

Caracterización tectónica de las cuencas Quesigua y Cayo Guam *

Ivanis Campos Girón

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se realizó un estudio tectónico de las cuencas Quesigua y Cayo Guam. Se realizó el procesamiento e interpretación de la información y los datos del trabajo de campo, con los que se lograron realizar una serie de diagramas, mapas, gráficos y tablas; que permitieron la caracterización tectónica de las cuencas hidrográficas. Para la confección de estos se emplearon técnicas de procesamiento de imagen y la cartografía geológica. Para el análisis e interpretación del agrietamiento se midieron un total de 753 elementos de yacencia en seis afloramientos. Se determinó que las principales orientaciones de las estructuras presentes en el área investigada son noreste y noroeste, predomina $N40^{\circ}E$ y $N15^{\circ}W$. Se establecieron las principales direcciones de los esfuerzos mayores, asociados con las estructuras presentes en el área de estudio.

Palabras clave: tectónica; bloque oriental cubano, fallas

Tectonic characterization of the Quesigua and Cayo Guam basins

Abstract: A tectonic study of the Quesigua and Cayo Guam basins was conducted. The information and data from the fieldwork were processed and interpreted, resulting in a series of diagrams, maps, graphs, and tables that allowed for the tectonic characterization of the watersheds. These diagrams were created using image processing techniques and geological mapping. A total of 753 reservoir elements were measured in six outcrops for the analysis and interpretation of cracking. It was determined that the main orientations of the structures present in the investigated area are northeast and northwest, with a predominant orientation of N40°E and N15°W. The main directions of the major stresses associated with the structures present in the study area were established.

Key Words: tectonics; Cuban eastern bloc; faults

Introducción

Geográficamente la región de estudio se encuentra ubicada al este del municipio de Moa, provincia de Holguín; limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el municipio de Yateras, al este con el municipio de Baracoa y al oeste con los municipios de Sagua de Tánamo y Frank País, ubicándose según el sistema de coordenadas Lambert entre los puntos X: 706 000 -712 350. El área está ubicada en el Bloque Oriental Cubano caracterizado por una gran complejidad geólogo-tectónica que se pone de manifiesto a través de la actividad sísmica.

Principales sistemas de fallas

En los trabajos precedentes se ha determinado que en la región se desarrollan cuatros sistemas de fallas fundamentales según Rodríguez (1998) y Domínguez (2005), las que afectan en gran medida el área. El primer sistema tiene su origen asociado al cese de la subducción que generó la colisión entre el arco insular y el margen continental, determinando el emplazamiento del complejo ofiolítico por lo que las fallas de este sistema se encuentran espacial y genéticamente relacionadas con los límites de los cuerpos máficos y ultramáficos. Las fallas de este sistema aparecen frecuentemente enmascaradas y cortadas por sistemas más jóvenes, así como por las potentes cortezas de meteorización desarrolladas sobre el complejo ofiolítico. Estas fallas en su mayoría se

encuentran pasivas pudiendo notarse su presencia fundamentalmente por el contacto alineado y brusco entre litologías diferentes.

Barrera y Barea (2008) determinaron la existencia de dos fallas pertenecientes a este sistema que no habían sido descritas ni nombradas con anterioridad: falla Arco Norte y falla Arco Sur. La inclusión de estas fallas en este sistema está dada por su morfología de arco, que corresponde a fallas de bajo ángulo de buzamiento desarrolladas bajo fuertes condiciones compresivas; y al hecho de coincidir con contactos bruscos y curvos entre los gabros y las hiperbasitas.

Falla Arco Norte: Es una estructura que ha sido propuesta en investigaciones anteriores (Rodríguez, 1998) pero sin llegar a caracterizarla, la misma se presenta en el relieve en forma de un arco cóncavo hacia la parte sur, donde en su parte más occidental presenta una dirección N34°W y en la porción oriental N60°E. Al parecer esta estructura está asociada al emplazamiento de las ofiolitas que genera un relieve en forma de escama.

Falla Arco Sur: Se desarrolla paralela a la falla Arco Norte, esta estructura tiene una forma semicircular la cual se extiende desde los afluentes del río Quesigua hasta Potosí, estando limitada por las mismas estructuras. Con una dirección en sus tramos más rectos de N32°W y N80°E.

Falla Cayo Guam: Se extiende desde la parte alta del río Cayo Guam hasta los afluentes del río Quesigua, con dirección N15°W, se encuentra cortada y desplazada por un conjunto de estructuras más jóvenes que presentan dirección noreste y noroeste.

