

# La teledetección en el estudio de la estructura semicircular del sur de Holguín (zona oriental de Cuba)

DONIS P. COUTIN, ELEMÉR NAGY, y FRANCISCO RIVERO

**RESUMEN.** Como resultado de la aplicación de los métodos de teledetección simultáneamente con el análisis de los datos geológicos, geofísicos, y geomorfológicos, existentes para el territorio de las provincias orientales, se detectó, por primera vez, la presencia de estructuras y lineamientos circulares de génesis y mecanismo de formación muy variados. Se tomó la estructura semicircular del S de Holguín, que sólo se observa en las fotos cósmicas, como objeto de estudio fundamental, con vista a establecer los parámetros que pudieran extrapolarse en un futuro para la interpretación de otras estructuras y lineamientos.

Los bosques semidecíduos sobre calizas y margas, así como la red hidrográfica, constituyeron importantes rasgos indirectos en la interpretación geológica de las estructuras reflejadas en las fotos cósmicas multizonales, especialmente en los canales 4 y 5.

El análisis en conjunto de los datos disponibles permitió establecer que la región estudiada posee una geología muy compleja y que la presencia de la estructura, revelada en las imágenes cósmicas, no es posible por ahora vincularla a ninguna de las estructuras geológicas conocidas en la superficie, ni tampoco se relaciona con ninguna de las anomalías geofísicas determinadas en esa área.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los últimos años han sido testigos de la aplicación de las nuevas técnicas de teledetección en el estudio geológico de distintos objetivos. Numerosas son las experiencias realizadas a nivel mundial sobre esta temática, lográndose obtener con los medios aerocósmicos nuevas informaciones sobre diversas estructuras geológicas (KATZ *et al.*, 1976; SPIRIDONOV y RIVERO, 1978).

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el estudio de una estructura semicircular al S de Holguín, detectada con ayuda de estos

---

Manuscrito aprobado el 8 de octubre de 1979.

D. P. Coutin pertenece al Instituto de Geología y Paleontología, de la Academia de Ciencias de Cuba. E. Nagy pertenece al Instituto Estatal de Geología, de Hungría. F. Rivero pertenece al Instituto de Geografía, de la Academia de Ciencias de Cuba.

métodos, así como ofrecer nuevos criterios que sirvan de base teórica en los trabajos de prospección geológica que se proyecten en esa región.

La zona estudiada se encuentra en la parte central de la cuenca Guacanayabo-Nipe, orientada según una dirección *E-NE*. Esta cuenca está bordeada por el anticlinorio Auras al *N*, las elevaciones de la Sierra Maestra al *S*, y la Sierra de Nipe al *SE*, ocupando parte del territorio de la Provincia de Holguín (ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA, 1970).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante las investigaciones se utilizaron los siguiente materiales: fotos cósmicas del satélite ERTS, canales 3, 4, y 5 (10 de febrero de 1973); fotos aéreas pancromáticas, a escala 1:37 500 del I. C. G. C.; distintos mapas temáticos elaborados por la brigada cubano-húngara del Instituto de Geología y Paleontología, de la Academia de Ciencias de Cuba, en el levantamiento geológico, a escala 1:250 000, de la antigua Provincia de Oriente.

En la ejecución de los trabajos se siguió el siguiente orden de tareas: (1) estudio de las fotos cósmicas con la finalidad de ubicar mejor la estructura y precisar sus contornos y relaciones, resultando de gran valor la interpretación del fototono de la cubierta vegetal; (2) análisis de los mapas y los resultados de las investigaciones temáticas realizadas en la zona, sobre litología, sismicidad, gravimetría, aeromagnetismo, etc.; (3) estudio de las fotos aéreas para precisar los detalles a menor escala; (4) análisis del levantamiento de la red hidrográfica, tanto externa como interna, con el fin precisar los contornos de la estructura; (5) conjugación de los datos de la interpretación de los materiales aerocósmicos con los demás datos; y (6) confección de gráficos y esquemas de los resultados obtenidos.

