Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 31, n. 1, p. 65-73, 1968 (1970)

UNA EDAD RADIOMETRICA PERMICA TEMPRANA DE LA REGION DE PLACER DE GUADALUPE, NORESTE DE CHIHUAHUA

Zoltan de Cserna, César Rincón Orta,
José Solorio-Munguía y Eduardo Schmitter-Villada *

RESUMEN

En la Sierra de Plomosas, de la región de Placer de Guadalupe, en el noreste de Chihuahua, entre el Pérmico fosilífero más alto (Wolfcampiano) y el Jurásico Superior, se encuentra una secuencia de 600 m de clásticos finos a gruesos, con un derrame de riolita y con dos discordancias, cuya edad no ha sido adecuadamente establecida mediante trabajos geológico-cartográficos.

Para remediar esta ambigüedad, se colectó una muestra del derrame de riolita interestratificada, que está a 300 m desde la base de este intervalo, para practicar una determinación radiométrica de edad, mediante el método plomo-alfa o Larsen, de su concentrado de zircón. Esta dió una edad de 270 ± 30 millones de años, correspondiente al Pérmico Inferior.

Esta edad puede considerarse como significativa para la mitad inferior del intervalo, mientras que la mitad superior puede ser del Pérmico, Triásico, o del Terciario.

INTRODUCCION

Bien pocos son los datos geológicos que existen sobre el Paleozoico de México. Es cierto que las áreas paleozoicas que se conocen hasta ahora en México tienen una distribución y extensión bastante reducidas, y también que la mayoría de éstas ha sido objeto de estudios bastante someros.

La región de Placer de Guadalupe, y muy especialmente el área cercana al campo minero de Plomosas, en el noreste del Estado de Chihuahua (Figura 1), fue investigada en mayor detalle hace unos 10 años por Luther W. Bridges (1962). Dicho estudio constituyó su disertación doctoral en la Universidad de Texas en Austin, y quien entonces gentilmente invitó a De Cserna para que visitara su área de estudio y ofreciera críticas pertinentes.

