

EL PERMO-CARBONIFERO EN VENEZUELA

Raúl García Jarpa (1)

R E S U M E N

La sedimentación del Permo-Carbonífero en Venezuela ha sido descrita en tres localidades geográficas distintas: Los Andes Venezolanos, La Sierra de Perijá y en el subsuelo del Oriente del país. Las correlaciones entre las unidades formacionales que afloran en estas localidades todavía no están claras. Eventos orogénicos ocurridos a finales del Paleozoico, acompañados por actividad ígnea y metamorfismo regional, afectan notablemente a las rocas de la Cordillera de los Andes, mientras que en la Sierra de Perijá esta actividad se manifestó sólo levemente.

ANDES VENEZOLANOS

Características de la sedimentación en la cuenca del Paleozoico Superior en los Andes Venezolanos

Introducción: En el presente trabajo se considera que la sedimentación durante el Paleozoico Superior tuvo lugar en los Andes Venezolanos en una sola cuenca en la cual se depositaron, durante el Carbonífero Superior, las formaciones Mucuchachí y Sabaneta y posteriormente durante el Carbonífero Superior-Pérmico la Formación Palmarito. En la fig 1 se establecen las correlaciones de los equivalentes de Mucuchachí, Sabaneta y Palmarito en las diferentes localidades de los Andes.

(1) Ministerio de Minas e Hidrocarburos
Div. de Explor. Geol.
Avda. 5, Edif. Monza, Apt. 4
Mérida, Edo. Mérida.

Formación Mucuchachí: Los aislados fósiles marinos y las características petrográficas y estructurales inducen a pensar en un ambiente marino para la sedimentación de Mucuchachí. La característica de sedimentos mal escogidos sugiere sedimentación en una profundidad bien por debajo del tren de olas y en consecuencia libre de la influencia del proceso de escogimiento típico de la sedimentación de plataforma. La presencia de material carbonáceo y pirita en las pizarras sugiere una acumulación bajo condiciones anaeróbicas, la cual podría ser explicada en base a dos posibilidades: una cuenca de sedimentación restringida, con limitado acceso al mar abierto o una sedimentación en aguas muy profundas carentes de corrientes de fondo en un ambiente que podría compararse a los planos abisales modernos del océano Atlántico.

El gran espesor de los depósitos acumulados y los cuales pueden representar sólo una porción del Pensylvaniano, así como también la notable escasez de calizas hace pensar que la rata de sedimentación fue rápida.

La reconstrucción del ambiente de sedimentación de Mucuchachí deberá explicar las siguientes características:

1º El gran espesor y la aparente rapidez de acumulación de la formación.

2º La predominancia de sedimentos limolíticos a pelíticos de grano fino, similares al tipo "Flysch Noir" de Bouma.

3º La presencia de capas de areniscas masivas y gruesas, y el hecho de que ellas pueden ocurrir como capas muy bien definidas alternando con lutitas.

4º La carencia extrema de rocas calcáreas y fósiles.

5º La presencia de pelitas limosas laminadas y gradadas con pseudo nódulos, laminación convoluta, etc., frecuentes en secuencias de mucho espesor.

6º La presencia de pelitas limolíticas laminadas y escogidas uniformemente estratificadas.

7º La existencia de secciones de pelitas no laminadas o pobremente laminadas que van desde las muy delgadas a las extremadamente gruesas (más de 10 metros).

8º La presencia simultánea de pirita y capas carbonosas en las pizarras.

Facies conglomeráticas de Mucuchachí son conocidas en el noroeste (Casés), sureste (capas de Aricagua), noreste (Páramo de Los Torres, carretera de La Concepción a Trujillo y carretera Flor de Patria a Boconó). Evidentemente parte de la fuente de sedimentos se encuentra tanto al norte como al sur. A juzgar por la litología de las capas de Casés la fuente noroeste debe haber estado en un área de rocas cristalinas similares o idénticas a las rocas de la formación del basamento Sierra Nevada. De una manera similar la fuente sureste debió haber estado compuesta en

parte por los esquistos del basamento de la Formación Bella Vista y en parte por rocas ígneas y sedimentarias del Paleozoico Inferior. La aparente ausencia de rocas devónicas en el área del río Caparo, tiende a confirmar la sugestión de que esa área puede haber constituido una fuente de sedimentos para la cuenca de Mucuchachí que se encontraba al norte. La presencia de pizarras y conglomerados en la parte alta del río Caparo, las cuales son muy similares o casi idénticas a las rocas de Mucuchachí y capas de Aricagua, sugieren que la cuenca de deposición debe haberse sobrepuesto al área actual de afloramientos de las rocas del Paleozoico Inferior. En líneas generales el cuadro que se nos presenta regionalmente no puede compararse directamente con aquel de la sedimentación a lo largo de la costa atlántica de Norte América.

