

## Mediciones Radiométricas en Red Beds del Paleozóico Joven y Mesozóico Antiguo del Norte de Colombia

Por

FABIO CEDIEL y OTTO F. GEYER

Con 2 figuras

### Zusammenfassung

In den Formationen Jordán (Oberperm?), Guatapurí (Trias?), Girón (Trias-Jura), Ranchogrande (wahrscheinlich Trias-Jura) und Morrocoyal (Unterjura) Nordost-Kolumbiens wurden radiometrische Messungen vorgenommen. Die höchsten Meßwerte (Impulszahl pro Minute) ergaben die Lutite der Girón-Formation. Im Gebiet um Bucaramanga (Dept. Santander) zeigen die Redbeds der Formationen Jordán und Girón deutliche Unterschiede in den ermittelten Zahlenwerten. Die Szintillometer-Messung als Hilfe bei stratigraphischen und faziellen Untersuchungen wird diskutiert.

### Summary

Background measurements of gamma radiation were made on the Jordán (Upper Permian?), Guatapurí (Triassic?), Girón (Triassic-Jurassic), Ranchogrande (Triassic-Jurassic?) and Morrocoyal (Lower Jurassic) Formations in northeastern Colombia. The lutites of the Girón Formation produce the highest values (impulses  $\gamma$  per minute). In the region of Bucaramanga (Dept. of Santander), the redbeds of the Jordán and Girón Formations give quite different radiometric values. The usefulness of radiometric measurements as a means of differentiating stratigraphic units and facies changes is discussed.

### Resumen

Se realizaron mediciones radiométricas en las Formaciones Jordán (Pérmico superior?), Guatapurí (Triásico?), Girón (Triásico-Jurásico), Ranchogrande (probablemente Triásico-Jurásico) y Morrocoyal (Jurásico Inferior) en el NE de Colombia. Los valores más altos obtenidos (impulsos  $\gamma$  por minuto) provienen de las lutitas de la Formación Girón. En la región de Bucaramanga (Depto. de Santander), los red beds de las Formaciones Jordán y Girón muestran valores radiométricos bien diferenciados. Se discute la utilidad de las mediciones radiométricas como medio de diferenciación estratigráfica o de facies.

Las mediciones fueron realizadas en marzo de 1970 con un centilómetro portátil, fabricado por la Gewerkschaft Brunhilde (Modelo G.B.-H. 69, Serie 700). Este centilómetro registra las emisiones  $\gamma$  en impulsos por minuto. Las mediciones radiométricas en las Formaciones Jordán y Girón se efectuaron en los alrededores de Bucaramanga (Depto. de Santander). También se lograron algunos valores en los afloramientos de redbeds, 10 Km al N de Codazzi (sobre la carretera a Valledupar), tentativamente asignados a la Formación Jordán (F. CEDIEL 1968) o a la Formación La Quinta (A. FORERO 1971).

La Formación Jordán (F. CEDIEL 1968, 1969) consta de areniscas gruesas (Complejo 1, base) y areniscas finas y limolitas, siempre uniformemente estratificadas y de color rojizo marrón (Complejo 2, techo). La edad de esta formación, debido a la ausencia de fósiles, se ha establecido solamente según su posición estratigráfica y ubicación dentro del ciclo tectónico regional conocido en la Cordillera Oriental, factores que la sitúan en el Pérmico superior. La facies de esta unidad litoestratigráfica, particularmente la del Complejo 2, parece indicar un ambiente marino de poca profundidad.

En la Formación Jordán las mediciones se llevaron a cabo en los afloramientos que de ésta aparecen en la carretera Bucaramanga-Matanzas y en Bocas, que corresponden solamente al Complejo 2, según la sección tipo en el cañón del Río Chicamocha. Los valores obtenidos en estas localidades, junto con los de Codazzi coinciden dentro de 1200 y 1900 impulsos por minuto, así:

Matanzas:	1400, 1500, 1500, 1500,
	1600, 1800, 1800, 1800,
	1800, 1800, 1800, 1900.
Bocas:	1400, 1500, 1500, 1500.
Codazzi:	1200, 1300, 1500, 1600.

El valor promedio para los redbeds de la Formación Jordán es entonces de 1600. Las rocas volcánicas intercaladas en la Formación Jordán y que afloran en las inmediaciones de Bocas (El Cero), arrojan valores próximos a los 1000.

