

LA FORMACION ANTIMONIO (TRIASICO SUPERIOR-JURASICO INFERIOR) EN LA SIERRA DEL ALAMO, ESTADO DE SONORA

Carlos González-León*

RESUMEN

En la estribación septentrional de la Sierra del Alamo, en el noroeste de Sonora, afloran rocas del Pérmico Medio (Guadalupeana) que constituyen la Formación Monos; esta unidad litoestratigráfica, en su parte inferior, está formada por 300 m de lodolitas y calizas arcillosas y, en su parte superior, por 200 m de calizas con abundante fauna. Sobreyaciendo a la Formación Monos en discordancia paralela, se presenta una serie de sedimentos de 3,400 m de espesor, que constituye la Formación Antimonio. El miembro inferior de la Formación Antimonio está constituido por limolitas, lodolitas y calizas de 1,350 m de espesor, en sus niveles superiores tiene una abundante fauna de amonitas y una unidad índice de calizas de 30 a 60 m de espesor, con fósiles indicativos del Carnico-Nórico. El miembro superior de esta formación, que es transicional con el miembro inferior, está constituido por areniscas de grano grueso principalmente; contiene en su parte media una unidad índice de 150 m de lutitas azules con abundantes amonitas del Jurásico Inferior (Hettangiano-Sinemuriano), y tal vez del Jurásico Medio. La Formación Antimonio es de la misma edad que la Formación Barranca y correlacionable con la Formación Luning de Nevada, E.U.A.

La deformación registrada en estas rocas se manifiesta por sinclinales y anticlinales muy abiertos que no afectaron a las rocas posteriores.

Sobreyaciendo discordantemente a las formaciones anteriores se presenta una secuencia constituida por derrames volcánicos, rocas piroclásticas y volcanosedimentarias que presentan un espesor de 700 m, posiblemente sean de edad cretácica y están afectadas por fallamiento normal.

Cortando a las rocas anteriores se presentan cuerpos de granito, granodiorita y diorita, así como diques de composición andesítica y dacítica, con un rumbo general hacia el noroeste.

ABSTRACT

In the northern foothills of the Sierra del Alamo, northwestern Sonora, the Middle Permian (Guadalupean) Monos Formation is cropping out; it is constituted by 300 m of shale and argillaceous limestone in its lower part, and by 200 m of fossiliferous limestone in its upper part. The Monos Formation is overlain disconformably by the Antimonio Formation, which is 3,400 m thick and whose lower member, formed by siltstone, mudstone and limestone, is about 1,350 m thick. The upper part of this member contains an abundant fauna of ammonites and, also, a 30 to 60 m-thick index strata with characteristic fossils of Karnian to Norian age. The upper member of the Antimonio Formation is transitional with the lower one and it is essentially constituted by coarse-grained sandstone. The middle part of this upper member contains a 150-m-thick index strata of blue shale with an abundant Lower Jurassic ammonite fauna (Hettangian-Sinemurian), that might extend also into the Middle Jurassic. The Antimonio Formation is of the same age as the Barranca Formation of central Sonora and is tentatively correlated with the Luning Formation of Nevada, U.S.A. These rocks are folded into open synclines and anticlines, structures which are not recorded in the younger rocks.

Overlying unconformably the Antimonio Formation, there is a 700 m-thick sequence of volcanic flows, pyroclastic and volcanosedimentary rocks of a possible Cretaceous age which is affected by normal faults.

Granitic, granodioritic and dioritic stocks as well as andesitic and dacitic dikes with a general northwest trend, cut the entire sedimentary and volcanic sequence.

INTRODUCCION

La Sierra del Alamo se localiza a 45 km al poniente de Caborca, Sonora, entre las coordenadas 112° 30' y 112° 40' W y 30° 30' N, comprendiendo un área de aproximadamente 375 km² (Figura 1).

Una gran cantidad de estudios geológicos, referentes a las rocas triásicas y jurásicas, se han realizado en el noroeste y centro de Sonora. Un buen resumen de éstos está incluido en la introducción de un estudio sobre la estratigrafía del Triásico Superior del centro de Sonora, hecho por Alencaster (1961), el cual comprende las publicaciones desde el siglo pasado hasta 1960.

Pese a los trabajos publicados que mencionan la Sierra del Alamo como un lugar de afloramiento de los estratos triásico-jurásicos, en ninguno de éstos se presenta una descripción completa de la secuencia litológica y paleontológica, o la localización exacta de la columna estratigráfica.

