



ESTRUCTURA DEL ÁREA DE MERCEDITAS Y CONSIDERACIONES ACERCA DE LA PROCEDENCIA DE LAS OFIOLITAS DEL MACIZO MOA-BARACOA

Kenya Núñez Cambra, Enrique Castellanos Abella, Bienvenido Echevarría, Angelica Isabel Llanes.

Instituto de Geología y Paleontología. Vía Blanca s/n e/ Línea del Ferrocarril y Carretera Central, San Miguel del Padrón, Ciudad de La Habana, Cuba, CP 11 000. Telef. (537) 557232, fax. (537)557004. e-mail: kenya@igp.minbas.cu

RESUMEN

Se procesaron varios cientos de mediciones de elementos estructurales en el área de la mina Merceditas localizada dentro del macizo ofiolítico de Moa-Baracoa, determinándose los principales sistemas de fallas, las direcciones de los esfuerzos, así como la sucesión de los diferentes eventos tectónicos. Esta se caracteriza por zonas de fragmentación, fallas y un agrietamiento abierto en diferentes direcciones, indicando diferentes tipos de esfuerzos. Los principales sistemas de fallas se agrupan siguiendo un rumbo WNW (285°).

Se destacan tres etapas de deformaciones: las deformaciones postminerales, con la generación de diques de gabroides, las ocurridas propiamente durante el emplazamiento de las ofiolitas, y las deformaciones transcurrentes probablemente relacionadas con la transcurrencia sinistral a lo largo de la Falla Oriente.

La primera etapa se trató de una distensión que provocó el fallamiento de las ofiolitas y la formación de varios sistemas de diques. Con la segunda etapa se relacionan las fallas de sobrecorrimiento, zonas de cizalla inversa y las dislocaciones o rupturas de los diques. En la tercera predominaron las fallas transcurrentes, así como algunas fallas de distensión rellenas de carbonatos y fallas inversas.

Las lineaciones estructurales encontradas en los planos de sobrecorrimiento, así como las cizallas inversas, ocurridas durante la segunda etapa de deformaciones, indican claramente que el sentido del transporte tectónico (vergencia) fue hacia el NNE, lo que podría demostrar que las ofiolitas expuestas en el macizo Moa-Baracoa fueron emplazadas desde el sur.

ABSTRACT

Several hundred of structural measurement were taken and processed at the Merceditas mine area, within the Moa-Baracoa ophiolite massive, recognizing the principal faults systems, stresses directions, as well as the tectonics events sequence. The area is characterized by the fragmentation zones, faults and open joints in different directions, indicating different stresses. The principal faults systems are grouped with strike WNW (285°).

Three deformation stages are present: postmineral deformations where gabroid dykes were formed, deformation during the ophiolite emplacement and deformation after the emplacement, probably as result of the recent sinistral strike slip movements of the Oriente fault.

At the first stage it is associated a distension, that faulting the rocks and dike systems appear. At the second stage it is associated generally brittle deformation, overthrust faults, inverse shear zones and dike deformation. To the third stage are associated generally brittle deformations with predominance of horizontal movements and some distension faults filled with carbonates and reverse faults.

The lineation structures on the overthrust faults plane, as well as reverse shear zone, which are occurred in the second deformation stage, clearly indicate the sense of tectonic transport (vergence) towards the NNE, it can be interpreted as the Moa Baracoa ophiolite were emplaced over the cretaceous metavolcanic complex from the south.



Introducción

La mina Merceditas se encuentra entre las exposiciones de la asociación ofiolítica en la región oriental de Cuba, correspondiendo a las ofiolitas del cinturón septentrional cubano (Iturralde-Vinent, 1994, 1996). El área de la mina está enclavada en el macizo Moa-Baracoa, que constituye los restos de un enorme manto tectónico ultrabásico que cubre tectónicamente a las vulcanitas del arco cretácico.

El macizo Moa-Baracoa en esta área se caracteriza fundamentalmente por ultramafitas, con un predominio de las harzburgitas y, en menor medida, de dunitas; además, se han descrito dunitas plagioclásicas, wehrlitas, lherzolitas y piroxenitas (García y Fonseca, 1994). En estas rocas ocurren numerosos cuerpos de cromitita.

Todo el área de estudio está caracterizada por una estructura tectónica compleja, con abundante fallamiento en diferentes direcciones indicando esfuerzos que se diferencian en el tiempo por su tipo.

