Infomin, Vol. 14, enero-diciembre 2023, E-ISSN: 1992-4194, http://www.infomin.co.cu

Artículos

Evolución metamórfica de los bloques exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas, Provincia de Artemisa

Metamorphic evolution of the exotic blocks from Manacas Formation in the location of Las Terrazas, Artemisa Province

https://cu-id.com/2144/v14e16

Raynel Alberto Herrera Molina*

RESUMEN: En la localidad de Las Terrazas, provincia de Artemisa, se han encontrado en los depósitos caóticos pertenecientes al miembro Olistostroma Vieja de la Formación Manacas, bloques exóticos constituidos por rocas metamórficas. El presente trabajo consta de un estudio petrográfico detallado para determinar la composición mineralógica, la textura, alteraciones y deformaciones, así como la trayectoria de presión y temperatura (P/T) sufrida por dichos bloques y su evolución metamórfica. Los minerales presentes en las muestras son la enstatita, hiperstena, diopsido, augita y granate, asociados a la facie granulítica; los minerales asociados a la facie anfibolítica son la hornblenda y plagioclasas; y los asociados a la facie de esquistos verdes son la tremolita-actinolita y la clorita. Estas muestras presentan generalmente una textura nematoporfidoblástica, con alteraciones de cloritización y uralitización lo que da evidencia que ocurrió un metamorfismo prógrado hacia la facie granulítica, con una retrogradación a esquistos verdes. El metamorfismo prógrado ocurrió en una zona de subducción entre dos cortezas oceánicas, el cual alcanzó una profundidad de 40 km aproximadamente, con una temperatura de 800°C y una presión de 12 Kb marcado por el amplio desarrollo de fenocristales de enstatita (mineral de mayor P/T) por lo que se puede tomar como pico del prógrado y el comienzo, producto a un proceso de exhumación, del metamorfismo retrógrado.

Palabras clave: Bloques exóticos, facies metamórficas, presión y temperatura, evolución metamórfica, subducción, exhumación.

ABSTRACT: In Las Terrazas locality, Artemisa province, exotic blocks formed by metamorphic rocks have been found in the chaotic deposits belonging to the Olistostroma Vieja member of the Manacas Formation. The present work consists of a detailed petrographic study to determine the mineralogical composition, the texture, alterations and deformations, as well as the trajectory of pressure and temperature (P / T) suffered by said blocks and their metamorphic evolution. The minerals present in the samples are enstatite, hypersten, diopside, augita and garnet, associated with the granulitic facie. The minerals associated with the amphibolite facies are hornblende and plagioclase; and those associated with the greenschist facie are tremoliht-actinoliht and chlorite. These samples generally have a nematoporfidoblastic texture, with alterations of chloritization and uralitization, which gives evidence that a metamorphism occurred towards the granuliticfacies, with a retrogradation to greenschist facie. Prograde metamorphism occurred in a subduction zone between two oceanic crusts, which reached a depth of approximately 40 km, with a temperature of 800 ° C and a pressure of 12 Kb marked by the wide development of enstatite phenocrysts (higher mineral). P / T) so it canbe taken as the peak of the gradient and the beginning, product of an exhumation process, of retrograde metamorphism.

Keywords: Exotic blocks, metamorphic facies, pressure and temperature, metamorphic evolution, subduction, exhumation.

INTRODUCCIÓN

La Formación Manacas se desarrolla en la Cordillera de Guaniguanico en la zona occidental de Cuba. Está constituida por depósitos terrígenos sinorogénicos (areniscas polimícticas, limolitas, argilitas, calcarenitas, pedernales, calizas, depósitos caóticos policomponentes de matriz aleurolítica, polimíctica con intercalaciones de areniscas vulcanomícticas y pedernales) depositados durante Eoceno Inferior- Medio parte baja, a partir de corrientes turbidíticas en un talud continental, asociados a los sobrecorrimientos de los complejos del Arco Volcánico Cretácico (AVK) y las Ofiolitas sobre los depósitos del Paleomargen Continental Pasivo de América del Norte, debido a ello es que posee una composición muy heterogénea (Pszczólkowski, 1994) en (Cobiella Reguera, 2000).

La Formación Manacas se divide en dos secuencias una flyschoide (Miembro Pica Pica) y otra unidad informal olistostrómica (Olistostroma Vieja). El primero está constituido por un *flysch* terrígeno compuesto por areniscas polimícticas, limolitas, argilitas, calcarenitas, pedernales y calizas, mientras que el segundo está formado por depósitos caóticos policomponentes de matriz terrígena muy deformada y cizallada (IGP, 2013). Además, presentabloquesexóticos de rocas metamórficas, concomposiciones que pertenecen a dos facies: anfibolítica (hornblenda, plagioclasas y antofilita) y de esquistos verdes (actinolita, zoisita, clinozoisita, clorita, mica moscovita) (Garcia Crespo, 2017).

