

Análisis de una estructura neotectónica por métodos morfoestructurales en el SW de Pinar del Río, Cuba

ANTONIO MAGAZ GARCÍA

RESUMEN

La aplicación de métodos geomorfológicos, simultáneamente con el análisis de los datos geológicos y geofísicos, permitió detectar una estructura de cúpula-bloque (con manifestación anular en el relieve) en la zona de Jagualito, Guane, Pinar del Río, Cuba. En la interpretación estructural fueron utilizados mapas especiales como el de la densidad y profundidad de disección, el modelo geométrico de la red de drenaje, así como los obtenidos por el ordenamiento de los ríos, los de superficies-base de erosión y diferencia de isobasitas. Los datos geofísicos consultados corroboraron los resultados obtenidos. Se propone el empleo del diseño fluvial ordenado como método adecuado en el estudio del condicionamiento tectónico del drenaje y del fechado de estructuras del tipo anular. De acuerdo con los últimos estudios, las estructuras anulares pueden ser portadoras de yacimientos minerales útiles.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años, gran número de publicaciones en materia geomorfológica denotan un marcado interés por el estudio de las morfoestructuras circulares existentes en diversas regiones del mundo. Particular relevancia tienen trabajos tales como los de SPIRIDONOV y RIVERO (1978), y GOCHEV *et al.* (1980). En todos los casos, a estas formas están vinculados yacimientos de minerales útiles.

En Cuba, algunos yacimientos polimetálicos del NW de Pinar del Río están asociados a anomalías circulares, como son los casos de mina Dora y mina Francisco (Ing. C. Capote, comunicación personal). El yacimiento Matahambre está representado en la imagen cósmica del Landsat por una anomalía elíptica.

Los bloques neotectónicos han sido siempre descritos en planta como estructuras lineales con síntomas oscilatorios y basculares. Nuestro

Manuscrito aprobado el 18 de agosto de 1983.

A. Magaz García pertenece al Instituto de Geografía, de la Academia de Ciencias de Cuba.

equipo de trabajo de estudios de relieve detectó y trazó en mapas varias decenas de estructuras locales, de planta aproximadamente circular o elíptica, de origen diverso, con diferentes grados de manifestación en el relieve (PORTELA *et al.*, 1981). En la mayoría de los casos se comprobó que las morfoestructuras están representadas por anomalías del campo

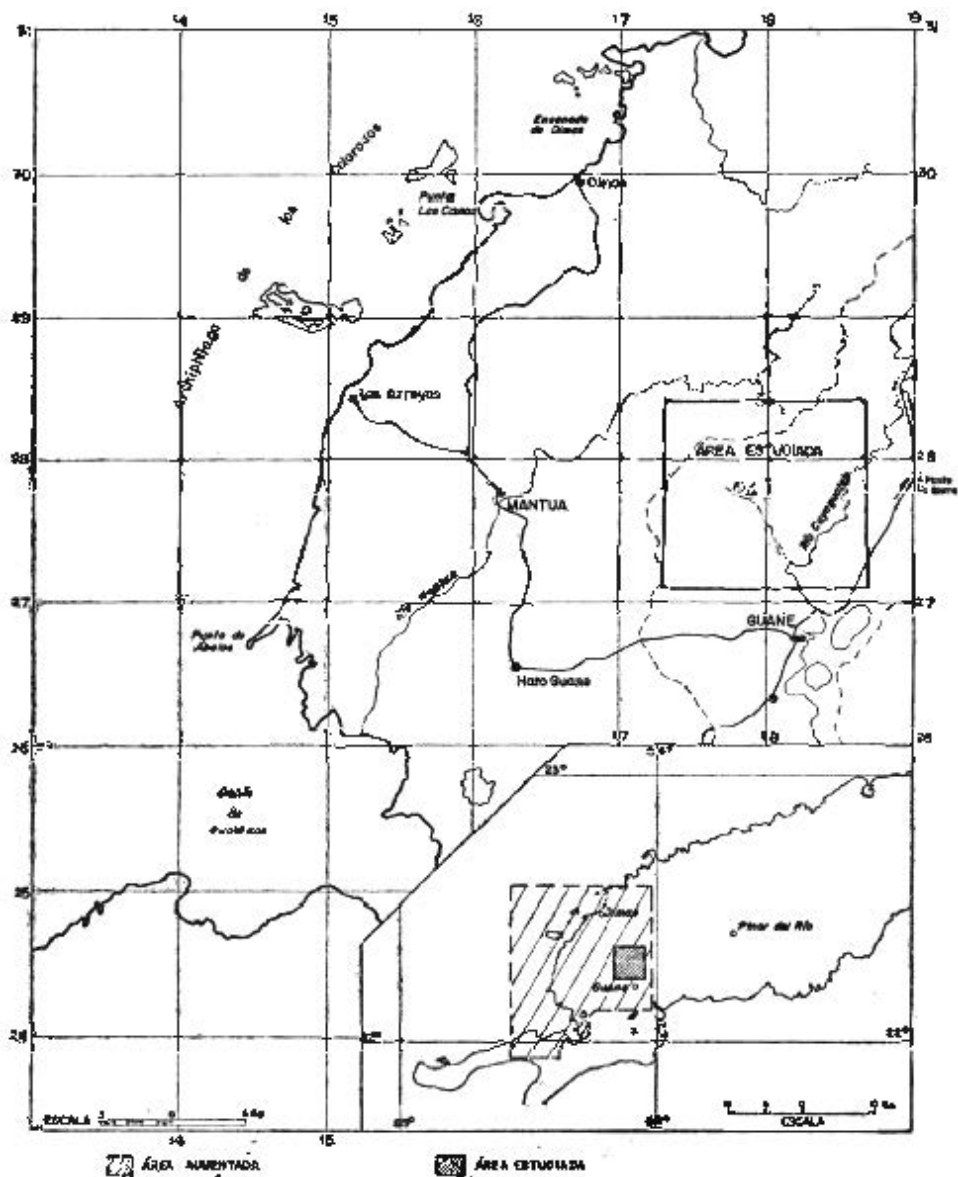


FIG. 1. Situación de la zona de estudio.

magnético; sin embargo, muchas formas no pueden ser vinculadas a ninguna de las estructuras geológicas conocidas en la superficie.