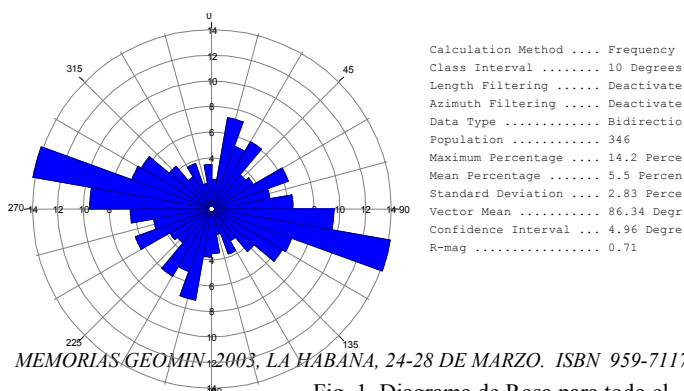
El área se caracteriza por tener gran actividad tectónica postmineral, afectando tanto a las rocas encajantes como a los cuerpos minerales. Durante la realización del mapa geológico de la mina se detectó la escasez de información estructural del área, lo que no permitía hacer una interpretación correcta de las deformaciones del cuerpo mineral, ni tener un modelo tectónico para la confección de dicho mapa. El objetivo de este trabajo está orientado al análisis y entendimiento de la estructura del área de la mina, sin hacer particular énfasis en el cuerpo mineral.

Materiales y métodos

Durante la realización de este trabajo se revisó básicamente toda la información existente de los trabajos de exploración realizados en el área de la mina desde el año 1961 hasta la actualidad. Adicionalmente se realizaron trabajos de campo en las galerías y en los alrededores de la mina, realizando un levantamiento tectónico en detalle en el sector más occidental del sistema de galerías, con la finalidad de interpretar la tectónica que afecta el yacimiento. Los datos adquiridos y su análisis están dirigidos a las dislocaciones postminerales. Se tomaron varios cientos de mediciones tectónicas que fueron procesadas y analizadas sus proyecciones estereográficas, determinando así los principales sistemas de fallas y las direcciones de los esfuerzos, así como la sucesión de eventos tectónicos. Lo que permitió completar el modelo tectónico de las deformaciones postminerales ocurridas en el área de estudio.

Características tectónicas del área

Las rocas en el área de la mina Merceditas se observan muy tectonizadas, afectadas por procesos de deformaciones propias del ambiente de formación de rocas ofiolíticas y la formación de los cuerpos cromíticos, así como por deformaciones ocurridas después de la formación de estos cuerpos, las cuales fracturaron y dislocaron los mismos.



MEMORIAS GEOMIN-2003, LA HABANA, 24-28 DE MARZO. ISBN 959-7117-11-8

Fig. 1. Diagrama de Rosa para todo el fallamiento en el área de estudio.

No se observan grandes desplazamientos de bloques a pesar de la intensa fracturación en el área, pues las dislocaciones de una falla con respecto a otra son de unos centímetros a un metro generalmente. Como se observa en la Figura 1, en el Diagrama de Rosa con las principales fallas del área, documentadas en el



campo, se agrupa un gran número de estas (14,2 %) con rumbo WNW (285°), mostrando un predominio de esta dirección con respecto a otra en el área. Este rumbo se mantiene predominante para el caso de las fallas normales, algunas fallas inversas, los diques y diaclasas (Figs. 2,3,4,5).

Existen además otras direcciones predominantes para el caso de los sistemas inversos, que serán descritos mas adelante. Para el caso de los sistemas transcurrentes su comportamiento es con rumbo predominante NNE (15°) (Fig. 6), muchas fallas normales e inversas pueden estar asociadas a estos movimientos horizontales.

Generalmente en el área se observan estructuras de cizalla y dúplex que se mantienen con buzamiento predominantemente septentrional, mientras que las fallas normales e inversas se encuentran en gran parte buzando en sistemas sintéticos y antitéticos tanto meridionales como septentrionales.

Sistemas distensivos

Se considera lo más predominante en el área, pues un 47% de las fallas medidas en el campo responden a esfuerzos de distensión. La distensión puede ser pura o producto de transcurencias. Para cada una de las cuales el rumbo varía. A continuación abordaremos cada sistema y sus características individuales, aunque es oportuno aclarar que se encuentran en el área de estudio, gran número de fallas oblicuas que se caracterizan por tener desplazamientos con una dirección en que actúan mas de un componente (normal-transcurrente).