Recibido: 14/11/2019
Aprobado en su forma original: 14/12/2022

Instituto de Geología y Paleontología (IGP), Servicio Geológico de Cuba (SGC), Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Vía Blanca No. 1002 / Río Luyanó, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.
*Correo Electrónico: raynel@igp.minem.cu

En la localidad de Las Terrazas, provincia de Artemisa, localizadas en el extremo oriental de la Cordillera de Guaniguanico en el occidente de Cuba, ubicada en la hoja cartográfica de la Sierra del Rosario 3684-IV-a, perteneciente a la provincia de Artemisa (Figura 1). Limita al Sur con la Llanura Sur de Pinar del Río; por el Norte con la Llanura Ondulada de la Costa Norte; por el Oeste con el Río Manantiales y por el Este con las cuencas del Río San Francisco y del Arroyo Pedernales; se han encontrado dentro de los depósitos caóticos de la Formación Manacas bloques exóticos constituidos por rocas metamórficas, de los cuales se desconoce su composición mineralógica, así como su evolución metamórfica, por lo que se hace necesario para dar solución a dichas problemáticas una investigación a fondo, comenzando por cartografiar el área y posteriormente realizar estudios petrográficos detallados para determinar los minerales presentes, alteraciones, deformaciones, la(s) facie(s) a la que pertenecen, tipo de metamorfismo, la trayectoria de presión y temperatura sufrida por dichos bloques y su representación en un esquema geológico.

Coordenadas: X: 301000; Y: 336750

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de investigación para esta investigación parte de los estudios realizados por (Garcia Crespo, 2017), en la cual se realizóprimeramente una revisión bibliográfica del objeto a investigar. Luego se llevó a cabo el trabajo de campo en la localidad de Las Terrazas, en donde se observaron los bloques exóticos en los lugares del Aliviadero y la Cochiquera. En el Garrapatillero, el bloque se encontraba aflorando en una zona con afluentes, en la que el agua actuaba sobre este, provocando la meteorización ciertas partes del bloque. En la Cochiquera, se encontraban pequeños bloques exóticos reunidos en un escarpe de la carretera. Se describieron en las muestras tomadas en el campo basándose en su composición mineralógica, sus características estructurales (masividad, bandeamiento, foliación o estratificación) y propiedades físicas (dureza, hábito, color y brillo). Una vez terminado el muestreo se seleccionaron las muestras más representativas con las cuales se realizaron las secciones delgadas, para un total de 10 secciones delgadas. Estas fueron clasificadas en base a la composición mineralógica en equilibrio, es decir las facies metamórficas existentes en la roca, y en los criterios de tipo textural planteados en (Kerr, 1984), (MacKenzie & Guilford, 1997) y (Torres Roldán *et al.*, 2008). Posteriormente, para determinar la trayectoria de presión y temperatura que sufrieron los bloques se tomaron en cuenta criterios mineralógicos y texturales observados en las secciones delgadas; pero debido a que no se cuenta con datos químicos, ni cálculos de presión y temperatura absoluta los resultados son estimados. Para ello se determinó el mineral que requiere mayores condiciones de presión y temperatura, el cual marcaría el pico del metamorfismo prógrado y a su vez el comienzo del metamorfismo retrógrado representado en el diagrama de facies metamórficas de Yardley en 1989, tomado de (Torres Roldán *et al.*, 2008). Mediante la unión y análisis de esos resultados obtenidos, nos permitiría determinar la evolución metamórfica de dichos bloques, representando en dos modelos de evolución metamórfica, realizado con el software Corel Draw 2017, los diferentes estadios metamórficos.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Descripción macroscópica

Las muestras analizadas son del Aliviadero (A), de las cuales se analizaron 3 (A-1; A-2; A-3); y de la Cochiquera (C), de las cuales se analizaron 2 (C-1; C-2). Las 5 muestras analizadas fueron descritas macroscópicamente en cuanto a su composición mineral, desarrollo y tamaño de los cristales, y alteraciones presentes. Las muestras presentaban fenocristales de plagioclasas relativamente alteradas, ya que estas presentan un color verde-amarilloso y bien maclada, aunque se encuentran bastante desarrolladas; presenta cristales de mica moscovita esparcidos por toda la muestra, (transparente,