Para llenar esta carencia en la literatura geológica mexicana, se decidió emprender el presente estudio, el cual seguramente servirá para la localización de estas rocas en otras partes de Sonora y para el estudio de la relación que guarda en esta región el Jurásico Inferior con el Triásico.

ESTRATIGRAFIA

Al igual que la mayoría de las grandes estructuras del noroeste de Sonora, la Sierra del Alamo sigue una dirección de NNW-SSE (Figura 2). A lo largo de su flanco oriental

*Oficina Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Hermosillo, Sonora.

aflojan rocas del Jurásico Inferior con una inclinación débil hacia el suroeste y con un rumbo NW. En la parte norte de la Sierra y en las cercanías de la mina El Antimonio, se encuentran los sedimentos pérmicos y triásicos, los cuales están plegados con una dirección N-S. En el flanco occidental, un espesor considerable de rocas volcánicas cubre discordantemente a las rocas del Jurásico, sus estratos tienen un rumbo NW e inclinación general hacia el SW.

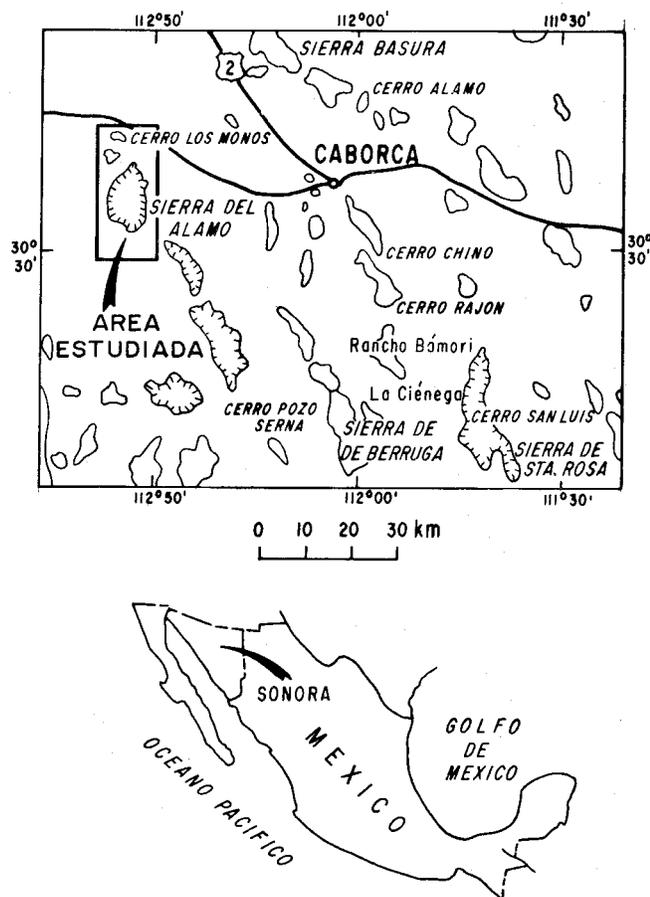


Figura 1.- Mapa de localización.

El espesor máximo incompleto de los sedimentos del Triásico-Jurásico es de 3,400 m, sin que se conozca la cima de esta secuencia. El alcance de edad de esta columna es del Cárnico-Sinemuriano y, tal vez, comprenda hasta el Jurásico Medio (Dogger). Las rocas de edad pérmica (Formación Monos) constituyen un espesor aproximado de 500 m (Figura 3).

Formación Monos.- La litología y la fauna de la Formación Monos fue descrita por Cooper y Arellano (1946) y por Cooper (1965), por lo que aquí sólo se describe en forma general.

El espesor medido de esta formación fue aproximadamente de 500 m, consistiendo los primeros 300 m de lodolitas rojas, areniscas de grano muy fino y capas delgadas de calizas intercaladas. La parte restante de la formación está constituida por calizas de espesor delgado a grueso, de color azul, gris y negro. Algunas capas en la cima de la formación contienen abundantes nódulos de pedernal de color café. Estudiadas al microscopio petrográfico, las calizas se clasifican como biomicitas con abundantes restos de fósiles redondeados; en los niveles medios de la formación se encontraron fusulinidos y otros foraminíferos bien conservados.