Sistema de diques

De los datos colectados en el campo, los diques se consideran los más antiguos del área, anterior al emplazamiento de los mantos ofiolíticos en el lugar. Se formaron aprovechando estructuras o sistemas de fallas normales preexistentes.

Los diques medidos (32) ocurren con rumbo preferencial sublatitudinal de 270-290, con buzamiento al SSW, generalmente con ángulos medios de 41°- 42°. Aunque aparecen diques con buzamiento suave de 20°- 30° y abrupto de 80°-85°. Una dirección menos predominante con rumbo (320-325) y buzamiento tanto al NE como al SW ocurre también en el área. (Fig 2)

Existen al menos dos estadios de formación de diques detectados en el campo, donde se encontraron sistemas de diques cortándose entre si con ligeros desplazamientos.

Fueron colectadas pocas evidencias al respecto, pero se puede definir diques con rumbo NE cortados por los sistemas antes descritos.

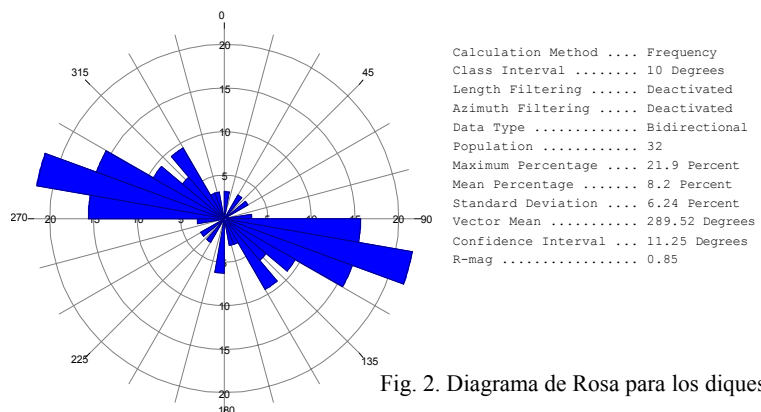


Fig. 2. Diagrama de Rosa para los diques

Sistema de cizalla normales

Fueron detectados en el área sistemas de cizallas con direcciones de buzamientos predominantemente septentrionales con ángulos de 30°- 40° y azimut de 170°- 190° y 245°. Mediciones de las estrías en los planos de fallas indican movimientos con dirección SSE y



WSW principalmente. Aparecen rellenas de material serpentínico lo que demuestra ser estructuras que fueron serpentinizadas durante el emplazamiento. El carácter de la deformación es frágil por lo general y se encuentra en la mayoría de las ocasiones cortada por fallas posteriores.

Sistemas de fallas normales

La tendencia predominante de este sistema (medido en 58 fallas) es sublatitudinal con rumbo 285° y buzamiento hacia el SSW. Existen además sistemas con rumbo 70° y 305°, con buzamientos en direcciones opuestas formando fallas sintéticas y antitéticas.

Por lo general se encuentran rellenas de calcita o material secundario, superficies con estrías indicando esfuerzos con dirección NNW, NNE y NE.

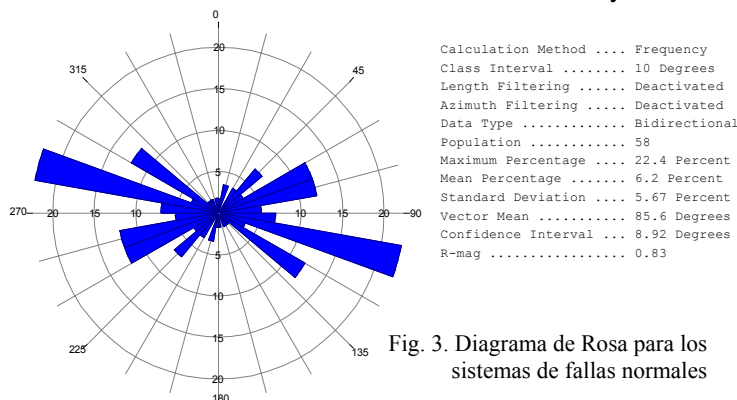


Fig. 3. Diagrama de Rosa para los sistemas de fallas normales

Aparecen estas fallas cortando los diques, los sistemas inversos anteriores, algunas normales entre sí se cortan, y se encuentran cortadas por sistemas transcurrentes y sistemas normales e inversos asociados a estos movimientos horizontales.