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el estudio de la manifestación, en el relieve, de una anomalía circular al *N* de Guane, detectada por métodos geomorfológicos, así como ofrecer los criterios morfoestructurales que sirvan de base teórica en los trabajos de prospección geológica de interés económico y científico que se proyectan en esa región.

La estructura de anillo aquí estudiada se seleccionó en virtud de su clara expresión en el relieve, además de su buena manifestación en el campo geofísico, y opinamos que está relacionada con ciertas líneas tectónicas del Eoceno Medio, activadas ulteriormente. Podemos añadir, por otra parte, que su formación ha establecido otro modelo de deformación muy diferente al cuadro estructural de esta época.

La zona estudiada se encuentra situada en la porción *SW* de la Provincia de Pinar del Río, en el sector más ancho de la cuenca del Río Cuyaguaje (Fig. 1). Su centro se halla a 11 km al *N* de Guane y a igual distancia al *W* del poblado de Punta de la Sierra, en la zona de Jagualito La Escondida, a $22^{\circ} 19' N$ y $88^{\circ} 06' W$.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el curso de las investigaciones se utilizaron los siguientes materiales: mapas topográficos a escala 1:50 000 (I.C.G.C.); fotos aéreas pancromáticas a escala 1:60 000 (I.C.G.C.); mapas y perfiles geológicos elaborados por la brigada Cubano-Polaca del Instituto de Geología y Paleontología de la A.C.C., en el levantamiento geológico a escala 1:100 000 de la Provincia de Pinar del Río; mapa geomorfológico de la Provincia de Pinar del Río a escala 1:250 000, elaborado por el grupo de Geomorfología del Instituto de Geografía del mismo organismo; y el mapa de interpretación aeromagnética del área de Pinar del Río, elaborado por compañías norteamericanas.

En el trabajo se siguió el orden de tareas que a continuación se refiere:

- a) Elaboración de un esquema de desciframiento aerofotográfico con la finalidad de ubicar la estructura y precisar sus contornos de superficie sobre la base de los elementos del relieve.
- b) Estudio comparativo entre los alineamientos determinados por síntomas geomorfológicos y la estructura tectónica del mapa geológico, con el objetivo de establecer las relaciones estructurales.
- c) Estudio morfométrico de la densidad y profundidad de la disección, para conocer las diferencias en la intensidad del proceso exogenético como índice de los movimientos neotectónicos.
- d) Estudio comparativo del diseño fluvial ordenado. Este método consiste en la obtención de mapas de órdenes separados, es decir, mapas que muestran el diseño de los ríos de igual orden. Después, estos mapas se comparan entre sí individualmente y en sus diferentes combinaciones. Si existe condicionamiento tectónico

de la red fluvial, existirán coincidencias entre el modelo geométrico de deformación geotectónica (o yacencia geológica) y el diseño de un mapa individual o combinado, donde los cauces coincidentes más antiguos señalarán el límite inferior de datación de la estructura neotectónica.

- e) Evaluación de la Ley del Número de Cauces y comparación de los resultados con los factores que determinan el crecimiento fluvial.
- f) Interpretación morfoestructural de los mapas de isobasitas y diferencia de superficies base de erosión, y su correlación con las demás variables morfométricas.
- g) Relación entre la morfoestructura y el campo magnético.
- h) Confección de mapas, esquemas, gráficos, y tablas de los resultados obtenidos.

3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La anomalía observada (Fig. 2) está situada en la porción *SE* de la unidad tectónica nape-escamados Alturas de Pizarras del Norte, perteneciente a la zona estructuro-facial de Guaniguanico, en la región de la Sierra de los Órganos.

Esta unidad tectónica está constituida, principalmente, por la formación San Cayetano, integrada por un complejo de rocas terrígenas, clásticas, a veces metamorfizadas, fuertemente plegadas, falladas e involucradas en extensas capas de sobreempujes de complicada estructura, constituidas por rocas tales como areniscas cuarcíferas, lutitas, limolitas, pizarras y esquistos.

Al *SW* del área estudiada hay predominio de arenisca cuarcífera; en el resto predominan los esquistos.

Los rasgos principales de la estructura de mantos de sobrecorrimientos se formaron durante el Eoceno Medio (PIOTROWSKA, 1978).

En el estilo de la tectónica disyuntiva de la fase orogénica del sobrecorrimiento, se pueden señalar los siguientes rasgos importantes para esta unidad:

- a) El tipo más frecuente de desplazamiento, a lo largo de las superficies de falla, son los desplazamientos horizontales u oblicuos (fallas de cabalgamiento).
- b) La diferenciación lateral del nape general en escamas de orden inferior está representada en el plano por deslizamientos y cizallamientos en los lugares donde los esquistos contactan con areniscas de estratificación gruesa (fallas de desplazamiento-dirección).
- c) Se observa un sistema de fallas intersectadas a 65 grados. Algunas de estas direcciones se corresponden con las líneas tectónicas principales más antiguas de la corteza, reflejadas en los mantos de sobrecorrimientos.

