

REGIMEN SISMICO DE LA REGION SURORIENTAL DE CUBA

T. Chuy

Instituto de Geofísica y Astronomía de la Academia de Ciencias de Cuba

Resumen

Se presenta un análisis somero de la distribución espacial de los terremotos en la región suroriental de Cuba, valorándose las distancias para las cuales el registro de los mismos es representativo, de acuerdo a los valores de sus clases energéticas (K) y la ubicación de la estación sismológica de Río Carpintero (RCC).

Se calcularon los valores de los parámetros del régimen sísmico utilizando datos instrumentales del período 1969-1976 y se confeccionó un esquema preliminar de actividad sísmica de la región utilizando el método de detallamiento constante (Método de Sumación).

Abstrac

In this work a brief analysis is presented of the spatial distribution of earthquake foci in the southeastern region of Cuba.

The foci are distributed in six distinct areas which stand out as clusters of epicenters registered near the Río Carpintero (RCC) seismograph station area.

The representativity of the registered earthquakes in this region is estimated determining the reliable values of the energetic clases (K) with regard to the location of the seismological station and calculating the parameters for the seismic regimen using instrumental data from 1969 to 1976.

A preliminary scheme of seismic activity for the studied region was developed by the constant detailment method.

Introducción

Aunque en general la región oriental de Cuba se destaca por su alta sismicidad, es en su parte sur, en la actual provincia de Santiago de Cuba, donde encontramos la zona de mayor potencialidad sísmica, ya que en ella en los últimos 400 años han ocurrido más de medio millar de terremotos perceptibles, entre los cuales se cuentan dos de IX grados, según la comparación de los datos macrosísmicos con la escala de intensidades MSK-1964.

Así, vemos que este factor incide perjudicialmente en la economía y seguridad de la provincia de Santiago de Cuba, y concretamente sobre la ciudad del mismo nombre, pues siendo ésta una ciudad muy vieja, de gran densidad de población y estando proyectado su desarrollo en una importante parte del valle de Santiago de Cuba, es necesario conocer las características del régimen sísmico del territorio.

El objeto de este trabajo es hacer un bosquejo general de la distribución de los focos de los terremotos en la región, del comportamiento de los parámetros del régimen sísmico en el espacio y calcular en forma preliminar la actividad sísmica de la región.

Materiales y métodos

Fueron utilizados los datos del archivo del Departamento de Sismología (Instituto de Geofísica y Astronomía) como base para la obtención de los datos instrumentales de la región en cuestión, teniendo como referencia a la estación sismológica de Río Carpintero (RCC, $\varphi = 19^{\circ} 59' N$, $\lambda = 75^{\circ} 41' W$, $h = 100 m$) en la provincia de Santiago de Cuba.

Se utilizó como clasificación energética de los eventos, la establecida por Rautian, T.G. (1960) y no se hicieron consideraciones respecto a su distribución en el espacio, con los terremotos a los que no fue posible calcularles coordenadas epicentrales.

Para valorar los radios hasta donde el registro de terremotos de una clase dada son representativos, se utilizó la metodología planteada por Mamadaliev, Yu. A. (1972), para lo cual fue obtenida la frecuencia de ocurrencia de eventos de hasta $t_{S-P} = 20$ segundos con relación a la estación RCC. En los gráficos construidos con esos datos se analizó, hasta qué valores de S-P la frecuencia de ocurrencia crece, y considerando que la velocidad de la onda ficticia $V_{S-P} = 8 - 9 \text{ Kms. seg}^{-1}$, se obtuvieron los radios efectivos correspondientes a cada clase energética.