Falla Quesigua: Se expresa a través de un arco con su parte cóncava hacia el este nordeste, manteniendo en su parte septentrional, donde su trazo es más recto un rumbo N10°E y en la meridional, N40°W. Se extiende desde la barrera arrecifal hasta interceptar el río Jiguaní al sudeste del área de trabajo.

Falla El Medio: Se extiende desde la porción norte del arroyo Semillero hasta el río Quesigua, con un rumbo de N40°E, se encuentra dislocada por una estructura más joven en dirección norte-sur hacia su parte norte. Con los criterios tenidos en cuenta en esta investigación se pudo corroborar que esta estructura propuesta en investigaciones anteriores tiene un carácter de tipo *strip-slip*.

Bloques y microbloques morfotectónicos del área de investigación

El área de la investigación está ubicada en tres bloques morfotectónicos, según trabajos precedentes, estos bloques son El Toldo, Cayo Guam y Cupey (Rodríguez, 1998). En estudios posteriores, este último ha sido dividido en seis microbloques morfotectónicos según las características de las principales fallas activas en el área.

Bloque Cayo Guam: Ocupa una pequeña porción del área de estudio, se encuentra en forma de cuña entre el bloque El Toldo y el microbloque El Gallito. Este bloque se encuentra limitado por las fallas Cayo Guam y Quesigua (Rodríguez, 1998), las que se encuentran cortadas y desplazadas en dirección noreste y noroeste, este bloque se comporta como un escalón intermedio en descenso respecto al bloque El Toldo.

Los valores morfométricos en la zona varían entre 50 y los 300 metros siendo máximo hacia la porción sur donde llegan a alcanzar más de 350 metros, tal es el caso de los mapas de isobasitas de orden dos y tres.

Las estructuras tectónicas principales que atraviesan este bloque son de dirección noreste y en muchos casos cortan a las fallas límites de bloques, sin embargo, en los estudios microtectónicos realizados en las márgenes oriental del río Cayo Guam y occidental del río Quesigua se determinaron dos direcciones noreste una N5°E y otra N78°E, apareciendo sólo una dirección noroeste predominante al noreste de Monte Lejo lo que puede estar condicionado por un nudo estructural que se forma al cruzarse dos sistemas noreste y uno norte-sur.

La red fluvial es bastante densa, sus ríos corren de forma radial desde el centro del bloque hacia la periferia, las pendientes son predominantemente bajas con valores de 0°-15° aunque en la parte sur se desarrollan pendientes de hasta 40°.

Bloque El Toldo: Es el bloque que tiene los mayores movimientos de levantamiento, limita al norte y al este con el bloque Cayo Guam y con el microbloque El Feni respectivamente, limitado en su parte más oriental por la falla Quesigua.

En el mapa de isobasitas de orden dos se pueden observar valores para este bloque en un amplio rango de 100 hasta alcanzar más de 700 metros, encontrándose en la zona limítrofe con el bloque Cayo Guam valores morfométricos contrastantes. En el mapa de isobasita de orden tres las isobasas varían entre los 100-650 metros. Las pendientes

oscilan mayormente entre 10° - 30° , presentando valores puntuales de 50° en la parte que limita con el bloque Cayo Guam.

Generalmente la red fluvial corre de sur a norte debido a que en el sur se encuentran las mayores elevaciones.

Según los datos obtenidos por los mapas de relieve residual este bloque presenta gran volumen de roca erosionada hacia la parte central, esto puede ser corroborado con los resultados obtenidos a partir de los otros mapas morfométricos y en especial el de diferencia de órdenes donde las isobasas alcanzan valores de -50 hasta 150 metros, lo que evidencia el movimiento diferenciado entre el bloque Cayo Guam y él. Dentro de las estructuras que cortan al bloque podemos encontrar a la falla Cayo Guam que se extiende desde la parte norte del mismo hasta el centro.

Bloque Cupey: Se ubica en el extremo oriental desde la falla Quesigua hasta la coordenada 721 000, tomada como límite convencional del área de estudio.

Los valores morfométricos en este bloque son variables y presentan hacia la parte norte y este isobasas de 50-150 metros en el segundo orden; en caso del tercer orden entre los 50-100 metros, mientras que en el sector sur alcanza valores de más de 300 metros. Las pendientes se caracterizan por ser bajas hacia la zona norte aunque se pueden evidenciar sectores de altas pendientes, en la zona sur se registran los mayores rangos de estas alcanzando hasta 50° .