Al N de Bosconia (90 Km SW de Valledupar, Depto. del Cesar) a ambos lados de la carretera a Fundación aflora una serie de limolitas y lutitas rojas o gris-rojas, dentro de las que se intercalan rocas volcánicas. Esta serie roja cubre una gran extensión, particularmente en el borde S—SE de la Sierra Nevada de Santa Marta donde ha sido cartografiada por geólogos del Instituto de Investigaciones Geológico-Mineras (1970), bajo la denominación de Formación Guatapurí. La ausencia de fósiles en estas rocas tampoco ha permitido una datación exacta, pero por sus relaciones estratigráficas se les puede considerar en el Triásico. No tenemos conocimiento suficiente de la facies de esta unidad,

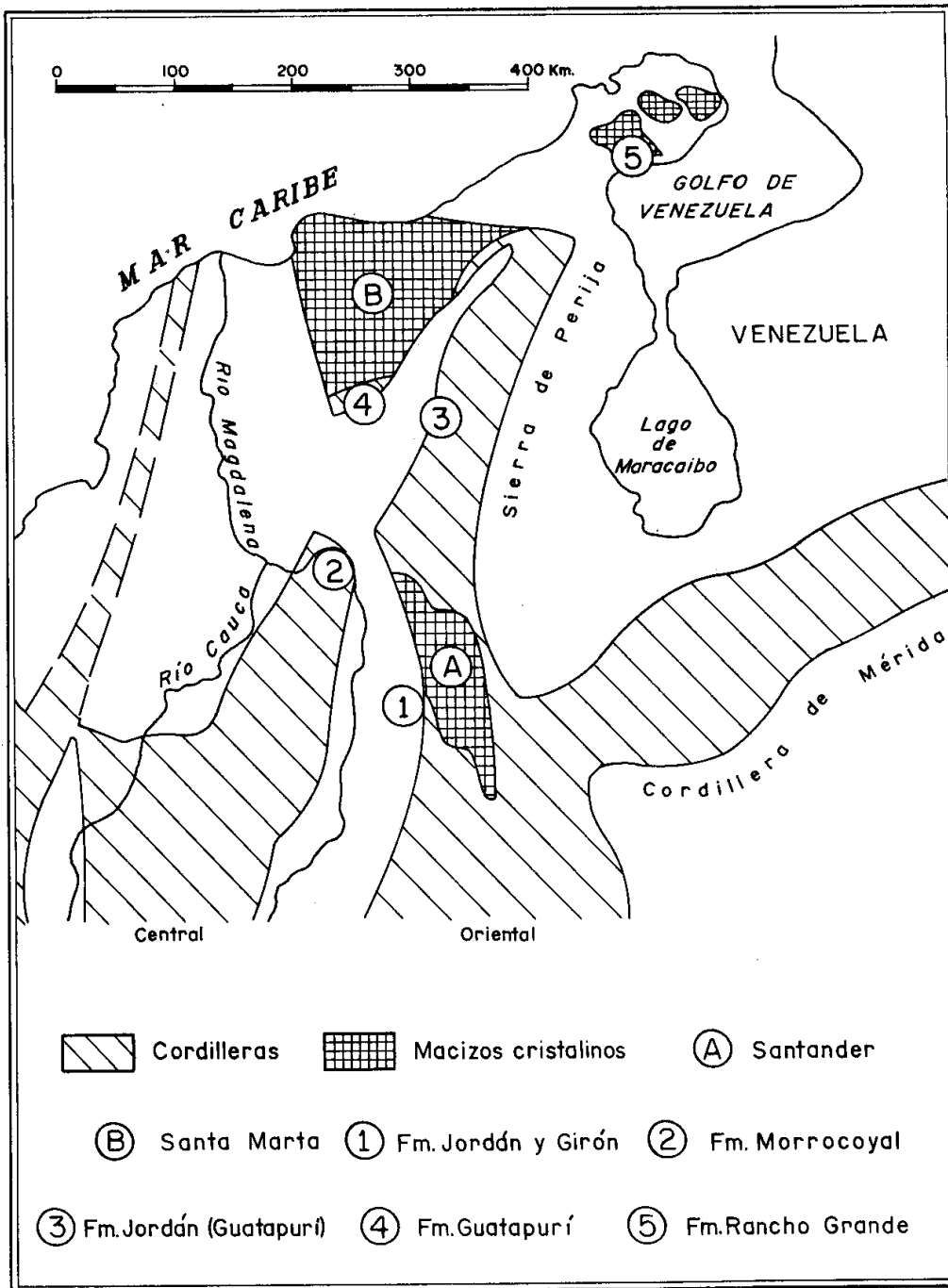


Fig. 1. Localización de los sitios donde se realizaron mediciones radiométricas en rocas sedimentarias rojas de diferentes formaciones.

pero algunos rasgos litológicos podrían indicar un ambiente de sedimentación marina. Los valores radiométricos obtenidos en la Formación Guatapurí varían entre 1800 y 2200 impulsos  $\gamma$  por minuto.