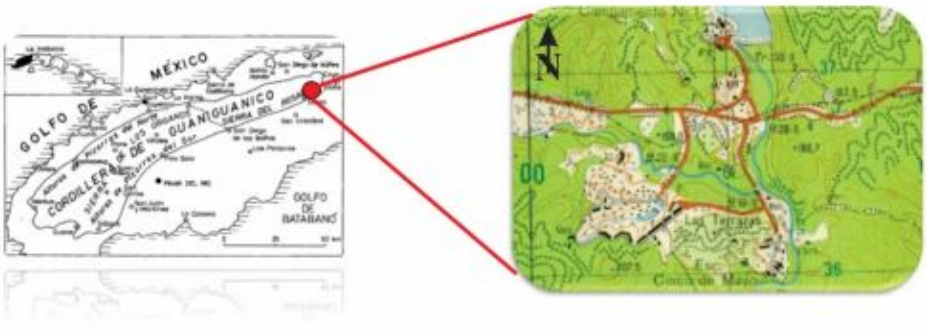


Figura 1. Ubicación Geográfica de Las Terrazas. Esquema tomado de (Pszczolkówski *et al*., 2000)

escamadas, y con brillo vítreo). Existía presencia de fenocristales de tremolita-actinolita en toda la muestra, (con un hábito prismático, color verde y brillo vítreo), además de pequeños cristales de granate, (de color marrón, brillo vítreo, y de mucha dureza).También presentaban un alto peso específicoy algunas un cierto grado de meteorización, además se observaban tonalidades rojizas debido a la presencia de óxidos de hierro.

Descripción microscópica

Para la descripción microscópica se analizaron los parámetros de composición mineralógica, texturas de reacción, alteraciones presentes en las muestras, para así determinar la facie y nombre de cada muestra,así como si presenta metamorfismo prógrado o retrógrado, además de unadescripción general de lo observado en la sección delgada. Se analizaron varias secciones delgadas de una misma muestra ya que existía mucha variación en cuanto a su composición mineralógica.

Muestra A1-2 (Núcleo del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (hornblenda-tremolita-actinolita-30% antofilita-5%)

Clinopiroxeno (augita-20% diopsido 10%)

Ortopiroxeno (enstatita-15% hiperstena 10%)

Clorita-10%

Tipo de roca: Granulita nematopórfidoblástica.

Facies metamórficas: Granulita retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

En la muestra se observan pórfidos de ortopiroxeno (enstatita e hiperstena) y clinopiroxeno (augita y diopsido) embebidas en una matriz anfibolítica (tremolita+actinolita). Se observa que la mayoría de los piroxenos presentan coronas de reacción e inclusiones de minerales de anfíboles (alteración de uralitización), especialmente de la hornblenda (Figura 2). La clorita se observa dentro de la matriz anfibolítica (cloritización).

Muestra A2-1 (Borde del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (tremolita+actinolita-20% hornblenda-20% antofilita-15%)

Clorita-15%

Plagioclasa-20%

Moscovita-5%

Granate-5%

Nombre de la roca: Anfibolita nematopórfidoblástica.

Facies metamórficas: Anfibolítica retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

Se observan algunos fenocristales de plagioclasas en una matriz de tremolita-actinolita y hornblenda (Figura 3). En la matriz también se puede observar mica moscovita y clorita. Los cristales de plagioclasas a su vez presentan inclusiones de anfíboles (progradación). Las -plagioclasas y granates presentan intercrecimiento de clorita (cloritización), lo que parece ser un proceso de retrogradación. Se encuentran fenocristales de antofilita con inclusiones de tremolita-actinolita y hornblenda.

Muestra A2-2 (Borde del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (tremolita+ actinolita 20 % hornblenda 15% antofilita 10%)

Granate 10%

Clorita 5%

Plagioclasa 5%

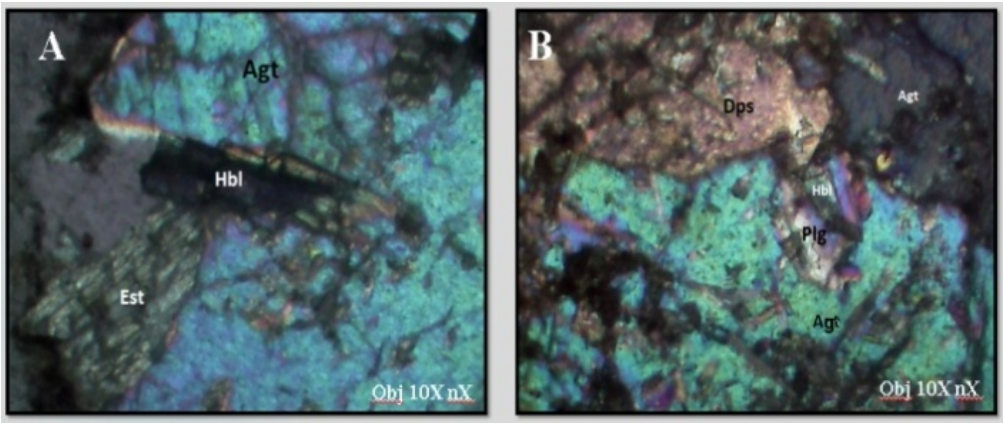


Figura 2. Muestra A1-2. (A) Cristal de augita sustituyendo al cristal de hornblenda. (B) Inclusión de plagioclasa y hornblenda en cristal de augita.

