

Trayectoria metamórfica P-T relacionada con subducción en eclogitas del Complejo de Basamento de Samaná, Cordillera Septentrional, República Dominicana

J. Escuder-Viruet¹ y A. Pérez-Estaún²

Depto. Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense, E-28040 Madrid. escuder@geo.ucm.es
Inst. Ciencias de la Tierra Jaume Almera-CSIC, Lluís Solé i Sabarís s/n, E-08028 Barcelona.

ABSTRACT

Lenses of eclogites from the Punta Balandra unit of the Samaná basement complex, Cordillera Septentrional, Dominican Republic, preserve information of the early metamorphic and tectonic history of subduction in the Greater Antilles island-arc system and their collision with the North America plate. For this reason, these rocks were investigated for reconstruction of quantitative metamorphic P-T paths based upon interpretation of meso and microfabrics, mineral assemblages and mineral chemistry, with the help of equilibrium phase diagrams calculated for specific bulk composition in the model system CKNFMASH and isopleths for selected solution end-members. The obtained subduction-related prograde evolution went from garnet-free first and garnet-bearing next lawsonite-blueschist facies, to peak eclogite facies conditions at $P=22-24$ kbar and $T=610-625^{\circ}\text{C}$. The subsequent retrograde P-T path entered the epidote-blueschist (garnet-free) facies and ended within the greenschist facies, retracing the prograde evolution at low-P (i.e. indicates cooling during the exhumation of the rocks). Thus, Samaná basement complex eclogites and hydrated equivalents formed in an intraoceanic subduction zone in which WSW/W-migrating Atlantic lithosphere was subducted beneath the Caribbean plate. Thrust stacking of different tectonic slices can provide the geological framework for exhumation and cooling due to continuous cool underplating and explains the preservation of high-pressure assemblages.

Key words: blueschist, eclogite, high-P metamorphism, Caribbean Plate, equilibrium phase diagrams.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo, y expresada en términos de trayectorias metamórficas P-T, se reconstruye la evolución metamórfica de eclogitas pertenecientes al Complejo de basamento de Samaná (CBS), de edad pre-Miocena. Los datos proceden de observaciones meso y microtexturales, el establecimiento de una secuencia de asociaciones minerales y análisis de la química mineral de las principales fases. Con esta base, se construyeron diagramas de equilibrio de fases para composiciones específicas en el sistema modelo CKNFMASH ($\text{CaO-K}_2\text{O-Na}_2\text{O-FeO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$), utilizando el programa DOMINO, una base de datos termodinámica internamente consistente y modelos de solución sólida apropiados para todas las principales fases que aparecen en el rango P-T de interés. La secuencia de asociaciones minerales observada en eclogitas y equivalentes rehidratados (esquistos azules retrógrados) comprende seis estadios metamórficos, cuya evolución puede ser interpretada en los diagramas de fases con ayuda de reacciones limitantes de la estabilidad de ciertas fases. El cálculo de las isopletras de componentes del granate, onfacita y fengita fueron empleados para estimar las condiciones P-T de esta-

dios metamórficos, en particular las del pico térmico eclogítico, y para ilustrar el cambio de la composición mineral respecto al cambio de las condiciones P-T. Los resultados mejoran nuestro conocimiento sobre los procesos de colisión arco-continente, en este caso entre las placas del Caribe y Norte América, así como los relacionados con la exhumación y preservación de las asociaciones de alta-P.

MARCO GEOLÓGICO

El CBS está localizado en el extremo oriental de la Cordillera Septentrional, la cual constituye una cadena montañosa de dirección ENE situada en el N de la República Dominicana (Fig. 1). En la Cordillera Septentrional afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias cuya edad oscila entre el Cretácico y el Plioceno Inferior, a diferencia de las rocas sedimentarias siliciclásticas mio-pliocenas que forman la cuenca adyacente del Cibao (De Zoeten y Mann, 1999). Las rocas más antiguas relacionadas con subducción y un magmatismo de arco isla aparecen en tres complejos de basamento: Puerto Plata, Río San Juan y Samaná (Joyce, 1991; Pindell y Draper, 1991). El CBS está compuesto por rocas pelíticas, carbonatadas y máficas, intercaladas en pro-