Las mediciones radiométricas en la Formación Girón (F. CEDIEL 1968, 1969) se realizaron en su localidad tipo, Cañón del Río Lebrija, al NW de Bucaramanga, donde tiene cerca de 4600 m de espesor y presenta la siguiente división litológica:

Suprayacente: Formación Los Santos (Berriasiano?)

Complejo G: Areniscas gruesas, principalmente, con estratificación cruzada.

Complejo F: Areniscas de grano medio, generalmente, con intercalaciones de redbeds.

Complejo E: Areniscas de grano medio, generalmente, con estratificación cruzada frecuente.

Complejo D: Interestratificación de areniscas y redbeds.

Complejo C: Areniscas gruesas y conglomeráticas, generalmente, con estratificación cruzada.

Complejo B: Interestratificación de areniscas y redbeds.

Complejo A: Areniscas de grano grueso a medio, ocasionalmente conglomeráticas y con estratificación cruzada.

Infrayacente: Formación Bocas (Pérmico Inferior a Medio)

Los redbeds de la Formación Girón constan principalmente de lutitas, siempre en colores que varían de rojo, en varios tonos, hasta rojizo marrón. En los sitios de transición a areniscas aparecen también colores verdes a grises oscuros. En los complejos A y E, particularmente aparecen también lutitas de color gris oscuro en relativa abundancia.

Petrográficamente, las areniscas han sido clasificadas como subgrauwacas. La Formación Girón en una molasa fluvial a limnofluviatil depositada especialmente en el flanco W del Macizo de Santander durante el mesozóico inferior (Triásico-Jurásico).

Los valores radiométricos obtenidos en la formación Girón aparecen en la Fig. 2, según su distribución estratigráfica general y discriminados según los distintos tipos de rocas.

De allí se calcula un valor promedio de 2.900 para toda la formación. Los valores de la areniscas varían entre 1.500 y 2.500 impulsos, dando un promedio de 2.000 para las 35 mediciones hechas. Las 50 mediciones realizadas en las lutitas presenten valores entre 2.400 y 4.500 y un promedio de 3.500. Así pues, los valores de la Formación Girón, particularmente los de la lutitas son notoriamente más altos que los de la Formación Jordán.

Las lutitas rojas y gris-verdes de la Formación Girón, con valores promedios de 3.600 y 3.500 respectivamente, no se diferencian prácticamente. Es claro sí, que los valores puedan variar considerablemente dentro de una misma capa de lutitas (p. e.: 3.200 y 4.000, 3.600 y 4.200, 4.000 y 4.500). En tres mediciones distintas se observó que en dos capas el valor de las lutitas rojas es superior al de las gris-verdes, mientras en una capa estas últimas superaron a las primeras.

Es evidente pues, que en la sección tipo de la Formación Girón existe una clara relación entre la intensidad radiométrica de las rocas y el tipo mismo de ellas (en este caso, tamaño de grano); por el contrario, el color de las rocas no tiene correspondencia apreciable en los valores radiométricos medidos.

La datación de la Formación Ranchogrande, en la Península de la Guajira continúa siendo imprecisa (Pérmico o Triásico-Jurásico); estratigráficamente es sí más antigua que el Grupo Cocinas, del Jurásico (J. F. ROLLINS 1965, O. F. GEYER 1968). De acuerdo a nuestras observaciones el carácter de las rocas, las estructuras sedimentarias, etc., permiten reconocer similitudes muy marcadas con la Formación Girón.

La areniscas, rojas, parcialmente arcillosas, como algunos shales grises duros, en el Cerro Ipuana (Colombia), 12 Km NNE de Cojoro (Venezuela) arrojaron valores siempre entre 1.800 y 2.400; el valor promedio está cerca de 2.000. Así pues estos valores pueden compararse con los obtenidos en las areniscas de la Formación Girón.

Dentro el marco de una comparación regional amplia puede considerarse que las Formaciones Ranchogrande y Girón (Colombia) son contemporáneas con la Formación La Quinta (Cordillera de Mérida) en Venezuela (F. CEDIEL 1968, 1969).

En el extremo N de la Cordillera Central aparece la Formación Morrocoyal. En la localidad tipo (E de El Sudán, Depto. de Bolívar) presenta una potencia de 80 m y consta, predominantemente, de arcillolitas laminadas (shales) gris oscuras, que meteorizan a rojo marrón, intercaladas dentro de una serie volcánica — piroclástica potente (O. F. GEYER 1967).