Según los datos morfométricos y el comportamiento variado que existe en la zona del bloque Cupey, se concluyó que este se divide en seis mirobloques: Cocalito, El Gallito, Cañete, El Feni, Jiguaní y La Teresa.

En el estudio microtectónico se hicieron evidentes las diferencias existentes entre el norte y el sur del bloque Cupey a partir de la falla El Medio de dirección $N40^{\circ}E$, que divide al bloque en dos sub-bloques con agrietamiento orientado en las direcciones $N50^{\circ}W$ y $N30^{\circ}W$ para el sub-bloque Cupey Norte y $N50^{\circ}E$ y $N90^{\circ}E$ para el sub-bloque Cupey Sur, que evidencian conjuntamente con algunos elementos morfológicos y de campo como es la rotación en la orientación de las divisorias y la presencia y desplazamiento de escarpes, que el sub-bloque norte giró en sentido antihorario respecto al sub-bloque sur con un ángulo aproximado de 30° .

Microbloque El Gallito: Se encuentra ubicado en forma de cuña en la parte norte de la región de estudio, entre el bloque Cayo Guam y el microbloque Cocalito, dentro de las estructuras que constituyen límite de este microbloque podemos mencionar a Quesigua y El Medio.

Las litologías que lo caracterizan principalmente son las hiperbasitas que ocupan gran extensión, los gabros ubicados en su parte central y los depósitos del cuaternario que se encuentran más hacia el norte. Geomorfológicamente en la zona predominan dos relieves fundamentales el de montañas y premontañas bajas aplanadas ligeramente diseccionadas.

El comportamiento de los valores morfométricos es bastante regular, los cuales oscilan entre 50-200 metros para el mapa de isobasita de orden dos, sin embargo, en el orden tres los valores son menores y se comportan más alineados a la estructura que constituye su límite oriental.

La red fluvial se comporta de forma homogénea, la totalidad de sus ríos corren en dirección sur a norte.

Las pendientes se caracterizan por ser bajas, oscilando mayormente entre los 0° - 10° , aunque en la zona sur alcanza valores máximos de hasta 30° .

Microbloque Cocalito: Se encuentra ubicado entre los microbloques El Gallito, El Feni, La Teresa y Cañete, dentro de las estructuras que constituyen límite de este microbloque podemos mencionar a El Medio, Potosí y Arco Sur, siendo cortado en su parte meridional por la falla Arco Norte.

En el microbloque afloran fundamentalmente las hiperbasitas que ocupan gran extensión. Geomorfológicamente en la zona predominan dos relieves fundamentales, el de montañas y premontañas bajas aplanadas ligeramente diseccionadas.

Los valores morfométricos en el mapa de isobasita de orden dos se encuentran en el rango de los 50-250 metros, alcanzando los mayores valores hacia la parte sur del microbloque, donde las isobasas presentan cambios contrastante en distancias cortas. Sin embargo, el mapa de isobasita más viejo no presenta el mismo comportamiento, estas se encuentran paralelas con respecto a la falla El Medio las que contrastan a su vez con la estructura Quesigua, cuyos valores oscilan entre los 50-150 metros. En el mapa de diferencia de órdenes se observa un comportamiento similar en las isobasas, aunque en su porción sur se puede observar una anomalía negativa del relieve que puede

alcanzar hasta -50 metros la que está asociada con el movimiento diferenciado de los microbloques.

En el mapa de relieve residual de orden dos se puede observar con claridad que hacia la parte sur del microbloque se encuentra el mayor grado de erosión de fondo en los ríos lo que nos indica que está experimentando un ascenso, de igual forma el mapa de isobasita de orden tres se distingue una profundización de cauce mayor.

Microbloque El Feni: Se ubica en forma de cuña entre el bloque El Toldo y los microbloques, La Teresa y Cocalito, siendo el microbloque de mayor extensión del área de estudio. El mismo se encuentra entre las fallas Quesigua y Potosí que limita al norte por la falla Arco Sur.

Mayormente está constituido por gabro aunque contiene en su parte sur-oriental hiperbasita; el límite occidental del microbloque está constituido por un contacto lineal entre ambas litologías. Su relieve se caracteriza por ser de tipo montañas bajas aplanadas en su totalidad.

La red fluvial generalmente es de tipo dendrítica, en la parte noroeste y noreste se encuentra el río Quesigua y Potosí que corre en dirección sur a norte, a excepción del Feni que lo hace en dirección sureste; sus valores morfométricos en el mapa de isobasita de orden dos oscilan entre los 100-450 metros encontrándose hacia el este los mayores valores. Las isobasas se encuentran orientadas de forma paralela a las estructuras que constituye su límite este-oeste, no siendo así en el tercer orden, donde las isolíneas se disponen perpendiculares a las estructuras limítrofes a excepción de la parte suroeste del microbloque.