Fueron empleadas también las relaciones obtenidas por este mismo autor (1976) para el cálculo de los parámetros del régimen sísmico, a saber:

$$\gamma = \frac{\sum (K_i - \bar{K}_i) (\log N_i - \overline{\log N_i})}{\sum (K_i - \bar{K}_i)^2}$$

$$\alpha = \overline{\log N_i} - \gamma(\bar{K} - 10)$$

por lo que los valores de las respectivas desviaciones estándar toman la forma

$$\sigma_\gamma = \sqrt{\frac{\sum (\log N_i - \alpha + 10\gamma - \gamma K_i)^2}{(n - 2) \sum (K_i - \bar{K}_i)^2}}$$

$$\sigma_\alpha = \sigma_\gamma \sqrt{\frac{\sum K_i^2}{n}}$$

donde N_i es el número anual de eventos de una clase energética K_i dada; α y γ que son el intercepto y la pendiente respectivamente de la recta mínimo cuadrática del gráfico de "repetibilidad", la cual tiene la forma

$$\log N = \alpha + \gamma(K - 10)$$

En la confección del esquema preliminar de actividad sísmica de la región bajo estudio fue utilizado el método de detallamiento constante (Método de Sumación - Riznichenko, Yu. V., 1968), de acuerdo con la relación

$$A_{K_0} = N_\Sigma \frac{1 - 10^\gamma}{10^{-\gamma}(K_{\min} - K_0)} \cdot \frac{1000}{T \cdot S}$$

donde N_Σ es el número total de eventos en una sección, γ es la pendiente calculada del gráfico "magnitud-frecuencia", T es el período de observación en años, S el área estudiada en Kms^2 , K_{\min} es el nivel más bajo de registro de una clase energética de la región ($K_{\min} = 8$), K_0 es un valor ficticio de referencia y A_{K_0} es el valor de la actividad sísmica, calculado para $K_0=10$, normando el número de terremotos para un área de 1 000 Kms^2 en un período de tiempo de un año.

En la confección de este esquema preliminar de actividad sísmica, se consideraron secciones de $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ para el cálculo de los valores de N_Σ : aunque, repetimos, no fueron tenidos en cuenta los eventos a los que no fue posible calcularles las coordenadas del epicentro.

Resultados

Se confeccionó el mapa de epicentros del período de octubre de 1968 hasta diciembre de 1975 (fig. 1); en él solamente aparecen los sismos a los que fue posible calcularle las coordenadas de sus epicentros. Se observa claramente un agrupamiento espacial de los epicentros en seis zonas (Tabla No. 1), que se definen muy claramente a ambos lados de la línea de costa ($\varphi \approx 20^\circ$ N); destacándose entre ellas las que se encuentran al sur, tanto por el área que cubren, como por las frecuencias mayores de ocurrencia de los eventos.

Por la comparación, para cada clase energética, de los valores máximos de frecuencia de ocurrencia con sus correspondientes tiempos t_{g-p} (fig. 2), se obtuvieron los valores límites de los radios (r), dentro de los cuales cada valor de K es siempre representativo con relación a la estación sismológica RCC (Tabla No. 2).

Se obtuvieron los parámetros del régimen sísmico para dos de las zonas definidas por el agrupamiento de los epicentros (Tabla No. 3). Para las demás no fue posible, debido a que el número de eventos de las clases energéticas representativas, no fue suficiente.

Estos parámetros fueron calculados para la región suroriental en conjunto, teniendo en cuenta la representatividad de las distancias para cada clase energética (Tabla No. 4, fig. 3).

Considerando el valor obtenido de χ para la región suroriental, que $K_{min} = 8$ para el área bajo estudio (de acuerdo con los valores de r), y que los eventos cuyos epicentros estuvieran localizados en las fronteras de los sectores de $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, se distribuían equitativamente, se calcularon los valores de A_{10} y trazaron las isolíneas del esquema de actividad sísmica (fig. 4).

Discusión y conclusiones

De los resultados obtenidos en el cálculo de los parámetros α y χ (Tabla No. 3) se ve claramente que el comportamiento del régimen sísmico es similar para las zonas 4 y 5, por cuanto la pendiente del gráfico "magnitud-frecuencia" toma el mismo valor para ellas; diferenciándose sólo en los parámetros α de cada área; parámetro que caracteriza una actividad sísmica mayor.