## **3. CARACTERÍSTICAS GEÓLOGO-GEOFÍSICAS DE LA REGIÓN**

En las fotos cósmicas de la zona oriental de Cuba se detectó una estructura semicircular al *S* de Holguín, que resultó interesante al comprobarse que no correspondía, ni con las estructuras geológicas que afloran en la superficie en ese lugar, ni con ninguna de las anomalías geofísicas conocidas para esa área.

La mencionada estructura aparece formando un semicírculo abierto hacia el *W*, entre los pueblos de San Pedro de Cacocúm, Lewiston, San Germán, y Manguito. A continuación expondremos brevemente las características geólogo-geofísicas del área estudiada.

### **3.1 Geología**

Los complejos rocosos más antiguos que afloran en la región estudiada están representados en la parte *N* por: gabros, gabro-diabasas, y serpentinitas (Cretácico); lavas, aglomerados, tobas, y tufitas de composición intermedia, pertenecientes al miembro La Jíquima de la Form. Iberia (Cretácico); los conglomerados de la Form. Hatico y Picota (Maestrichtiano) y las tobas y tufitas de composición ácida de la Form. Vigía (Paleo-

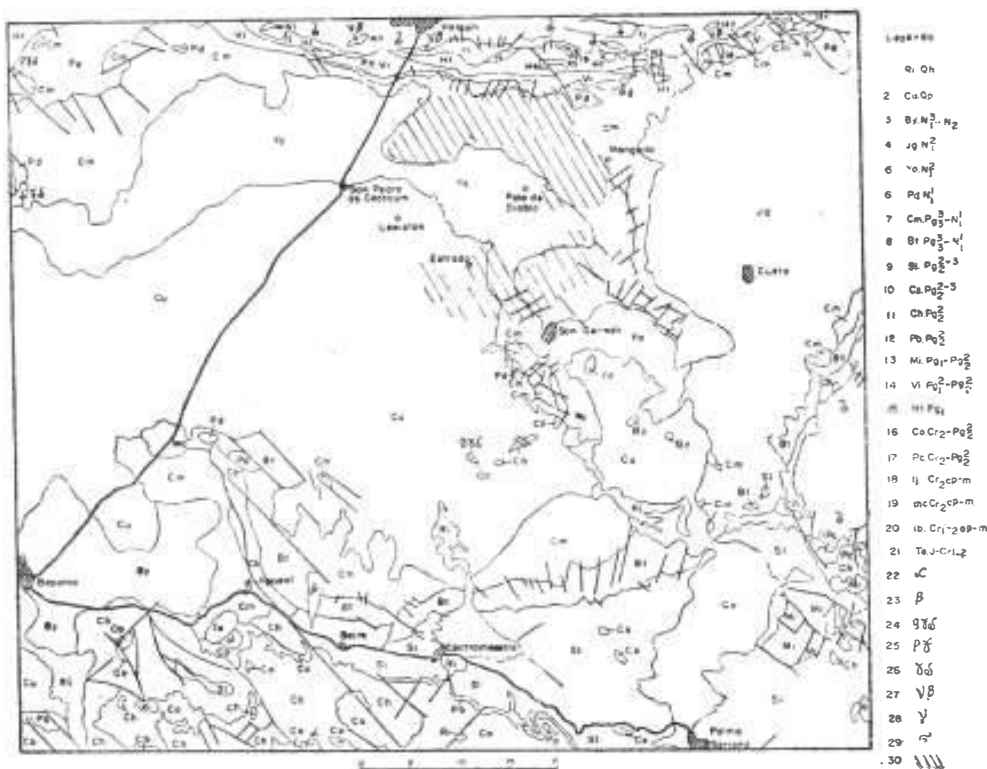


FIG. 1. Esquema geológico de la región al S de Holguín: 1. Form. Río Macío, arenas y gravas fluviales; 2. Form. Cauto, sedimentos fluvio-marinos; 3. Form. Bayamo, arcillas; 4. Form. Jagüeyes, calizas; 5. Form. Yayal, margas; 6. Form. Pedernales, conglomerados; 7. Form. Camazán, calizas; 8. Form. Bitiri, margas y calizas; 9. Form. San Luis, areniscas; 10. Form. Camarones, conglomerados; 11. Form. Charco Redondo, calizas de estratos muy gruesos; 12. Form. Puerto Boniato, calizas de estratificación fina; 13. Form. Miranda, tobas ácidas; 14. Form. Vigía, tobas ácidas, tufitas y margas; 15. Form. Hatico, conglomerados; 16. Form. Cobre, rocas vulcanógenas andesíticas; 17. Form. Picota, conglomerados; 18. Miembro la Jíquima, areniscas; 19. Miembro Mícara, areniscas; 20. Miembro Iberia, rocas vulcanógenas andesíticas; 21. Form. Tejas, areniscas tobáceas esquistosas; 22. Andesitas; 23. Basalto; 24. Granófidio granodiorítico; 25. Pórfido tonalítico; 26. Granodiorita; 27. Gabro; 28. Gabro; 29. Serpentinitas; 30. Estructura reflejada en las fotos cósmicas.

