES

Con el fin de estudiar la probable actividad sísmica futura en los distintos puntos del territorio argentino se han analizado los datos instrumentales que se poseen para el intervalo 1920-1976, los que se presentan en la figura 7.

Dicho 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, en base al siguiente modelo:

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

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

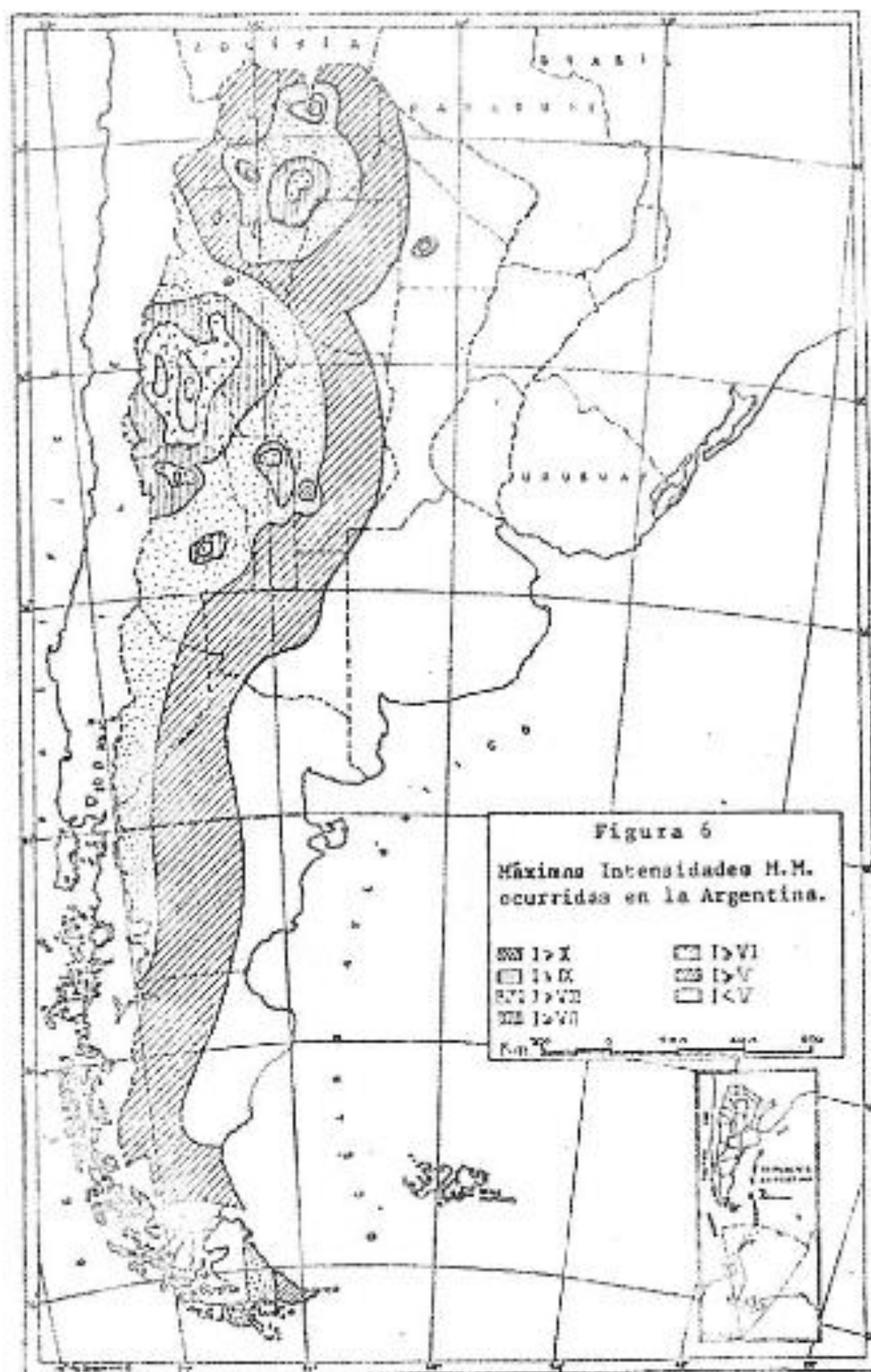
siendo C_P y α_P constantes que caracterizan la distribución de las amplitudes máximas en el punto P .

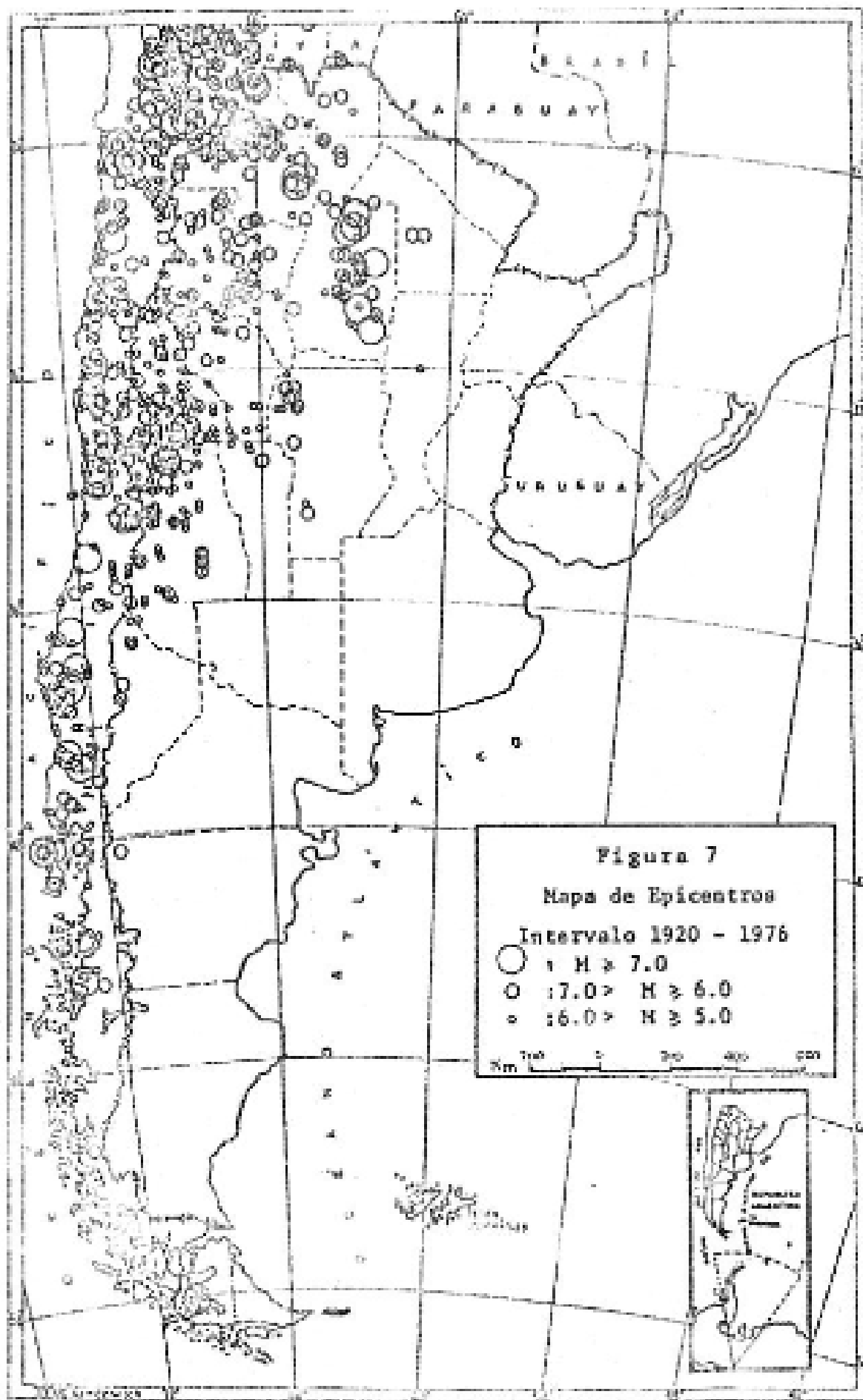
Planteadas las cosas de esta manera se presenta la difficil tarea de determinar los valores de las amplitudes máximas en cada punto, para lo que es necesario obtener primeramente las curvas de atenuación de dichas amplitudes con la distanccia.

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 despreciando 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 sism





mos, 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.