El cálculo de los parámetros del régimen sísmico para toda la región suroriental, se hizo tomando en el mismo rango de valores de clases energéticas representativas que el utilizado para las diferentes zonas de referencia. Se obtuvo del mismo un resultado similar, por lo que es posible inferir que la "repetibilidad" de eventos para esta región o cualquiera de las zonas de concentración de epicentros, es semejante en la práctica.

En el esquema confeccionado de actividad sísmica A₁₀ vemos que las isolíneas de mayores valores, como era de esperar, se concentran en las zonas descritas por la Tabla No. 1.

Agradecimientos

El autor quiere agradecer al compañero Luis A. Menéndez la ayuda brindada en la obtención de estos resultados.

TABLA No. 1

Agrupamiento de los epicentros de la región suroriental de Cuba

- I. Extremo superior izquierdo.
- II. Extremo superior derecho.
- III. Extremo inferior izquierdo.
- IV. Extremo inferior derecho.

ZONA	PUNTOS FRONTERAS DE LAS ZONAS							
	I		II		III		IV	
	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}W$	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}W$	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}W$	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}W$
1	19°15'	76°00'	19°15'	75°40'	20°00'	76°00'	20°00'	75°40'
2	19°15'	75°40'	19°15'	75°25'	20°00'	75°40'	20°00'	75°25'
3	20°00'	76°30'	20°00'	76°05'	19°30'	76°30'	19°30'	76°05'
4	20°00'	76°05'	20°00'	75°40'	19°30'	76°05'	19°30'	75°40'
5	20°00'	75°40'	20°00'	75°10'	19°30'	75°40'	19°30'	75°10'
6	19°55'	75°10'	19°55'	74°45'	19°20'	75°10'	19°20'	74°45'

TABLA No. 2

Radioes efectivos para el registro de eventos desde RCC

Clase energética K	5	6	7	8	9
r (Kms)	9	27	36	99	144

TABLA No. 3

Parámetros del régimen sísmico de las zonas
4 y 5 de la región suroriental

ZONA 4			ZONA 5		
K	\bar{N}_K	PARAMETROS	K	\bar{N}_K	PARAMETROS
8	900	$\gamma = -0,42$	8	58	$\gamma = -0,44$
9	300	$\sigma_\gamma = 0,06$	9	45	$\sigma_\gamma = 0,09$
10	175	$\alpha = 0,09$	10	32	$\alpha = 0,24$
11	0,25	$\sigma_\alpha = 0,61$	11	6	$\sigma_\alpha = 0,91$
12	0,25		12	1	

TABLA No. 4

Parámetros del régimen sísmico
de la región suroriental

Intervalo de tiempo	Clases Energéticas (K)				
	8	9	10	11	12
Ene (69) - Dic (69)	58	26	10	3	2
Ene (70) - Dic (70)	59	40	17	2	1
Ene (71) - Dic (71)	31	22	10	4	3
Ene (72) - Dic (72)	98	63	32	6	1
Ene (73) - Dic (73)	167	69	33	3	4
Ene (74) - Dic (74)	100	63	32	6	4
Ene (75) - Dic (75)	134	102	35	12	1
Ene (76) - Dic (76)	134	105	35	12	1
\bar{N}_K	97,6	61,3	25,5	6,0	2,1

