

# Capítulo X

## X. Rocas Metamórficas

A pesar de la juventud geológica de México, este mismo vigor geodinámico-tectónico ha hecho que las rocas que se transforman por el calor, la presión, los esfuerzos y la actividad química de los fluidos en el interior de la Tierra, surjan en la superficie como extensas formaciones metamórficas, cuya edad en nuestro país comprende desde el Precámbrico hasta el Terciario. Para reflejar justamente estos eventos fundamentales de la evolución geológica de México fue necesario utilizar once unidades estratigráficas distribuidas como sigue: tres en el Proterozoico (PTimet1, PTimet2 y PTmmet), tres en el Paleozoico (Pimet), Pmet y Psmet), cuatro en el Mesozoico (TRmet, Kmet, Mmet y Mmil) y una en el Cenozoico (Tmet).

### X.I. Proterozoico Metamórfico

Las dos unidades metamórficas más antiguas afloran únicamente en el Estado de Sonora; representan la continuación de formaciones semejantes del cratón de América del Norte. Su distinción en dos unidades obedece al hecho de que se disponen a ambos lados del megacizallamiento Mojave-Sonora (Anderson y Silver, 1979), presentando características geológicas notablemente diferentes entre sí. La unidad más antigua (PTimet1) aflora al sudoeste de esa estructura y consiste principalmente en gneises, de facies de anfibolita, con edades que varían entre 1,650 (edad del metamorfismo) y 1,780 Ma (edad del protolito), conociéndose como Complejo Bámori. La segunda unidad (PTimet2) aflora al noreste del megacizallamiento Mojave-Sonora y su edad fluctúa entre 1,640 (edad del metamorfismo) y 1,700 Ma (edad del protolito) su metamorfismo pertenece, esencialmente, a la facies de esquisto verde; se correlaciona litoestratigráficamente con el Esquisto Pinal del sudoeste de los Estados Unidos de América.

Estas dos secuencias metamórficas han sido poco estudiadas, en general, aunque existan algunos trabajos sobre su geocronología por métodos isotópicos (Damon *et al.*, 1962; Anderson y Silver, 1970, 1971, 1981; Anderson *et al.*, 1979). Estos estudios en realidad han revelado que la edad metamórfica de ambos complejos, Bámori y Esquisto Pinal, es casi contemporánea y alrededor de 1,650-1,680 Ma, por lo que su separación en dos unidades se basó, más bien, en la edad diferente de los protolitos respectivos.

La tercera unidad metamórfica del Precámbrico de México (PTmmet) representada en la carta, comprende cinco localidades probadas en los estados de Chihuahua (Sierra del Cuervo y Placer de Guadalupe), Tamaulipas (Gneis Novillo, en Ciudad Victoria), Hidalgo (Gneis Huiznopala, en Molango) y Oaxaca (Complejo Oaxaqueño) (Figura 16), así como otra localidad sin fechamiento -por lo tanto, dudosa - en la región ístmica del sector del SE. La edad es "grenvilliana", pues abarca el intervalo de 1,100 a poco más de 900 Me. Sus rocas están en la facies metamórfica de granulita, con excepción de las dos localidades de Chihuahua, que están en la facies de anfibolita.

En contraste con la edición anterior de la carta, las áreas de rocas precámbricas grenvillianas en el sur de México disminuyeron drásticamente en la presente edición, reflejando el notable avance que se ha tenido en el conocimiento de los terrenos cristalinos del sur de México, en los últimos 15 años.