Es oportuno aclarar que en el caso de las fallas normales con rumbo 285° y buzamiento hacia el SSW se puede entender producto de una distensión con dirección NNE que

provocó el deslizamiento de bloques en dirección opuesta, reactivando en gran medida los sistemas de fallas inversas y sobrecorrimientos existentes de esfuerzos compresivos anteriores a la distensión.

Diaclasas

Fueron medidos en el campo para el área sistemas de fallas conjugadas con muy poco o ningún desplazamiento entre sí, a las cuales se les denominó diaclasas. Las mismas no tienen estrías en sus planos de fallas y apenas superficie rellena por material secundario. Los ángulos

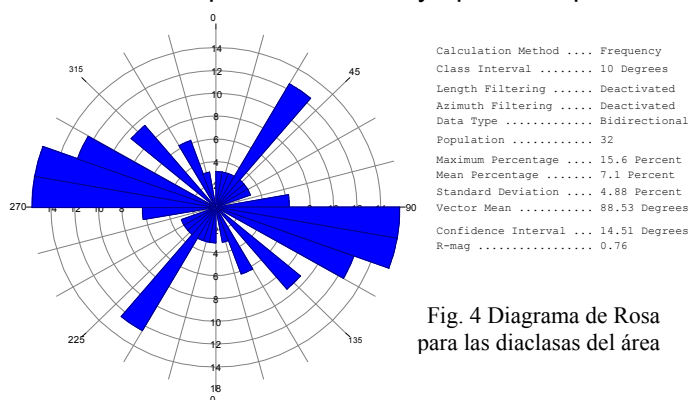


Fig. 4 Diagrama de Rosa para las diaclasas del área

entre fallas son de 60°, lo que denota fragilidad en el entorno de formación, e infiere su formación a muy pocos metros de profundidad, lo cual puede ser producto de los procesos de emplazamiento o a la transcurrencia final.

Se tomaron mediciones de 32 diaclasas y se detectaron varias direcciones del rumbo predominantes 270°-290° el 15,6% de las mediciones, 300° el 12,5%, 30°-40° el 12%, 315° el 9,5% y 330° el 6,2 de

las mediciones.



Sistema compresivo

Para el área de estudio, éste se presenta con un patrón muy disperso con poca concentración de las direcciones en grupos principales, respondiendo a esfuerzos compresivos puros o a compresiones producto de transcurrencias presentes en el área. Se observan fallas oblicuas que combinan desplazamientos con sentido inverso y horizontal. La compresion esta reflejada en la ocurrencia de fallas inversas y algunos de ellas llegan a tener ángulos suaves de 30° y 35°.

Sistema de cizalla inversa

Existen mediciones de cizalla inversa preferentemente rellena de material serpentinitico, no son frecuentes, aparecen cortadas por fallas posteriores. La direcciones principales son con rumbo 90°, 30°, 300°, con azimut de buzamiento de ángulos entre 40° y 45°. Las superficies de fricción tienen espejos de fallas con estrías que indican el movimiento con vergencia N, NE, NW.

Sistema de fallas inversa

Estos sistemas de fallas inversos aparecen con patrones dispersos en el diagrama de rosa, con cuatro rumbos predominantes, con un 9% de las mediciones cada uno, hacia 65°, 305°, 85°, 285°.

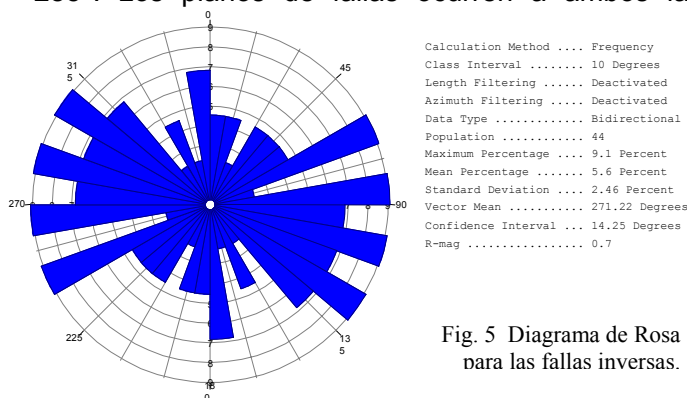


Fig. 5 Diagrama de Rosa para las fallas inversas.