En contraposición la cuenca no debe haber sido muy distinta de la que actualmente representan las cuencas de Colombia y Venezuela dentro del Mar Caribe muy próxima a una gruesa secuencia de sedimentos Mesozoicos y Terciarios al sur y recibiendo constantemente sedimentos de todos los puntos cardinales; aún dentro de grandes profundidades (2.000 a 3.000 brazas).

Presumiblemente esta cuenca marina profunda de Mucuchachí subsidió rápidamente, estando acompañada por fuertes levantamientos en las áreas de proveniencia, de manera que grandes volúmenes de sedimentos fueron arrojados en los bordes de la cuenca. Es probable que la mayoría de los clásticos gruesos fueran retenidos en una facies de plataforma marginal hasta ser completamente destruidos por posterior levantamiento y erosión. Los sedimentos más finos fueron llevados rápidamente a través de esta plataforma sobre el talud. Una lluvia de sedimentos de grano fino (arena fina, limo y arcilla) se acumuló en el talud, pero a intervalos arena de grano medio a grueso fue también depositada como consecuencia de actividad tectónica en la fuente de sedimentos y a flujos o a cambios en el movimiento de las olas y corrientes en áreas poco profundas y las cuales afectaron el escogimiento de los sedimentos llevados fuera del talud. En cierto tiempo parece haber habido una considerable reducción en la deposición de material grueso limoso y arenoso de tal manera que la sedimentación pelítica fue la dominante. En los lugares donde el ángulo de fricción interna de los depósitos fue excedido efectos parecidos a turbidez muy local tuvieron lugar resultando en la formación de pizarras laminadas y gradadas, sedimentación convoluta en areniscas y pizarras, etc. Las pizarras laminadas y bien escogidas pueden haber sido formadas por la acción de corrientes de fondo débiles sobre áreas de sedimentación pelítica; en los sitios no perturbados el material pelítico se acumuló para formar las pizarras laminadas. En la parte más profunda de la cuenca, lejos de la fuente de sedimentos, tuvo lugar la acumulación no perturbada de material pelítico, piritoso

y carbonáceo en un ambiente anaeróbico. La mayor parte de la sedimentación clástica ocurrió tan rápidamente que inhibió la sedimentación de calizas. Igualmente en las zonas más profundas de la cuenca las condiciones fueron desfavorables para la acumulación de calizas y el carbonato clástico que pudo haber sido acarreado fue disuelto antes que su sedimentación pudiera efectuarse. La rápida rata de sedimentación y las condiciones de relativa perturbación que prevalecieron no fueron favorables para el desarrollo de una fauna marina abundante. Estas formas, particularmente crinoideos, las cuales no se desarrollaron en abundancia, fueron frecuentemente arrojados y perturbados por los deslizamientos, fenómenos de turbidez y corrientes costeras.

Es probable que los sedimentos de las facies Casés y Aricagua representen los detritus depositados sobre el talud muy cerca del borde de la plataforma, ya que ellos consisten en su mayoría en sedimentos de grano grueso. La presencia de una facies de plataforma es sugerida por el hecho de que las limolitas y areniscas, intercaladas con las pizarras, son notablemente más ricas en cuarzo y más pobres en feldespatos y fragmentos líticos que las rocas de Aricagua y Casés.