* *Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.*

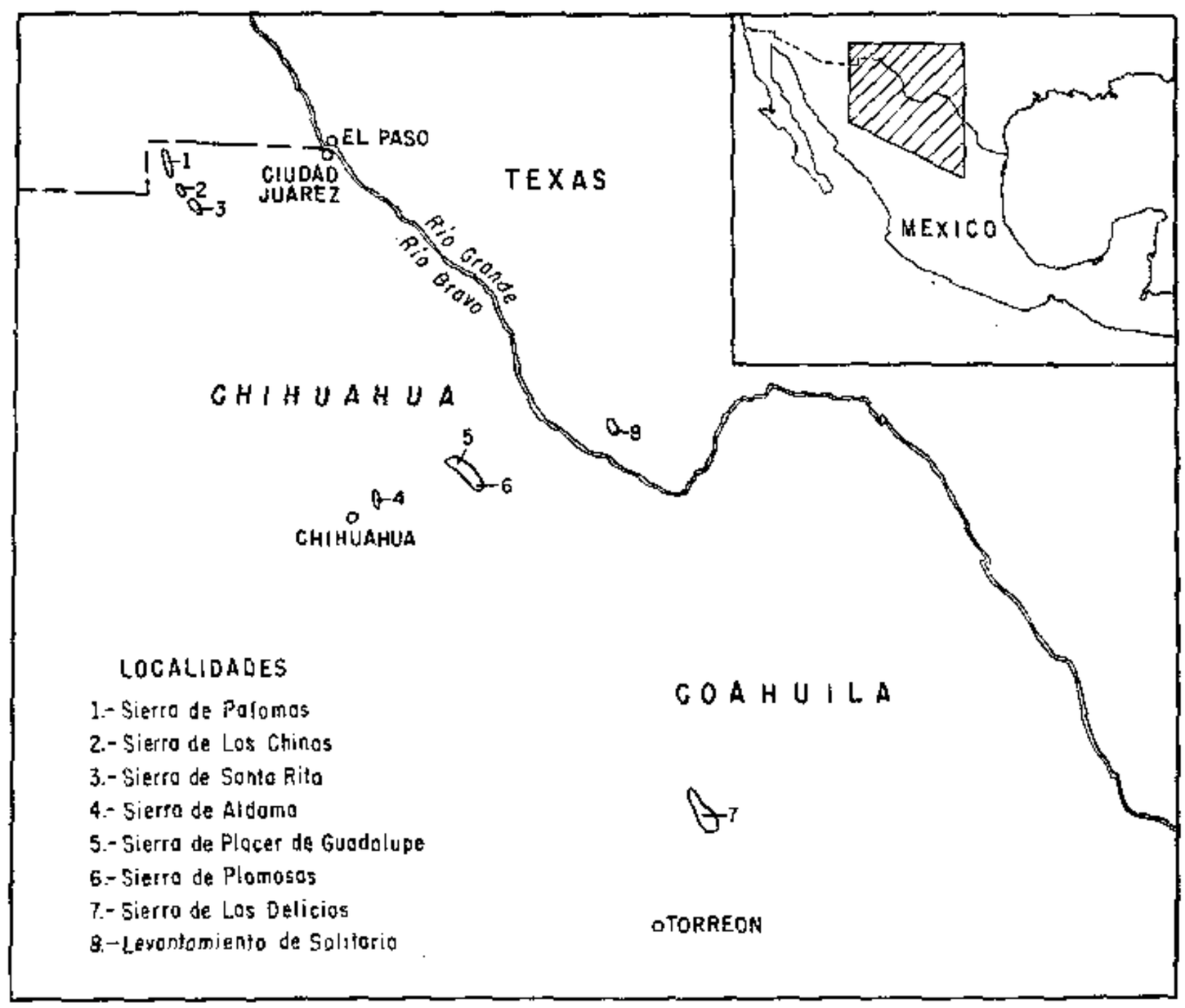

FIG. 1.—Mapa de localización.

Con estos antecedentes, en enero de 1963, De Cserna participó en una excursión breve al área de Plomosas en compañía del Dr. Bridges así como de los señores E. J. Foley, Robert Pavlovic, Bruce T. Pearson, y Samuel Thompson III, durante la cual pudo darse cuenta del aspecto complejo de la geología de ésta, acoplado con su topografía bastante accidentada y de su acceso relativamente difícil.

Al mismo tiempo, al examinar la secuencia paleozoica que aflora en el área, y muy particularmente la parte superior de ésta, entre el Pérmico fosilífero más alto y el Jurásico Superior fosilífero más bajo, se notó la falta de datos cronológicos que pudieran controlar el alcance estratigráfico de este intervalo. Por esta razón, De Cserna colectó una muestra de unos 80 kg de roca fresca, de un derrame de riolita que está interestratificada con las rocas sedimentarias pérmicas no fosilíferas, con objeto de practicar una determinación radiométrica de edad por el método de plomo-alfa. La muestra fue acarreada en lomo de burro desde la localidad (ladera meridional del Cerro Enmedio) hasta Plomosas (Figura 2).