Los planos de fallas ocurren a ambos lados de estas direcciones formando fallas antitéticas y sintéticas con ángulos de buzamientos que agrupas alrededor de los 40° y alrededor de los 85°.

El rumbo 285° sólo tiene fallas con buzamiento al Sur (190°). Existe además un grupo de fallas con rumbo 355° representado por el 6,7% del total de mediciones, con buzamiento de 60° hacia 100°, que rompe con la tendencia general del área, denota esfuerzos desde el Este o con dirección del movimiento EW, no se le

determinaron estrías.

Los planos de fallas tienen estrías con direcciones principales 180°, 225°, 15°, y 40° para el 9,7 de los datos cada uno. Existen por tanto esfuerzos de compresión en dirección NE y desde el Este.

Algunas de estas direcciones pueden estar asociadas a movimientos horizontales.

Sistemas transcurrentes

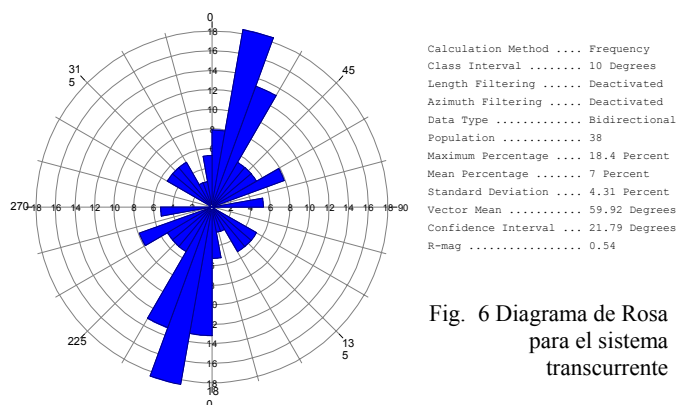


Fig. 6 Diagrama de Rosa para el sistema transcurrente

Se observan en el área de estudio la presencia de transcurrancia o movimientos horizontales tanto dextrales como sinistralas, los cuales ocurren con dirección principal de rumbo 15°. Estos movimientos provocan sistemas asociados de fallas normales, inversos así como transcurrentes asociados a ellos menos predominantes.



Sistemas de fallas dextrales

Con mediciones de 14 fallas se constató la presencia de direcciones principales rumbo 15° y 65°. El rumbo 15° tiene direcciones de buzamiento con valores de 60°-70° hacia 100°-110°, 65° tiene direcciones de buzamiento con valores de 35°-40° hacia 150°-160°. Con menos predominio aparece otro sistema con rumbo 75°-85° con azimut 165°-175° y ángulos de 45°-50°.

Los planos de fallas se encuentran rellenos de material secundario y con espejos de fricción y estrías con dirección fundamentalmente 15°-20° y 45°, lo que orienta hacia la presencia de movimientos en esas direcciones principalmente.

Sistemas de fallas sinistralas

Para el caso de las transurrencias sinistralas existen tres direcciones fundamentales con igual porcentaje de ocurrencia (11,8%), son los rumbos 15°, 315° y 50° y buzamientos respectivos de 100°-110°, 220°-230°, 135°-145°, con ángulos medios.

Los planos de fallas contienen estrías orientadas principalmente con dirección 315°, 155° el 13,3% y en otras direcciones con menor porcentaje. El movimiento principal de las fallas sinistralas es con rumbo 315° pues ocupan más del 33% de las alineaciones.

Existe un gran número de fallas (168) que no pudieron ser detectados el tipo de falla por lo que se catalogaron de desconocidas. Su comportamiento es disperso pues agrupa a diferentes tipos de fallas. Hay igualmente una dirección principal de buzamiento 180°-195° con inclinación de aproximadamente 45°. Otra dirección secundaria con aproximadamente 120° de azimut y 50° de inclinación. La dirección principal coincide con el sistema normal y la secundaria con el transcurrente. Con menor concentración al NNE y ángulo de 70°-80° rumbo 325°.

