

## LA TECTONICA DEL CUATERNARIO DE CUBA Y LA SISMICIDAD

Laurencio Orbera  
Ariel Arias

El propósito de éste artículo es dar una visión integral de la metodología sismotectónica aplicada a la construcción de obras energéticas. El mismo brinda una panorámica de las cuestiones fundamentales de las investigaciones sismotectónicas y su utilización en la selección de las áreas para la ubicación de obras de gran importancia económica.

En la etapa actual de desarrollo de nuestro país se hace necesario el estudio de la estabilidad sísmica de las construcciones, ya que una rotura considerada por sismos o fenómenos relacionado con ellos, tales como corrientes de tierra, inundaciones, etc; podrían ocasionar daños a la mismas y pérdidas de vidas humanas.

Las investigaciones sismotectónicas comenzaron en nuestro país en 1977, con el estudio sismotectónico de la Región Central de Cuba.

En 1980 se realiza el Estudio de la parte Oriental del país y por último en 1983 se termina el estudio de la Parte Occidental, estos estudios tuvieron un carácter Regional y en la actualidad sirve como base para los Estudios Sismotectónicos Locales.

Como resultado de éste trabajo quedaron elaborados mapas neotectónicos y sismotectónicos para todo el territorio de la República de Cuba a Escala 1: 500000.

En los mismos se muestran las fallas activas y las zonas de fallas donde es posible el surgimiento de focos terremotos de diferentes magnitudes y terremotos de diferentes magnitudes.

En la etapa actual se realizan los estudios locales en los lugares de emplazamientos de obras importantes, así como en pueblos y ciudades, con el fin de tomar medidas y prevenir daños y pérdidas humanas.

### **FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LAS INVESTIGACIONES NEOTECTÓNICAS**

Acerca de los principios metodológicos sobre los cuales se apoya el estudio de los movimientos neotectónicos se abordará brevemente a continuación. En el territorio de Cuba ésta metodología se desarrolló durante el proceso de los trabajos y las investigaciones de muchos años propias del autor. En el transcurso del período experimental, antecediendo los trabajos de campo, se estudiaron las fuentes literarias sobre paleogeografía, geomorfología, geología, tectónica y geofísica, tanto de toda la Región del Caribe, como la de la Isla de Cuba. Se analizaron los mapas topográficos y geológicos, realizándose también el desciframiento de fotos cósmicas y aéreas.

En el proceso de las investigaciones de campo se recopilaron materiales primarios, necesarios para la valoración cuantitativa de los movimientos tectónicos en el período cuaternario fundamentalmente.

Junto con esto se realizó el estudio en el peor de los niveles geomorfológicos teniendo en cuenta la distribución arcal.

Sus alturas se determinaron por los mapas topográficos y se puntualizaron por nivelación barométrica. Uno de los principales problemas de las investigaciones de campo es el mapeo de las fallas y estructuras plegadas, activas durante el tiempo holocénico y cuaternario. Las investigaciones realizadas permitieron mostrar que el sistema de bloques tectónicos, distribuidos a diferentes niveles hipsométricos.

En el presente trabajo en calidad de nivel de apoyos geomorfológico se toman las superficies plio-pleistocénicas que cubren los sectores de los parteaguas en los macizos montañosos de Cuba.

Su posición hipsométrica inicial estuvo próxima al nivel del mar, la cual sirvió de base general de la erosión. Las amplitudes de los levantamientos tectónicos se determinaron por la diferencia entre su situación actual y la inicial.

La valoración cuantitativa de los movimientos holocénicos ascendentes se realizó sobre la base de la metodología de estudio de los paleángulos elaborados en el Instituto de Física de la tierra de la Academia de Ciencias de la URSS (Belousov 1973-1976). Las amplitudes de los movimientos se valoran por la comparación de la situación hipsométrica actual y la inicial de las llanuras fluviales y las tenazas más bajas. Es de dependencia de, que antes del Holoceno el nivel del mar era aproximadamente 20 metros más abajo que el actual (Yonin y otros, 1977, Cartachov y otros, 1981), las bases de la erosión de los ríos se tomaron también 20 metros más abajo.