La macrofauna es abundante, encontrándose principalmente en los niveles más altos; consiste en braquiópodos, pelecípodos y corales. La determinación paleontológica de los fósiles de estos niveles dio como resultado las especies del Pérmico ya reportadas por Cooper (*op. cit.*): *Spiriferellina sonorensis* Cooper, *Composita grandis* Cooper, *Hustedia elongate* Cooper, *Wellerella* sp., *W. lemasi minor* Cooper, *W. hemiplicata* Cooper, *Dictyoclostus* sp. y *Lophophyllidium* sp. (Dra. B. E. Buitrón, comunicación escrita, 17/VIII/1979).

La edad asignada para esta formación por los autores mencionados es pérmica media (Guadalupiana).

Formación Antimonio.- Sobreyaciendo a la Formación Monos se presenta una secuencia de rocas sedimentarias aproximadamente de 3,400 m de espesor, la cual aquí formalmente se denomina Formación Antimonio. Esta formación está constituida por dos miembros, uno inferior y otro superior, y se le asigna una edad triásica tardía (cárnico-nónica) - jurásica temprana. El contacto entre la Formación Monos y la Formación Antimonio ha sido interpretado en forma distinta por diversos autores. White y Guiza (1949) aseguran que las rocas del Triásico "cubren las del Pérmico con ligera o bien señalada discordancia". Por otra parte, según Merriam e Eells (1979), la Formación Monos cabalga sobre las rocas que aquí se consideran como Formación Antimonio. El presente autor, a pesar de no haber observado un lugar en donde las relaciones entre ambas unidades estuviesen lo suficientemente claras, opina que este contacto es una discordancia paralela o poco pronunciada, ya que los estratos de ambas formaciones no presentan rumbos ni inclinaciones oblicuos entre sí, sino que por el contrario son paralelos; además, no hay deformación en el contacto de dichas formaciones que dé bases para proponer un contacto tectónico.

El miembro inferior de la Formación Antimonio tiene 1,350 m de espesor y en él pueden reconocerse cuatro conjuntos litológicos. El primero e inferior, de 700 m de espesor, está formado principalmente por areniscas calcáreas de color rojo, de grano muy fino, con alternancias de limolitas de color rojo y algunas capas delgadas de calizas y calizas arenosas, volviéndose dominantes hacia la parte superior las limolitas rojas. Ocasionalmente se observan lentes de conglomerados con abundantes cantos de cuarcita, con diámetro no mayor de 5 cm.