Figura 16.- Gneis granulítico bandeado del Complejo Oaxaqueño (Proterozoico I.lea:o). Provincia Zapoteca, área de Telixtlahuaca. Oaxaca (Fotografía tomada por Fernando Ortega-Gutiérrez)

Las rocas grenvillianas de México son similares a las de la localidad-tipo, en Canadá, y las Montañas Adirondack, en el noreste de los Estados Unidos de América, sugiriendo la extensión actual más o menos continua del cratón de América del Norte hasta Oaxaca (Fries *et al.*, 1962; Fries y Rincón-Orta, 1965; Guzmán y de Cserna, 1963). Sin embargo, investigaciones recientes (Ruiz *et al.*, 1988; Yáñez *et al.*, 1991) proponen otras conexiones opcionales, relacionándolas con el Sistema Cordillerano de América del Norte o, bien, con la región noroccidental del cratón de América del Sur.

## X.2. Paleozoico Metamórfico

Las unidades metamórficas del Paleozoico comprenden tres grupos: uno del Paleozoico inferior (Pimet), considerado para fines prácticos en este trabajo como premisisípico; otro del Paleozoico superior (Psmet); y uno más (Pmet), cuya edad no está bien definida, aunque indiscutiblemente sea paleozoica.

El Paleozoico inferior (premisísípico) metamórfico de México tiene su único representante probado en el Complejo Acatlán (Ortega-Gutiérrez, 1978), el cual aflora extensamente en la

provincia Mixteca, del sur de México, compuesto por seis unidades litoestratigráficas asignadas a los Grupos Petlalcingo (Formaciones Cosoltepec, Chazumba y Magdalena) y Acateco (Formaciones Esperanza, Xayacatlán y Tecomate). Estas secuencias constituyen un fragmento de una antigua zona de subducción y colisión continental que generó rocas típicas de las grandes suturas litosféricas del planeta, como son las eclogitas, las milonitas y las ofiolitas (Figura 17). La edad asignada a esta unidad se basa, por un lado, en su posición estratigráfica bajo rocas sedimentarias del Misisípico inferior en la región de Patlanoaya, Puebla. y por otro, en numerosas edades isotópicas que fluctúan entre el Ordovícico (Ruiz-Castellanos, 1979) y el Devónico (Yáñez *et al.*, 1991).



Figura 17.- Microalmohadiilas basálticas en el complejo ofiolítico de la Formación Cosoltepec. Complejo Acatlán. Provincia Mixteca. Coalaco. Guerrero (Fotografía tomada por Fernando Ortega-Gutiérrez).

Las unidades metamórficas del Paleozoico superior comprenden un grupo de afloramientos pequeños y aislados en los estados de Coahuila (Sierra del Carmen), Tamaulipas (Esquisto Granjeno, de Ciudad Victoria), Nuevo León (Aramberri y Bustamante), Zacatecas (?) (Formación Taray, del área de Apizolaya y alrededores de la ciudad de Zacatecas), Durango (Formación Gran Tesoro, del área de Santa María del Oro) y Puebla (Teziutlán). Por sus características geológicas, edad y localización han sido comparadas tradicionalmente con la zona interna del sistema orogénico Ouachita; sin embargo, su aislamiento, pequeñez e incertidumbre, en cuanto a su edad e historia geológica, dejan muchas dudas sobre esa correlación.

La última unidad metamórfica del Paleozoico empleada es Pmet, la cual se usó para separar algunas zonas metamórficas en la región meridional del Estado de Chiapas que, por su

posición al sur de la Falla de Polochic, se correlaciona con el Grupo Chuacús de Guatemala, de edad probablemente premisisípica, aunque pudiera ser más joven. También se utilizó este símbolo para la secuencia metamórfica denominada Complejo Metamórfico Matías Romero, en el área del Istmo de Tehuantepec, para el cual se ha sugerido una edad paleozoica, pero sin fechamientos isotópicos que la confirmen.