En la figura 8 se presentan 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 9 y que pueden aproximarse por medio de la siguiente expresión experimental:

$$A_p = 115 \cdot \text{EXP} (0,7 \cdot M) \cdot (R + 40)^{-1,6} \quad (2)$$

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

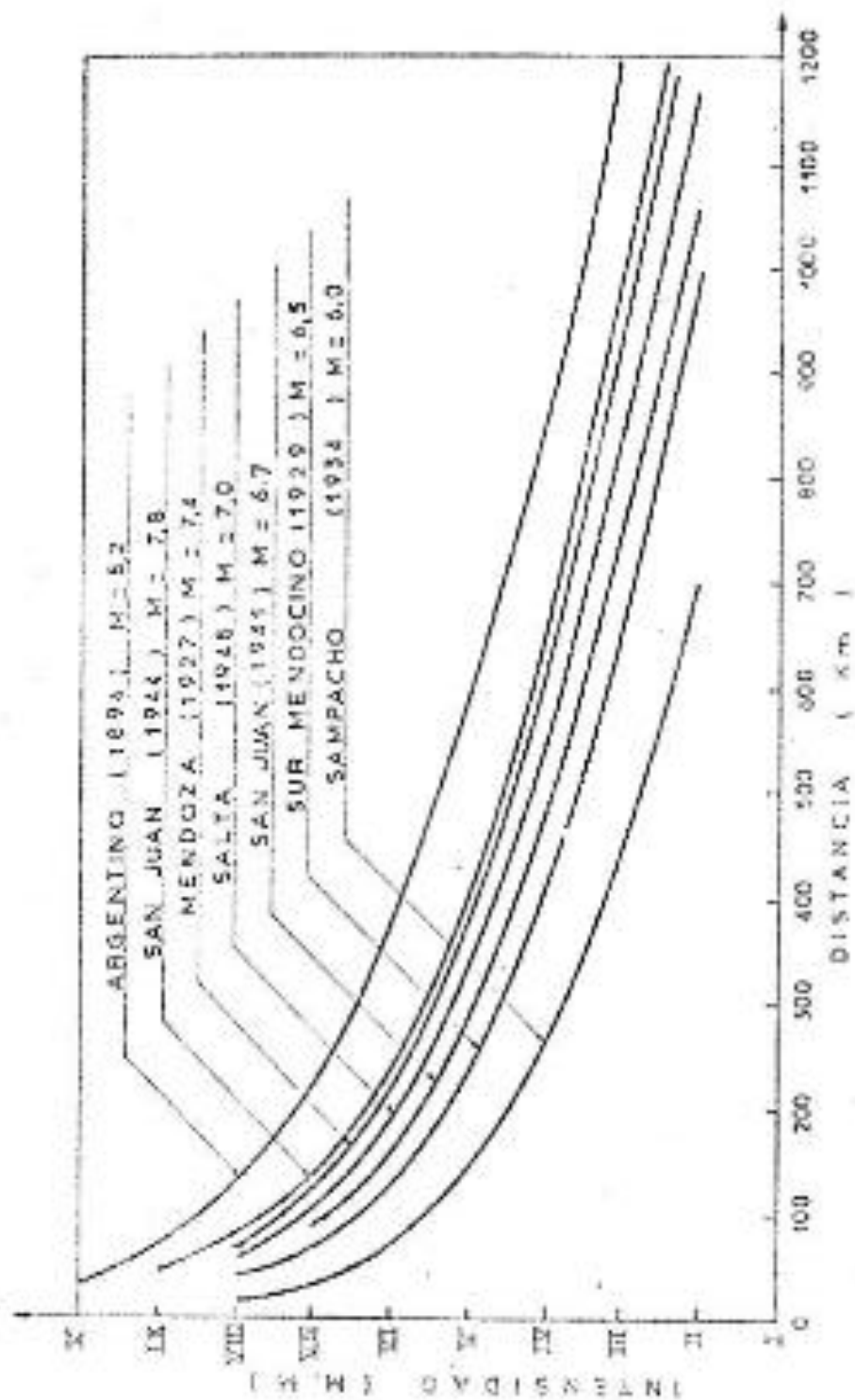


Figura 8: Curvas de variación de la intensidad con la distancia, para diferentes terremotos.

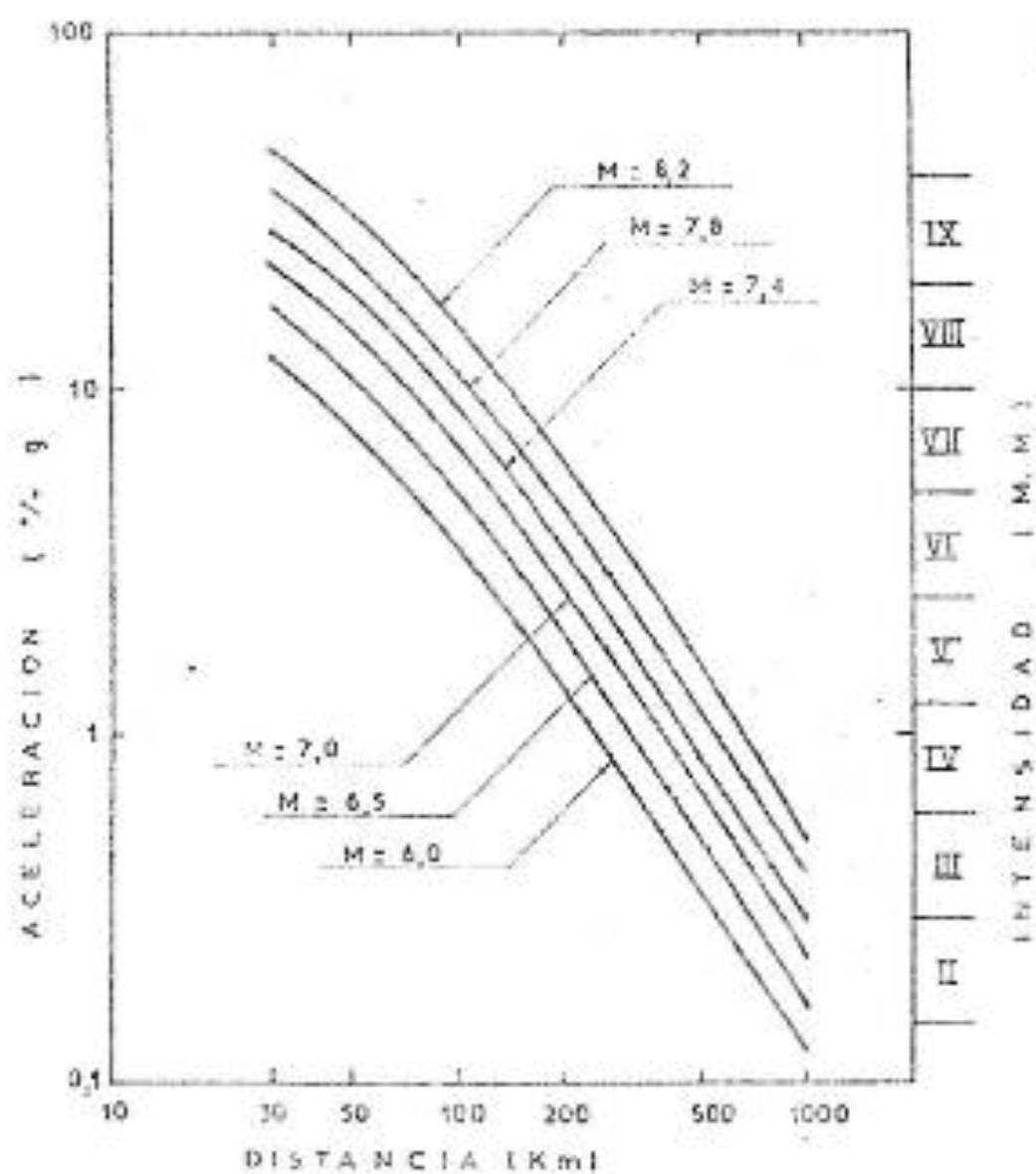


Figura 9: Curvas de la atenuación de la aceleración con la distancia, para diferentes magnitudes.

R se exprese 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:

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

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:

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

una vez conocido el valor de N en dicho punto.

RESULTADOS OBTENIDOS

En las figuras 10, 11, 12 y 13, se muestran los resultados obtenidos aplicando, primeramente, la relación (2) para cada uno de los sismos ocurridos en el período 1920-1976,

en cada uno de los puntos correspondientes a las ciudades más importantes de la zona sísmicamente activa de la Argentina, y ajustando, por medio de (1) los valores de las aceleraciones máximas registradas en dichos puntos. Teniendo en cuenta que no está completa la lista de sismos para el intervalo de tiempo considerado, especialmente para sismos con magnitudes menores de cinco, se han eliminado todas aquéllas aceleraciones máximas inferiores a 0,5 por ciento de g, las que corresponden aproximadamente a una intensidad Mercalli igual a III.

De esta manera se determinaron los coeficientes C_p y a_p para cada uno de estos puntos y luego, aplicando las relaciones (1) y (3), se estimó la probable actividad sísmica futura, cuyo resumen se presenta en la Tabla 2. Allí podemos observar las aceleraciones máximas más probables de ocurrir en doce ciudades argentinas para intervalos de tiempo de 50, 100, y 200 años. También se han expresado los períodos medios de retorno de aceleraciones máximas del 5, 10 y 20% de la gravedad y finalmente se ha calculado el riesgo sísmico para cada ciudad, en un tiempo de riesgo de 100 años y para aceleraciones máximas del 5, 10 y 20% de la gravedad.

En la figura 14 se muestran gráficamente los valores de aceleraciones más probables de producirse en cada ciudad en intervalos de 50 y 100 años.