Las amplitudes de los movimientos holocénicos y cuaternarios descendentes se establecieron con la ayuda del conocido método de espesores y facies.

Los datos necesarios para esto se obtuvieron de las perforaciones y las investigaciones geofísicas, la utilización de la metodología estudiada permitió crear el esquema de los movimientos tectónicos en Cuba, durante los períodos de tiempo holocénico y cuaternario. La morfología de los elementos estructurales y las particularidades de distribución de las amplitudes de los movimientos en el plano se representa en el esquema correspondiente mediante isolíneas.

## **LOS MOVIMIENTOS TECTÓNICOS DEL CUATERNARIO EN CUBA**

El carácter de los movimientos tectónicos del Cuaternario, se conserva actualmente y debe tenerse en cuenta los desplazamientos contemporáneos que tuvieron su origen hace aproximadamente unos 6 mil años (Jaín, 1984).

Para el estudio de la tectónica del Cuaternario en Cuba se utilizó un complejo de métodos entre los que se destacan las geológicas, geomorfológicas, geofísicas y geodésicas.

Los métodos geológicos que se han utilizado en los estudios son los estratigráficos, isopacas, facial, etc.

Los geomorfológicos se han basado en los métodos batimétricos, morfométricos, orográficos, etc., mientras que los geofísicos están formados fundamentalmente por el sísmológico, gravimétrico, sísmico, etc.

Para el estudio de las amplitudes de los movimientos tectónicos ascendentes del Cuaternario en Cuba, se utilizó el método de comparación de la posición isométrica actual de la superficie de nivelación pre-pleistocénica, que se formó a nivel del mar con la posición que tenía en el momento de su formación. Esta superficie fue cartografiada y estudiada en condiciones de trabajo de campo.

Los movimientos tectónicos del Cuaternario no tuvieron el mismo origen en los diferentes regímenes de Cuba. Fig. No. 1.

La Región Oriental, se puede dividir en tres grandes bloques: Cubano Oriental, Cauto-Nipe y Camagiley. En esta parte del territorio de Cuba, al igual que en el resto del país, los movimientos tectónicos del Cuaternario comenzaron el Plioceno tardío y continuaron durante el Pleistoceno Inferior. Los bosques antes mencionados están divididos por fallas profundas. Los levantamientos más intensos se registraron en la Sierra Maestra, con una amplitud de más de mil metros, que a su vez es la mayor intensidad de los movimientos tectónicos de ascensos verticales en el Megabloque Cubano, en este período. En el Holoceno los movimientos tectónicos alcanzaron en dicho bloque Oriental desplazamientos verticales de los 100 a 60 metros.

Los movimientos del cuaternario en la Región Central de Cuba fueron 400-600 metros y en el Holoceno alcanzaron los 70 metros.

En la parte Occidental de Cuba las mayores intensidades de los movimientos tectónicos del Cuaternario se registraron en el Bloque Pinar del Río. Los levantamientos tuvieron su máxima intensidad en el Bloque Cuaniguanico, con una amplitud de más de 400 metros.

En la Cuenca Los Palacios se registraron las mayores intensidades de hundimientos, llegando hasta los 100 metros.

En la Depresión de los Palacios se nota un cambio brusco en la intensidad de los hundimientos, mientras que en el Mioceno esta Región se hunde más de 2 mil metros en el Pleistoceno este valor sobrepasa los 100 metros.

Los movimientos del Cuaternario en el Bloque Habana . Matanzas fueron destacados no sólo por la posición actual de las superficies de nivelación que se originó en el Mioceno Superior Plioceno, sino también por la altura a la que se encuentran en la actualidad los sedimentos de la Formación Villa Roja.