ceno-Eoceno Medio). En la porción S de la cuenca afloran areniscas tobáceas esquistosas de la Form. Tejas (Cretácico) y lavas, aglomerados, tobas, tufitas, y areniscas vulcanoclásticas de composición andesítica principalmente, que se incluyen dentro de la Form. Cobre (Cretácico Superior-Eoceno Medio). Como techo de este piso estructural más antiguo, aparecen las calizas de las Forms. Charco Redondo y Puerto Boniato (Eoceno Medio), cuyos afloramientos bordena la cuenca por el S, el E, y el N.

Las formaciones geológicas más jóvenes, que constituyen la secuencia post-orogénica de esta área, son las siguientes: Camarones (conglomerados) y San Luis (conglomerados, areniscas, aleurolitas y arcillas) del

Eoceno Superior; Pedernales y Bitirí (la primera constituye el conglomerado basal del Neogeno y la segunda está formada por margas y calizas margosas) del Oligoceno y el Aquitaniano Superior; Camazán (calizas) del Aquitaniano y Burdigaliano; Yayal (margas) y Jagüey (calizas) del Mioceno Medio.

Cerrando el perfil aparecen los depósitos arcillosos con algunas intercalaciones de lentes de calizas coralinas de la Form. Bayamo (Plioceno), la alternancia lentiforme de gravas, areniscas y arcillas de la Form. Cauto, y los sedimentos recientes de los cauces y terrazas de los ríos activos e intermitentes (Form. Río Macío).

Esta situación geológica se muestra en la Fig. 1, según el levantamiento geológico a escala 1:250 000.<sup>1</sup>

## **3.2 Geofísica**

### **3.21 GRAVIMETRÍA**

Sobre la base de las mediciones gravimétricas se diferencian anomalías primarias y secundarias. Entre las primeras, se destaca la depresión de Nipe, de forma alargada, cuyo eje, orientado según el azimut *W-NW*, pasa por el pozo perforado Cacocúm-1 y los pueblos de San Pedro de Cacocúm y Lewiston. Esta depresión está enmarcada en la zona de gradientes elevados de la fuerza de gravedad y por su límite *N* pasa un sistema de grandes fallas; estando dividida en dos partes por el levantamiento Báguanos.

Paralela a la depresión descrita y al *S* de la misma se encuentra la anomalía de Lewiston, que constituye la mayor anomalía gravimétrica de Cuba. Su parte más elevada se sitúa al *S* de San Germán, en los alrededores de los afloramientos de gabro y ultramafitas de la zona.