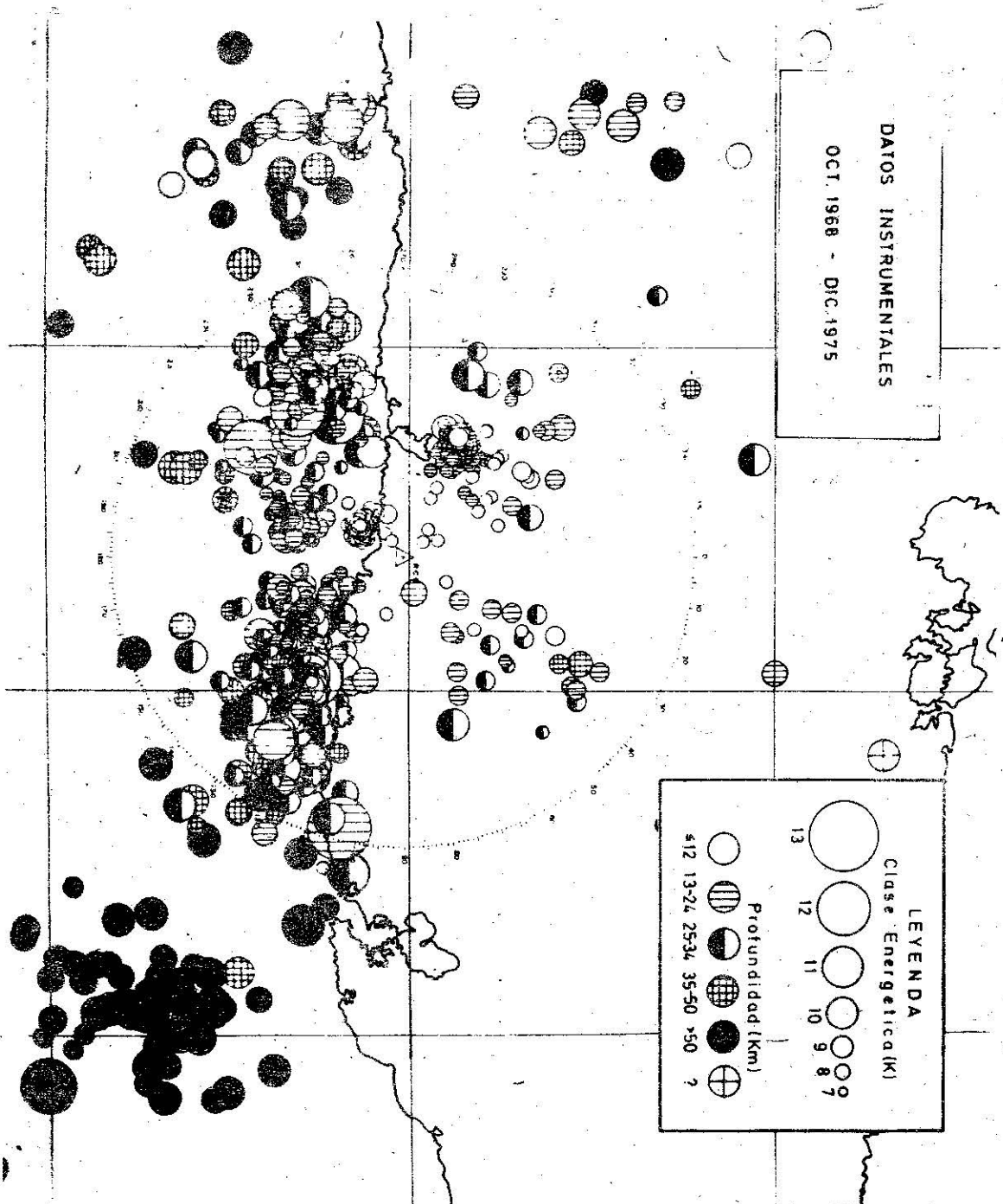
$$\gamma = -0,43$$

$$\alpha = 1,26$$

$$\sigma_\gamma = 0,04$$

$$\sigma_\alpha = 0,43$$

Figura No. 1