Estos movimientos tuvieron una intensidad mayor en la parte sur del Bloque, donde se pueden observar amplitudes de los desplazamientos verticales superiores a los 250 metros.

## **ZONAS DE ALTA ACTIVIDAD TECTÓNICA ACTUAL**

Las zonas de alta actividad tectónica actual, como regla, se relacionan con los sistemas de fallas, que dividen los bloques de la corteza terrestre y que experimentan movimientos de diferentes direcciones. Estas zonas se desarrollaron intensamente a lo largo de toda la historia geológica nueva de Cuba y su alta actividad tectónica crearon y crean las condiciones para el surgimiento de focos de terremotos de diferentes magnitudes.

En la mayoría de las zonas delimitadas no se han producido en el tiempo histórico terremotos fuertes, sin embargo, los datos geológicos muestran que es posible el surgimiento de ellos. Por lo tanto en dependencia con la historia del desarrollo geológico, situación estructural, construcción profunda, así como la actividad tectónica en el Neogeno, Cuaternario, Holoceno y reciente, éstas mismas zonas se caracterizan por la posibilidad de surgimiento de terremotos de diferentes magnitudes.

En la figura 2 se muestra la ubicación de las zonas de alta actividad tectónica en el territorio de la República de Cuba. Estas zonas fueron clasificadas por categorías según las amplitudes de los desplazamientos nuevos, las dimensiones de las fallas, etc.

Las zonas de primera categoría se caracterizan por significativos valores de gradientes de la velocidad de los movimientos tectónicas en el Neogeno-Cuaternario, superiores a  $1.104/\text{año}^4$ . La mayoría de las fajas jóvenes cortan toda la corteza terrestre. La amplitud de los desplazamientos en las fallas en el Neógeno-Cuaternario alcanzan de 7 a 9 km.

Se conserva una gran movilidad en la etapa actual. La zona tiene un ancho de decenas de kilómetros y longitud de más de mil kilómetros.

En todas las zonas de esta categoría es posible el surgimiento de terremotos con  $M_{\text{máxima}} = 8$ .

Las zonas de segunda categoría limitan elementos estructurales de la corteza terrestre, mucho menores que las de la primera categoría. El ancho de esta zona es mucho menor, su profundidad es también menor que las de primera categoría. La amplitud de los desplazamientos de los elementos estructurales en la corteza son dos veces menores en las zonas de primera categoría. La ocurrencia de terremotos catastróficos en la zona de segunda categoría es de 2 a 4 veces menores que en las zonas de primera categoría. Esto puede ser un evento en 10.000 años en un área de mil kilómetros cuadrados. En esta zona no se descarta el surgimiento de un sismo de  $M = 7 \frac{1}{2} - 8$ . Pero como promedio en general esta probabilidad es muy pequeña. La magnitud máxima probable es entre  $5 \frac{3}{4} - 7 \frac{1}{2}$ .