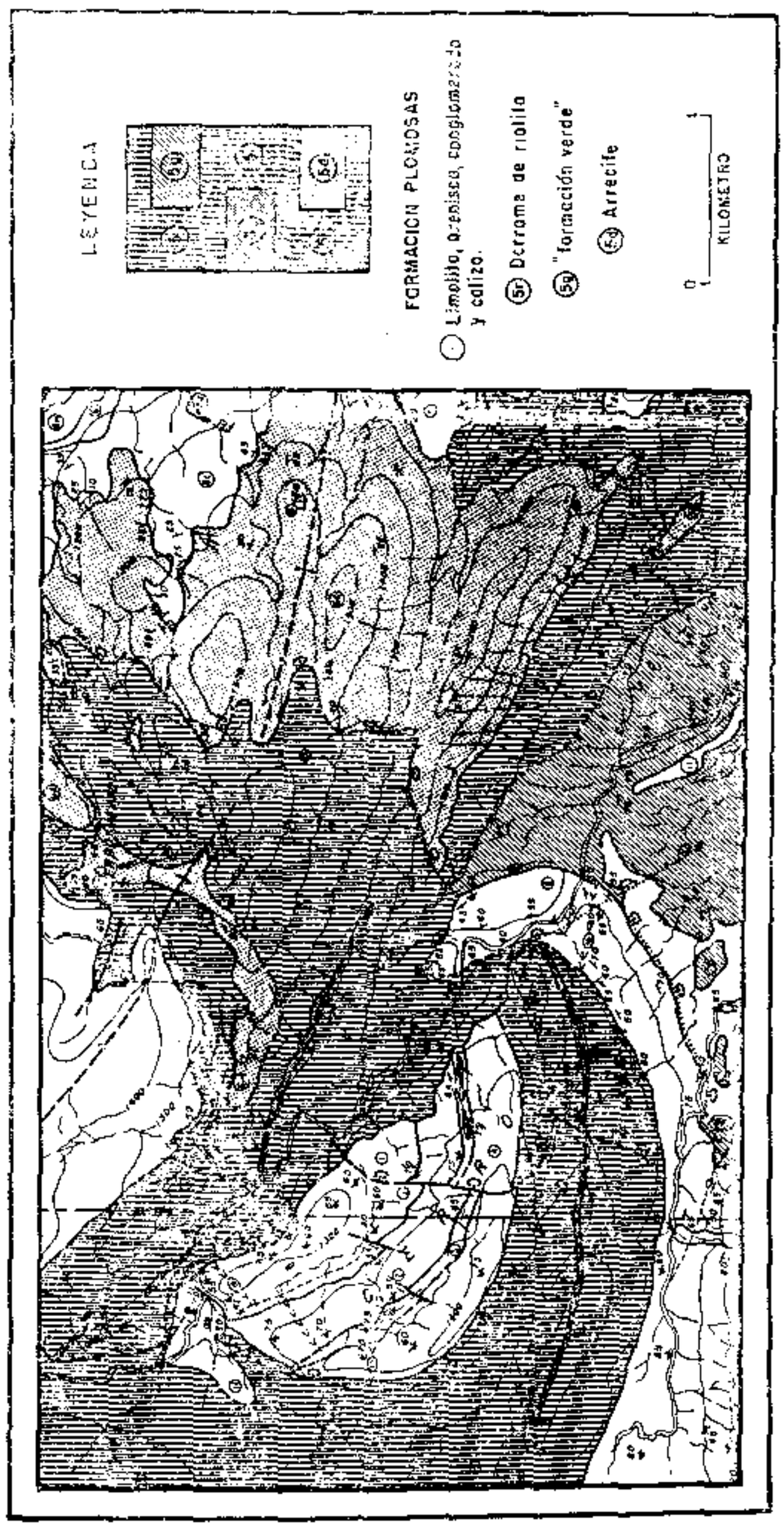

FIG. 2. Mapa geológico de la parte central de la Sierra de Plomosas, que muestra la localización de la Muestra LG-21 (tomado de Bridges, 1965).

La concentración de zircón para la determinación de edad fue hecha por Solorio, el análisis químico de la roca por Castellanos, su examen petrográfico por Schmitter, la determinación del contenido de plomo en el zircón por espectrágrafo de emisión por Isotepes, Inc., en Westwood, N. J., y finalmente, el cálculo normativo del análisis químico de la roca así como el recuento de las partículas alfa y el cálculo de la edad por Rincón.

BOSQUEJO GEOLOGICO DEL AREA

Los pocos estudios geológicos que se refieren a la parte nororiental del Estado de Chihuahua incluyen lo de Burrows (1910), King y Adkins (1946) y de Ramírez y Acevedo (1957). La geología del área de Placer de Guadalupe ha sido esbozada por Díaz (1956) no obstante de que varios geólogos han estudiado aspectos específicos del área (González-Reyna, 1946; Newell *et al.*, 1956). El estudio más reciente y al mismo tiempo más completo es la disertación doctoral de Bridges (1962), que parcialmente quedó publicada en el Libro-Guía de la Excursión de 1964, de la Sociedad Geológica de Texas Occidental, y cuya traducción al español fue publicada por el Instituto de Geología en 1965 (Bridges, 1965). Referente a los problemas del área aún no resueltos, De Cserna (1965) presentó un breve resumen de sus observaciones.

Las rocas sedimentarias paleozoicas, anteriores al Pérmico, tienen un espesor aproximado de 650 m. Consisten principalmente de carbonatos, con algo de pedernal, lutita, limo, dolomita, y algunos cuerpos biohérmicos y representan el Paleozoico desde el Ordovícico hasta el Pensilvánico. Esta secuencia ha sido cartografiada por Bridges (1965) en cuatro unidades, las cuales, han sido nombradas posteriormente (Bridges, 1964).

El límite entre el Pensilvánico (con *Triticites* sp.) y el Pérmico se encuentra a unos 50 m hacia abajo desde la cima de la "unidad 4" de Bridges (1965, fig 12), donde aparece *Schwagerina sp.* junto con *Triticites* sp. en una secuencia de calizas en estratos gruesos a masivos. Este intervalo pérmico de la "unidad 4", evidentemente corresponde al Wolfcampiano.