Las estructuras gravimétricas secundarias son: una anomalía positiva y otra negativa al *W* de Holguín, así como otra anomalía positiva al *NW* de Jiguaní (Fig. 2).

La estructura semicircular reflejada en las fotos cósmicas se encuentra precisamente en la parte oriental de la depresión gravimétrica de Nipe, entre Cacocúm, San Germán, y Báguanos. En el plano, el borde oriental de la fotoanomalía limita aproximadamente con el levantamiento de Báguanos.

<sup>1</sup> E. Nagy y colaboradores: "Texto explicativo del mapa geológico de la Provincia de Oriente, levantado y confeccionado por la Brigada Cubano-Húngara, entre 1972 y 1975". Archivo del Fondo Geológico Nacional, La Habana.

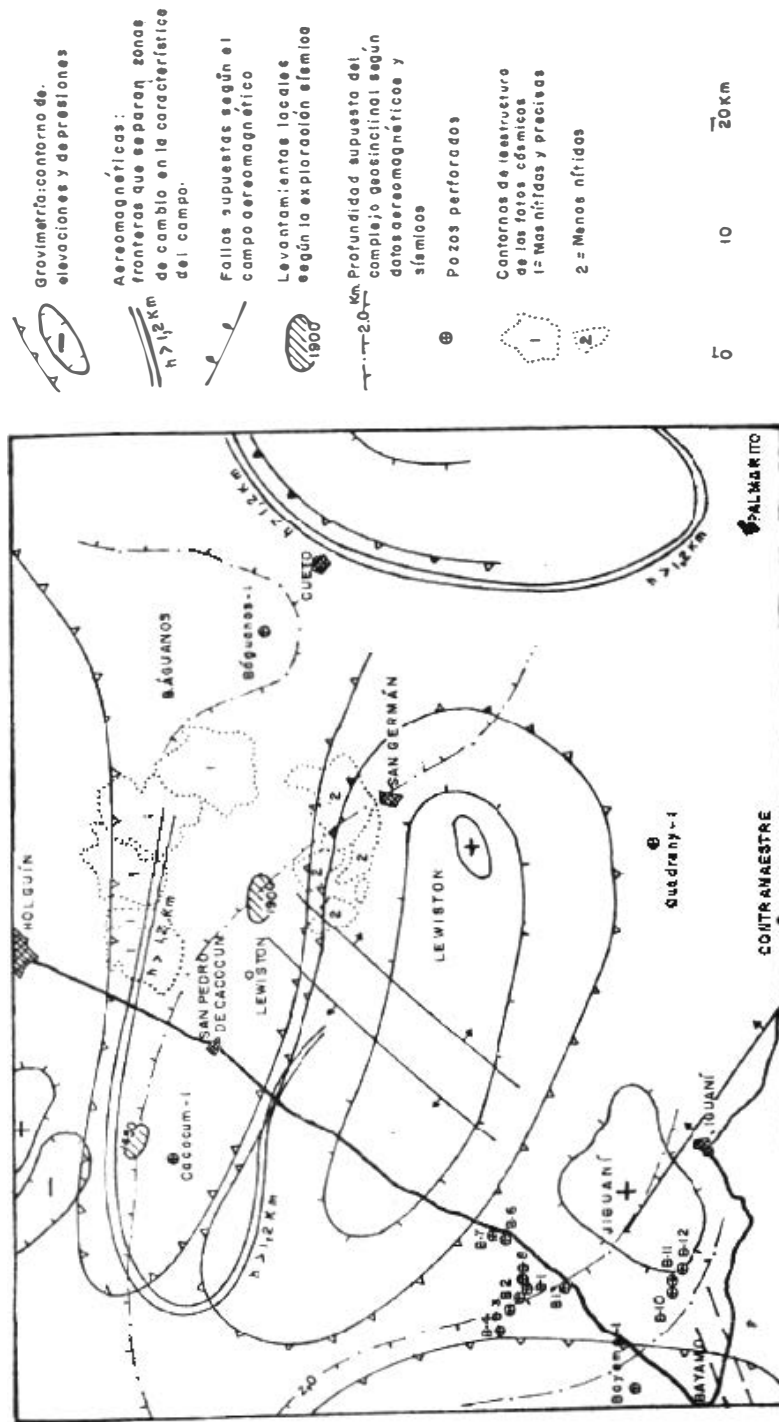


Fig. 2. Interrelación de la estructura semicircular con los datos geofísicos de la región del S de Holguín.