FIGURA 1

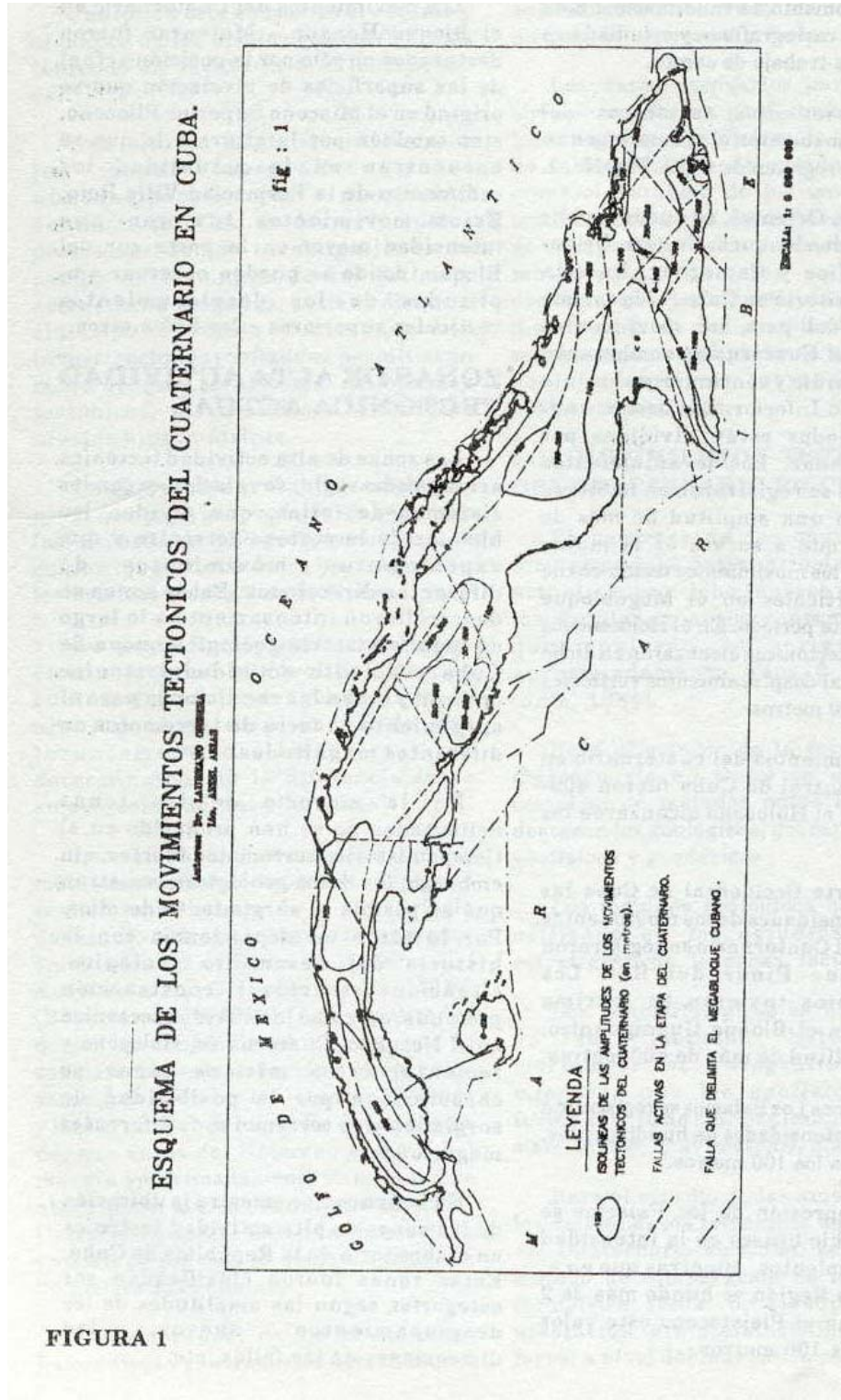
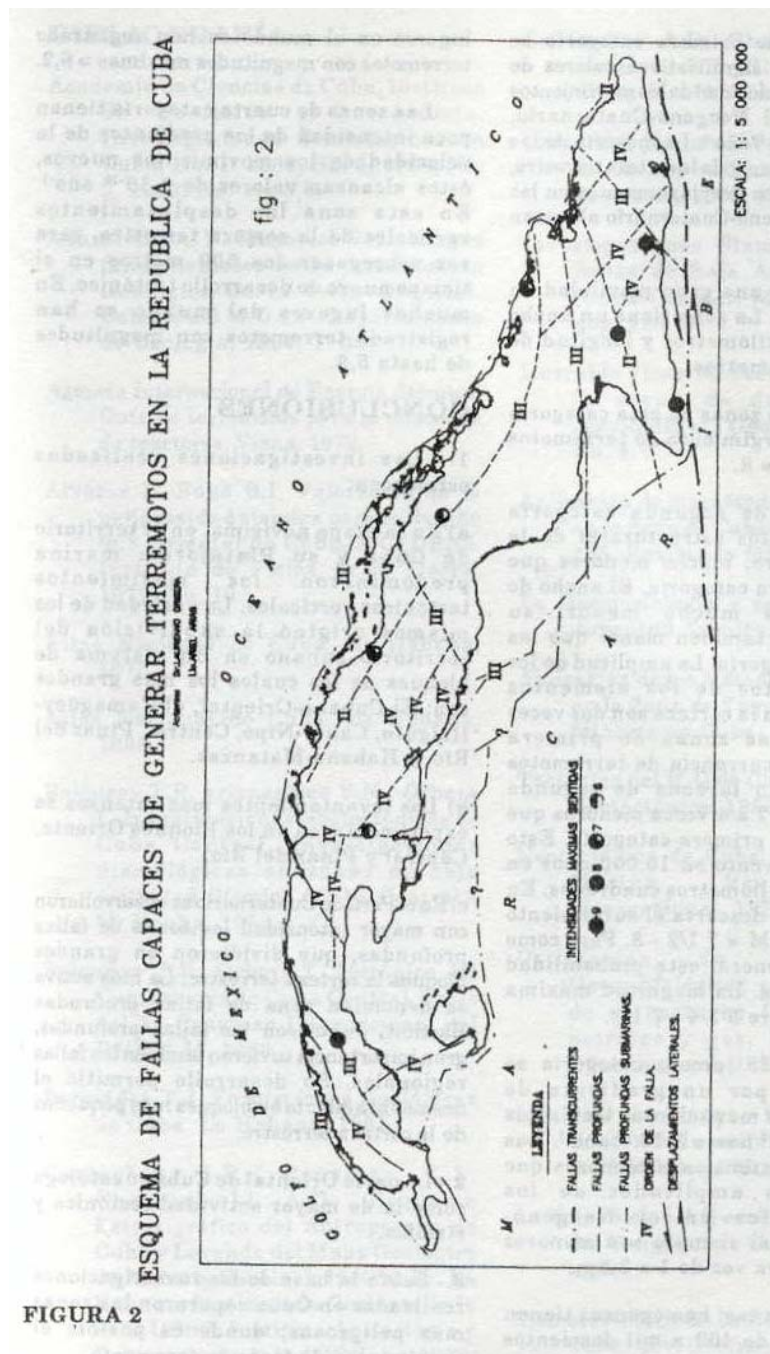