Nombre: Anfibolita nematopórfidoblástica.

Facies metamórficas: Anfibolítica retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

La muestra presenta porfidoblastos de anfíboles (hornblenda, tremolita-actinolita) desarrollados con un hábito prismático, además de una matriz de igual composición. Los granates se encuentran idiomorfos a sub-idiomorfos con inclusiones de actinolita y plagioclasas, además de que algunos bordes de los granates presentan coronas de reacción de minerales como la clorita y óxidos de hierro (Figura 4).

Muestra C1-1 (Núcleo del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (tremolita+ actinolita 30% antofilita 4%)
Clinopiroxeno (augita 30% diopsido 10%)
Ortopiroxeno (enstatita 20%)
Clorita (5%)
Granate (1%)

Nombre: Granulita nematoporfidoblástica con esquistosidad.

Facies metamórficas: Granulita retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

En esta muestra se observan pórfidos de ortopiroxeno (enstatita), además de clinopiroxenos (augita y diópsido), bien desarrollados, los cuales se encuentran bordeados por cristales más pequeños de tremolita-actinolita (Figura 5). También aparecen cristales de hornblenda intercreciendo sobre los cristales de piroxenos. La antofilita se encuentra como cristales bien desarrollados. La matriz de la muestra está compuesta por tremolita-actinolita, los cristales se encuentran orientados y un poco cloritizados.

Muestra C1-2 (Núcleo del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (tremolita+ actinolita 30% antofilita 10%)
Clinopiroxeno (augita 20% diopsido 10%)
Ortopiroxeno (hiperstena 10%)
Clorita (10%)
Granate (10%)

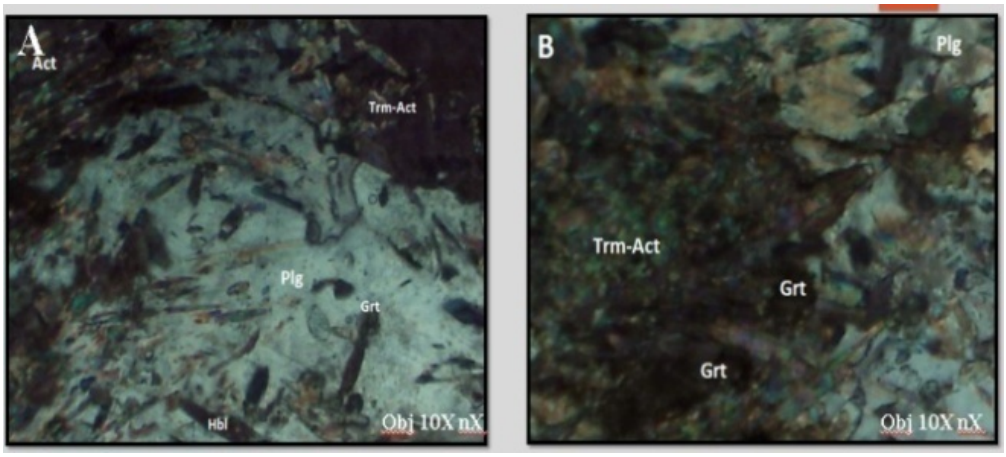


Figura 3. Muestra A2-1. (A) Fenocristal de plagioclasa con inclusiones de tremolita-actinolita y granate. La tremolita-actinolita se encuentra también bordeando el cristal de plagioclasa. (B) Fenocristales de plagioclasa embebidos en una matriz de tremolita-actinolita.

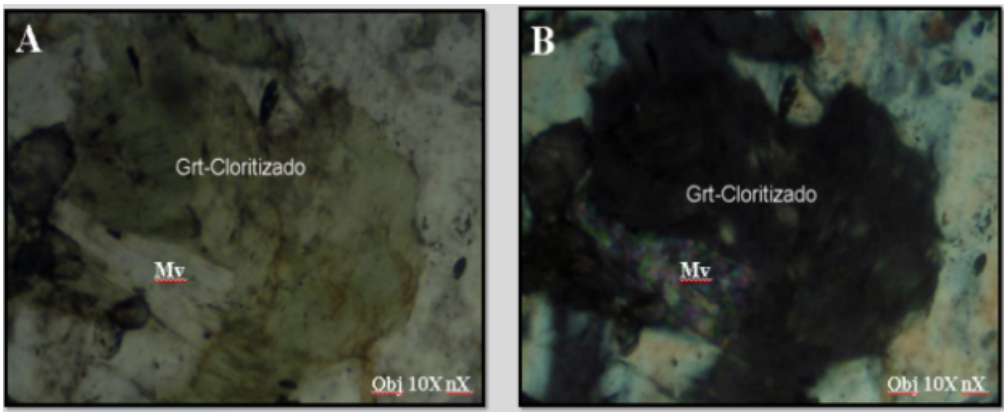


Figura 4. Muestra A2-2. Granate cloritizado sobre una plagioclasa con inclusión de mica moscovita. (A) Muestra sin polarizador. (B) Muestra sin polarizador

Nombre: Granulita nematoporfidoblástica con esquistosidad.