FIGURA 1. Mapa geológico esquemático del sector N de la Española y principales zonas de falla: ZFH=Zona de Falla de la Española; ZFS=Zona de Falla Septentrional; y ZFC=Zona de Falla de Camí.

porciones relativas muy variables, deformadas dúctilmente y metamorfozadas en condiciones de alta-P. Joyce (1991) reconoce una secuencia de zonas minerales metamórficas en el CBS, que gradúa desde esquistos con lawsonita+albita en el NE a eclogitas con onfacita+granate y esquistos azules presentes como lentejones en el SO. Este estudio se limita a las rocas máficas de la denominada unidad de Punta Balandra, en las que se han reconocido al menos 4 episodios de deformación heterogénea (D1-D4). En los mármoles y calcoesquistos de esta unidad, la fábrica penetrativa principal es plano-linear, S2-L2, generada en condiciones de la facies de los esquistos azules con Ep y asociada con un cizallamiento regional de techo al E y NE paralelo a la L2. S2 es subparalela o corta a una fábrica eclogítica plano-linear relictiva, S1-L1, definida por una alternancia de dominios ricos en onfacita y granate. Sobre la S2 se superpone un plegamiento isoclinal D3 de dirección ONO-ESE, vergente o tumbado al NE, que forma una S3 en condiciones de la facies de los esquistos verdes y la formación de zonas de cizalla normales. S3 es crenulada por pliegues tardíos D4 de dirección NO/SE a ONO-ESE asociados a zonas de cizalla subverticales sinistras de orientación paralelas a la S4 de plano axial.

TEXTURAS Y MINERALOGÍA

En la unidad de Punta Balandra, algunas eclogitas se caracterizan por una textura blastomilonítica en la grandes granates idioblásticos (2-10 mm) son rodeados por una foliación eclogítica S1 definida por onfacita, fengita cuarzo y rutilo. La lineación mineral L1 está definida por la elongación de nematoblastos de onfacita magnesiana (1-5 mm de longitud). El granate presenta un zonado textural consistente en: un núcleo rico en inclusiones que definen una foliación interna sigmoidal o espiralada continua con la S1

externa, de todos o parte de los minerales: lawsonita, paragonita, epidota/clinozoisita, clinopiroxeno, clorita, rutilo y cuarzo. Frecuentemente, las inclusiones de Lw son reemplazadas por pseudomorfos romboidales de Pg+Ep. El núcleo está rodeado por un delgado borde sin inclusiones recrecido sobre la S1 de la matriz, sugiriendo su crecimiento sin-D1. Las inclusiones de Cpx gradúan desde augita-aegirina-Al en el núcleo a onfacita férrica en el borde. En zonas con una relativa baja deformación D2 y en bordes de *boudins*, el granate forma porfiroclastos parcialmente reemplazados en *pull-aparts* sin-D2 por agregados de glaucofana+fengita+epidota±carbonatos. La Gln de estos dominios forma grandes nematoblastos zonados, desde núcleos de Mg-glaucofana incolora o malva pálido y glaucofana rica en Fe malva a bordes de crossita azul y riebeckita. La Omp es reemplazada en grietas y sombras de presión por Gln+Phg+Ep. La recristalización de eclogitas a un borde rico en minerales hidratados (glaucofanitas) fue relacionada con el flujo de fluidos a lo largo de las zonas de cizalla D2 y planos de foliación S2, que rodean a lentejones de escala m y dm donde se preservan fábricas y asociaciones minerales eclogíticas. Las zonas de cizalla individuales presentan complejas relaciones estructurales internas: los lentejones de eclogitas parcialmente retrogradados son rodeados por bandas blastomiloníticas formadas por agregados de Gln/Crs+Chl+Ep/Czo+Phg, caracterizados por formar una fábrica S-C milonítica y una fuerte lineación de estiramiento mineral L2 de Gln. Los nematoblastos de Gln están también boudinados y con rellenos en *pull-apart* de Phg+Carb. Además, la esfena rodea al rutilo y el granate esta reemplazado en grietas y bordes por Chl+Phg+Clz±Carb post-S2. Estas microtexturas, junto con los cambios composicionales en el anfíbol y la fengita, son consistentes con la naturaleza retrógrada de la deformación D2.