FIGURA 1



Las zonas de tercera categoría se caracterizan por un gradiente de velocidad de los movimientos tectónicos nuevos de  $1.10^{\circ}$  hasta  $3.100$  año'. Las fallas tienen extensiones menores que  $100$  km. Las amplitudes de los desplazamientos en el Neógeno- Cuaternario casi siempre son menores que  $1$  km, y rara vez de  $1$  a  $2$  km.

Los sectores casi homogéneos tienen una extensión de  $100$  a mil doscientas kilómetros. En estas zonas, en muchos lugares en el mundo se han registrado terremotos con magnitudes máximas =  $6,2$ .

Las zonas de cuarta categoría tienen poca intensidad de los gradientes de la velocidad de los movimientos nuevos, éstos alcanzan valores de  $1.10 \text{ lo año}^{-1}$ . En esta zona los desplazamientos verticales de la corteza terrestre, rara vez sobrepasan los 500 metros en el tiempo nuevo de desarrollo tectónico. En muchos lugares del mundo se han registrado terremotos con magnitudes de hasta 5,5.

## **CONCLUSIONES**

1.. Las investigaciones realizadas establecen:

a) En la etapa novísima, en el territorio de Cuba y su Plataforma marina predominaron los movimientos tectónicos verticales. La variedad de los mismos originó la subdivisión del territorio cubano en un sistema de bloques de los cuales los más grandes son: El Cubano-Oriental, el Camagtey Holguín, Cautanipe, Central, Pinar del Río, y Habana-Matanzas.

b) Las levantamientos más intensos se experimentaron en los Bloques Oriente, Central y Pinar del Río.

c) En el Período Cuaternario se desarrollaron con mayor intensidad las zonas de fallas profundas, que dividieron en grandes bloques la corteza terrestre. La más activa se denomina zona de fallas profundas Bartlett. Junto con las fallas profundas, gran importancia tuvieron también las fallas regionales. Su desarrollo permitió el desmembramiento en bloques más pequeños de la corteza terrestre.