Encima de la "unidad 4", por medio de un contacto abrupto y a veces discordante (Bridges, 1965, p. 47), descansa la "unidad 5" que constituye a la *Formación Plomosas* (Bridges, 1964, p. 56), consiste principalmente de limolita y conglomerado con un arrecife y con un derrame de riolita interestratificados. La "unidad 5" tiene un espesor incompleto de 762 m y el horizonte fosilífero pérmico más alto, que contiene *Babylonites* sp., *Baylea* sp., y *Discontropis?* sp. e indica una edad wolfcampiana, se encuentra a 100 m encima de la base de esta unidad.

Es interesante notar que a unos 70 m encima del horizonte antes mencionado, Bridges (1965, fig. 14) encontró una discordancia dentro de la "unidad 5". Encima de ésta, se presenta una secuencia, de unos 220 m de espesor, de conglomerado, limolita y algo de caliza, sobre la cual descansa el derrame de riolita.

Esta riolita es de cerca de 30 m de espesor y está cubierta discordantemente por areniscas y conglomerados que constituyen el resto de la "unidad 5" (Bridges, 1965, fig. 14).

El resto de la secuencia estratigráfica del área consiste en rocas mesozoicas y cenozoicas.

De Cserna (1965, p. 140-143) no consideró la interpretación de la tectónica del área y aún no la considera resuelta satisfactoriamente, sin que esto reste mérito alguno del gran valor del estudio de Bridges. Sin embargo, para poder establecer lo más fielmente posible la fecha de la deformación principal de las rocas paleozoicas de la región, se consideró necesario obtener datos cronológicos de las rocas comprendidas entre el Paleozoico fosilífero más alto y el Mesozoico fosilífero más bajo, que constituye un intervalo de cerca de 300 m. Para este propósito, De Cserna consideró adecuado muestrear el derrame de riolita y someterla a determinación radiométrica de edad (Figura 2).

EDAD RADIOMETRICA

La determinación de la edad del derrame de riolita se llevó a cabo por el método plomo-alfa, también conocido como el método de Larsen. Este método involucra el empleo de los cristales de zircón que se presentan en las rocas ácidas como accesorio. El zircón, al cristalizarse, retiene dentro de su red átomos de uranio y de torio que se desintegran a velocidades constantes para producir plomo radiogénico, que es estable, cuya acumulación relativa a la concentración de elementos padres permite calcular la edad aparente del zircón y, por lo tanto, de la roca que lo contiene.

La concentración del zircón se llevó a cabo bajo la dirección e intervención personal de Solorio, utilizando trituradora, molino de rodillo, mesa Wilfley, separador isodinámico Frantz y líquidos pesados, todo en el Laboratorio de Geocronometría del Instituto de Geología. La etapa final de la concentración consistió en la separación de cristales de zircón por la mano, uno por uno, bajo un microscopio binocular.

El concentrado de zircón así logrado, que es de 99.9 por ciento de pureza, ha sido analizado por Rincón quien utilizó una parte para la determinación de su contenido de uranio y torio mediante su actividad alfa, que se obtiene por partículas alfa por miligramo y por hora (Rincón, 1965, p. 31), utilizando la relación teórica de

$$\alpha = 0.366U + 0.0869\ th$$

que, junto con los conocimientos de las constantes de desintegración de estos elementos, conduce a la ecuación

$$t = \left[\frac{2632 + 624Th/U}{1 + 0.312Th/U}\right] \frac{Pb}{\alpha} = C\ \frac{Pb}{\alpha} \ldots\ldots (1)$$

en donde t es la edad en millones de años, Pb es plomo en partes por millón, α es el número de cuentas por miligramo por hora y C es una constante que depende de la relación torio-uranio de la muestra. El valor asignado a esta constante fue $C=2485$.

En el caso de zircones procedentes de rocas más antiguas que 200 millones de años y menos de 1,700 millones de años, como en el caso de la muestra procedente de la riolita pérmica de Plomosas (Muestra LG-21), la expansión exponencial de la ecuación fundamental de edad (Rincón, 1965, p. 24) se llevó hasta el segundo término, por lo que debe introducirse una corrección, dada en forma aproximada por la ecuación.

$$t_o = t - \frac{1}{2} kt^2$$

en donde t es el tiempo calculado según la ecuación [1] (Rincón, *op. cit.*, p. 31)

$$k = \frac{77.2 + 6.20\ Th/U}{4.06 \times 10^5 (1 + 0.312 Th/U)}$$

El concentrado de zircón puro fue enviado posteriormente a Isotopes Inc., donde se determinó su contenido de plomo por partes por millón mediante un espectrógrafo de emisión.