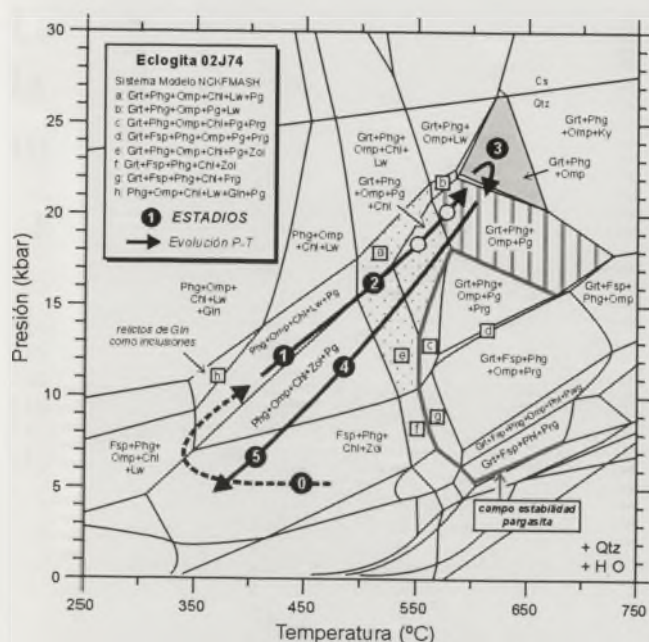


FIGURA 2. Diagrama de equilibrio de fases calculado para la eclogita 02J74 de la unidades de Punta Balandra del CBS. Abreviaciones minerales según Kretz (1983) más Phg=fengita, Carb=carbonatos, Na-Amp=anfíbol sódico y Grt-Mn=granate rico en Mn.

SECUENCIA DE ASOCIACIONES MINERALES

Las asociaciones minerales reconocidas en las eclogitas permiten establecer una secuencia de 6 estadios metamórficos, cuya evolución temporal es interpretada en el diagrama de fases calculado para la muestra 04J74 (Fig. 2). Los minerales de los estadios 0 y 1 aparecen preservados como inclusiones en el Grt y la Gln. El estadio 0 está caracterizado por la asociación $Act/Mg-Hbl+Chl+Ep/Czo+Phg+Qtz\pm Ab\pm Pg\pm Carb\pm Ttn$, que pertenece a la facies de los esquistos verdes transicional a la anfíbolítica con Ab-Ep (Evans, 1990). Como sugiere la presencia de anfíboles cálcicos relictos pobres en Si (Act y Mg-Hbl ricas en Al^{VI} y Ti), algunos bloques de eclogitas ya experimentaron un metamorfismo de alta-T/baja-P en el fondo oceánico. El estadio 1 está representado por la asociación sin-D1 $Lw+Qtz+Chl\pm Pg\pm Cpx\pm Phg\pm Rut$, que pertenece a la facies de alta-P de esquistos azules con Lw, por encima de la reacción $Ab\rightarrow Jd+Qtz$. El estadio 2 se caracteriza por las asociaciones $Ep+Pg+Phg+Qtz+ Rut\pm Chl\pm Gln\pm Grt-Mn$ y $Ep+Pg+Phg+Cpx+Qtz+Rut\pm Chl\pm Ttn\pm Grt-Mn$, que aparecen como inclusiones en la zona externa del granate y que son características de la facies de los esquistos azules con Ep-Grt ($T>400-450^{\circ}C$; Evans, 1990). El estadio 3 está representado por la asociación $Grt+Omp+Phg\pm Qtz+Rut\pm Pg$, que pertenece a la facies de las eclogitas y define una foliación S1 blastomilonítica, que puede llegar a ser sin-S2 temprana. El estadio 4 está caracterizado por la asociación hidratada $Na-Amp+Ep/Czo+Phg+Carb\pm Qtz\pm Chl\pm Rut+Ttn$, que se super-