Facies metamórficas: Granulita retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

En esta muestra se observan fenocristales de ortopiroxeno (hiperstena) y clinopiroxenos (augita-diopsido), embebidos en una matriz anfibolítica. La matriz anfibolítica se compone de tremolita-actinolita y hornblenda. Existen anfíboles que se encuentran intercreciendo sobre y en los bordes de los piroxenos, además de poiquilitos de anfíboles sobre estos (uralitización). Además, se observan fenocristales de piroxenos con inclusiones de granate, evidenciando unmetamorfismo muy alto (Figura 6).

Muestra C2-1 (Borde del bloque)

Anfíboles (tremolita + actinolita 30% hornblenda 10% antofilita 10%)
Clinopiroxeno (augita 15% diopsido 10%)
Ortopiroxeno (enstatita 7%)
Clorita (15%)
Moscovita (3%)

Nombre: Granulita nematoporfidoblástica con esquistosidad.

Facies metamórficas: Granulita retrogradada a esquistos verdes.

Descripción general:

La muestra se encuentra formada fundamentalmente por una matriz anfibolítica (tremolita+actinolita), los cuales presentan cierta orientación además de una textura acicular. También los anfíboles se encuentran como inclusiones en los clinopiroxenos. Se puede observar dentro de la matriz alteración de cloritización de los anfíboles. Además, se observan fenocristales de ortopiroxenos (enstatita), clinopiroxenos (augita y diópsido), y antofilita, la cual presenta aureolas de reacción con la matriz (Figura 7).

Muestra C2-2 (Borde del bloque)

Composición mineralógica:

Anfíboles (tremolita+ actinolita 25% hornblenda 10% antofilita 10%)
Clinopiroxeno (augita 15% diopsido 15%)
Ortopiroxeno (enstatita 20%)
Clorita (2%)
Granate (3%)

Nombre: Granulita nematoporfidoblástica con esquistosidad

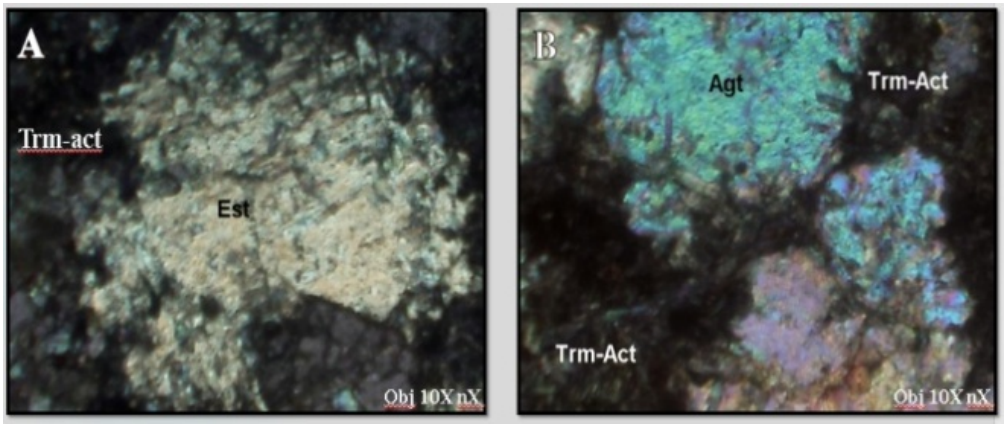


Figura 5. Muestra C1-1. (A) Fenocristal de enstatita que presenta una corona de reacción de minerales anfibolíticos. (B) Fenocristal de augita rodeado de una matriz de tremolita-actinolita