Finalmente, los cálculos de la edad fueron hechos por Rincón en el Instituto de Geología, que dieron los siguientes resultados:

Muestra	mg/h	Pb(ppm)	Edad calculala	Edad probable
LG-21	*40²*	*45*	*270 ± 30 m.a.*	*Pérmico Temprano*

Schmittter examinó tres láminas delgadas de una muestra representativa de la riolita y concluyó que ésta tiene una microtextura porfídica, parcialmente fluidal y sus minerales constituyentes esenciales son el cuarzo, el sanidino y la biotita. Se observaron pirofilita, cuarzo, sericita, magnetita y goethita como minerales secundarios. La apatita y el zircón forman los accesorios.

Un análisis químico completo de la muestra fue efectuado por el Ing. Lisandro Castellanos-Trujillo, del Instituto de Geología, y su cálculo, según el sistema de Rittmann (1952) por Rincón. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Análisis químico y norma según sistema de Rittmann de la riolita de la Formación Plomosas

SiO_2	77.02%		
TiO_2	0.07		
Al_2O_3	13.81	SiO_2	77.02%
Fe^{III}	0.90	Al_2O_3	12.43
Fe^{II}	0.23	Alk	4.12
MnO	0.00	CaO	0.40
MgO	0.90	FM	2.95
CaO	0.40		
Na_2O	0.20	$K = \frac{3.82}{4.12} = 0.93$	
K_2O	3.82		
P_2O_5	0.00		
SO_3	0.00	$An = \frac{8.31}{16.55} = 0.50$	
CO_2	0.40		
H_2O^+	2.47		
H_2O^-	0.00	A—3 FM < 9 = RIOLITA	
Suma:	100.22%		

SIGNIFICADO DE LA EDAD

Bridges (1965, p. 64) consideró al derrame de riolita como de probable edad leonardiana y lo incluyó en la Formación Plomosas (Bridges, 1964, p. 56). La edad radiométrica corrobora esa consideración de Bridges, si se toma en cuenta que Kulp (1961, fig. 1) señaló un alcance para el Pérmico desde 280 m. a. (base del Wolfcampiano) hasta 230 m. a. (cima del Ochoano), indicando que el límite entre el Leonardiano y Guadalupiano corresponde a 260 m. a. El posible error analítico de 30 m. a., desafortunadamente no permite establecer la edad del derrame de riolita con mayor precisión, pero éste es inherente al método empleado. Sin embargo, conviene señalar que la riolita está cubierta discordantemente por conglomerados, areniscas y limolitas cuyo espesor total es de unos 280 m, cuya edad en la actualidad se desconoce aún y que puede ser pérmica, triásica o hasta terciaria. Para obtener datos más precisos, es necesario emplear otros varios métodos que involucran el análisis de los isótopos de plomo dentro del zircón, o bien utilizar el método de rubidio-estroncio de roca entera.

A pesar de estos inconvenientes, el dato es interesante, sobre todo por su significado en cuanto a la tectónica regional de la Faja Tectónica Ouachita (Flawn, 1959) y de su contraparte mexicana que es la Faja Tectónica Huasteca (de Cserna, 1960, p. 598).

El afloramiento más cercano de la Faja Tectónica Ouachita al área de Plomosas lo constituye el Levantamiento de Solitario, donde las rocas paleozoicas más recientes deformadas corresponden a la Formación Tesnus del Pensilvánico Inferior (Flawn *et al.*, 1961, p. 60).

En México, el afloramiento de la Faja Tectónica Huasteca más cercana a Plomosas constituye la Sierra del Cuervo, al oriente de la Ciudad de Chihuahua (Figura 1), donde de la cima de las rocas paleozoicas intensamente deformadas se han colectado fósiles del Wolfcampiano (Flawn *et al., op. cit.*, p. 100).

En la esquina noroccidental del Estado de Chihuahua, en la Sierra de Palomas así como en la Sierra de Los Chinos y Santa Rita (Figura 1), Díaz y Navarro (1964, p. 75-82) encontraron el Leonardiano como la unidad pérmica más *reciente adecuadamente identificada.*

En la región de Las Delicias, en el sur del Estado de Coahuila (Figura 1), donde también aflora la Faja Tectónica Huasteca, las rocas paleozoicas más recientes acusan una edad guadalupiana y posiblemente ochoaiana (King *et al.*, 1944, p. 13). *En la región de Ciudad Victoria, Tamaulipas (i. e. Cañón* de La Peregrina), las rocas sedimentarias deformadas paleozoicas más recientes corresponden al Pérmico Medio (Muir, 1936, p. 8), de la Faja Tectónica Huasteca.