Estos resultados nos muestran que existen cuatro grupos de ciudades argentinas, ubicadas dentro del área sísmica, que tienen distinto grado de peligrosidad potencial y que son:

- 1 - San Juan y Mendoza con un porcentaje de riesgo superior al

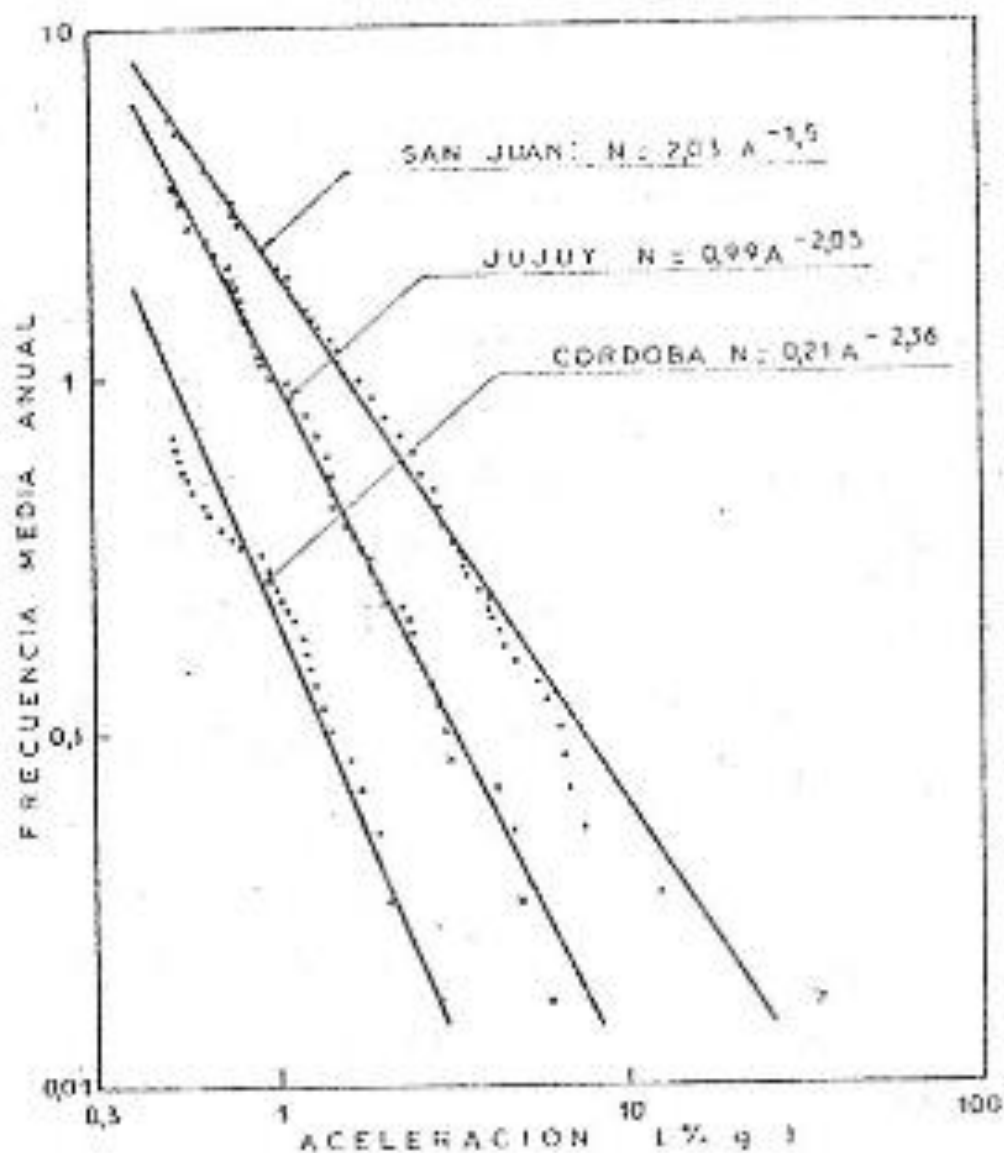


Figura 10: Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de San Juan, Jujuy y Córdoba.

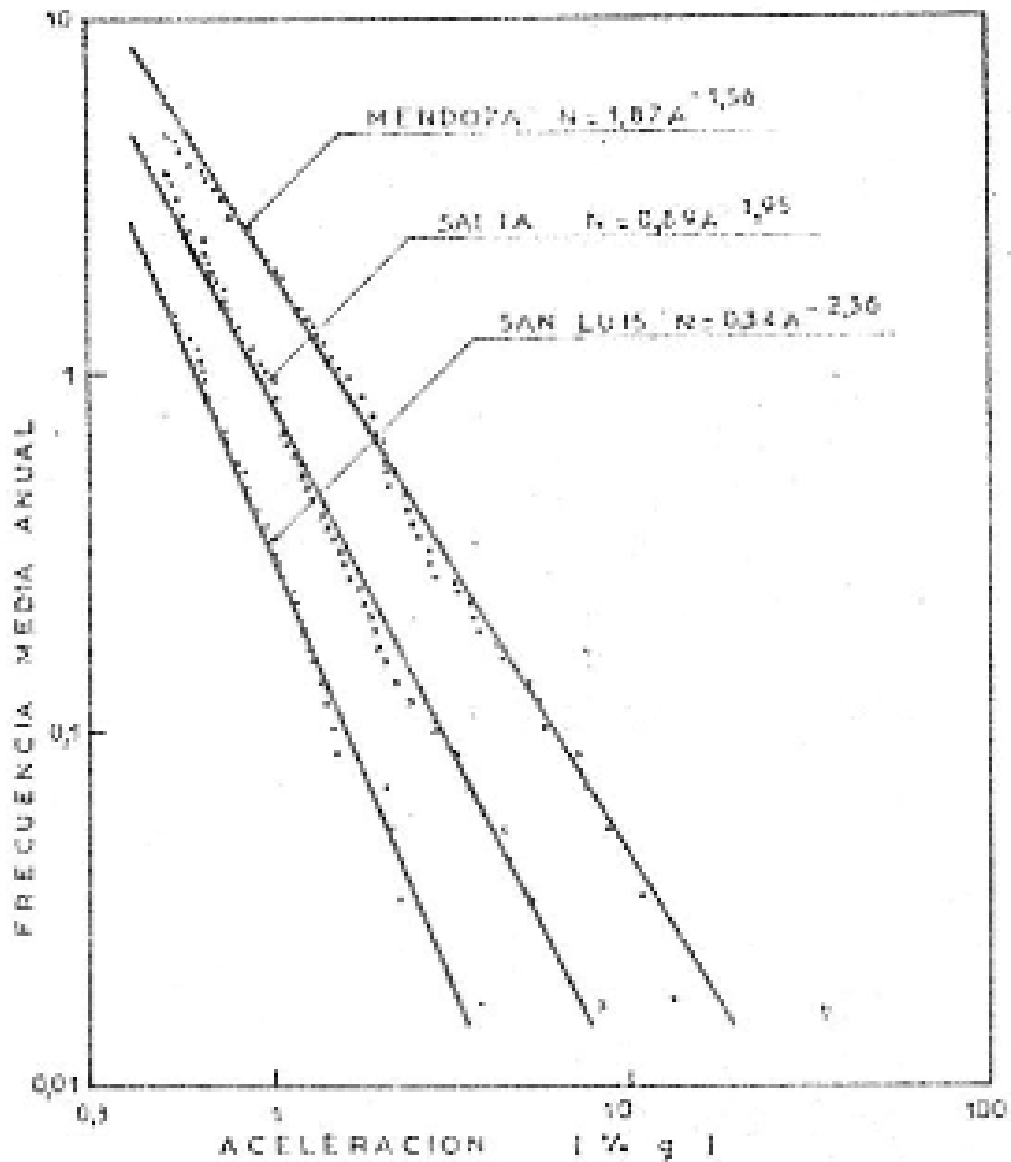


Figura 11: Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de Mendoza, Salta y San Luis.