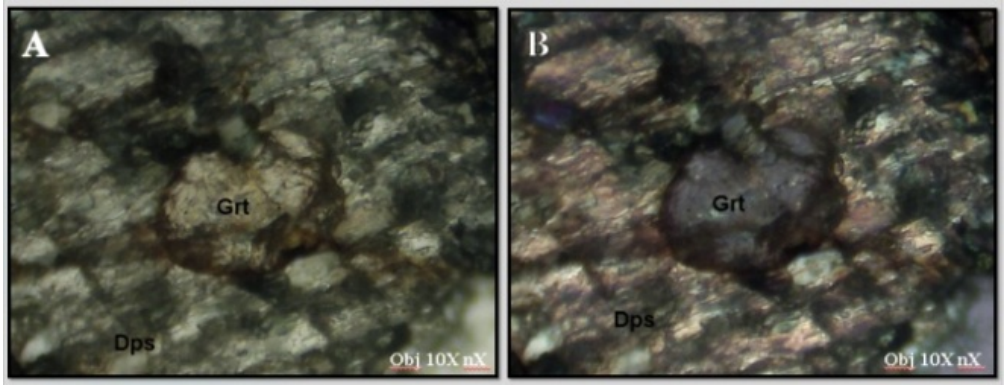


Figura 6. Muestra C1-2. (A) Fenocristal de piroxeno con inclusiones de granates. Muestra sin polarizador. (B) Muestra con polarizador

Facies metamórficas: Granulita retrogradada a esquistos verdes

Descripción general:

Se observan fenocristales de piroxenos embebidos en una matriz anfibolítica (tremolita+actinolita). Los anfíboles se presentan también como inclusiones y en los bordes de los piroxenos (se observa la progradación del metamorfismo); y sustituyendo a los piroxenos (indicios de retrogradación). Los cristales de antofilita y piroxenos se encuentran bien desarrollados, evidenciándonos un crecimiento lento de los cristales y aumento del metamorfismo (Figura 8). Los granates se encuentran cloritizados, lo que nos evidencia de la adaptación de los minerales de fases más altas de temperatura y presión a condiciones más bajas.

Determinación de la trayectoria de P/T

Para la determinación de la trayectoria de P/T se utilizó el esquema de facies metamórficas de Yadley (1989). Se tomó en cuenta el mineral que requiere mayores condiciones de P/T, el cual fue la Enstatita, con una temperatura de más de 800°C y una presión de 12 Kb. Al presentar los minerales un amplio desarrollo podemos estimar que el grado de metamorfismo fue muy alto, y hubo un tránsito considerable por la facie Granulita. Los fenocristales de enstatita marcan el pico del metamorfismo, y a su vez, el inicio de la retrogradación, con el surgimiento de los minerales tales como la tremolita, actinolita y clorita, los cuales son minerales de la facie de esquistos verdes. A modo de conclusión, podemos estimar que los bloques exóticos en la localidad de Las Terrazas alcanzaron la facie Granulita y fueron retrogradados a Esquistos verdes (Figura 9).

Elaboración del esquema geológico y evolución metamórfica

El siguiente esquema representa el proceso de metamorfismo sufrido por los bloques, el cual fue de carácter regional, en una zona de subducción. En el primer esquema se observan dos placas, de carácter oceánico, asociadas a la formación del Arco Volcánico Cretácico. Debido al movimiento relativo de las placas se forman un sistema de fallas inversas dentro de la placa subducida debido a la resistencia del manto al proceso. Según la mineralogía, se estima bloques alcanzaron un metamorfismo máximo prógrado a los 40 km aproximadamente hasta alcanzar la facie Granulita. Las fallas inversas sirvieron de canales para que estos bloques fuesen retrogradados a Esquistos verdes por un proceso de exhumación (Figura 10).

El segundo esquema (Figura 11) muestra como ocurrió el proceso de exhumación de los bloques, donde se aprecia su ubicación, así como su

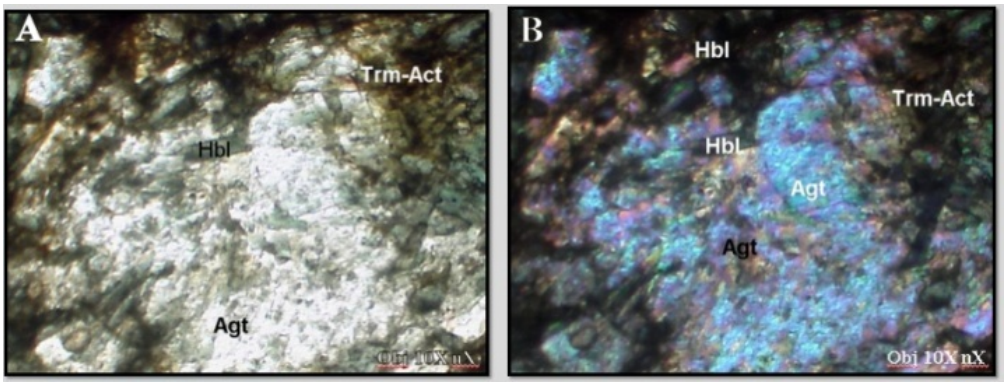


Figura 7. Muestra C2-1. Se observa fenocristal de augita con inclusiones de hornblenda. La tremolita-actinolita se encuentra bordeando el cristal. (A) Muestra sin polarizador, (B), muestra sin polarizador