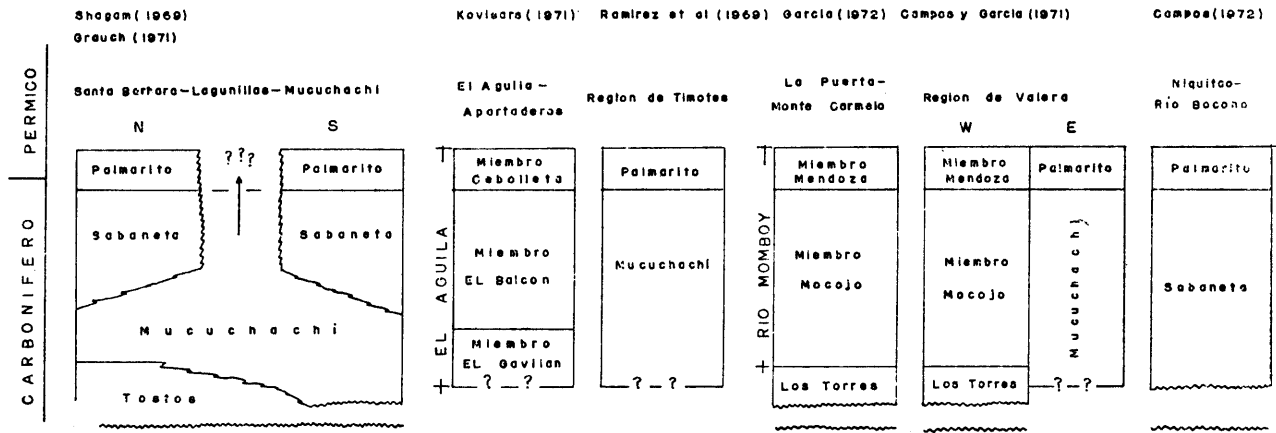
La cuenca original de Mucuchachí pudo haber sido varias veces más grande en dimensiones que el actual área de afloramientos, la cual se extiende aproximadamente 300 kilómetros en dirección NE-SW y tiene cerca de 70 kilómetros de ancho.

La Formación Mucuchachí no ha sido encontrada en pozos que alcanzan el basamento en la porción norte de la cuenca de Maracaibo y no es conocida en las montañas de Perijá al noroeste de esa cuenca. Presumiblemente las costas al noroeste se encontraban localizadas en alguna parte en la región entre el actual límite de afloramientos y la porción sur del Lago de Maracaibo. Al sureste el límite puede haberse extendido en parte a través de las áreas de deposición de las rocas paleozoicas más viejas.

Formación Sabaneta: La ausencia de fósiles marinos y depósitos de evaporitas, unido a la gruesa secuencia de capas rojas en el miembro superior de la Formación Sabaneta, sugieren un ambiente continental para su deposición. Sin embargo, al estudiar todas las evidencias obtenibles se puede pensar en un ambiente complejo, continental y marino, controlado por factores tectónicos.

Las observaciones hechas indican una fuente de sedimentos localizados al sur para las rocas de la sección tipo. El hecho de que los fragmentos que componen los conglomerados y areniscas gruesas sean muy similares a Bella Vista, rocas del Paleozoico Inferior y rocas ígneas de la región del Caparo, confirma esta teoría.

La parte basal de Sabaneta (Formación Mérida), cerca de



CUADRO DE CORRELACION DE LAS FORMACIONES DEL PALEOZOICO SUPERIOR EN LOS ANDES DE VENEZUELA

FIGURA-1

Mérida, consiste en una brecha sedimentaria de grano grueso, formada por bloques de rocas del basamento y paleozoicas, las cuales afloran al norte y oeste respectivamente de los afloramientos de Sabaneta. Muchos de estos bloques son tan grandes y notablemente angulares que da la impresión de no haber sido transportados más de unos cientos de metros de sus afloramientos.

La distribución de Sabaneta a través de los Andes Venezolanos está representada por dos franjas alineadas paralelamente. Para explicar estas dos franjas cabrían dos posibilidades; a) que la Formación Sabaneta se adelgazó muy rápidamente en la zona entre las dos franjas o que por el contrario la Formación Sabaneta nunca se depositó en la región central y que su área de deposición fue muy similar a la posición actual de los afloramientos. Es muy posible que las dos franjas deban su origen a sistemas mayores de fallas y que Sabaneta sea un equivalente lateral de Mucuchachí (fig. 1).