### 3.22 SÍSMICA

Los datos del levantamiento sísmico revelan que la profundidad del techo del complejo geosinclinal en la región, oscila alrededor de 2,0 km, con un hundimiento general hacia el SW. En la región aparecen dos levantamientos locales; el más oriental se encuentra aproximadamente en el centro de la estructura semicircular analizada, a una profundidad de 1,9 km; la profundidad máxima es de 2,4 km en las cercanías de Cacocúm.

### 3.23 AEROMAGNETOMETRÍA

Revela las anomalías positivas y negativas. Las positivas son más relevantes que las negativas. Al S y SE de Holguín se observan cinco máximos positivos, siguiendo una línea de dirección W-NW, atravesando la población de Báguanos, prácticamente en el borde NE de la estructura semicircular. Existe otra línea de máximos positivos orientada según un azimut W-NW, a lo largo del supuesto lineamiento tectónico Manatí-San Germán-

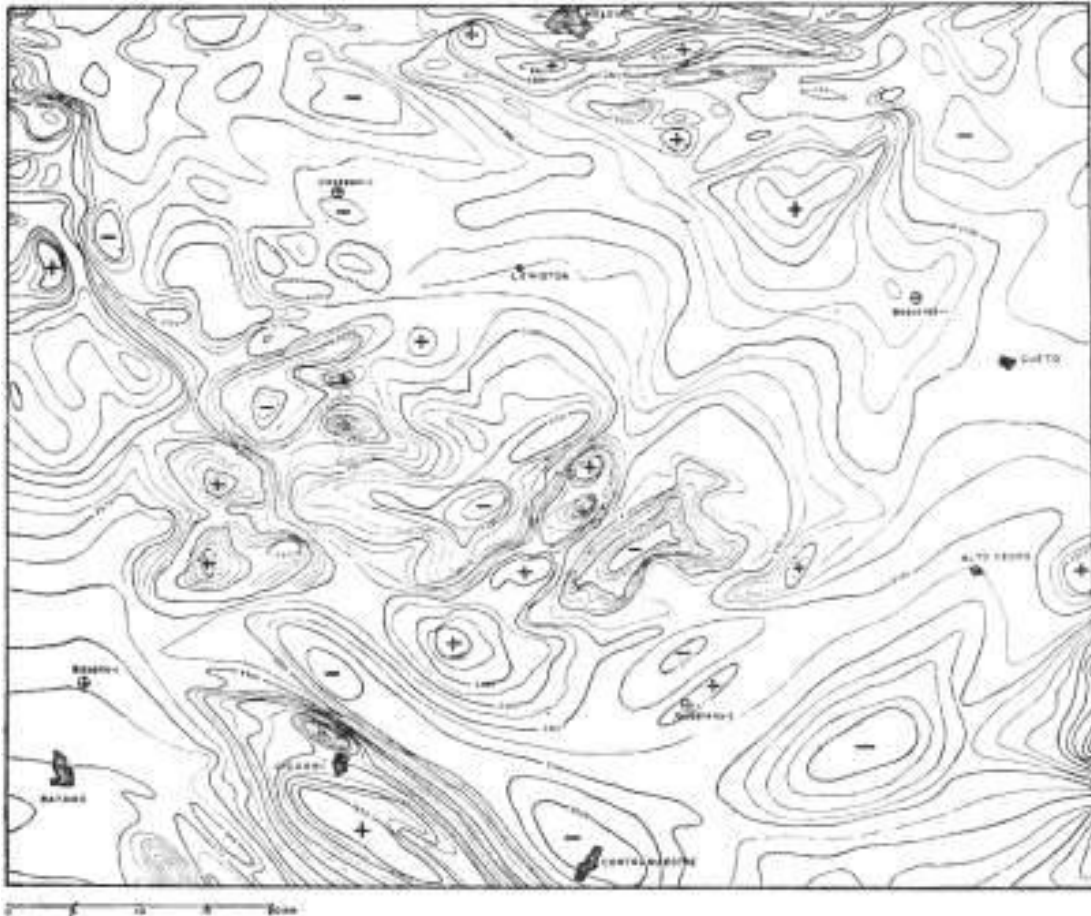


FIG. 3. Mapa aeromagnético de la región al S de Holguín.

Baconao. En los alrededores de San Germán se observan cuatro anomalías positivas, cuyos máximos siguen una dirección perpendicular a las dos líneas anteriores, es decir, *N-NE*. De las anomalías positivas, la más característica es la de Jiguaní (Fig. 3).

Las regularidades en las anomalías negativas son menos manifiestas. Generalmente acompañan a las positivas, sirviéndoles de fondo general en la mayoría de los casos. En la parte abierta de la subcuenca de Nipe se destaca una anomalía negativa, y en los alrededores de Contra maestre se interpreta una línea de anomalías negativas, con una dirección *WNW-ESE*.