En El Sudán mismo le infrayacen también unas areniscas rojas, parcialmente conglomeráticas. La Formación Morrocoyal contiene una rica fauna de amonitas que permite datarla en el Sinemuriano Inferior. Las mediciones radiométricas arrojan los valores siguientes:

Suprayacente: roca volcánica	1800
Formación Morrocoyal:	
Shale gris oscuro	1400
Shale gris oscuro	1800
Shale gris oscuro	2000

	Marga calcárea	1200
	Shale gris oscuro	2100
	Roca volcánica	1800
	Shale gris oscuro	2000
	Shale gris oscuro	2000
	Shale gris oscuro	1800
	Shale gris oscuro	1600
	Shale gris oscuro	2200
	Arenisca de grano medio	1500
	Shale gris oscuro	2000
	Shale gris oscuro	1800
Infrayacente:	Arcillolita rojiza o verdosa	1900
	Roca volcánica	1800
	Arenisca roja de El Sudán	1800
	Arenisca roja de El Sudán	1500
	Arenisca roja de El Sudán	2000

El valor promedio de las mediciones de la Formación Morrocoyal es entonces de 1800, valor que prácticamente no se diferencia de los obtenidos en las rocas infra- y suprayacentes. Los valores radiométricos de las areniscas de El Sudán y de las areniscas de la Formación Girón son, en general, bastante parecidos. Por el contrario, los shales oscuros de Morrocoyal no alcanzan nunca los valores altos de las lutitas de Girón. Según nuestros conocimientos, puede asegurarse que existe una interdigitación de los depósitos Triásico-Jurásicos de la Cordillera Oriental con los de la Cordillera Central. Tal interdigitación es aún más evidente mediante un marcado cambio de facies, como se observa al comparar la Formación Girón (Cordillera Oriental) con la Formación Morrocoyal en el N, y el Grupo Payandé en el S (Cordillera Central).

Observando en forma resumida los resultados obtenidos (Tab. 1) puede concluirse que: la comparación de los valores radiométricos y su aplicación con fines estratigráficos es posible con cierta reserva y cuando no entren en consideración distancias muy grandes. Las diferencias de fuentes de suministro de los sedimentos, de dirección de transporte y modificaciones que pueden sufrir durante el mismo, son factores que en cada caso particular, para cada unidad roca, sería necesario determinar. En la región estudiada se observa claramente que en una área restringida, donde ya por otros medios se había identificado dos formaciones, diferentes en su edad y facies (Formaciones Jordán y Girón), los valores radiométricos ratifican su separación estratigráfica. Tratándose, como en este caso, de series rojas que cuando no se presentan en afloramientos lo suficientemente amplios, es difícil diferenciarlas, adquieren entonces las mediciones con centilómetro un significado especial, como

EDAD	FORMACION	FACIES	VALOR RADIOMETRICO PROMEDIO
Jurásico Inf.	Morrocoyal	marina	1800
? Triásico-Jurásico	Rancho Grande	? continental	2000
Triásico-Jurásico	Girón	continental	2900
? Triásico	Guatapuri	? marina	2000
? Pérmico Sup.	Jordán	? marina	1600

Tab. 1. Cuadro comparativo de los valores radiométricos promedio de las diferentes formaciones, relacionadas con sus facies.

herramienta útil en la cartografía geológica. Es también interesante anotar que de todas las formaciones en que se hicieron estas mediciones, dos de ellas, la Formación Girón y Morrocoyal han sido estudiadas ya detalladamente y han arrojado pruebas irrefutables a cerca de su origen continental y marino respectivamente. Los valores radiométricos promedios de estas dos formaciones se diferencian también claramente; conociendo entonces, aunque se aproximadamente, la distribución de facies en una región determinada, los valores radiométricos pueden ser una ayuda importante en la identificación de facies en unidades roca que no suministren otros elementos de juicio suficientes.

Finalmente debe anotarse que aún los valores radiométricos más altos obtenidos en el curso de este estudio, no indican la presencia de minerales radioactivos de importancia económica.

**Agradecimientos.** — Los autores dan las gracias por toda ayuda concedida a la Facultad de Ciencias (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá), a la Deutsche Forschungsgemeinschaft (Bad Godesberg) y al Sr. JÖRN GEISTER (Stuttgart) por su grata compañía durante los trabajos de campo.