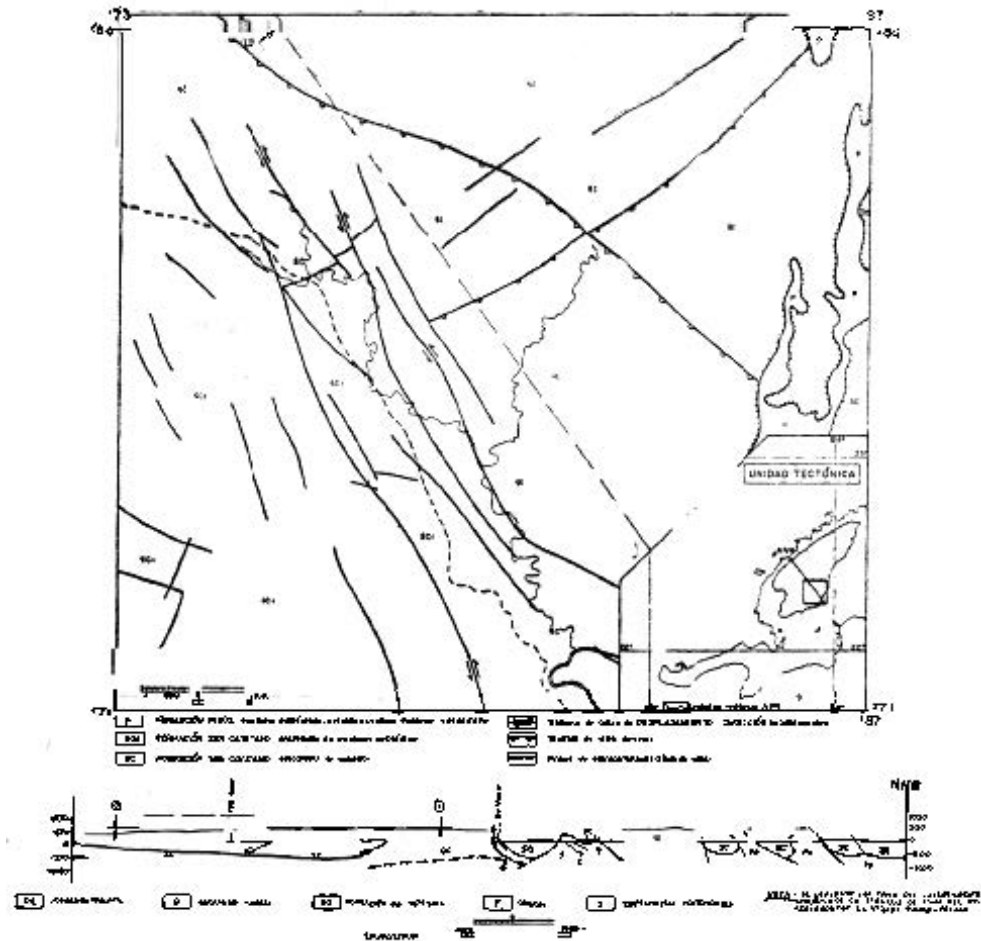


FIG. 2. Planta y perfil geológico.

4. SÍNTOMAS GEOMORFOLÓGICOS

RELIEVE Y RED HIDROGRÁFICA

Los sedimentos terrígenos de la Formación San Cayetano, por su composición natural, estructura, y grado de alteración por causas del intemperismo, son fácilmente erosionables; ésto, unido a su carácter impermeable y a la alta lámina anual de las precipitaciones, ha permitido el establecimiento de una importante red hidrológica muy desarrollada y densamente distribuida sobre la totalidad de su superficie.

Teniendo en cuenta, además, el aspecto hipsométrico, el relieve resultante ha sido clasificado como del tipo de alturas erosivo-tectónicas, siendo muy colinosas y muy disecionadas en el área que nos ocupa (BIOSCA, 1980). La configuración de la red erosiva, en estas condiciones

factibles para el escurrimiento superficial, es aceptada por todos los autores como del tipo dendrítico, que es como en realidad sucede si analizamos su forma en sentido general.

Sin embargo, las transformaciones operadas en la configuración individual y general del drenaje, en la densidad y profundidad de la disecación por influjo de la neotectónica, permiten utilizar la red hidrográfica como clave analítica primaria para identificar, en las imágenes fotográficas, los rasgos estructurales más nuevos.



FIG. 3. Modelo geométrico (fotoesquema) de la red del drenaje.

CONFIGURACIÓN GENERAL DEL DRENAJE

En el área comprendida entre el partaguas de la cabecera del Río Mantua, los ríos Cuyaguaje y Frío por el *E* y el *W* respectivamente, hasta la confluencia de estos dos últimos cauces, se observan cambios importantes en la red erosiva.

Esta superficie de más de 60 km² (Fig. 3) muestra en las aerofotografías un diseño anular del drenaje, cuyo centro puede ubicarse cerca de la cabecera del Arroyo Guane. Segmentos de corrientes temporales de 3ro y 4to orden perfilan una serie de anillos concéntricos. Esta configuración se extingue gradualmente hacia el *S* con la confluencia de los arroyos, según ángulos agudos en los ríos Frío y Cuyaguaje. En otros rumbos, simplemente puede trazarse una línea limítrofe entre la red externa de tipo dendrítica y la interna de carácter anular.

ALINEAMIENTOS

Se pudo establecer la presencia de dos sistemas de grietas muy bien manifestadas por tramos rectos, inflexiones, y otros elementos de los cauces de 1ro, 2do, 3ro, y 4to órdenes. Un sistema radial central formado por dos elementos extensos, que se cortan según un ángulo de 65 grados y uno circular concéntrico con fracturas tangenciales distribuido por toda el área. Este modelo de deformación, característico de estructuras en bóvedas, complica el estilo de la orogenia del sobrecorrimiento y constituye una generación distinta.

Gran número de geólogos opinan que no hay posibilidades para pensar que estructuras anteriores al Eoceno estén conservadas en los mantos sobrecorridos durante la orogenia de esta época. Si se observa una estructura circular, es más aceptable pensar que se trata de un movimiento neotectónico (levantamiento o hundimiento) que ha afectado a las unidades sobrecorridas. Esto se puede afirmar debido a que una estructura de este tipo crea líneas de menor resistencia en la masa de rocas, que, al cabalgar, inician por estos puntos y líneas su deformación, destruyéndose así todo vestigio de estructura antigua.