De acuerdo con la geología de la región y los datos de pozos de perforación, es probable que las anomalías positivas se deban a la existencia, en las profundidades, de cuerpos de rocas magnéticas (desde gabroides hasta granitoides); y las negativas (al menos parte de ellas), a la presencia de distintos cuerpos de ultramafitas, como es el caso de Mayarí-Nicaró y Lewiston.

#### **4. INTERPRETACIÓN GEOBOTÁNICA E HIDROGRÁFICA**

Los datos geobotánicos e hidrográficos fueron utilizados como rasgos indirectos en el proceso de interpretación.

Por medio de la vegetación (principalmente los montes semidecíduos) y debido a su estrecha relación con los suelos y las rocas subyacentes, se pudo tener una impresión general del área donde está ubicada la estructura reflejada en las fotos. En dicha área las formaciones vegetales se encontraban sobre las calizas de la Form. Camazán (Figs. 1 y 2). Principalmente en la parte nororiental, la vegetación permitió trazar el contorno de la estructura; en el resto, la cubierta vegetal presenta mucha transformación antropogénica.

La red hidrográfica no resultó determinante en todos los sectores, debido a que se desarrolla sobre calizas y margas, que distorsionan la correspondencia del cuadro general con la estructura, especialmente en su parte interna hacia el *E* y el *S*. Hacia el *N* la red hidrográfica está adecuada a una red de fallas concéntricas (Fig. 1). Los arroyos La Cuaba, Camazán, La Mina, y Clarita (Fig. 4) ayudaron a trazar la configuración de esta estructura.

#### **5. CONCLUSIONES**

1. La interpretación de los materiales aerocósmicos permitió precisar la existencia de una estructura semicircular en el *S* de Holguín (zona oriental de Cuba), cuyo mecanismo de formación puede estar relacionado con movimientos neotectónicos.
2. Como rasgos indirectos más importantes en la determinación de esta estructura podemos señalar el fototono de la vegetación sobre las