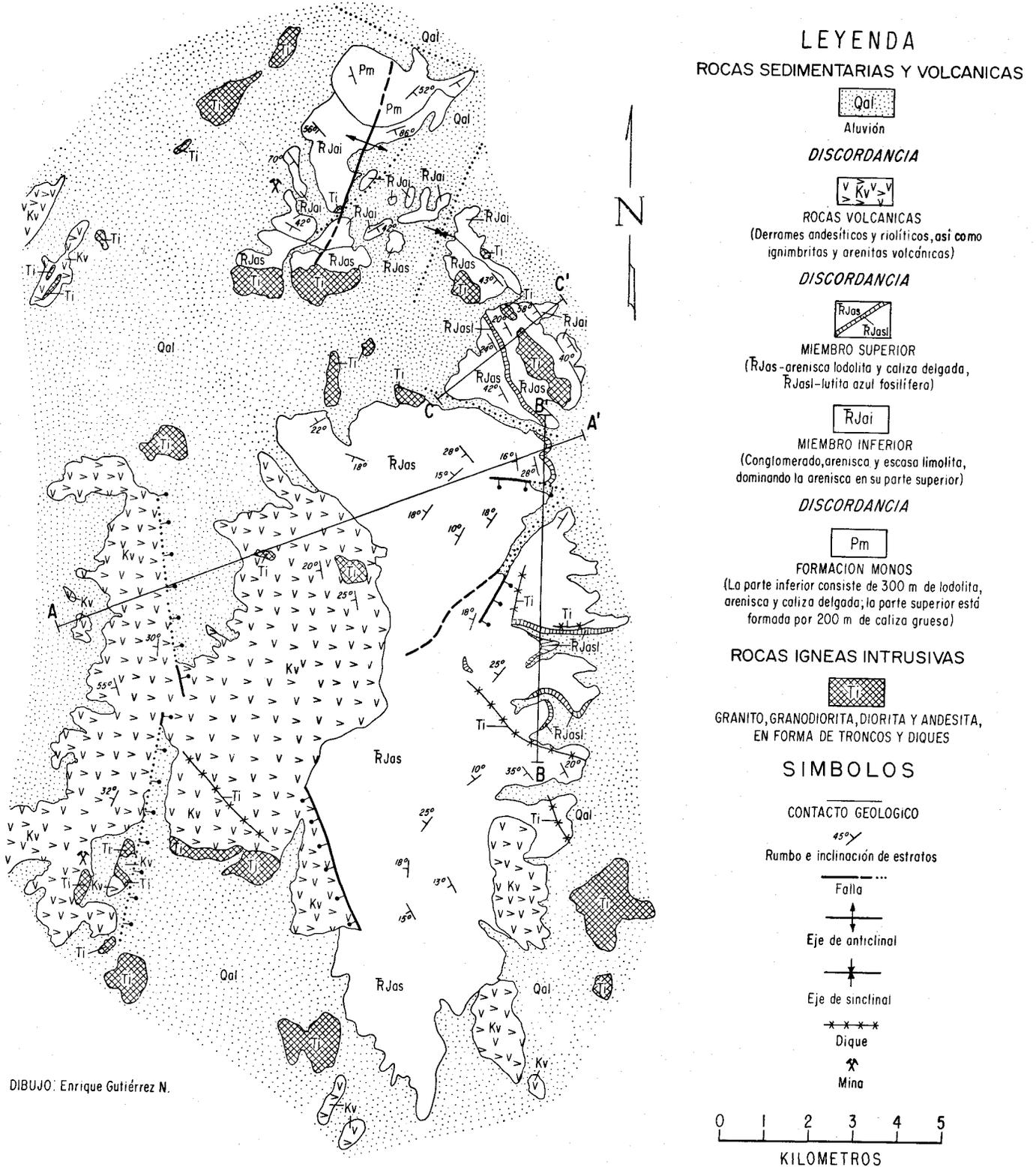
Sobre el conjunto anterior descansa una secuencia de 200 m de espesor, formada por areniscas de grano fino, de color gris y rojo-púrpura, con algunas capas delgadas de caliza y unos lentes de conglomerado.

El tercer conjunto litológico descansa sobre el segundo y lo constituyen limolitas de color gris a rojo que son arenosas o calcáreas. Contienen intercalaciones de calizas laminadas y capas delgadas de arenisca (arcosa) de grano muy fino; las limolitas arenosas se vuelven dominantes en la parte superior de esta secuencia. En este tercer conjunto litológico del miembro inferior se encuentran principalmente amonitas, belemnitas y pelecípodos. Las especies de amonitas identificadas que proporcionaron la edad cárnico-nónica son: *Sirenites* sp., *Trachyceras* sp. y *Traskites* sp.; también se identificaron *Daonella* sp., (bivalvo) y ? *Spongiomorpha* sp., (coelenterata) (Dra. B. E. Buitrón, comunicación escrita, 17/VIII/79).

El cuarto conjunto litológico, que constituye la parte superior del miembro inferior, varía de 30 a 60 m de espe-

sor y está formado por gruesas capas de caliza de color negro, café y azul, que ocasionalmente contienen intercalaciones de delgadas capas de lodolita o limolita y presentan abundantes restos de corales, pelecípodos, gasterópodos,

brizoarios, etc. Estudiadas al microscopio, estas calizas se clasificaron como calizas biomicríticas y bioespatíticas con restos de fósiles redondeados, entre los cuales los abundantes corales rameados podrían indicar un ambiente arrecifal.



DIBUJO: Enrique Gutiérrez N.

Figura 2.- Mapa geológico de la Sierra del Alamo, Sonora. Geología levantada por C. González-León.

Estas capas están bien expuestas en la parte nororiental y norte del área, donde forman salientes muy resistentes a la erosión. Los fósiles de este conjunto litológico generalmen-

te están mal conservados y recrystalizados. Las siguientes formas fueron identificadas por G. D. Stanley Jr. del U.S. Geological Survey (Dr. T. Anderson, comunicación escrita):

calcspongas: *Polytholusia* cf. *P. cylindrica* Seilacher, *P. astoma* Seilacher, *Ascosymplegma expansum* Seilacher; corales: *Thecosmilia* cf. *T. delicatula* (Frech), *Margarastroea* cf. *M. eucystis* (Frech). Las esponjas varían en edad de Cárnico a Nórico y los corales son casi idénticos a aquéllos de las secuencias nórica a rética de los Alpes de Austria y Alemania (Dr. G. D. Stanley Jr., comunicación escrita, 14/IX/79).