#### Literatura

- CEDIEL, F.: El Grupo Girón. Una Molasa Mesozóica de la Cordillera Oriental de Colombia. — Bol. Geol., 16, No. 1—3, 5—96, Bogotá 1968.  
 — Die Girón-Gruppe. Eine früh-mesozoische Molasse der Ostkordillere Kolumbiens. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 133, 2, 111—162, Stuttgart 1969.  
 FORERO, A.: Estratigrafía del Pre-Cretáceo en el borde occidental de la Serranía de Perijá. — En prensa, Bogotá 1971.  
 GEYER, O. F.: Das Typus-Profil der Morrocoyal-Formation (Unterlias; Depto. Bolívar, Kolumbien). — Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient., 1, 53—63, Santa Marta 1967.  
 — Über den Jura der Halbinsel La Guajira (Kolumbien). — Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient., 2, 67—83, Santa Marta 1968.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS (INGEOMINAS):  
Mapa Geológico de Reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta,  
Bogotá 1969.

ROLLINS, J. F.: Stratigraphy and structure of the Goajira Peninsula, north-  
western Venezuela and northeastern Colombia. — Disertación Universidad  
de Nebraska, USA, 1960 (Univ. Nebraska Stud., n. S., 30, I—XIX + 1—2,  
Lincoln, Nebraska 1965).

Dirección de los autores:

Prof. Dr. F. CEDIEL, Departamento de Geología, Universidad Nacional de  
Colombia, Bogotá, D. E.

Prof. Dr. O. F. GEYER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität  
Stuttgart, Böblinger Straße 72, 7 Stuttgart S.



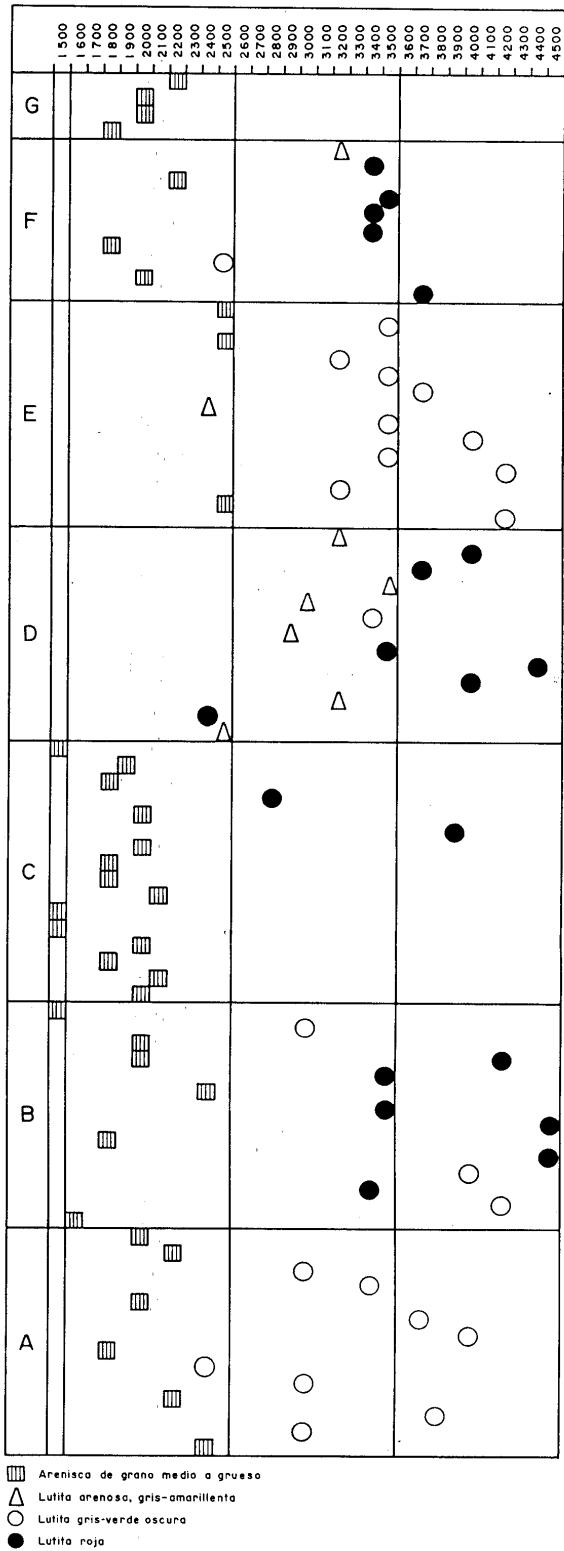


Fig. 2. Valores radiométricos (impulsos y por minuto) de los principales tipos de rocas en la Formación Girón y su distribución estratigráfica.