Si observamos el diseño de la red fluvial \geq 5to orden, podemos afirmar que las corrientes de 5to y 6to órdenes no recuerdan en nada una configuración anular; su orientación dominante es entre *N-S* franco y *N-NW S-SE*, respectivamente. Sin embargo, en el mapa de segmentos de cauce \leq 4to orden (Fig. 4) aparecen las corrientes que conforman este modelo. En consecuencia, los cauces más antiguos condicionados por el sistema circular concéntrico de fisuras tangenciales, responden a los de 4to orden.

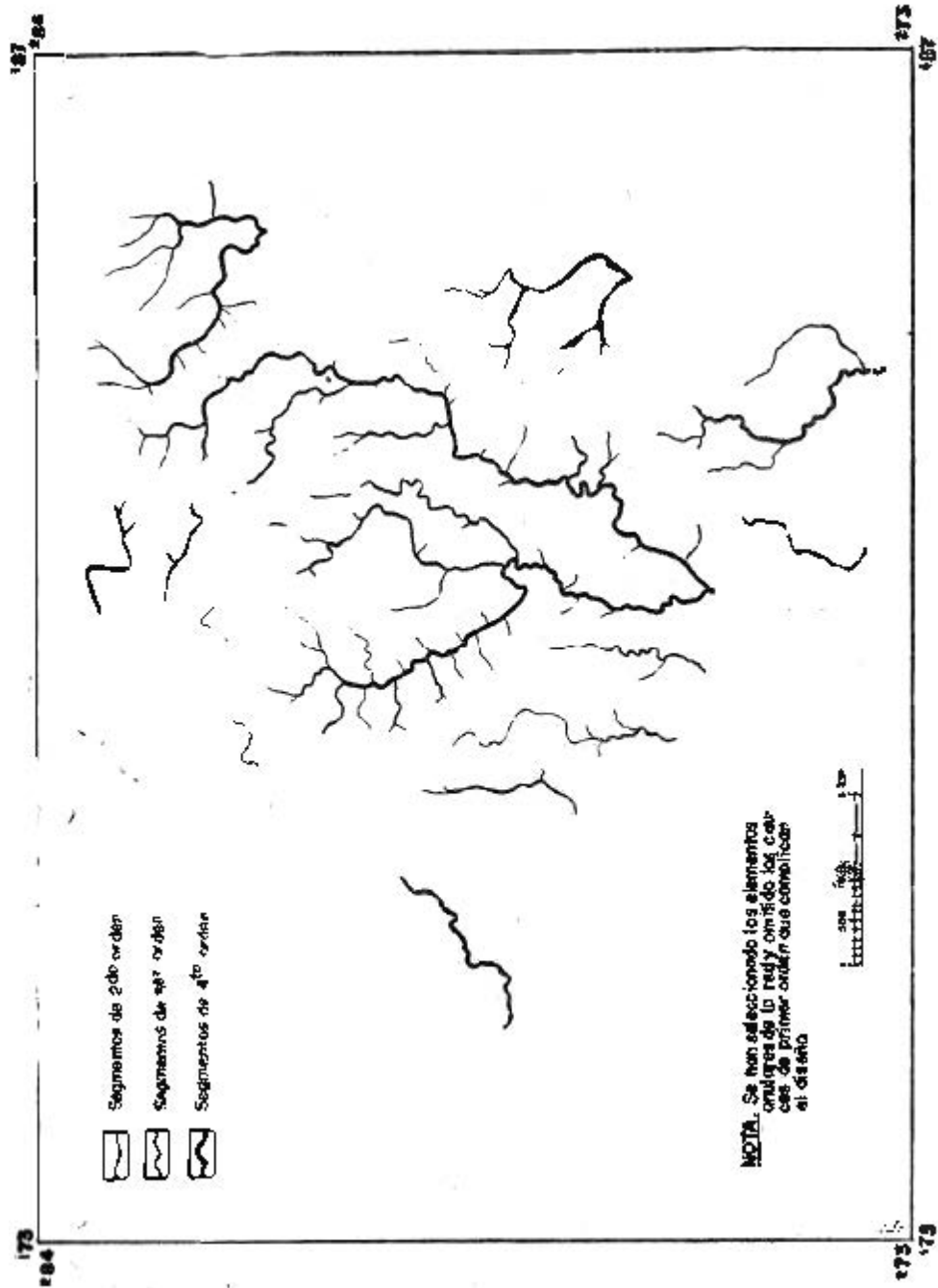


FIG. 4. Red fluvial \leq 4to orden.

CONFIGURACIÓN INDIVIDUAL DEL DRENAJE

En lo que respecta a la configuración individual del drenaje, la red interna está integrada por valles asimétricos curvos y estrechos, muy particulares. Al comparar individualmente los valles de sección asimétrica de la red anular, se pudo comprobar que los centrales presentan el declive fuerte hacia el centro del diseño, mientras que los valles dispuestos en los bordes lo tienen hacia afuera. En la red externa los valles son de sección simétrica.

PROFUNDIDAD DE LA DISECCIÓN

Los máximos en la disección vertical se encuentran asociados con zonas de mayor actividad de los levantamientos. En el mapa de la profundidad de la disección, la zona de mayor gradiente se encuentra en los bordes del área anómala y tiene una amplitud de 70 m. Existen valores máximos hasta de 100 m (curso medio del Río Frío).

Los resultados obtenidos de la distribución de los valores de la profundidad del drenaje reflejan los cambios en la litología, así como en la intensidad de la erosión a lo largo de las líneas de corriente de 4to y 3er órdenes, y además denotan una zona de tectonismo positivo.

LEY DEL NÚMERO DE CAUCES (RESULTADOS)

El análisis cualitativo realizado con ayuda de los mapas de órdenes separados, presupone hipotéticamente una anormalidad en el crecimiento de la red erosiva, que adquiere su expresión en los cauces de 4to orden. Esto nos impulsó a pensar que, para fundamentar la hipótesis, era conveniente someter la zona a evaluación sobre las leyes del crecimiento fluvial, así como confeccionar un mapa de diferencia de superficies-bases de erosión.