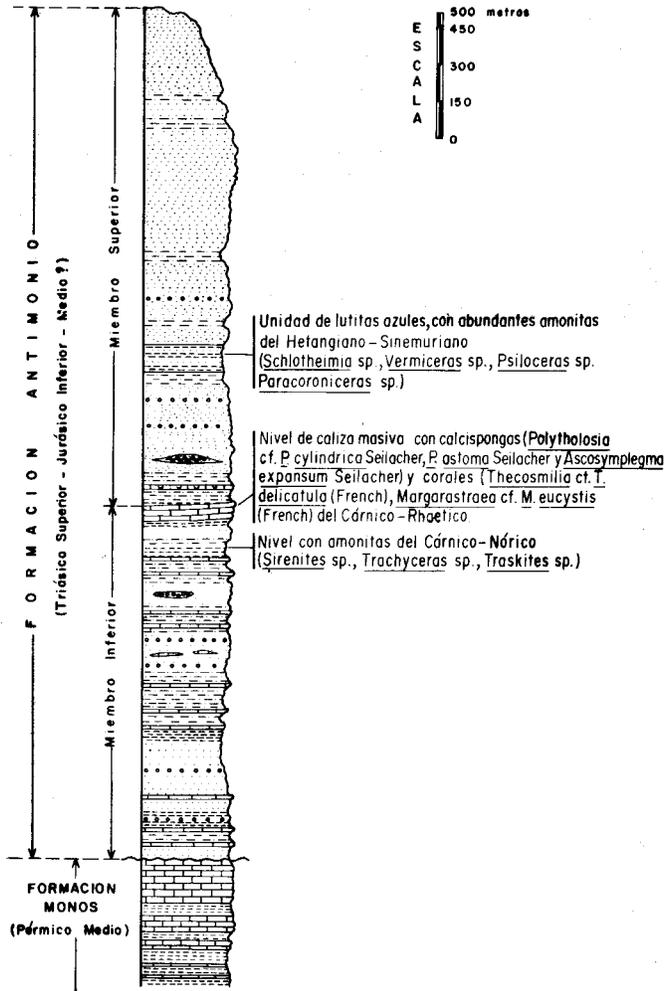


Figura 3.- Sección columnar de las formaciones Monos (Pérmico) y Antimonio (Triásico-Jurásico) en la Sierra del Alamo, Sonora.

El miembro superior de la Formación Antimonio sobreyace y es transicional con el miembro inferior. Según White y Guiza (1949), el contacto entre ambos es una pequeña discordancia angular, pues no se conocieron en el área fósiles de edad rética. Este miembro superior es del Jurásico Inferior (Hetangiano-Sinemuriano) y tal vez llegue al Jurásico Medio (Dogger).

En este miembro superior se reconocieron tres conjuntos litológicos, cuyo espesor total es de 2,100 m. El conjunto litológico inferior de 600 m de espesor lo forma una secuencia de areniscas, limolitas, lodolitas y conglomerados finos. Las limolitas y lodolitas se presentan laminadas en la base, con estratificación delgada y con intercalaciones de capas delgadas de caliza que constituyen biohermos. Las partes media y superior de este conjunto litológico están dominadas por areniscas, arcosas y subarcosas en estratos delgados y son generalmente de grano medio y de color café-rojo a gris. En algunas muestras de arenisca de estos niveles que

se estudiaron al microscopio petrográfico, se observó que en promedio los granos varían de subangulosos a subredondeados, presentando buena clasificación. Los granos de feldspatos son de composición ácida y están muy alterados a sericitita; generalmente éstos son más angulosos y más mal clasificados que los granos de cuarzo. Es muy común que estas areniscas presenten diastratificación, estratificación gradual y pliegues penecontemporáneos.

Los conglomerados están constituidos por cantos redondeados a subredondeados con buena clasificación de cuarcita, granito, rocas volcánicas alteradas de composición intermedia y ácida, y por escasos fragmentos de caliza que se encuentran en una matriz arenosa.