En los mapas de relieve residual de orden dos y tres el comportamiento es similar en toda el área, con una tendencia a una mayor erosión hacia el sur. Las pendientes predominantes para el microbloque oscilan entre los 0°-10°. En la parte central y sur aparecen sectores de pendientes de hasta 30°.

Análisis e interpretación de las mediciones de agrietamiento

Para el análisis e interpretación del agrietamiento se midieron un total de 753 elementos de yacencia en seis afloramientos.

Como se muestra en el diagrama de roseta en la Figura 1 las principales direcciones del agrietamiento son NW y NE, siendo estas últimas las que más predominan en la región

de estudio, N40°E, E-W y de forma secundaria N30°E y N60°E. En dirección NW con menos frecuencia se manifiestan las direcciones N15°W y de forma secundaria asociadas N55°W lo cual puede ser reflejo de un cambio gradual de la dirección principal de los esfuerzos que afectaron la región. En el diagrama de contorno se representan las tres familias de grietas principales y en el diagrama de planos sus elementos de yacencia correspondiente.

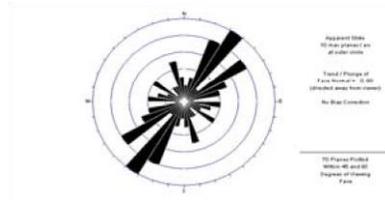


Figura 1. Diagrama de roseta Cayo Guam A1.

Como se muestra en el diagrama de roseta (Figura 2) las principales orientaciones del agrietamiento son N35°E y de forma secundaria N45°E y con menor frecuencia están representadas las direcciones N75°W y se observa una pequeña representación NS. En el diagrama de contorno se representan las dos familias de grietas principales y en el diagrama de planos sus elementos de yacencia correspondiente.

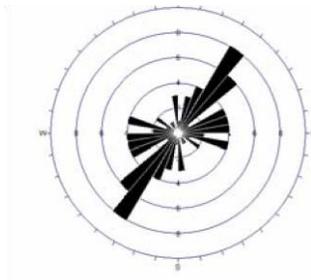


Figura 2. Diagrama de roseta Cayo Guam A2.

Como se observa en el diagrama de roseta de la Figura 3, las principales orientaciones del agrietamiento es E-W y de forma asociadas N45°W y N35°W pudiendo estar relacionado con los planos de cabalgamiento de las estructuras tectónicas que afectaron la región, clasificando este sistema como posibles fallas de sobrecorrimiento. Este proceso también se ve reflejado en los diagramas de roseta de afloramiento A2 y A3 de Quesigua, siendo menos representativos en el A2. En el diagrama de contorno se representan las tres familias de grietas principales y en el diagrama de planos sus elementos de yacencia correspondiente.

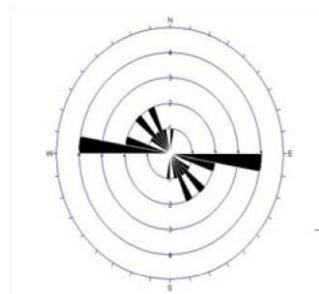


Figura 3. Diagrama de roseta Quesigua A1.

Como se puede observar en el diagrama de roseta (Figura 4) en la dirección NE-SE se distinguen tres máximos en frecuencia de aparición con los morfoalineamientos. El primero con rumbo N25°E orientación principal del agrietamiento, el segundo con un rumbo N35°E y tercero N55°E los cuales se relacionan fundamentalmente con las alineaciones de pendiente y red fluvial que aparecen en la parte SW del área de estudio y con el sistema de fallas que afectan la región.

En el diagrama de contorno se representan las cuatro familias de grietas principales y en el diagrama de planos sus elementos de yacencia correspondiente.

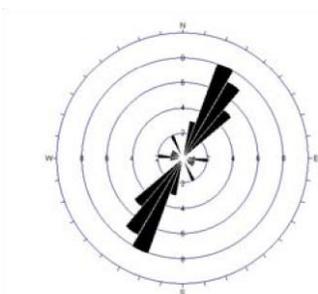


Figura 4. Diagrama de roseta Quesigua A2.