Las relaciones arriba *esbozadas permiten llegar a la conclusión de que* la deformación paleozoica más reciente que afectó a las rocas de la Faja Tectónica Huasteca tuvo lugar un poco antes en Texas (post-Leonard) y paulatinamente un poco más tarde en México (post-Ochoa). Una alternativa de esta conclusión es que, en el norte, *la erosión post-deformación Ochoa ha sido más* intensa que en el sur. De todas maneras, faltan todavía datos geológicos detallados de campo, apoyados por estudios paleontológicos y por determinaciones radiométricas de edad para resolver este problema en forma más satisfactoria.

TRABAJOS CITADOS

BRIDGES, L. W. 1962. *Geology of Mina Plomosas area, Chihuahua, Mexico:* Univ. Texas, Austin, disertación doctoral, inédito.

— 1964, *Stratigraphy of Mina Plomosas-Placer de Guadalupe area:* West Texas Geol. Society, Midland, Texas, Publ. 64-50, p. 50-57.

— 1965, *Geología del área de Plomosas, Chihuahua:* Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 74, pt. 1, p. 1-134.

BURROWS, R. H., 1910, *Geology of northern Mexico:* Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 7, p. 85-103.

CSERNA, ZOLTAN DE, 1960, *Orogenesis in time and space in Mexico:* Geol. Rundschau, v. 50, p. 595-605.

1965, *Notas sobre sobre la geología de la región de Placer de Guadalupe y Plomosas, Chihuahua:* Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 74, pt. 2, p. 135-143.

DÍAZ-GONZÁLEZ, TEODORO, 1956, *Generalidades sobre la geología del Norte de México:* Cong. Geol. Internal., 20a. México, Libro-guía de la Excursión A-13, p. 9-14 y 33-42.

DÍAZ-GONZÁLEZ, TEODORO y NAVARRO GALINDO, ARSENIO, 1964. *Lithology and stratigraphic correlation of the upper Paleozoic in the region of Palomas, Chihuahua:* West Texas Geol. Society, Midland, Texas, Publ. 64-50, p. 65-84.

FLAWN, P. T. 1959. *The Ouachita Structural Belt:* In *The geology of the Ouachita Mountains,* L. M. Cline, editor. Dallas y Admore Geol. Societies, Dallas, p. 20-29.

FLAWN, P. T., GOLDSTEIN, AUGUST, JR., KING, P. B. y WEAVER, C. E. 1961. *The Ouachita System:* Univ. Texas, Publ. 6120. 401 p.

GONZÁLEZ-REYNA, JENARO, 1946, *Los criaderos de uranio y oro en Placer de Guadalupe y Puerto del Aire, Estado de Chihuahua:* Com. Direct. Invest. Recursos Minerales (México), Bol. 5, 22 p.

KING, R. E., DUNBAR, C. O., CLOUD, P. E., JR. y MILLER, A. K., 1944, *Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southwestern Coahuila, Mexico:* Geol. Soc. America, Spec. Paper 52, 172 p.

KING, R. E. y ADKINS, W. S., 1946, *Geology of a part of the lower Conchos valley, Chihuahua, Mexico:* Bull. Geol. Soc. America, v. 57, p. 275-294.

KULP, J. L., 1961, *Geologic time scale:* Science, v. 133, p. 1105-1114.

MUIR, J. M., 1936, *Geology of the Tampico region:* Am. Assoc. Petrol. Geologists. Tulsa. 280 p.

NEWELL, N. D., DÍAZ-GONZÁLEZ, TEODORO, CORGAN, JAMES y KLIN, STANLEY, 1956, *Stratigraphic section near Placer de Guadalupe, Chihuahua, Mexico:* Petróleos Mexicanos, México, D. F., informe inédito.

RAMÍREZ-MONTES, J. C. y ACEVEDO-CRUZ, FRANCISCO, 1957. *Notas sobre la geología de Chihuahua:* Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., v. 9, p. 583-770.

RINCÓN-ORTA, CÉSAR, 1965, *Discusión de principios y descripción de la determinación geoquímica de edad por el método plomo-alfa o Larsen:* Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 73, pt. 1, p. 1-56.

RITTMANN, ALFRED, 1952, *Nomenclature of volcanic rocks proposed for the use in the Catalogue of Volcanoes, and keytables for the determination of volcanic rocks:* Bull. Volcanol., v. 12, p. 75-102.