El segundo conjunto litológico está formado por lutitas de color azul y negro con un espesor aproximado de 150 m, con intercalaciones de arcosa y subarcosa y de limolita de color café-verde. Dentro de este conjunto se encuentra una abundante fauna de amonitas (*Schlotheimia* sp., *Vermiceras* sp., *Paracoroniceras* sp.), pelecípodos (*Posidonia* sp.) y belemnitas (*Pachyteuthis* ? sp.), gasterópodos y restos de hojas de árboles mal conservados, que proporcionan una edad jurásica temprana a media (Dra. B. E. Buitrón, comunicación escrita, 12/VI/79). Este conjunto litológico se encuentra muy bien expuesto en el Cerro El Aguajito, en la parte media del flanco oriental de la Sierra.

El tercer conjunto litológico del miembro superior que está encima de las lutitas azules tiene 1,350 m de espesor y está formado por areniscas arcóicas, subarcosas y sublitarenitas, muy bien expuestas en la parte norte de la Sierra del Alamo, en el Cerro Picacho, que es el punto más alto del área (Figura 3). Estas areniscas varían de color café a gris y en tamaño de grano desde muy fino hasta areniscas conglomeráticas finas; se presentan en capas delgadas a gruesas y tanto con estratificación gradual como con diastratificación. A veces se presentan capas delgadas de limolita arenosa y conglomerado fino. Más escasos aún son los conglomerados, aunque sí se presentan en este miembro en forma de relleno de canales. Estas areniscas tienen una distribución amplia cubriendo la mayor parte del flanco oriental de la Sierra del Alamo. La cima de este conjunto litológico superior no se conoce, ya que la cubren discordantemente rocas volcánicas más recientes.

El análisis petrográfico de los constituyentes de las areniscas de la Formación Antimonio indica, en términos generales, que los detritos de cuarzo constituyen en promedio el 50 por ciento del volumen de la roca. Aproximadamente más de dos tercios de la otra mitad constituyen los feldspatos de composición ácida y el resto lo forman fragmentos de rocas volcánicas, principalmente andesíticas, y de rocas metamórficas como cuarcita y gneis. Estas relaciones sugieren que las áreas fuentes de estos sedimentos fueron rocas cristalinas, metamórficas y volcánicas de composición intermedia. Estas areniscas están constituidas por detritos subangulosos y bien clasificados, características texturales que permiten considerarlas como inmaduras a maduras.

El miembro inferior de la Formación Antimonio está constituido principalmente por sedimentos finos y químicos con una abundante fauna marina, mientras que el miembro superior está formado por sedimentos detríticos gruesos y escasos fósiles. Lo anterior podría indicar que hubo una invasión marina durante el Cárnico-Nórico-(Rético ?), que culminó con el depósito del cuarto conjunto litológico del

miembro inferior. Estos mares se retiraron durante el Jurásico Temprano y fue durante esta regresión cuando el miembro superior de la Formación Antimonio se depositó.

La Formación Antimonio que aquí se estudia se correlaciona parcialmente con la Formación Barranca de Dumble (1900) o Grupo Barranca (Alencáster, 1961), que aflora en el centro del Estado de Sonora y es del Triásico Superior-Jurásico Inferior; en estos lugares es mucho más detrítica que en la Sierra del Alamo.

Al sureste de la Sierra del Alamo, en la Sierra de Santa Rosa, se tienen sedimentos casi idénticos a los de la Formación Antimonio, tanto en su litología como en su secuencia estratigráfica, edad y contenido fosilífero (Formación Santa Rosa, Hardy, 1973). La Formación San Luis, que según Hardy está concordantemente sobre la Formación Santa Rosa, también litológicamente es muy semejante a la secuencia de rocas volcánicas y volcanosedimentarias, las cuales en la Sierra del Alamo están discordantemente sobre la Formación Antimonio.

También, en base a similitudes litológicas, la Formación Antimonio se puede correlacionar con la Formación Livingston Hill (Harding, 1978) que aflora en el sureste de Arizona y a la cual Harding (1978) le asigna una posible edad mesozoica temprana. La Formación Antimonio es correlacionable con la Formación Luning (citada por Stanley, 1979) que se conoce en las Montañas Pilot de Nevada y con facies idénticas a esta última en el norte de California (Montañas Klamath), noreste de Oregon (Montañas Wallowa), en New Pass, Nevada, en el occidente de Idaho (Lewiston, Idaho), y más al norte en Canadá (Islas Vancouver y Gavina) y Alaska (en las Montañas Wrangell). Los sedimentos de la Formación Luning son idénticos a la Formación Antimonio, tanto en su edad, asociación faunística y secuencia estratigráfica, por lo que esta última representa la continuación en Sonora de aquella franja de sedimentos del Triásico Tardío - Jurásico Temprano que aflora a lo largo de la costa pacífica de Norteamérica.