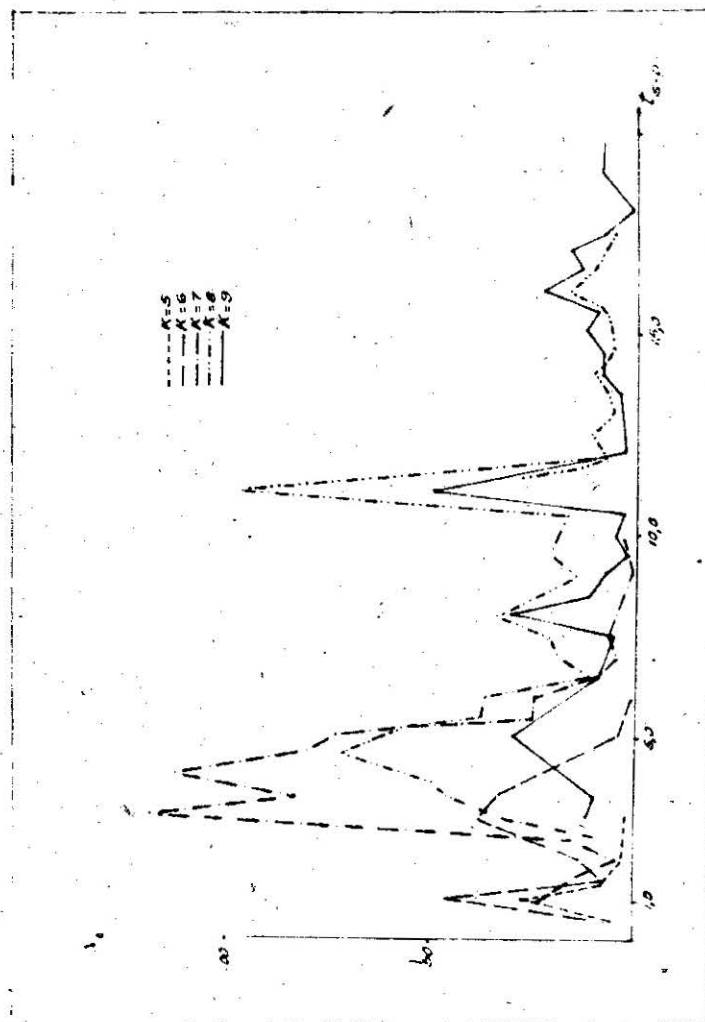


Figura No. 2

Gráfico de frecuencia de ocurrencia, para
 $0 < t_{S-P} \leq 20$ seg, de las diferentes clases energéticas