Análisis y Discusión

Se ha interpretado que las ofiolitas se forman como corteza oceánica en zonas de expansión del suelo oceánico de donde esta migra, hacia márgenes continentales. Aquí es subducida dentro del manto. Bajo algunas circunstancias en los límites de placas, escamas de litósfera oceánica han sido separadas y obducidas sobre los márgenes continentales (Coleman, 1971 en Coleman, 1977). Como resultado de este proceso oceánico se destacan en las rocas del área deformaciones dúctiles y ductil-frágiles propias de este ambiente, mucha serpentización y zonas de cizallas, provocando además una foliación de la roca. Un período de distensión evidente siguió a este proceso, posibilitando la intrusión de numerosos diques de grabroides con direcciones predominantemente sublatitudinales.

El mecanismo del emplazamiento de las ofiolitas a lo largo de los márgenes continentales es fuertemente debatido. Desde los años 1950 y 1960 comenzó a revelarse su naturaleza alóctona y asociación cercana a melanges (Coleman, 1977). La mayoría de los geólogos han coincidido en que las escamas de ofiolitas son alóctonas y que las mismas se originan en un ambiente diferente de donde ellas se encuentran hoy. Las rocas del área no son una excepción, con este proceso de emplazamiento se asocian deformaciones en general de tipo frágiles, fallas de compresión, sobrecorrimientos, zonas de cizalla inversas y fallas inversas que dislocan y fracturan los diques. La edad del emplazamiento tectónico de las secuencias ofiolíticas se ha estimado entre el Cretácico Superior (Campaniano) y el Paleoceno Inferior (Iturralde-Vinent, 1996). Quintas (1989) en Proenza (1997) señala que las formaciones orogénicas La Picota y Mícará, representativas de la edad del emplazamiento, han sido datadas como Campaniano-Paleoceno Inferior.



Posteriormente al emplazamiento del manto tectónico ofiolítico, ocurrió un proceso donde predominaron los movimientos horizontales en el área, probablemente, debido a la influencia de estructuras regionales relacionadas con la transcurriencia de la falla Oriente. Con este proceso se asocian deformaciones de tipo frágiles con el predominio de movimientos horizontales y verticales con fallas de distensión algunas veces rellenas de carbonatos. En general se observan planos de fallas curvos con estructuras de duplex, tanto extensivos con predominio de fallas con desplazamiento oblicuo lateral-normal, así como compresivos representados por fallas oblicuas de desplazamiento lateral-inversa.

A pesar de la intensa fracturación en el área, no se observan grandes desplazamientos de bloques, pues las dislocaciones de una falla con respecto a otra, así como el cuerpo mineral, son de unos centímetros a unos pocos metros generalmente.

El estudio de las dislocaciones disyuntivas, reveló la ocurrencia de gran número de fallas que

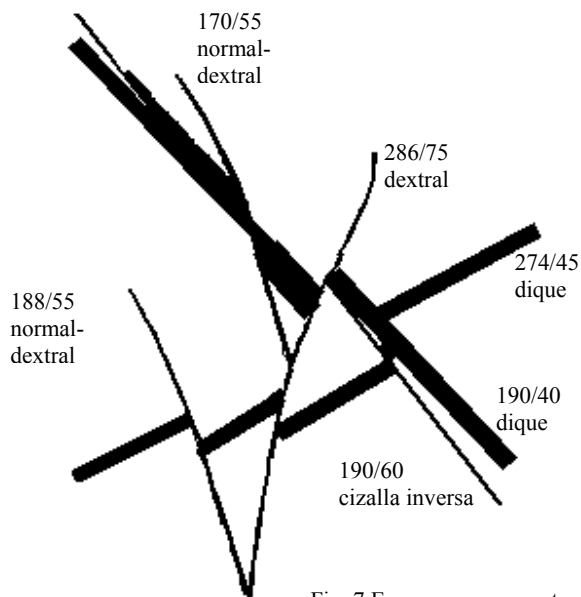


Fig. 7 Esquema que muestra las relaciones de los sistemas de fallas

pueden agruparse en algunas direcciones predominantes, las cuales han sido desplazadas unas a otras indistintamente en la forma que se refleja en la Figura 7. De esto se infiere una sucesión de eventos generadores de las mismas. Existen tres estadios principales después de la formación de los cuerpos de cromititas de origen magmático.