2.- La parte Oriental de Cuba se cataloga como la de mayor actividad tectónica y sísmica.

3.- Sobre la base de las investigaciones realizadas en Cuba separaron las zonas más peligrosas, donde es posible el surgimiento de focos de terremoto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geofísica y Astronomía. Investigaciones Sismológicas en Cuba. No. 1. 1980, No. 5, 1984, No. 2, 1982, No. 3,4,5,6.

Adamovich A. F. V. D. Rasgos fundamentales de la Construcción Geológica de la Cuba Oriental. Boletín del M.O.I.P. Departamento de Geología, 1964. T. 39.

Agencia Internacional de Energía Atómica - Guía de terremotos para la ubicación de reactores. Viena, 1972. Álvarez L. Buné 2.1. Valoración de la peligrosidad sísmica para la Región Sub Oriental de Cuba. A. C. URSS. Instituto de Física de la Tierra. 1977. No. 10

Atlas Nacional de Cuba. La Habana, 1970.

Atlas Nacional de Cuba. La Habana, 1988.

Belousov T. P., Kriensnjcov V. N., Orbera L. Investigaciones Neotectónicas de Cuba Central. Investigaciones Sismológicas en zonas de baja actividad Sísmica (Cuba Central). M: Nauka, 1983.

Belousov T. P., Orbera T. Tectónica del Cuaternario de Cuba Central. Tesis del XI Congreso Internacional del INQUAM. 1982.

Bermúdez T. J. Formaciones Geológicas de Cuba. La Habana, 1961.

Cactachov I. P., Peñalver L. L., Cherniajovki A. G. Esquema Estratigráfico del Antropógeno de Cuba y Leyenda del Mapa Geológico de Cuba a Escala 1:250000 M. La Habana, Instituto de Geología de la ACC URSS, Instituto de Geología y Paleontología de la ACC Cuba. 1979.

Cartachov I. P., Cherniajovki A. G., Peñalver L. L. El antropógeno de Cuba. M. NAUKA, 1981.

Chein V. S., Clichov K. A. y otros Tectónica de Cuba y su Plataforma Geológica Soviética, 1978. No. 2

Investigaciones Sismológicas de las Zonas de Baja Actividad Sísmica (Cuba Central) 14. NAUICA, 1983, pág. 136.

Iturralde Vinén 14. Tectónica de Cuba de la etapa de desarrollo postgeosinclinal. Geotectónica, 1979. No. 4.

Aplicación de los métodos Morfométricos en la Zona de Cabañas. Bahía Honda 195. Revista la Minoría en Cuba.

La Geomorfología y sus Usos. Revista Juventud Técnica, 1974.

Aplicación de los Métodos Morfométricos en la Zona de Yaguajay. Revista La Minería en Cuba, 1977.

Tectónica del N-Q de Cuba Central. Rev. Geotectónica, 1986, en ruso. Rusia. Neotectónica de Cuba y Marina. Rev. Internacional. 1976, su Plataforma Geografía en inglés.

Utilización de los Métodos Geomorfológicos para la búsqueda de estructuras favorables para petróleo y gas. Rev. Geografía Internacional, 1976, en inglés.

Los movimientos tectónicos del Cuaternario en Cuba, Central. Rev. del INQUA. 1982, en inglés.

La Tectónica del Q en Cuba. Resúmenes del Congreso de Geología. 1984, en inglés.



Sismotectónica de la Región Central de Cuba. Rev. Geofísica Internacional, 1982, en ruso.