El estudio de gran número de sistemas fluviales permitió a HORTON (1945) confirmar que en regiones de clima, litología, y estado de desarrollo uniformes, la relación de bifurcación (R_b) tiende a permanecer constante de un orden al siguiente.

La Fig. 5 muestra el número de segmentos de corriente por orden y las relaciones de bifurcación obtenidas para el sector de cuenca seleccionado. En la columna derecha (relaciones de bifurcación) puede observarse que el valor 2,20 correspondiente a la relación de bifurcación entre los órdenes 5to y 4to no es representativo de la serie. También puede verse que, con excepción de este valor, el resto de las magnitudes adquiere una buena representación en el valor 5.

Suponiendo que el radio de bifurcación para la cuenca sea de 5, en consecuencia con la ley, y aplicando el coeficiente de correlación lineal

Orden de la corriente u	Número de segmentos de corrientes, Nu	Relación de bifurcación, Rb
	1056	4,35
2	243	4,76
3	51	4,64
4	11	2,20
5	5	6,00
6		

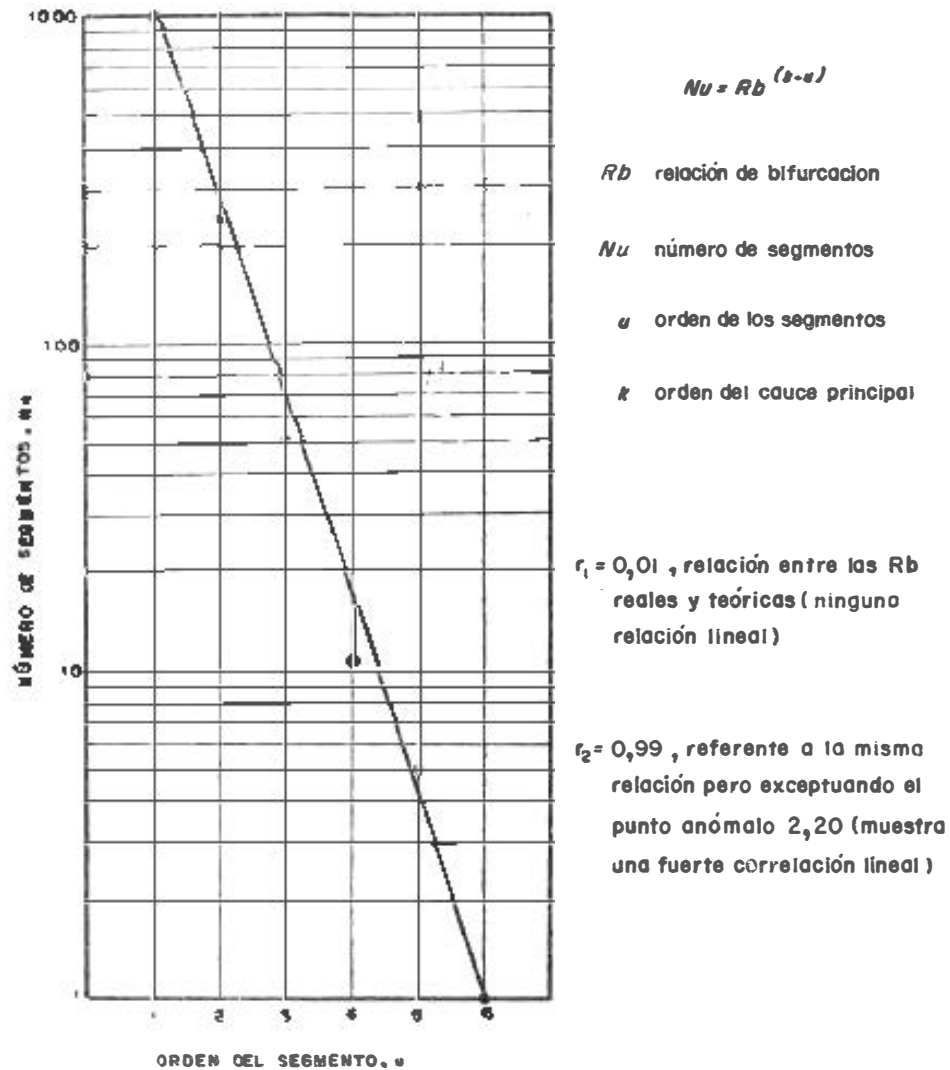


FIG. 5. Ley del número de cauces (crecimiento fluvial).

(r_1) referente a la relación entre las R_b reales y teóricas y (r_2) referente a la misma relación, pero exceptuando el punto anómalo (2,20), obtenemos que:

$r_1 = 0,01$, lo cual muestra que no existe ninguna relación lineal, y $r_2 = 0,99$, que muestra una fuerte correlación lineal. Si además plotamos los valores reales de la columna del centro (número de segmentos por orden) en un sistema semilogarítmico, relacionando así el número de segmentos de un orden determinado (N_u) con el número de orden (u), podemos observar que la línea recta constituye una buena descripción para la secuencia de puntos. En general, la red sigue la tendencia normal. Sin embargo, el punto correspondiente a las 11 corrientes de cuarto orden, resaltado en color rojo, se aleja de la tendencia general.

Es evidente que en el intervalo de tiempo representado por la sucesión de las ramas de 5to y 4to órdenes, ocurrió una anomalía en el crecimiento fluvial; la red aumentó su número en menor cuantía.

Si tenemos en cuenta que los segmentos de 4to orden son los ríos más antiguos que tienen la configuración anular, y que toda el área evaluada está integrada por materiales homogéneos, y que además los valores máximos en la profundidad de corte lo presentan estos ríos, la anomalía puede estar relacionada con el ajuste de la red de drenaje a las líneas de debilidad del sistema concéntrico de fisuras creadas por un mecanismo de tipo cúpula.