pone a la del estadio 3 y define una intensa foliación milonítica S2 retrograda. Estas asociaciones minerales son características de la parte de alta-T de la facies de los esquistos azules con Ep y sin Grt ($T<400-450^{\circ}C$). En algunas zonas, las fases cálcicas tienden a desaparecer, resultando rocas casi completamente compuestas por Gln (glaucofanitas) y cantidades menores de Phg y Ttn. El estadio 5 implica la estabilidad de asociaciones $Chl\pm Ep/Czo+Ab\pm Act+Ttn$. En resumen, las eclogitas estudiadas han experimentado una evolución metamórfica sin-D1 que progresa desde los esquistos azules con glaucofana hasta la facies eclogítica y una subsecuente evolución retrógrada de sin- a tardi-D2 a la facies de los esquistos azules con epidota y a la de los esquistos verdes. La trayectoria P-T progresa es de alta-P y sentido horario, que continúa con una trayectoria retrógrada que implica un enfriamiento durante la exhumación retrazando a menor P la evolución progresa (Fig. 2).

CÁLCULO DE CONDICIONES P-T

En la figura 3 se muestran las isopleetas para X_{ppp} , X_{Alm} , X_{Grs} , X_{Jd} y X_{Cel} calculadas para la muestra 02J74. De la intersección de los rangos composicionales medidos y modelizados, las condiciones del pico térmico en el estadio 3 son de unos 24 kbar y $610-630^{\circ}C$. El segmento sin-/tardi-D2 de la trayectoria P-T se caracteriza por descompresión y enfriamiento desde el pico eclogítico hasta los esquistos azules con Ep (8-12 kbar a $400-500^{\circ}C$; estadio 4) y los esquistos verdes (4-8 kbar a $400-350^{\circ}C$; estadio 5), como establece la ausencia de anfíboles calco-sódicos barroisíticos (modelizados como pargasita) en las rocas del CBS. Durante la trayectoria retrógrada P-T la fengita cambia su composición de forma continua y las isopleetas del contenido en aluminio-celadonita (X_{Cel}) pueden ser por tanto utilizadas para estimaciones termobarométricas. En la muestra 02J74, la fengita cambia su contenido en Si desde $\approx 3,45$ p.f.u. ($X_{Cel}=0,36$) hasta $\approx 3,18$ ($X_{Cel}=0,23$), reflejando un descenso en la P desde aproximadamente 24 kbar a 13 kbar entre 500 y $600^{\circ}C$. La parte de menor T de la trayectoria retrógrada ($P<7-10$ kbar) está registrada por el crecimiento tardío de crossita/riebeckita en el borde de glaucofana, actinolita y las fábricas tardi-D2 miloníticas tardías con asociaciones propias de la facies de los esquistos verdes.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se enmarca en los proyectos BTE-2002-00326 y BTE 2001-5002-E. Los autores agradecen a J. Lewis (George Washington University) y G. Draper (Florida International University) la introducción en el campo a la geología de la República Dominicana, así como el apoyo de la Oficina del SYSMIN de la UE.