### **X.3. Mesozoico Metamórfico**

Las unidades metamórficas del Mesozoico comprenden una de edad cretácica (Kmet) y otra de edad triásica (TRmet), así como dos no diferenciadas (Mmet y Mmil). La primera agrupa a las extensas áreas de rocas gnéissicas y migmatíticas de la costa pacífica del sur de México, conocidas con el nombre de Complejo Xolapa (de Cserna, 1965) (Figura 18), el cual forma una banda de 50 a 100 km de anchura en los estados de Guerrero y Oaxaca con intrusiones de numerosos plutones graníticos paleogénicos. La edad cretácica asignada al Complejo Xolapa contrasta dramáticamente con la precámbrica o paleozoica externada en la carta anterior (López-Ramos, 1976) y se basó en fechamientos isotópicos recientes (Morán-Zenteno *et al.*, 1990), acompañados y complementados por estudios geológicos más detallados de dicha unidad.



Figura 18.- Gneis del Complejo Xolapa. Provincia Chalina. Barranca de Xolapa, Guerrero (Fotografía tomada por Fernando Ortega-Gulierrez).

La unidad metamórfica del Triásico comprende a los Esquistos Arteaga, de la región de Tumbiscatío, Michoacán, cuya edad K-Ar (mínima) de 190 Ma (Grajales-Nishimura y López-Inianzón, 1984) ha sido corroborada por la presencia de pedernal con radiolarios del Cárnico (Campa *et al.*, 1982) y por su papel probable de basamento para las secuencias jurásicas del área cercana de Huetamo, Michoacán.

Aunque en otras regiones de México haya rocas metamórficas que pudieran ser asignadas al Triásico, como el Complejo Sonobari, del norte del Estado de Sinaloa, la incertidumbre en su edad y posición estratigráfica obligaron a considerarla dentro de la unidad no diferenciada Mmet.

Las unidades metamórficas no diferenciadas del Mesozoico comprenden un grupo de filitas, esquistos y rocas verdes que aflora en las regiones de la Sierra de Juárez, Estado de Oaxaca, e ístmica, de los estados de Oaxaca y Chiapas, así como otro grupo de rocas metamórficas de bajo a alto grado, que integra la porción metamórfica del Complejo Cristalino de La Paz, Estado de Baja California Sur (Figura 19). Estas rocas, que inclusive pudieran ser del Paleozoico (Carfantán, 1985), han sido escasamente estudiadas, pero sus datos estratigráficos apuntan más hacia una edad cretácica de su metamorfismo y no más antigua.



Figura 19.- Pliegues isoclinales simplutónicos de una aplita en el Complejo Plutónico de La Paz, Baja California Sur (Fotografía tomada por Fernando Ortega-Gutiérrez).

Se decidió usar la unidad Mmil para separar una formación metamórfica del sur de México que, por su contenido estructural milonítico, refleja uno de los eventos tectónicos más significativos de la evolución geológica del territorio nacional, y constituye probablemente uno de los cinturones miloníticos más importantes de América del Norte. Su edad no se conoce, aunque existan evidencias de campo (Alaniz-Álvarez y Ortega-Gutiérrez, en preparación) de encontrarse cubiertas en la región central de Oaxaca por sedimentos marinos del Cretácico Inferior y de afectar rocas graníticas del Pérmico Inferior, por lo cual fueron asignadas al Mesozoico.

#### **X.4. Cenozoico Metamórfico**

La unidad metamórfica regional más joven se designó como Tmet; comprende a las rocas formadas por fenómenos tectonotérmicos de extensión cortical que se presentaron en gran escala en el Sistema Cordillerano durante una época del Terciario cuya expresión geológica fueron los core complexes, varios de los cuales están localizados en el Estado de Sonora (sierras de Aconchi, Magdalena y Mazatán [Figura 20]. Las rocas afectadas comprenden una gran variedad de formaciones del Precámbrico al Terciario, aunque las más frecuentes sean rocas graníticas de edad laramídica (80-40 Ma). También en este caso, por su importancia, sus áreas de afloramiento fueron exageradas para representarlas en la carta.



Figura 20.- Sierra de Mazatán; expresión topográfica de un core complex. Provincia Sonorense, región central de Sonora (Fotografía tomada por Fernando Ortega-Gutiérrez).