En el diagrama de roseta (Figura 5) las principales direcciones del agrietamiento son N50°E y de forma secundaria se asociadas las orientaciones N20°E, N75°E y hacia NW, predominan las orientaciones N65°W y una pequeña representación N35°W. Pudieran relacionarse con un sistema fallas transcurrentes que desplazaron los contactos entre los mantos de cabalgamiento. En el diagrama de contorno se representan las cinco familias de grietas principales y en el diagrama de planos sus elementos de yacencia correspondiente.

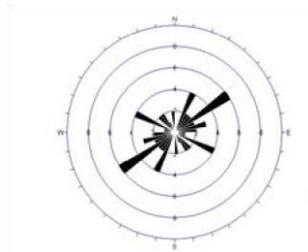


Figura 5. Diagrama de roseta Quesigua A3.

Luego de analizados los resultados arrojados por las mediciones y sus correspondientes interpretaciones a través de los diagramas de roseta, diagramas de esfuerzos y haciendo uso de la falsilla de Wulf se obtuvieron las principales direcciones de los esfuerzos que dieron lugar al fallamiento de las rocas, como se puede observar en la Figura 6.

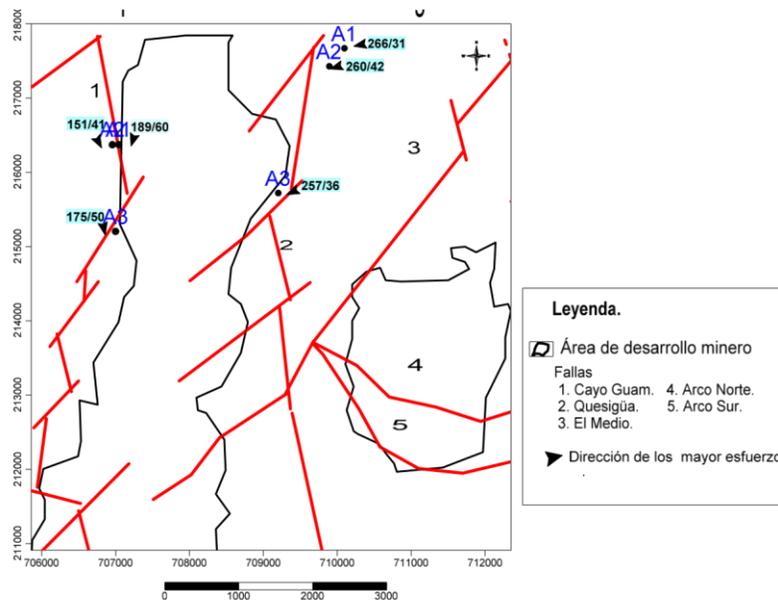


Figura 6. Mapa tectónico del área de estudio donde se muestran las direcciones de los principales esfuerzos tectónicos. Escala 1: 25 000.

Conclusiones

Luego de haber realizado la interpretación de los datos de campo y los arrojados por el conjunto de métodos empleados en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

El área investigada se caracteriza por el predominio de estructuras disyuntivas originadas en cuatro períodos geotectónicos diferentes, condicionados por los eventos regionales que han afectado al Bloque Oriental Cubano.

Se determinaron las principales orientaciones de las estructuras presentes en el área investigada que son noreste y noroeste, predomina N40°E y N15°W.

Se establecieron las principales direcciones de los esfuerzos mayores, los que están asociados con las estructuras presentes en el área de estudio. En la falla Cayo Guam los mayores esfuerzos son 151/54, 189/60 y 175/50 en diferentes puntos, los cuales coinciden con la orientación noroeste que tiene la falla.

En la falla Quesigua los mayores esfuerzos son 266/31, 260/42, 257/36 en diferentes puntos de afloramientos, los cuales coinciden con la orientación noreste que tiene la falla.

Las direcciones del desplazamiento tectónico que afectan las rocas del área de estudio tienen una orientación noreste y noroeste.

Referencias bibliográficas

BARRERA, M. & BAREA, I. 2008: Estudio morfotectónico del área enmarcada por las concesiones mineras La Delta, Cantarrana y Santa Teresita para el establecimiento de los dominios geomorfológicos. Trabajo de diploma en opción al título de ingeniero geólogo. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.

DOMÍNGUEZ, L. 2005: Morfotectónica del área comprendida entre el poblado de Yamanigüey y la ciudad de Baracoa con vista a la planificación turística. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.

RODRÍGUEZ, A. 1998: Estudio morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónica. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.

*Trabajo tutorado por la Dra. Alina Rodríguez Infante y el Ing. Iván Barea Pérez.