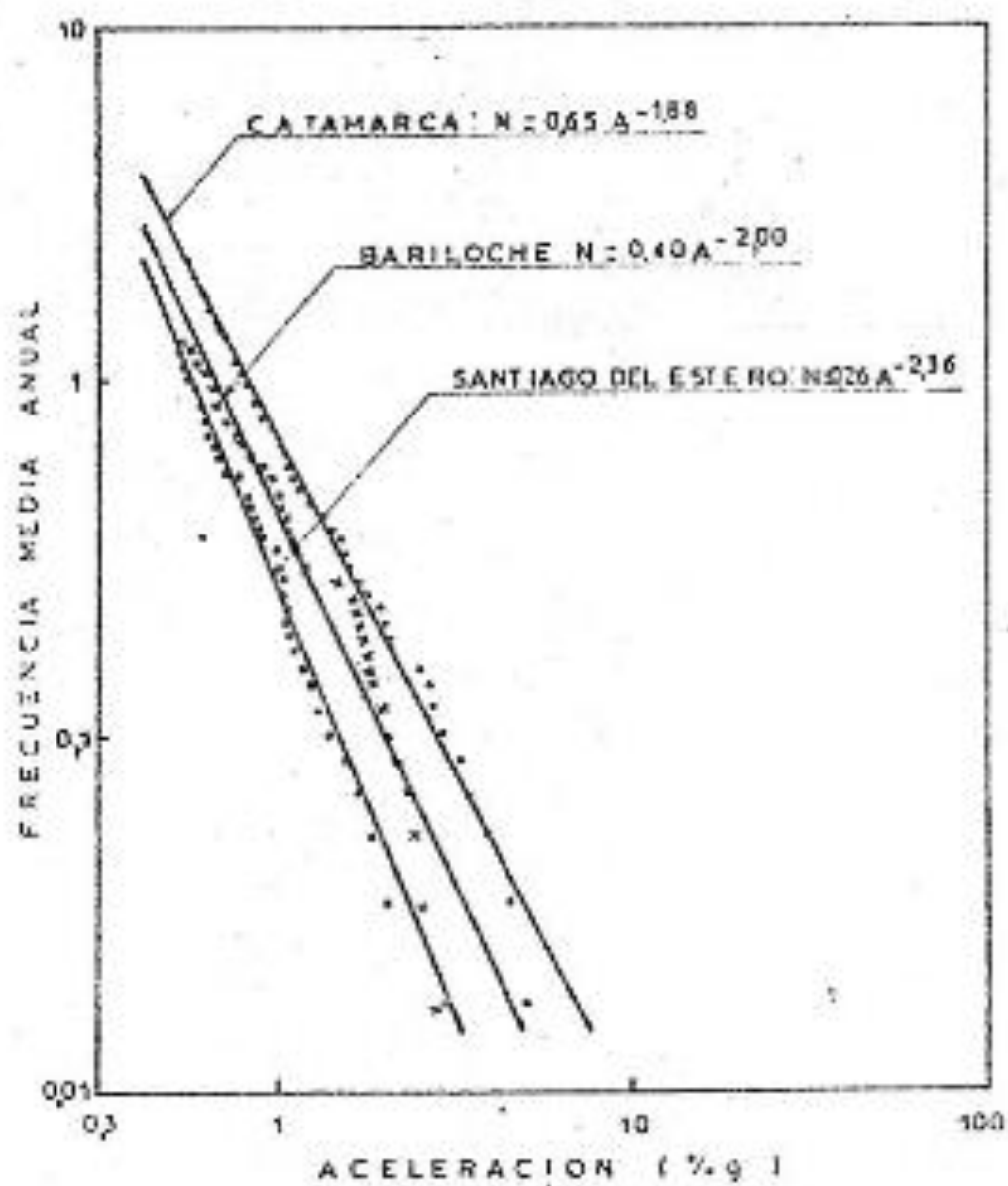


Figura 12: Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de Catamarca, Bariloche y Santiago del Estero.

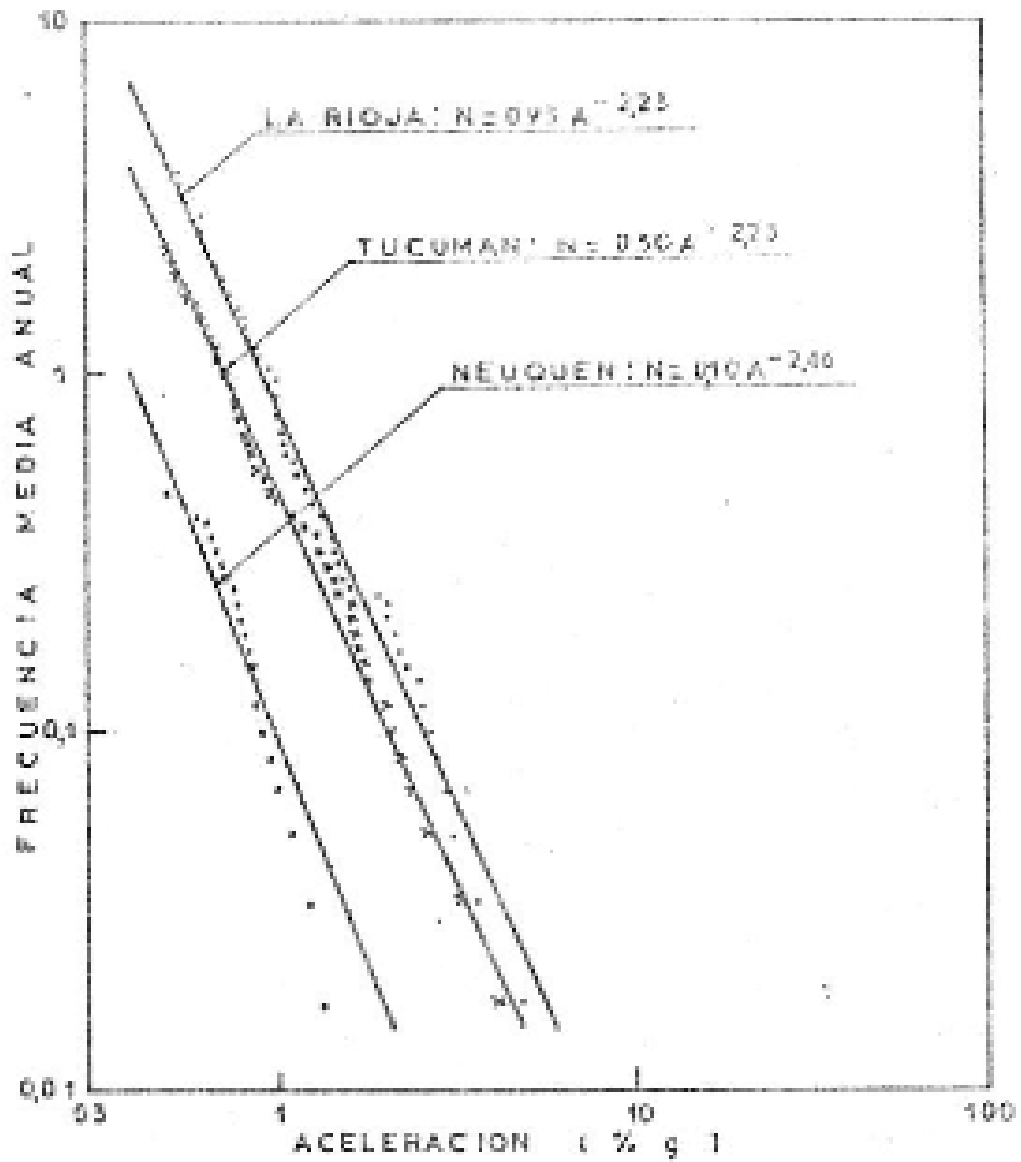


Figura 13: Distribución de las frecuencias medias anuales de aceleraciones máximas en las ciudades de La Rioja, Tucumán y Neuquén.

TAULA 2
RIESGO SISMICO EN CIUDADES ARGENTINAS

Ciudad	ap	Cp	Aceleraciones Probables (g)			Períodos Medios de Retorno (años)			Riesgo Sísmico = $T_g=100$		
			TR=50	TR=100	TR=200	$A_g=5\%$	$A_g=10\%$	$A_g=20\%$	$A_R=5\%$	$A_R=10\%$	$A_R=20\%$
JUJUY	1,05	0,99	6,7	9,6	13,2	27,4	113	469	97,4	58,6	19,2
SALTA	1,95	0,88	7,0	10,0	14,3	25,9	100	387	97,9	63,2	22,8
TUCUMAN	2,23	0,50	4,2	5,8	7,9	72,4	340	1593	74,9	25,5	6,1
SGO. ESTERO	2,36	0,26	3,0	4,0	5,3	172	881	4523	44,2	10,7	2,2
CATAMARCA	1,88	0,63	6,4	9,2	13,3	21,7	117	430	95,7	57,6	20,8
LA RIOJA	2,23	0,93	5,6	7,6	10,4	38,9	183	857	92,3	42,2	11,0
CORDOBA	2,36	0,21	2,7	3,6	4,9	212	1090	5600	37,5	8,6	1,8
SAN JUAN	1,50	2,03	21,8	34,5	54,8	5,5	15,6	44,1	99,9	99,8	89,7
MENDOZA	1,56	1,87	18,3	28,6	44,6	6,6	19,4	57,2	99,9	99,4	82,6
SAL. LUIS	2,36	0,34	3,3	4,5	6,0	131	674	3439	53,3	13,8	2,5
BUENOS AIRES	2,46	0,10	1,9	2,5	3,4	524	3.880	15.800	20,5	2,9	0,1
BA. LOCHE	2,00	0,40	4,5	6,3	8,9	50	200	1000	79,8	33,0	9,5

80% de que ocurra una aceleración del 20% de la gravedad equivalente a intensidad IX, en 100 años.

- 2 - Salta y Jujuy con alrededor del 60% de probabilidad de ser sacudidas por una intensidad VIII en 100 años.
- 3 - Catamarca, Bariloche, La Rioja y Tucumán con más del 75% de probabilidad de sufrir las consecuencias de una intensidad VII en 100 años.
- 4 - Córdoba, San Luis, Santiago del Estero y Neuquén con menor porcentaje de riesgo.

A continuación y con este mismo procedimiento se calcularon los valores de C_p y a_p en cada uno de los puntos de una cuadrícula de $1^\circ \times 1^\circ$, en que fue dividido el país, se determinaron los períodos medios de retorno de una aceleración del 5% de la gravedad, equivalente a una intensidad de VIII Mercalli y se trazaron las curvas correspondientes, las que se muestran en la figura 15.

Seguidamente se ha calculado el riesgo sísmico en cada punto de la cuadrícula como resultado de aplicar la relación (3) en forma reiterada, obteniéndose el mapa de la figura 16 que muestra las curvas de igual riesgo para una aceleración del 10% de la gravedad en 50 años.

Finalmente se determinaron las aceleraciones máximas más probables de ocurrir en un intervalo de tiempo de 100 años y sus equivalentes intensidades, obteniéndose un nuevo mapa de zonificación que se presenta en la figura 17.