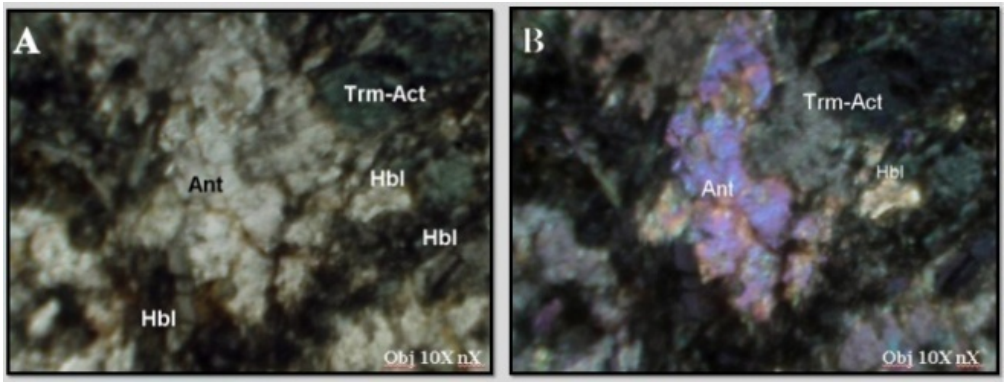


Figura 8. Muestra C2-2. (A) Intercrecimiento de tremolita-actinolita sobre fenocristal de antofilita. Muestra sin polarizador. (B) Muestra con polarizador

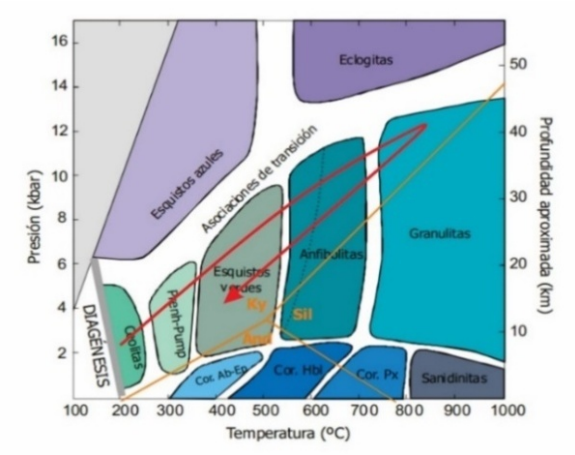


Figura 9. Representación en el Diagrama de facies de Yadley en 1989 de la trayectoria P/T sufrida por los bloques exóticos

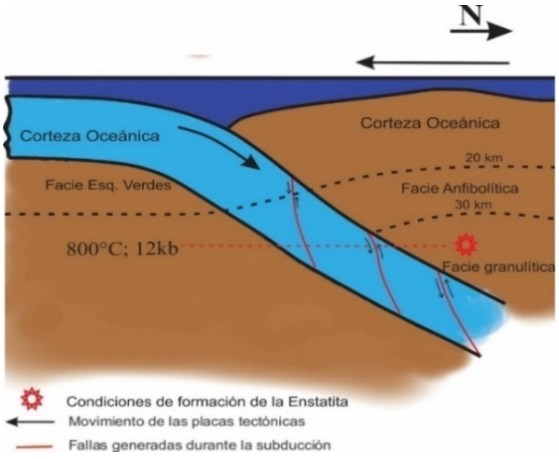


Figura 10. Esquema geológico que representa el pico del metamorfismo sufrido por los bloques

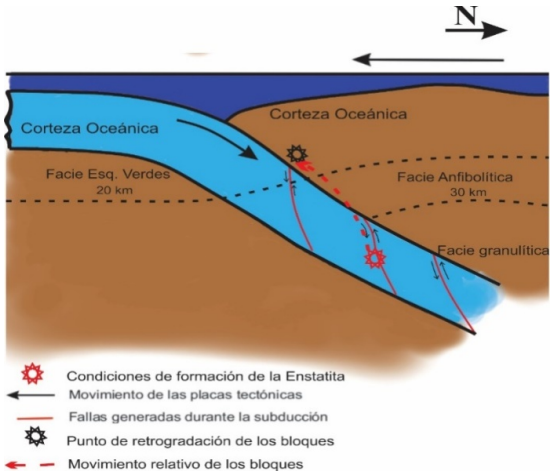


Figura 11. Esquema geológico que representa el proceso de exhumación sufrido por los bloques

trayectoria, determinada por la existencia de minerales relícticos de la facie Granulita, los cuales son más estables a las nuevas condiciones de presión y temperatura (tremolita-actinolita y clorita), característicos de la facie de Esquistos verdes (Figura 11). Se utilizaron estos minerales para determinar el grado de metamorfismo de la roca. Las muestras presentan entre un 25% y un 30% de tremolita-actinolita, y alrededor de un 10 % de clorita, lo que significa que la retrogradación no fue total en los bloques, solo algunas partes de la roca, por lo que podemos concluir que el proceso de retrogradación fue intermedio.