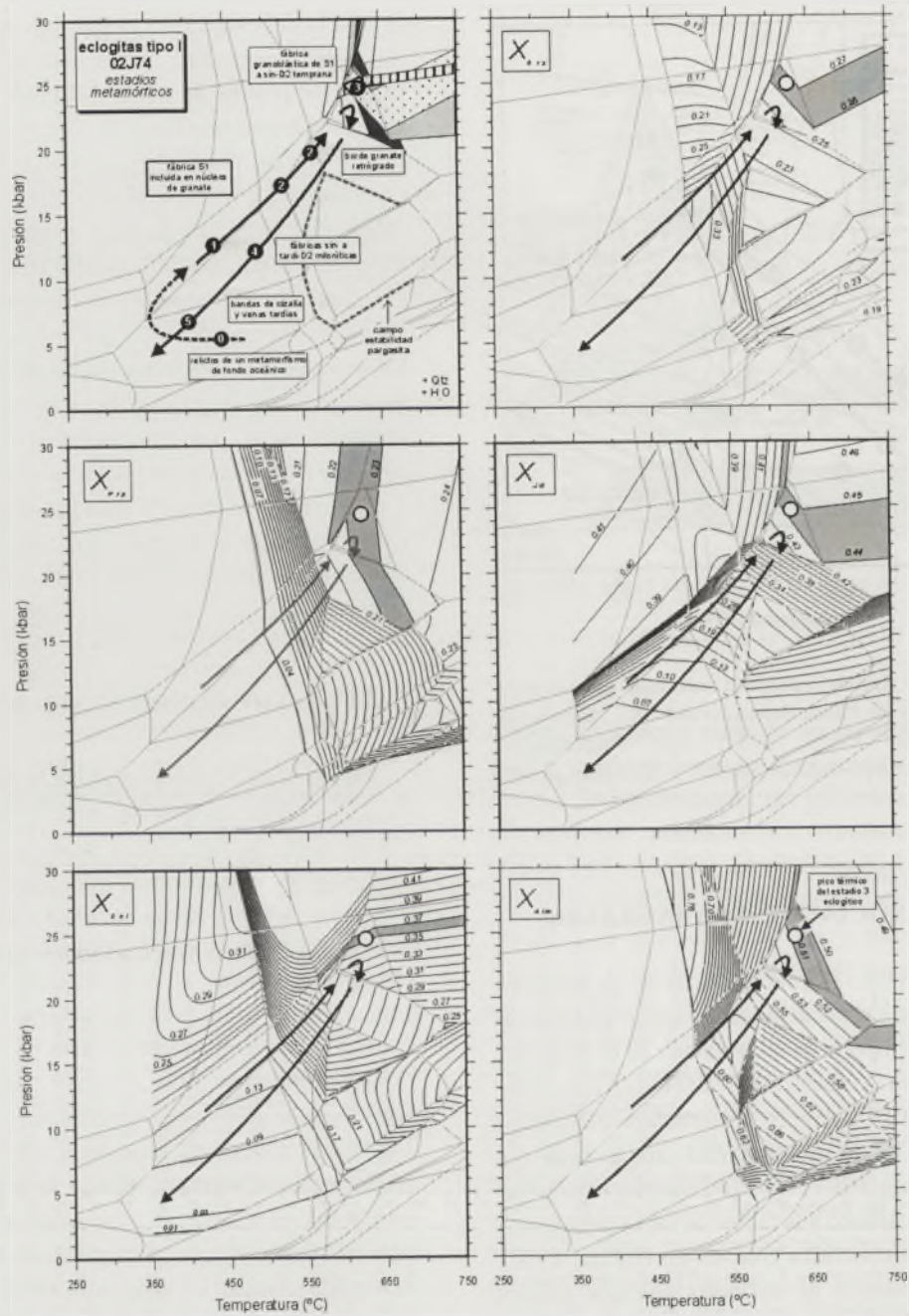


FIGURA 3. Isopletas de X_{Prp} , X_{Alm} , X_{Grs} , X_{Jd} y X_{Cel} calculadas para la muestra de eclogita 02J74. En cada diagrama, la flecha representa la trayectoria P-T progradada y retrógrada reconstruida.

REFERENCIAS

- De Zoeten, R. y Mann, P. (1999): Cenozoic El Mamey Group of northern Hispaniola: A Sedimentary Record of Subduction, Collisional and Strike-Slip Events within the North America-Caribbean Plate Boundary Zone. En: *Caribbean Basins* (P. Mann, Ed.). Sedimentary Basins of the World, 4: 247-286.
- Evans, B.W. (1990): Phase relations of epidote-blueschists. *Lithos*, 25: 3-23.
- Joyce, J. (1991): Blueschist metamorphism and deformation on the Samaná Peninsula: A record of subduction and collision in the Greater Antilles, En: *Geologic and tectonic studies of the North American-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (P. Mann, G. Draper y J.F. Lewis, Eds.). Geological Society of America Special Paper, 262: 47-75.

- Kretz, R. (1983): Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 68: 277-279.
- Pindell, J.L. y Draper, G. (1991): Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. En: *Geologic and tectonic studies of the North American-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (P. Mann, G. Draper y J.F. Lewis, Eds.). Geological Society of America Special Paper, 262: 97-114.