ANÁLISIS DE LAS SUPERFICIES DE EROSIÓN

En el mapa de la superficie de 4to orden se destaca un sector de levantamiento que está representado por la unión de las isobasitas. La estructura está manifestada por un aumento de la densidad de las líneas hacia el primero y segundo cuadrantes del área evaluada.

Es muy importante destacar la coincidencia de algunas fisuras del mapa geológico con el contorno septentrional y occidental de la forma interpretada. También es importante considerar la geometría circular del sector.

El mapa de la superficie de erosión de 2do orden muestra un cuadro análogo al anterior en lo que respecta a la densidad de isobasitas; sin embargo, la planimetría estructural tiene un carácter lineal (de bloque) cuyos elementos principales (contornos) concuerdan con las fallas señaladas, y los elementos secundarios (inflexión de las isolíneas), etc., coinciden con otras grietas menos extensas, señaladas en el mapa geológico.

Estas diferencias en el contorno estructural, interpretadas por comparación de dos superficies-bases, dan una idea sobre el dinamismo de la deformación tectónica.

El mapa de diferencias de isobasitas de 2do y 4to órdenes (Fig. 6) muestra que las superficies-bases de erosión se hallan dislocadas. La estructura está representada por un sector de levantamiento de dirección *NNE-SSW* ubicado entre los ríos Cuyaguaje y Frío. La red de cañadas consecuentes (de 2do y 3er órdenes), que fluyen hacia el Cuyaguaje cortando transversalmente el borde oriental de la estructura, presentan

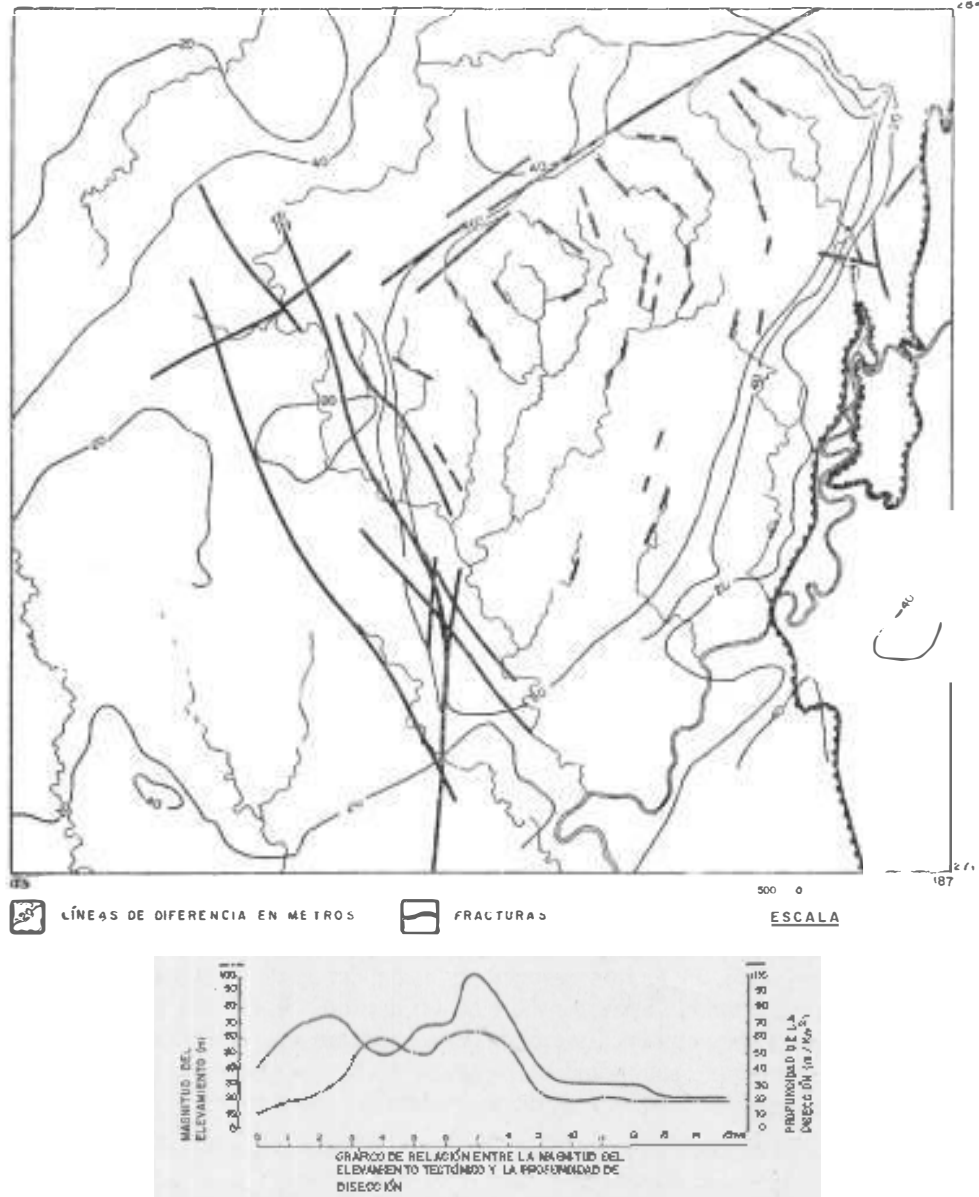


FIG. 6. Diferencia de isobasitas de 2do y 4to órdenes.

sección y perfil cóncavos. Todos los ríos consecuentes de la red anular tienen un perfil longitudinal quebrado, con significativas rupturas de pendientes.

En el gráfico adjunto se observa que los máximos en la profundidad de la disección tienden a agruparse hacia los bordes del levantamiento, registrándose valores altos en la bóveda.