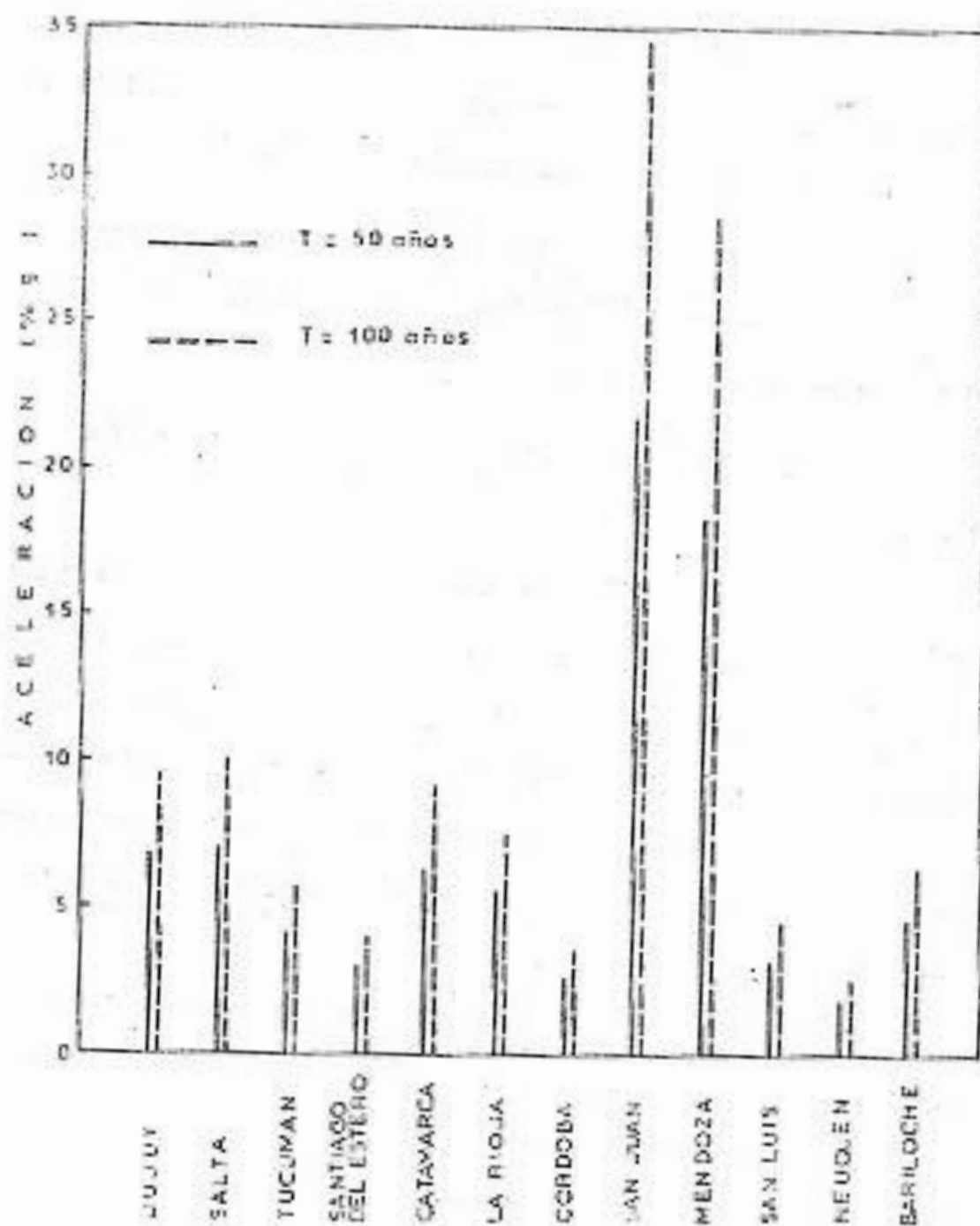
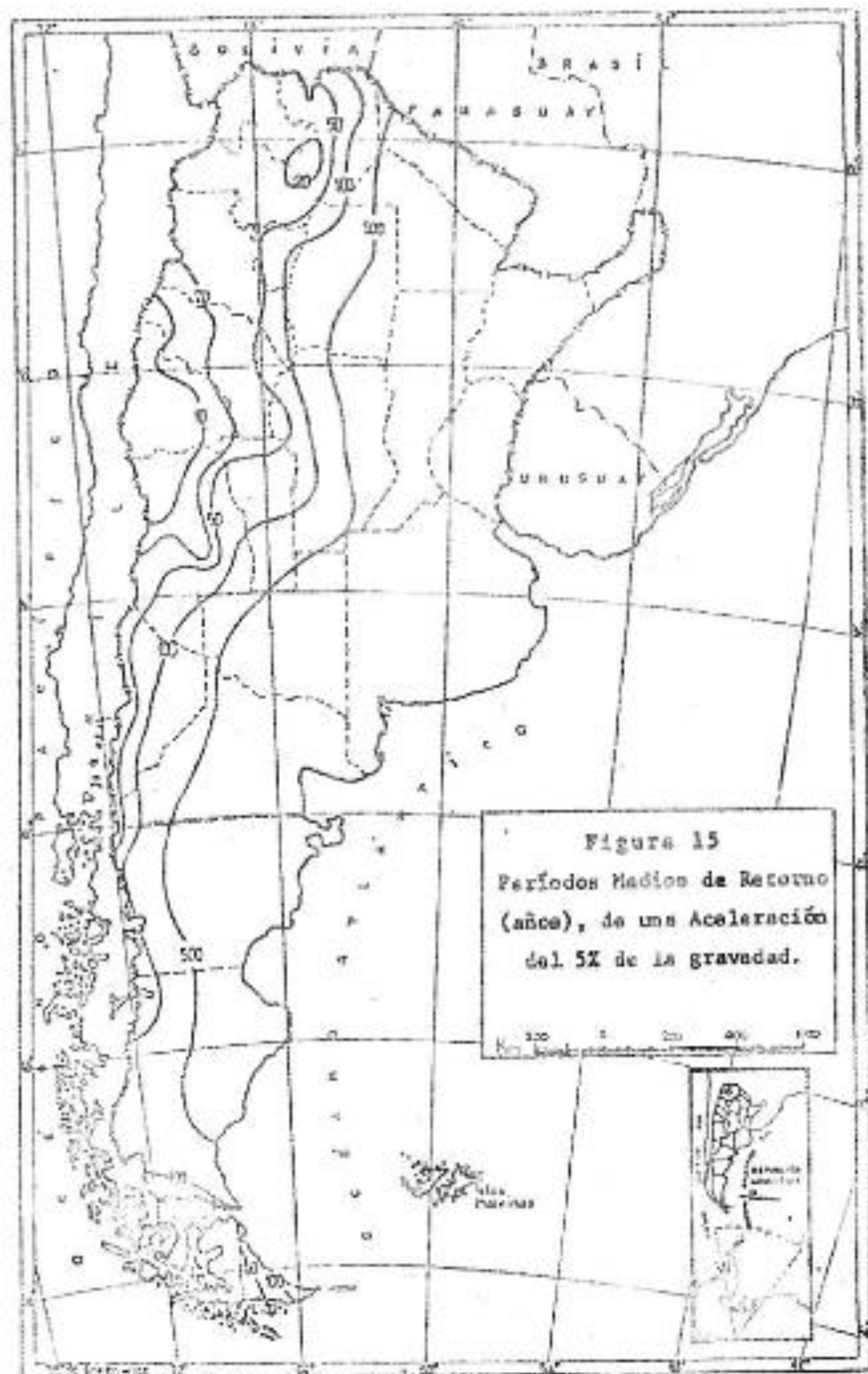
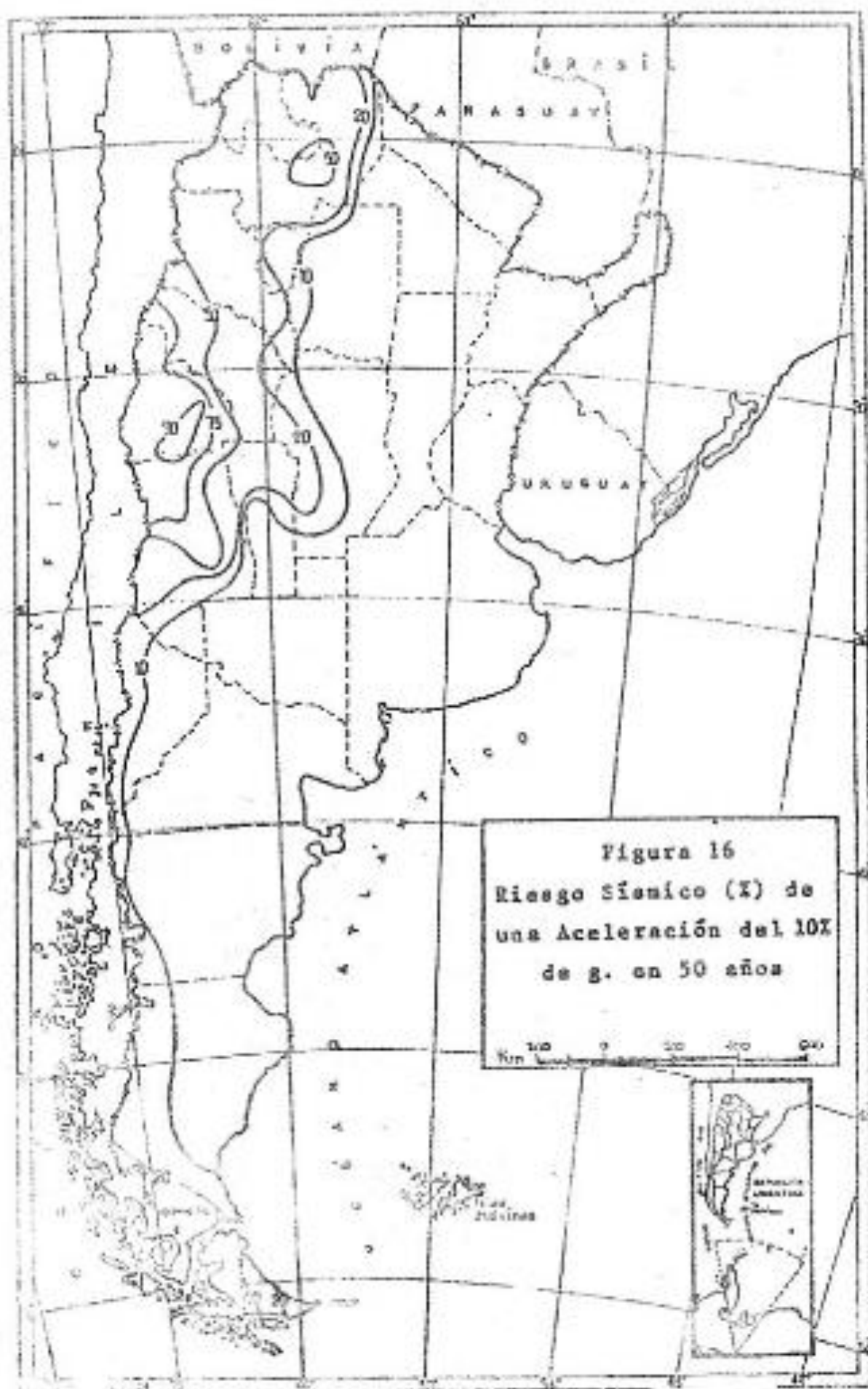
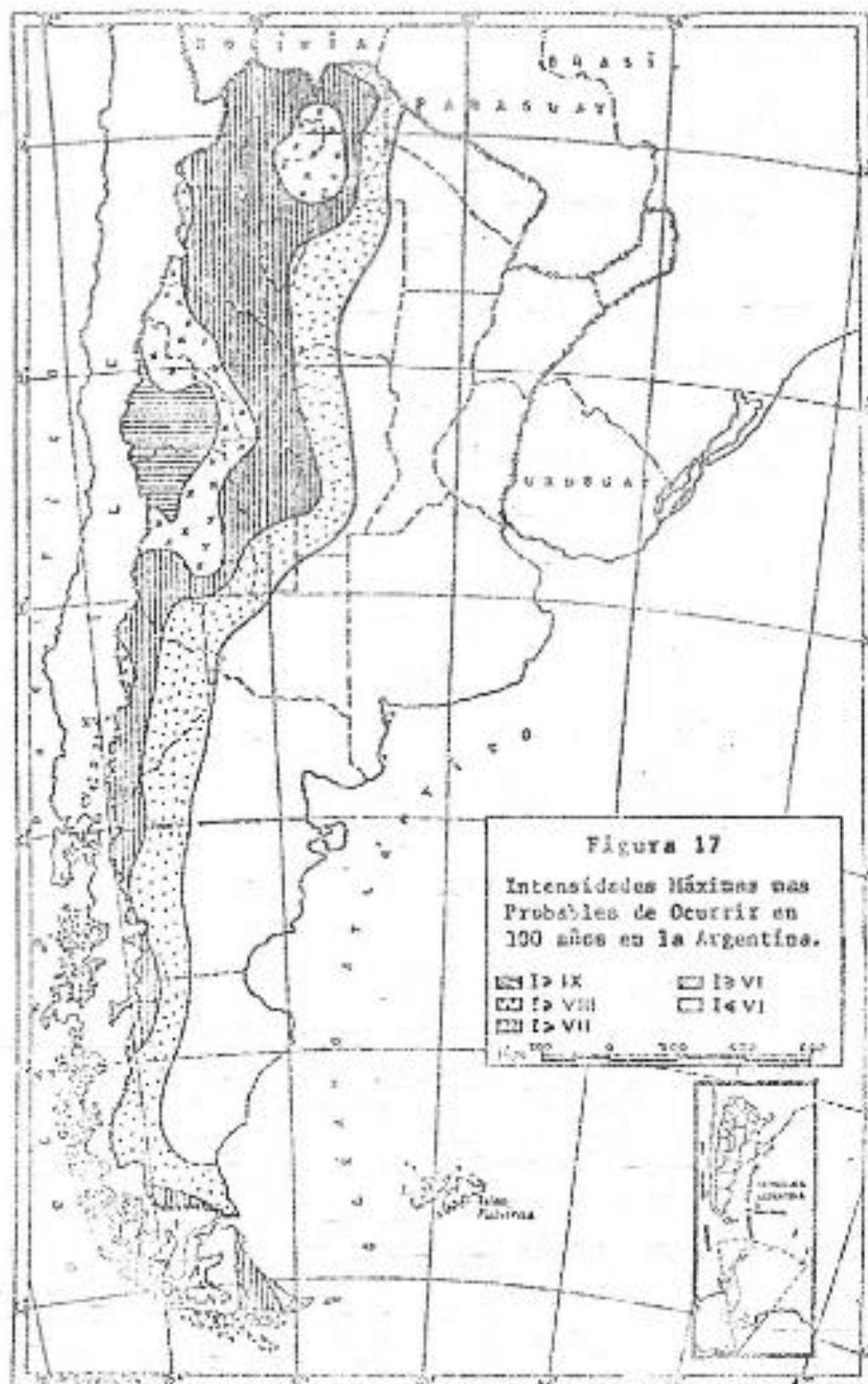