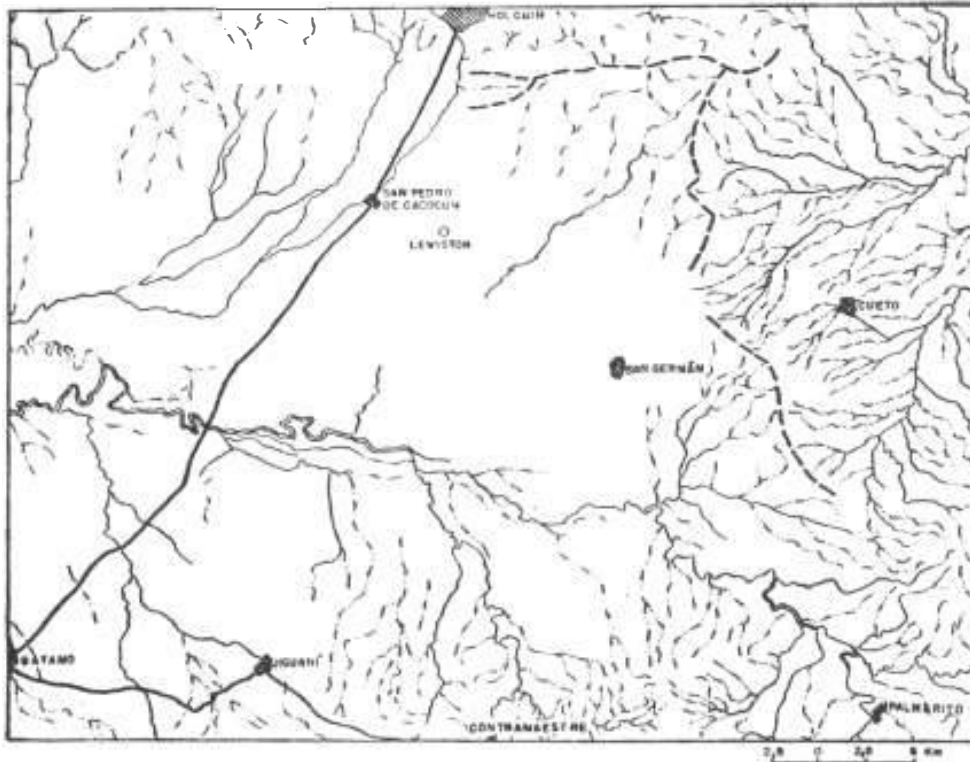


FIG. 4. Red hidrográfica de la región al S de Holguín.

calizas (preferentemente en el canal 5) y la configuración de la red hidrográfica en la parte oriental de la misma.

### RECONOCIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a los colegas Amelia Brito y Guillermo Millán (Instituto de Geología y Paleontología de la Academia de Ciencias de Cuba) por la revisión crítica y las observaciones realizadas al trabajo. Reconocemos, asimismo, la cooperación brindada por el dibujante Julio Ramírez, en la confección de los mapas que acompañan este trabajo.

### REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA y ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA URSS (1970): *Atlas Nacional de Cuba*. Moscú, Edit. Cart. No. 2.
- KATZ, Y. G., RIABUJIN, A. G., y TROFIMOV, D. M. (1976): *Los métodos cósmicos en la geología* [en ruso]. Edit. Univ., Moscú.
- SPIRIDONOV, H. y RIVERO, F. (1978): Interpretación de las estructuras de anillo en los Rodopes en las fotos aéreas [en ruso]. En *Problemas de Geografía*, Academia de Ciencias de Bulgaria.



**ABSTRACT.** As a result of the application of remote sensing methods simultaneously with the analysis of geological, geophysical, and geomorphological data available from the eastern Cuban provinces, the existence of semicircular structures and lineaments of varied genesis were detected.

The semicircular structure of Southern Holguín only observable in cosmic photos was chosen as a model for basic research in order to establish extrapolable parameters in further interpretations of other structures and lineaments. Semideciduous forests on limestones and marls, as well as hidrographic systems, can be considered remarkable indirect features in the cosmic multizonal photoInterpretation, especially in channels 4 and 5. The comprehensive analysis of available data allowed to state that it is not possible at present to relate the presence of the structure revealed in cosmic images to any of the outcropping geologic formations and structures, neither to the geophysical anomalies in the area.

**CDU 551.251/.262(729.1)**