5. MANIFESTACIÓN EN EL CAMPO GEOFÍSICO. MAGNETOMETRÍA

Se consultó un mapa de la 2da derivada vertical del campo magnético (Fig. 7), donde están acentuadas las anomalías locales. La zona de estudio está representada por la anomalía 21 SH, según la clasificación numérica de las anomalías del mapa. Esta anomalía constituye un sector de complejidad y amplio gradiente del campo magnético. Su posición indica la presencia superficial de materiales magnéticos. La anomalía 19 SH indica también la presencia superficial de materiales magnéticos, posiblemente similares a los de la zona de Cabezas de Horacio (ultrabasitas serpentinizadas y gabros). El cuerpo que produce esta anomalía se encuentra a 180 m de profundidad.

Las anomalías 20 SH y 21 SH, orientadas según la dirección *SE-NW*, se hallan a una profundidad de 520 y 640 m, respectivamente; además, sus amplitudes disminuyen en sentido *SE*; esto indica, sin lugar a dudas, que los materiales comienzan a hundirse en esa dirección.

Los datos ofrecidos en el perfil geológico (J. Grodzicki, inédito)¹ (Fig. 2) se corresponden plenamente con el mapa de interpretación aeromagnética y confirman la disposición inclinada en profundidad de los materiales intrusivos.

Los geólogos tipifican la yacencia de los materiales intrusivos de Cabezas de Horacio como una protucción fría que estaba establecida como tal antes del sobrecoorrimiento de las unidades de Alturas de Pizarras del Norte. Su contacto con los materiales de la Formación San Cayetano, no es de ningún modo intrusivo.

El nivel de información consultado, así como los datos que este estudio aporta, no permiten dar conclusiones definitivas sobre el mecanismo de formación de esta estructura neotectónica; sin embargo, podemos decir que su origen no está asociado al proceso magmático.

La intrusión representada por los materiales de Cabezas de Horacio responde al proceso magmático anterior al Pg_2 ² o edad de la orogénesis Alpina. A partir del Pg_3 ³ ocurrió una migración del proceso tectónico-magmático hacia la parte oriental de Cuba (ITURRALDE, 1977). Una perforación

¹ "Levantamiento geológico de la Provincia de Pinar del Río, a escala 1:250 000." Biblioteca del Instituto de Geología y Paleontología (ACC), 1975.

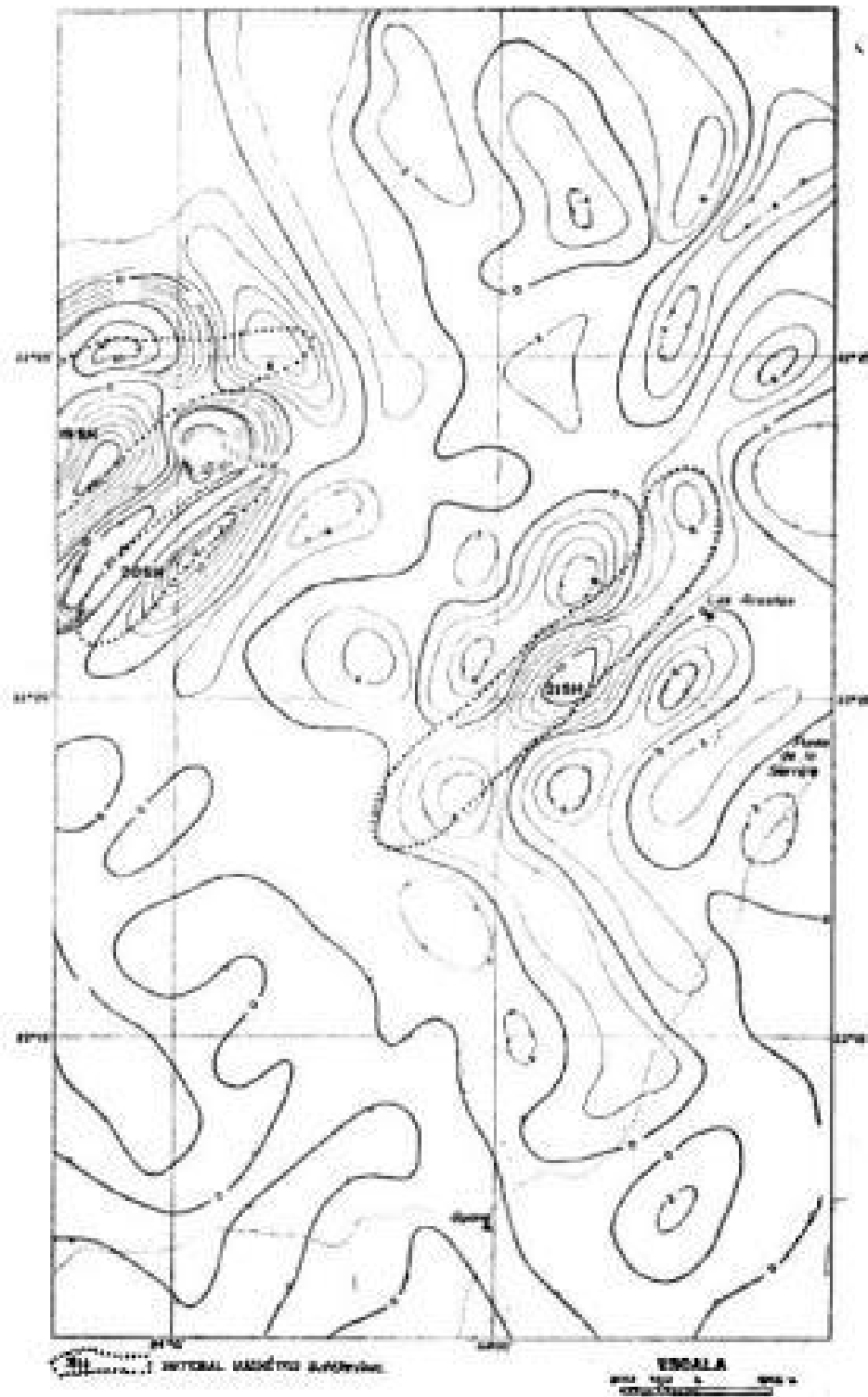


FIG. 7. Segunda derivada del campo magnético.

practicada en la zona recientemente mostró la presencia de materiales de la Formación San Cayetano por debajo del cuerpo de gabroides. Este nuevo dato sugiere otra interpretación del perfil geológico. Ahora los *gabros* representan un *cuerpo intrusivo alóctono, lentiforme, incluido tectónicamente* dentro del manto de sobrecorrimiento durante el “*charriage*” y no una *protusión autóctona del basamento* nivelada en la superficie por los depósitos sobrecorridos. *La base del sobrecorrimiento es aquí aún más profunda.*

Por otra parte, el carácter del campo magnético y la dirección de los isoanómalos reflejan la presencia de este cuerpo, así como las direcciones en las que se halla fisurada su masa.