Aproximadamente a 60 km al sureste de la Sierra del Alamo, en el Cerro Pozo Serna, se conocen sedimentos marinos del Jurásico Superior (Oxfordiano - Kimeridgiano), descritos por Beauvais y Stump (1976), cuyas relaciones con los sedimentos del Jurásico Inferior hasta ahora no se conocen.

Rocas volcánicas.- La secuencia de derrames volcánicos, rocas piroclásticas y volcanosedimentarias, constituye un espesor aproximado de 700 m, y descansa en leve discordancia sobre los sedimentos de la Formación Antimonio. Los estudios paleomagnéticos de muestras de esta secuencia que se están efectuando en la Universidad de Pittsburg indican en forma preliminar una edad cretácica para estas rocas (Dr. T. Anderson, comunicación escrita).

La mitad inferior de esta secuencia está formada principalmente por derrames andesíticos y volcanosedimentos y, en grado menor, por tobas y aglomerados. Los derrames andesíticos son de grano muy fino y generalmente con textura cumulo-porfídica y con alteración propilítica fuerte. Los volcanosedimentos son clasificados como areniscas volcánicas, que contienen abundantes fragmentos de rocas volcánicas (principalmente andesita) y granos rotos de plagioclasa en una abundante matriz arcillosa y clorítica.

La mitad superior está constituida principalmente por tobas, aglomerados y brechas volcánicas con pocos derrames de andesita y escasos volcanosedimentos. Las tobas son

principalmente tobas de cristales y tobas líticas. Los aglomerados y brechas volcánicas están formados por fragmentos de rocas volcánicas de composición intermedia, cuyos tamaños varían desde milímetros hasta 1 y 2 m de diámetro, siendo más abundantes los fragmentos de 1 a 20 cm.

El rumbo de estas rocas volcánicas es NNW-SSE y su inclinación casi constantemente es de 25° SW.

ROCAS INTRUSIVAS

Cortando los sedimentos y las rocas volcánicas, se presentan troncos intrusivos de granito, granodiorita y diorita, y diques de andesita y dacita. Es común que los diques de andesita se presenten en forma de diquestrato dentro de los sedimentos. El rumbo general de estos diques es NW-SE, otros tienen rumbo perpendicular a ellos. Parece ser que la mineralización que ocurrió en el área está ligada a estos diques, como se presenta en los yacimientos de El Antimonio (White y Guiza, *op. cit.*).

TECTONICA

A diferencia de lo que se ha observado en otras secciones de rocas mesozoicas en áreas vecinas, donde se manifiestan fuerte plagamiento y cabalgamiento, en el área de la Sierra del Alamo no se presentan tales estructuras. De éstas las principales son pliegues abiertos que afectan a las rocas pérmicas y triásico-jurásicas, en la parte central del área, y fallas normales que tienen un rumbo NNW (Figuras 3 y 4).

Estas características estructurales de la Sierra del Alamo contrastan con las de la Sierra La Gloria (Corona, 1979) y Cerro Alamo, 30 km al norte, en donde afloran sedimentos parecidos litológicamente, los cuales están fuertemente plegados y foliados. En la Sierra de Santa Rosa (Hardy, 1973), que se encuentra 100 km al oriente, donde afloran sedimentos del Jurásico Inferior, también se observan fuerte cabalgamiento y fallamiento normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alencáster, Gloria, 1961, Estratigrafía del Triásico Superior de la parte central del Estado de Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 11, pte. 1, 18 p.
- Beauvais, L., y Stump, E. T., 1976, Corals, molluscs, and paleogeography of Late Jurassic strata of the Cerro Pozo Serna, Sonora, Mexico: *Paleogeogr., Paleoclimat., Paleocol.*, v. 19, p. 275-301.
- Cooper, G.A., 1965, Fauna pérmica de El Antimonio del oeste de Sonora, México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 58, p. 1-15.
- Cooper, G.A., y Arellano, A.R.V., 1946, Stratigraphy near Caborca, northwest Sonora, Mexico: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 30, p. 606-619.
- Corona, F. V., 1979, Preliminary reconnaissance geology of Sierra La Gloria and Cerro Basura, northwestern Sonora, México: *in* T. H. Anderson y J. Roldán-Quintana, eds., *Geology of northern Sonora*. San Diego, Calif., Geol. Soc. America, Ann. Meeting, Guidebook 27, p. 32-48.
- Dumble, E.T., 1900, Triassic coal and coke in Sonora, Mex.: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 11, p. 10-14.