Figura 14: Aceleraciones máximas más probables de ocurrir en ciudades argentinas en intervalos de tiempo de 50 y 100 años.







CARACTERÍSTICAS GEOTECTÓNICAS

En una segunda etapa y como complemento al presente trabajo, se han comenzado a estudiar las posibles correlaciones existentes entre la distribución de la actividad sísmica y las características geotectónicas de las provincias geológicas del territorio nacional. Para ello se ha tomado como base el mapa de las principales fracturas y alineaciones estructurales según Uliarte (21), que se muestra en la figura 18.

CONCLUSIONES

El mapa de intensidades máximas ocurridas en el país (figura 6) realizado en base a los sismos destructivos históricos y el de intensidades máximas probables de ocurrir en un intervalo de tiempo de 100 años (figura 17) obtenido por medio de un análisis estadístico de los datos instrumentales existentes, son muy similares en lo que respecta a las zonas de mayor peligrosidad sísmica de la Argentina.

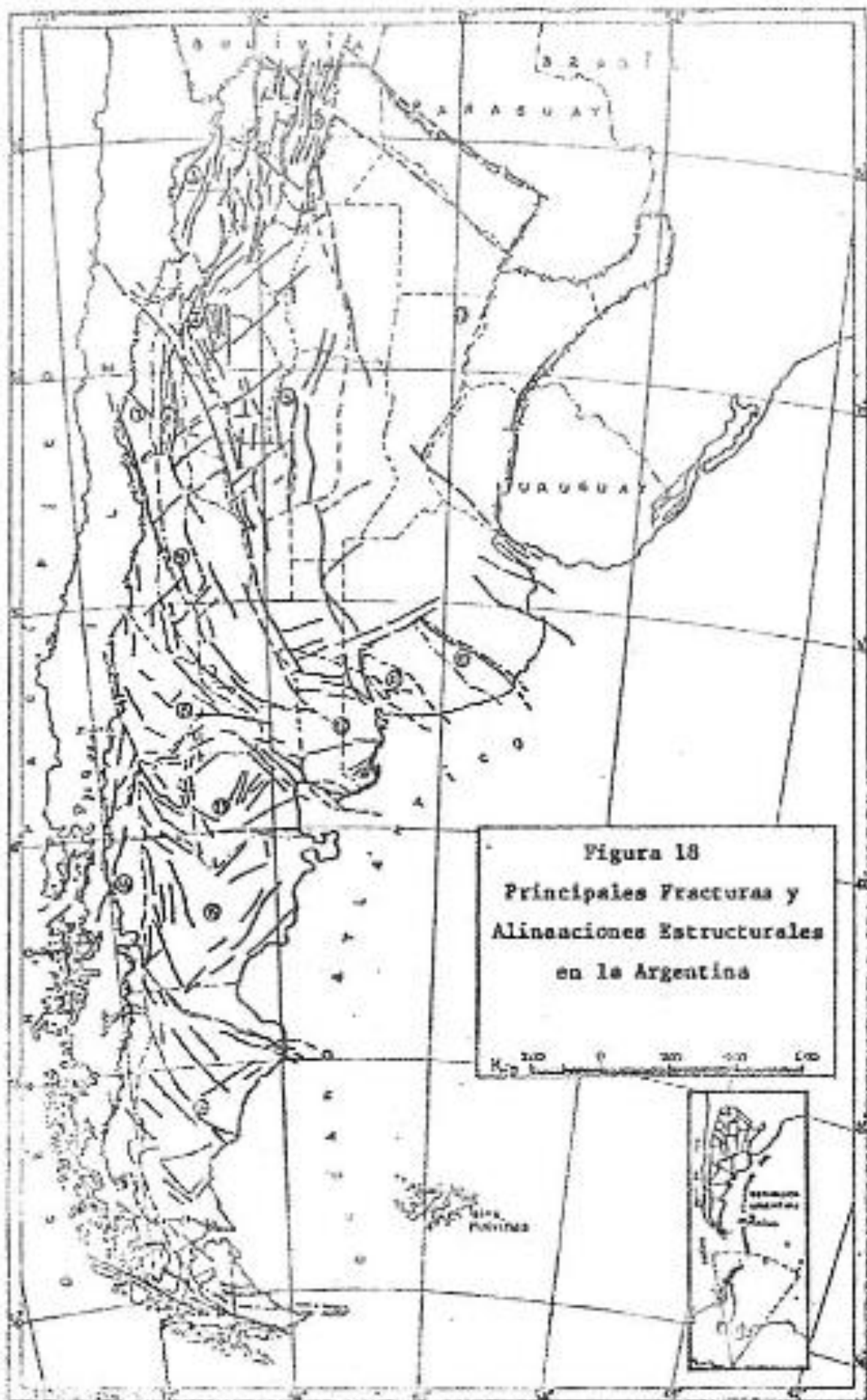
Dependiendo del tipo de obra que se deba realizar, estos mapas pueden utilizarse empleando distintos criterios a saber:

- 1 - El criterio más conservador sería superponer los resultados de ambas figuras y delimitar así las zonas potencialmente más peligrosas, sin tener en cuenta para nada la frecuencia de ocurrencia de los sismos más fuertes.
- 2 - Un criterio intermedio sería aceptar como más representativo de la actividad sísmica el mapa de la figura 17, te-

niendo en cuenta que los resultados obtenidos, utilizando los datos instrumentales de los últimos 60 años, concuerdan satisfactoriamente con los que surgen del análisis de la información histórica siempre que se considere la frecuencia con que ocurrieron los terremotos destructivos.

- 3 - El tercer criterio a aplicar, en el caso de obras especiales, debería incluir en el análisis los períodos medios de retorno de aceleraciones máximas que concuerden con la vida útil de la obra.

En una etapa posterior se analizarán los resultados obtenidos en este trabajo para establecer los coeficientes sísmicos más apropiados a utilizar en cada zona a efectos de su aplicación directa en ingeniería.



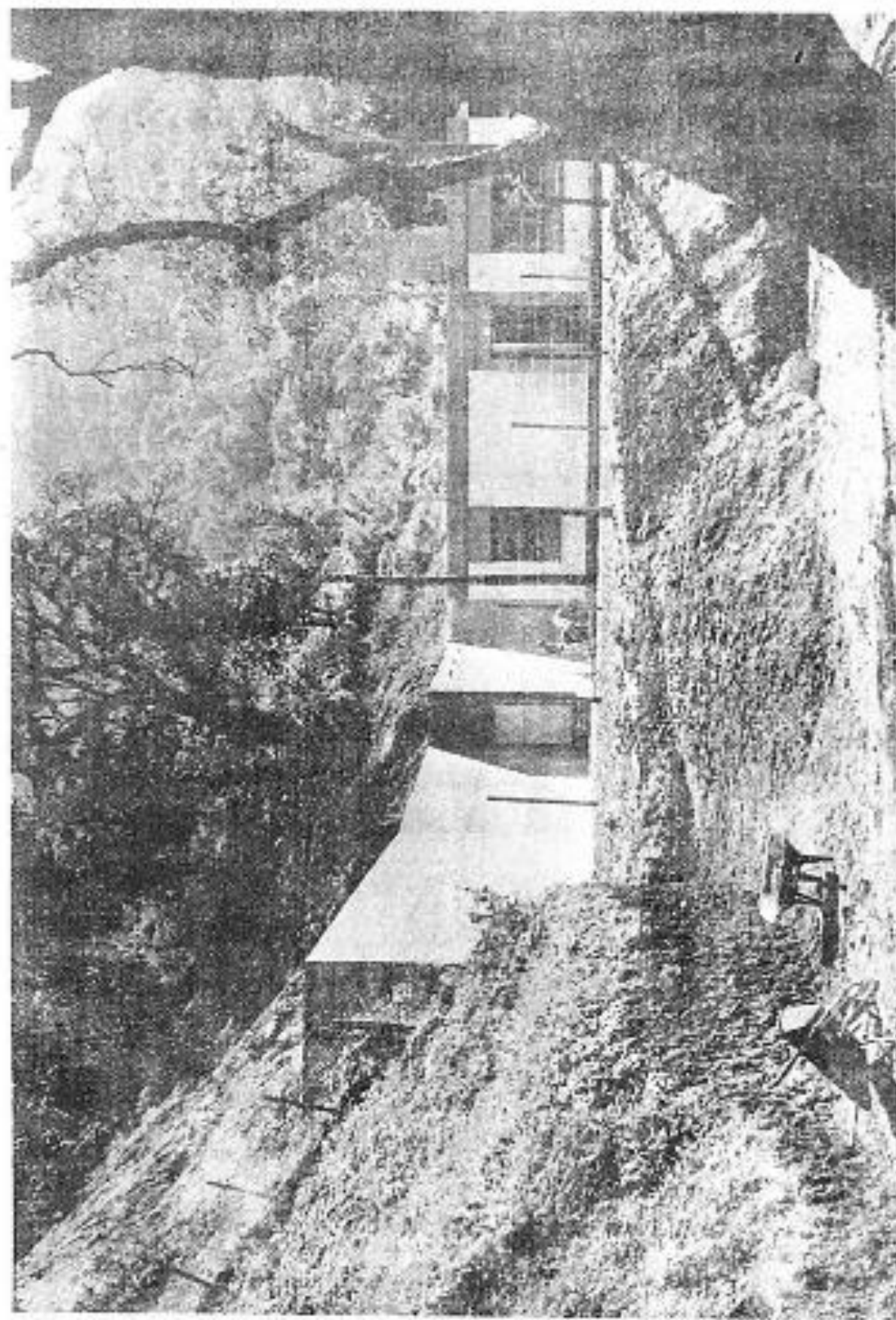
BIBLIOGRAFIA

- Algermissen, S.T. - Seismic Risk Studies in the United States. Proceedings IV World Conference on Earthquake Engineering. Santiago, Chile; A-1, 14-27; 1969.
- Algermissen, S.T. and Perkins, D.M. - A Probabilistic Estimate of Maximum Acceleration in Rock in the Contiguous United States. United States Department of the Interior Geological Survey - Open File Report 76-416, 1-45, 1976.
- Castano, J.C. y otros - Superficie de Focos de Sismos, su distribución, su liberación de Energía y un Análisis Estadístico del Proceso al Sur de los 12 Grados de latitud Sur. Proc. Simposio sobre Resultados de Investigaciones del Manto Superior con Enfoque en América Latina. Vol. 2, 131-142, Buenos Aires, Argentina, 1972.
- Castano, J.C. - Estimación del Riesgo Sísmico en el Emplazamiento del Complejo Hidroeléctrico El Tambolar-Los Caracoles - Publicación Técnica N° 2, 1-20-INPRES, Argentina, 1975.
- Carmona J.S. y Castano, J.C. - Características del Terremoto de Mendoza del 20 de marzo de 1861 - Distrito Los Andes - Argentina, julio de 1971.
- Carmona, J.S. and Castano, J.C. - Seismic Risk in South America to the South of 20 Degrees - Proc. Fifth World Conference on Earthquake Engineering. Rome, Italy, 5A (206) 1973.

- Goto, H. and Kameda, H.- Statistical Inference of the Future Earthquake Ground Motion. Proceedings IV World Conference on Earthquake Engineering, Santiago, Chile; A-1, 39-54; 1969.
- Evernden, J. F., et al - A Model for Predicting Seismic Intensity-Proc. Fifth World Conference on Earthquake Engineering. 2A (211). Rome, Italy, 1973.
- Grandori, G. and Benedetti, D.- On the Choice of the Acceptable Seismic Risk - A New Approach - Proc. Fifth World Conference on Earthquake Engineering. 7B (322) - Rome, Italy, 1973.
- Grases José - Sismicidad de la Región Asociada a la Cadena Volcánica Centroamericana del Cuaternario. UCV-OEA. Caracas Venezuela, 1-106, 1975.
- Housner, G.W. and Jennings P.C. - Problems in Seismic Zoning Proc. Fifth World Conference on Earthquake Engineering. 5A (203) Rome - Italy, 1973.
- Howell, B.P. - Seismic Regionalization in North America Based on Average Regional Seismic Hazard Index. Bull. Seism. Soc. Am. 64 (5), 1509-1528, Oct. 1974.
- Liu, S.C. and Fagel L.W.- Seismic Risk Analysis - Comparison of Three Different Methods for Seismic Regionalization. Bull. Seism. Soc. Am. 65 (4), 1023-1027, Aug. 1975.
- Lomnitz, C.- An Earthquake Risk Map of Chile. Proc. 4th World Conf. on Earthquake Eng. Vol. 1, 161-171, Chile, 1969.