Si existen en la superficie, directamente encima de este cuerpo, *elementos morfoestructurales dispuestos en forma circular*, el mecanismo de formación pudiera explicarse hipotéticamente como resultado de *deformaciones disyuntivas atectónicas* sufridas por el manto de sobrecorrimiento durante los *movimientos diferenciales de reajuste de los mantos.*

De acuerdo con esta hipótesis, la morfoestructura circular es el producto de una *deformación nueva de tipo superficial* cuyo factor de causa indirecta son los movimientos de reajustes de los mantos según las líneas tectónicas antiguas que se han reflejado en la superficie.

6. CONCLUSIONES

- a) Las evaluaciones realizadas permiten precisar la existencia de una estructura de cúpula-bloque de orden local, ubicada al *N* de Guane. Esta morfoestructura puede ser utilizada en el pronóstico de yacimientos endógenos, ya que sus límites *N* y *W* coinciden con las direcciones tectónicas principales de mineralización en esta unidad litoestructural. Su edad pone de manifiesto que dichas fallas continúan siendo activas.
- b) La diferencia en el diseño estructural, descubierta por comparación de dos superficies-bases, pudiera caracterizar dos momentos en el desarrollo geoestructural: (1) momento de la estructura de anillo: se establecen los sistemas de fisuras radial y concéntrico; (2) momento de la estructura de bloque: aparecen otras fallas neotectónicas y se activan las fisuras de la Orogenia Alpina.
- c) La morfoestructura es directa y de contorno lineal, pero hacia el centro su expresión en el relieve es anular. Su hallazgo muestra que es posible encontrar estas formas en regiones de tectónica compleja, que contienen alto grado de fisuración y plegamiento antiguo, utilizando métodos geomorfológicos.

- d) La presencia de un modelo de deformación característico de estructuras en bóveda, superpuesto a las unidades sobrecorridas, indica que su formación es neotectónica, es decir, posterior a la Gran Orogenia Alpina del Eoceno Medio.
- e) Tanto el condicionamiento tectónico como la anomalía en el crecimiento de la red fluvial de 4to orden, indican que esta estructura neotectónica comenzó a manifestarse en el relieve a partir de la aparición de los cauces de este orden. Una vez establecida la edad de esta red, podrá precisarse el límite inferior de la edad de esta morfoestructura con más exactitud.²
- f) La configuración general e individual del drenaje, la profundidad y densidad de la disección, y el carácter de las superficies-bases de erosión, son el reflejo en la superficie de esta estructura de cúpula-bloque. Esto permite concluir que dichos parámetros son índices importantes en la determinación de estructuras similares en estas unidades litoestructurales.

REFERENCIAS

- BIOSCA, L., ed. (1980): *Mapa geomorfológico de la Provincia de Pinar del Río*. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba.
- GOCHEV, P. M., KATAKOV, N. K., y SPIRIDONOV, J. B. (1980): *Lineamientos y estructuras anulares en el territorio de Bulgaria*. Academia de Ciencias de Checoslovaquia, Instituto de Geografía de Brno.
- HORTON, R. E. (1945): Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 56:275-370 [citado por STRAHLER, 1975].
- ITURRALDE, M. (1977): Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platómico en Cuba. *Inf. Cient.-Téc.*, 20, Instituto de Geología, A.C.C.
- PIOTROWSKA, K. (1978): Nappe Structures in the Sierra de los Organos, Western Cuba. *Acta Geol. Polonica*, 28(1):97-170.
- PORTELA, A., BLANCO, P., DÍAZ, J. L., y MAGAZ, A. (1981): *Alineamientos y estructuras circulares en la imagen cósmica del Landsat de la parte occidental de la Provincia de Pinar del Río, Cuba*. Resúmenes, III Jornada Científica, Instituto de Geografía, A.C.C.
- 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.
- STRAHLER, A. (1975): *Geografía física*. Ediciones Omega, Barcelona.

ANALYSIS OF A NEOTECTONIC STRUCTURE IN SOUTH-WESTERN PINAR DEL RÍO, CUBA, BY MORPHOSTRUCTURAL METHODS

ABSTRACT

The application of geomorphological methods simultaneously with the analysis of geological and geophysical data permitted the detection of a dome-block structure

² En todo caso, la edad de esta red tendrá que ser posterior a la edad de la superficie de 100-160 m (en la que está encajada), la cual, de acuerdo con el criterio hipsométrico de fechado del relieve, es Q₁¹ (Pleistoceno Temprano, parte alta).

(with annular relief features) in the Jagualito region of Guane, Pinar del Río, Cuba. The interpretation of the structure was aided by the use of special maps and charts, such as those of density and depth of dissection, the geometric model of the drainage system and those obtained by the ordering of river flow, erosion surface-base, and maps of the surface differences. Geophysical data consulted confirmed the results obtained. The use of ordered fluvial design is proposed as a suitable method in the study of tectonic effects on drainage and in the dating of annular or ring-type structures. According to the latest studies, annular structures may carry copper-bearing and polymetallic deposits as well as those of other useful minerals.