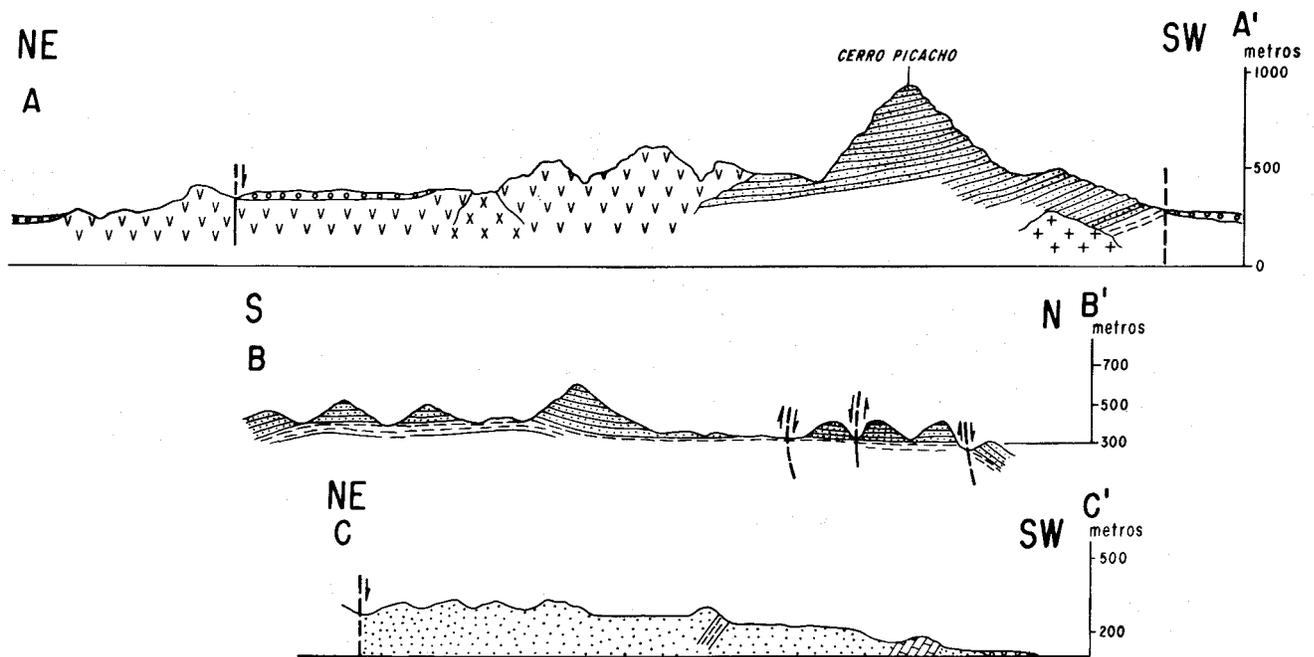


Figura 4.- Secciones a través de la Sierra del Alamo. Para la localización de las secciones véase la Figura 3.

- Harding, L.E., 1978, Petrology and tectonic setting of the Livingston Hills Formation, Yuma County, Arizona: Tucson, Ariz. Univ., tesis de maestría, 92 p., (inédita).
- Hardy, L.R., 1973, The geology of an allochthonous Jurassic sequence in the Sierra Santa Rosa, northwest Sonora, Mexico: San Diego, Calif. State Univ., tesis de maestría, 92 p., (inédita).
- Merriam, R., e Eells, J.L., 1979, Reconnaissance geologic map of the Caborca Quadrangle, Sonora, Mexico:

Hermosillo, Univ. Aut. Sonora, p. 87-94.

- Stanley, G.D., Jr., 1979, Paleogeology, structure, and distribution of Triassic coral buildups in western North America: Kansas Univ., Paleont. Inst., Art. 65, 68 p.
- White, D., y Guiza, R., 1949, Los yacimientos antimoniales de la región de El Antimonio, Estado de Sonora: Inst. Nal. Invest. Recursos Minerales (México), Bol. 23, 48 p.