- Una distensión que provoca fallas que hicieron posible la penetración de los fluidos dando origen a los diques de gabroides, principalmente con un esfuerzo distensivo con rumbo NNE. Existen para el área al menos dos estadios de diques, los cuales se observan desplazando unos a otros. Los diques se observan algo serpentinizados.
- Posterior a esto, una compresión orientada con dirección NNE y vergencia Norte, que provocó la ocurrencia de sistemas de sobrecorrimientos, zonas de cizalla y dislocación de los diques. El buzamiento de estas zonas es predominantemente hacia el S-SW. La vergencia o sentido del movimiento hacia el norte está bien caracterizado por la orientación NNE de las lineaciones estructurales en la superficie de los planos de fallas y su sentido inverso.
- La etapa final muestra el desarrollo de un sistema de fracturas de Riedel, donde se asocian desplazamientos horizontales dextrales y sinistralas, así como la ocurrencia de sistemas antitéticos y sintéticos, fallas normales e inversas. Se observan fallas de desplazamiento por el rumbo con el mismo rumbo y sentido diferente. Esto presupone el cambio de los esfuerzos principales con rumbo de NE y posteriormente con rumbo NW.

Conclusiones

- Las principales fallas del área se agrupa con rumbo WNW (285°). Este rumbo se mantiene predominante para el caso de las fallas normales, algunas fallas inversas, los diques y diaclasas. Existen además otras direcciones predominantes para el caso de los sistemas inversos. Los sistemas transcurrentes tienen rumbo predominante NNE, otras direcciones de fallas normales e inversas están asociadas a estos movimientos horizontales.



- Se destacan en el área tres etapas de deformaciones: las deformaciones postminerales con la aparición de diques de gabroides, las ocurridas durante el emplazamiento de las ofiolitas y las ocurridas posterior al mismo, producto de los movimientos recientes de transcurrancia en la zona Oriental.

Con la primera etapa se asocia una distensión con dirección NNE, que provocó fallamiento de la roca y la aparición de sistemas de diques de gabroides. Con la segunda se asocian las deformaciones de compresión, con dirección NNE y vergencia norte, en general de tipo frágiles: fallas de sobrecorrimientos, zonas de cizalla inversa y dislocación y fracturación de los diques. Con la tercera se asocian las deformaciones en general de tipo frágiles con algunas fallas de distensión rellenas de carbonatos con el predominio de movimientos horizontales con esfuerzos en dirección NE y NW, creando un sistema Riedel de fallas.

- No se observan grandes desplazamientos de bloques a pesar de la intensa fracturación en el área, pues las dislocaciones de una falla con respecto a otra, así como el cuerpo mineral, son de unos centímetros a unos pocos metros generalmente.
- Las deformaciones complejas durante el emplazamiento de los mantos de ofiolitas y posterior al mismo, producto de los movimientos mas jóvenes, explica la tectónica actual del área de la mina, así como las deformaciones de la mineralización de cromo.
- La vergencia o sentido del transporte tectónico dirigido hacia el norte de las estructuras vinculadas con el emplazamiento de las ofiolitas parece demostrar que las últimas procedieron del sur, probablemente de una posición más sureña que la del macizo montañoso Sierra del Purial formado por metavulcanitas del arco cretácico, cuya porción septentrional se cubre tectónicamente por las ultrabasitas del macizo Moa-Baracoa.

Referencias bibliográficas

- Coleman, R.G. 1971: Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotite along continental edges. *Journal Geophys. Research*, v.76:1212-1222
- Coleman, R.G. 1977. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere?. *Springer, Berlin*, 229p.
- García, I. y Fonseca, E. 1994. La Mineralización cromítica y su relación con las cloritas en el yacimiento Amores. *Minería y Geología*, 11: 50-54.
- Iturralde-Vinent, 1996. Ofiolitas y Arcos volcánicos de Cuba. *Contribución Especial No. 1. IGCP Project 364*. Miami, USA, 2265p.
- Iturralde-Vinent, 1994. Cuban Geology: A new plate tectonic synthesis. *Journal of Petroleum Geology*, 17 (1):39-70
- Proenza, J.A. 1997. Mineralizaciones de cromita en la faja ofiolítica mayarí-Baracoa (Cuba). Ejemplo del yacimiento Merceditas. *Tesis doctoral, Universidad de Barcelona*. 227p.
- Quintas, F. 1989. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior y Paleógeno de la provincia de Guantánamo y zonas cercanas. *Tesis doctoral, ONRM, ISMMM, Cuba*.