CONCLUSIONES

1. Los bloques exóticos presentes en la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas presentan coexistiendo tres facies metamórficas, la facie Granulitas (enstatita, hiperstena, diopsido, augita y granate), Anfibolita (hornblenda y plagioclasas) y Esquistos Verdes (tremolita-actinolita y clorita), siendo la facie Granulita la de mayor desarrollo y mayor grado de metamorfismo, con retrogradación a la facie de esquistos verdes.
2. Los bloques exóticos en la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas difieren en cuanto a su composición mineralógica modal, siendo las muestras del Aliviadero las que mayor porcentaje de tremolita-actinolita y clorita tienen, por lo que presentan un grado de retrogradación mayor.
3. El punto máximo del metamorfismo prógrado está dado por la enstatita, el mineral de mayor presión y temperatura de formación, con una temperatura alrededor de los 800°C y una presión de 12 Kb.
4. Los bloques exóticos en la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas se generaron en una zona de subducción en la que sufrieron un metamorfismo prógrado lento y bien desarrollado hacia la facie de Granulitas. Posteriormente, los bloques fueron exhumados, sufriendo un proceso de retrogradación a la facie de Esquistos Verdes.
5. Los bloques exóticos en la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas alcanzaron un mayor grado de metamorfismo con respecto a los bloques exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Dos Hermanas Viñales.

RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis químicos a los minerales pertenecientes a los bloques exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas para dar una evolución geológica más exacta de estos.
2. Determinar el protolito que dio origen a los bloques exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas, mediante el análisis químico a los granates.
3. Realizar análisis radiométricos para datar los bloques exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Las Terrazas para saber la edad del metamorfismo.
4. Extender el estudio de los bloques exóticos a otras áreas dentro de la Formación Manacas para realizar comparaciones entre estos y dar una evolución metamórfica desde el punto de vista regional.

BIBLIOGRAFÍA

Castiñeiras, P. 2014. Láminas para las prácticas de Petrología Metamórfica. España.

Cobiella Reguera. 2000. Stratigraphy and Tectonics of Sierra del Rosario, Western Cuba.

Cobiella Reguera. 2003. Estratigrafia Mesozoica de Cuba Occidental.

Garcia Casco, A. & otros. 2002. Oscillatory zoning in eclogitic garnet and amphibole , Northern Serpentinite Melange, Cuba: a record of tectonic instabilityduring subduccion

García Casco,A., Iturralde Vinent, M., & Millán, G. 2006. High pressure metamorphism of ophiolites in Cuba.

Garcia Crespo, M. 2017. Evolución Metamórfica de los Bloques Exóticos de la Formación Manacas en la localidad de Viñales.

Garcia-Casco, & Iturralde Vinent, M. 2003. Metabasites from the Northern Serpentinite Belt (CUBA) and a metamorphic perspective of the plate tectonic models for the Caribbean Region.

Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba (IGP). 2013. Léxico Estratigráfico, La Habana.Iturralde Vnient, M. 1995. Sedimentary Geology of Western Cuba.

Iturralde Vnient, M. 1995. Sedimentary Geology of Western Cuba.

Iturralde Vinent, M. 1998. Sinopsis de la constitución geológica de Cuba.

Kerr, P. 1984. Mineralogía Óptica.

MacKenzie, & Guilford. (1997). *Atlas de Petrografía. Minerales Formadores de Rocas en Lámina Delgada*.

Mila Doma, Y., Jofre Tejeda, M., Silva, L., & Pérez, A. 2015. Levantamiento en el Polígono de estudio Las Terrazas.

Pszczólkowki, A., Piotrowki, J., & Pistrowska, K. 1982. *Contribución a la Geologia de la Provincia de Pinar del Río*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.

Pszczólkowski. (1994). *Geological Cross Section Rosario*.

Pszczolkowski. 1994. Lithostratigraphy of mesozoic and Paleogene rocks of sierra del rosario, weste.

Pupo Dorticos, E., Núñez Useches, F. & Crúz Gámez, E. 2008. Atlas de minerales y sistemàtica de las rocas.

Somin, & Millán, G. 1977. Sobre la edad de las metamorfitas cubanas.

Torres Roldán, & otros. 2008. Petrología Metamórfica. Asistente de Prácticas. Universidad de Granada. Granada.

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.
Contribuciones de los autores: Redacción - primera redacción: Raynel Alberto Herrera Molina. **Investigación:** Raynel Alberto Herrera Molina. **Metodología:** Raynel Alberto Herrera Molina. **Redacción - revisión y edición:** Raynel Alberto Herrera Molina.

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)