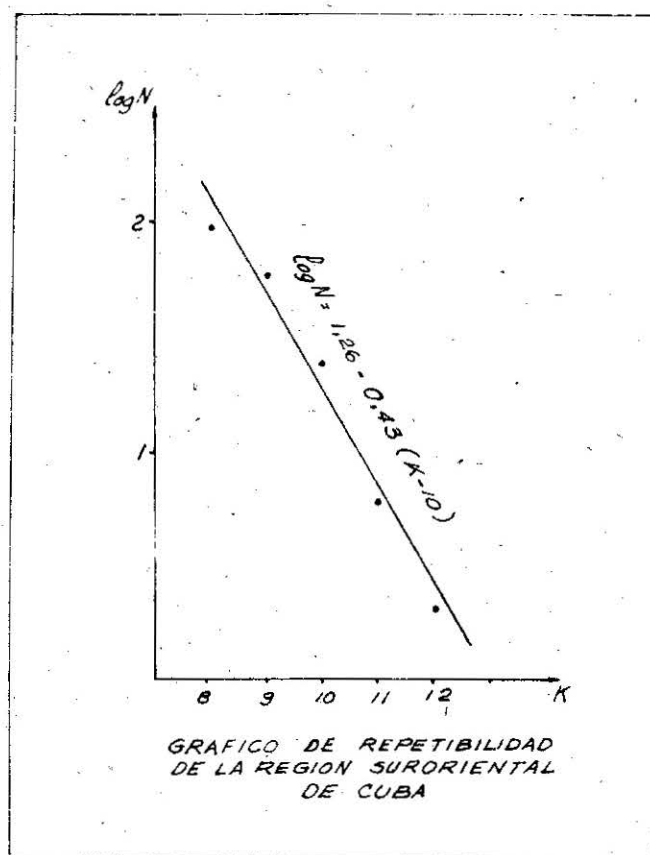


Figura No. 3

Gráfico de "magnitud-frecuencia" de la región
súrorientál de Cuba

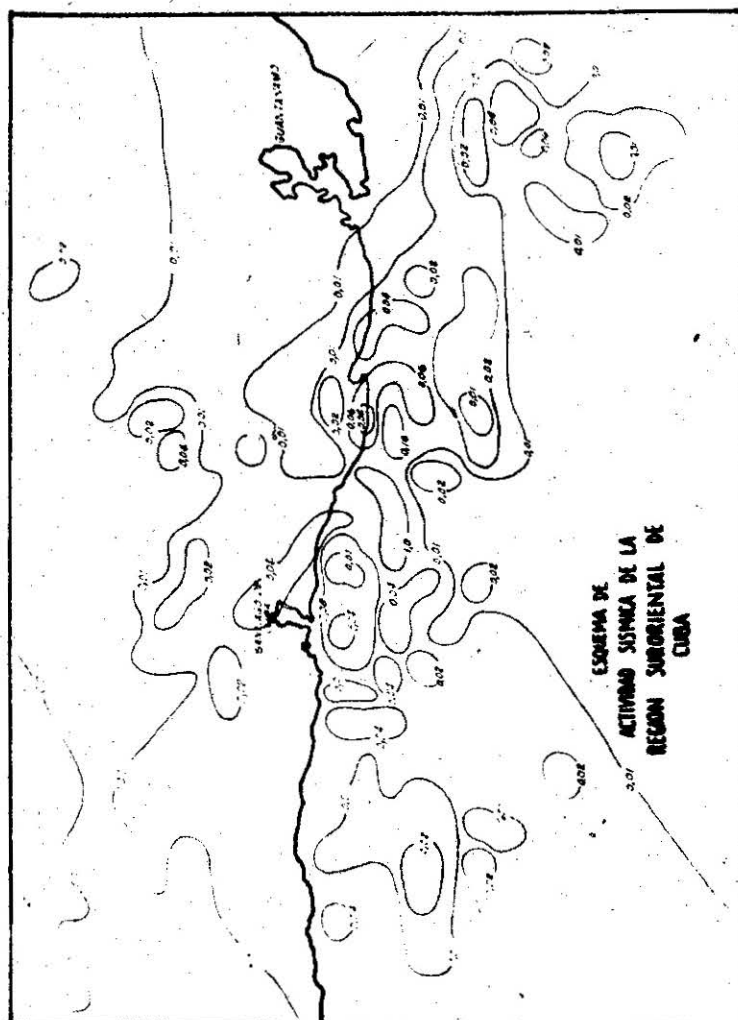


Figura No. 4

Esquema de actividad sísmica de la región
suroriental de Cuba

Referencias

1. Buné, V. I.; Kulaguin, V. K. ; Soboleva, O. V, (1965): Régimen sísmico de la región de Bajsh de la RSS de Tadzhikistan. Editora de la A. C. de Tadzhikistan, Dushanbe.
2. Datos Macrosísmicos e Instrumentales: Dpto. Sismología. Instituto de Geofísica y Astronomía. Academia de Ciencias de Cuba. Recopilaciones a partir de 1524.
3. Mamadaliev, Yu. A. (1972): Estudio de los parámetros del régimen sísmico de la región de Dushanne-Bajsh de Tadzhikistan.
4. -----(1976): Comunicación Personal.
5. Medviedev, S. V. ed. (1977): Microrregionalización sísmica. Nauka. Moscú.
6. Rautian, T. G. (1960): Amortiguación de las ondas sísmicas y la energía de los terremotos. Trabajos TISS Acad. Cien. RSS Tadzhikistan, T. VII.
7. Riznichenko, Yu. V. y Gorbunova, N. B. (1968): Acerca de los métodos de confección de los mapas de actividad sísmica. En el libro: Regionalización Sísmica de la URSS. Nauka. Moscú.