- Milne W.G. and Davenport, A.G. - Earthquake Probability-
Proceedings IV World Conference on Earthquake Engineering.
Santiago, Chile; A-1, 55-58; 1969.
- Milne W.G. and Davenport, A.G. - Distribution of Earthquake
Risk in Canada. Bull. Seism. Soc. Am. 59 (2), 729-754, April
1969.
- Richter, C.F. - Seismic Regionalization. Bull Seism. Soc.
Am. 49 (2), 123-162, April 1959.
- Nuttli, O. Seismic Wave Attenuation and Magnitude Relations
for Eastern North America - Jour. Geophys. Research. Vol.78,
876-885, 1973.
- Okrent, D. - A Survey of Expert Opinion on Low Probability
Earthquakes. Annals of Nuclear Energy, Vol. 12, 601-614,
Pergamon Press, 1975.
- Rosenblueth, E.- Analysis of Risk - Proc. Fifth World Confe
rence on Earthquake Engineering - Invited paper - Rome -
Italy - 1973.
- Schanabel, P.B. and Seed, H.B. - Accelerations in Rock for
Earthquakes in the Western United States. Bull. Seism.Soc.
Am. - Vol. 63, 501-516, 1973.
- Uliarte E. - Principales Fracturas y Alineaciones Estructur
ales - Inédito - INPRES, Argentina, 1977.
- Volponi, F.- Aspectos Sismológicos del Territorio Argenti
no - Actas de las Primeras Jornadas Argentinas de Ingeniería
Antisísmica - Vol. 1, 51-83, Argentina, 1962.

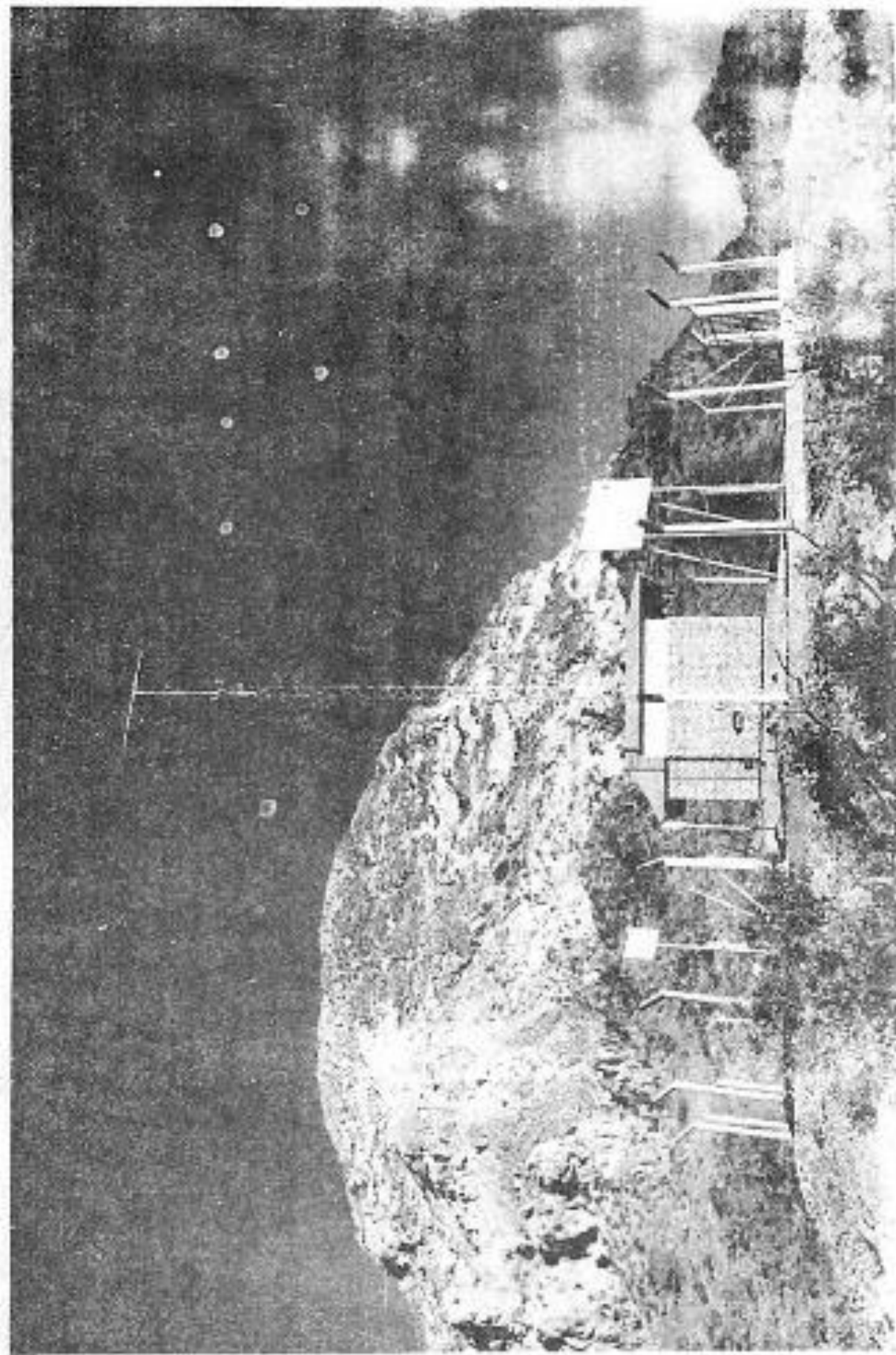
- Whitman, R.V. et al- Seismic Design Regionalization Maps for the United States. Proc. 6th World Conference on Earthquake Engineering, (2), 387-392, 1977.



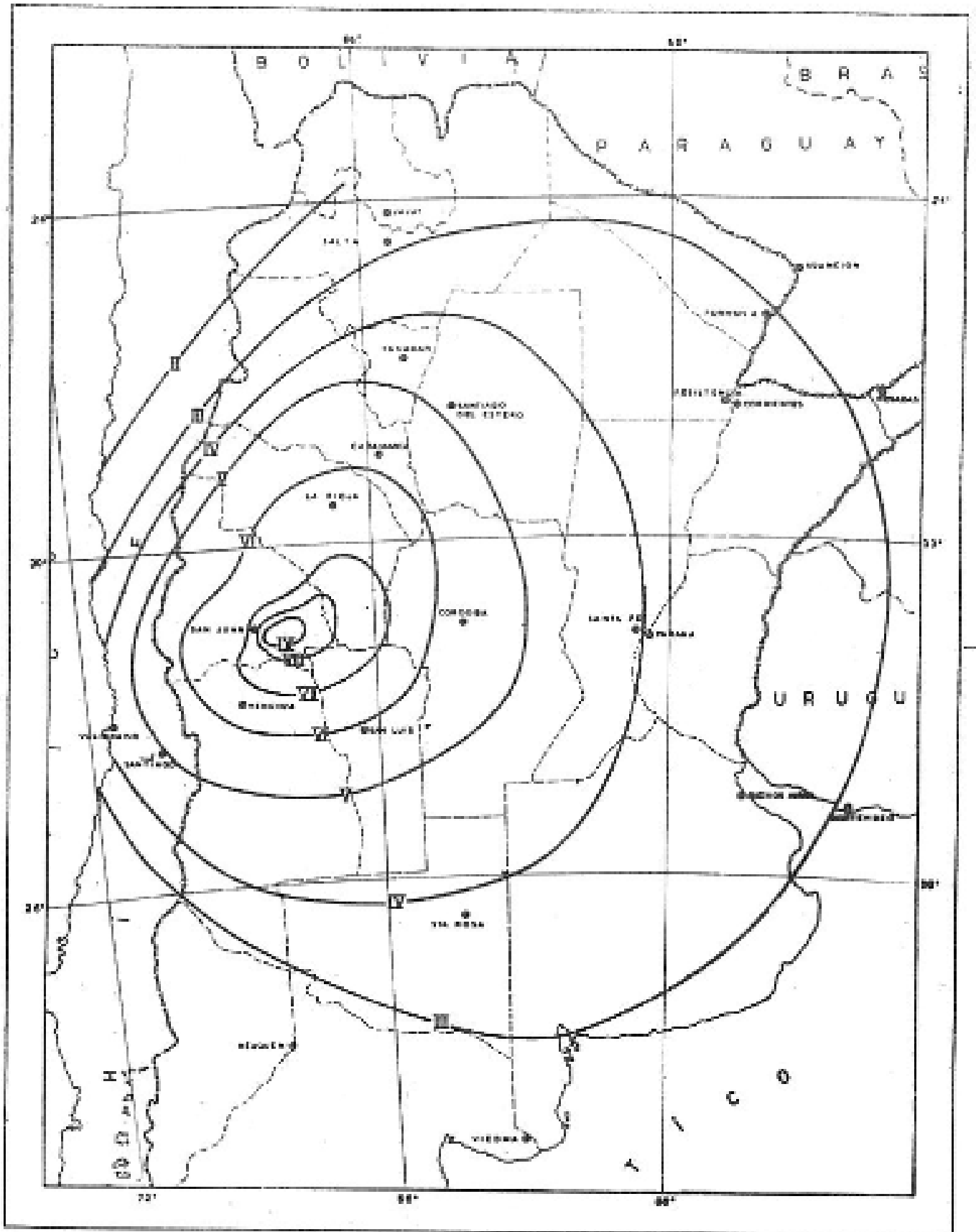
ESTACION SISMOLOGICA SAN LORENZO (Salta)

Fachada anterior, muro lateral de contención y entrada al túnel.

Abril de 1977.



Estación Telenébrica CERRO BLANCO.



INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA
 INPRES
 CURVAS ISOSÍSTAS
 TERREMOTO DE SAN JUAN, REP. ARGENTINA DEL 23/11/77

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

DIRECTOR NACIONAL: Ing. JULIO S. AGUIRRE RUIZ
Supervisión: Agrim. RAUL O. MALBERTI
Compaginación e impresión: HUGO F. TERAGNI