Es poco probable que la fuente de sedimentos de Sabaneta existiera como macizos tales como los actuales de la Sierra Nevada y la Sierra de La Culata. El hecho de que parte de la sección del Paleozoico Inferior haya sido preservada sugiere también una fuente de sedimentos de poca elevación; además en la sección tipo los conglomerados están presentes en proporción mucho menor que las areniscas y arenas de grano grueso. Evidentemente los sedimentos fueron transportados de distancias suficientes para reducir el tamaño del grano en forma considerable y afectar el escogimiento de los constituyentes clásticos; pero la distancia no fue suficiente para redondear los granos de las areniscas de grano medio a grueso. Por lo tanto la topografía de la fuente de sedimentos se considera haber sido de colinas bajas.

La Formación Sabaneta puede ser estudiada en términos de cuatro zonas estratigráficas sugiriendo que cuatro megaambientes de deposición pueden ser definidos. La fuente inicial (Zona A) debe haber sido un plano aluvial localizado bien por encima del nivel de base debido a que el grano fino está muy subordinado a la proporción de granos gruesos y muy gruesos. El hecho de que los afloramientos estén virtualmente ausentes aunque las areniscas sean conglomeráticas sugiere que la predominancia de sedimentos con tamaño de grano de arena no estuvo tan relacionado a la competencia de los ríos como a la naturaleza de la fuente de sedimentos y a las condiciones de erosión que existían allí. La ausencia de colores rojos y marrones indican que los sedimentos no estuvieron por mucho tiempo expuestos a condiciones de oxidación subaérea e implica rápida subsidencia del plano aluvial de deposición. El mal escogimiento de las areniscas, el carácter lenticular de algunas capas y su

gran espesor, la presencia de fragmentos de plantas diseminados y la ausencia de fósiles marinos constituye la suma total de evidencias favoreciendo una fuente de sedimentos aluvial.

La aparición de la zona conglomerática B significa un cambio mayor en el ambiente con grandes flujos de sedimentos marcados por conglomerados gruesos y estructuras de relleno de canales en los sedimentos. El aparente carácter cíclico de la sedimentación sugiere flujos torrenciales, flujos de arena y varias capas de limolitas. De nuevo la ausencia de capas rojas y la presencia de restos de plantas, puede significar rápido enterramiento en una planicie aluvial o en ambiente deltaico.

La primera capa roja marcando la base de la zona C señala un cambio significativo en las condiciones de sedimentación. Los depósitos son todavía esencialmente de grano grueso. Areniscas conglomeráticas y conglomerados dominan en la zona C. Las capas rojas pueden haber sido formadas por dos mecanismos distintos. En algunos casos es claro que los limos rojos constituyen los topes de secuencias gradadas. Estas son seguidas por condiciones de flujo las cuales arrojan detritos gruesos a través del tope del lodo todavía plástico, permitiendo un intenso acanalamiento y convolución del lodo del cual pequeños fragmentos son atrapados en los suprayacentes depósitos de areniscas gruesas. En otros casos los lodos rojos descansan sobre capas arenosas con un contacto bien definido. Una sucesión de varias capas arenosas intercañadas con lodos rojos es común. La presencia del color rojo y el hecho de que restos de plantas constituyan una proporción mínima sugieren que las condiciones oxidantes prevalecieron.

La delgada zona D está marcada por la aparición de protoquarcitas grises a verdes, aparición de algunas lutitas grises y una reducción en la proporción de capas rojas, posiblemente significando las etapas tempranas de la transgresión marina en tiempos de Palmarito.

Formación Palmarito: La Formación Palmarito es la más joven de las formaciones Paleozoicas en los Andes venezolanos y la única que contiene un desarrollo prominente de rocas calcáreas.

La distribución de la Formación es muy similar a la de Sabaneta y tiene la misma distribución en dos franjas, una al norte y otra al sur. La litología de Palmarito consiste en rocas clásticas de grano fino (limolitas y lutitas) y calizas fosilíferas. Las calizas aparecen generalmente en capas masivas de 10 a 60 centímetros de espesor y normalmente presentan una superficie de meteorización gris pálido. La roca fresca es típicamente gris oscuro, casi negro en algunos afloramientos y varía de afanítica a finamente cristalina. Los especímenes frescos dan olor fétido al partirse.

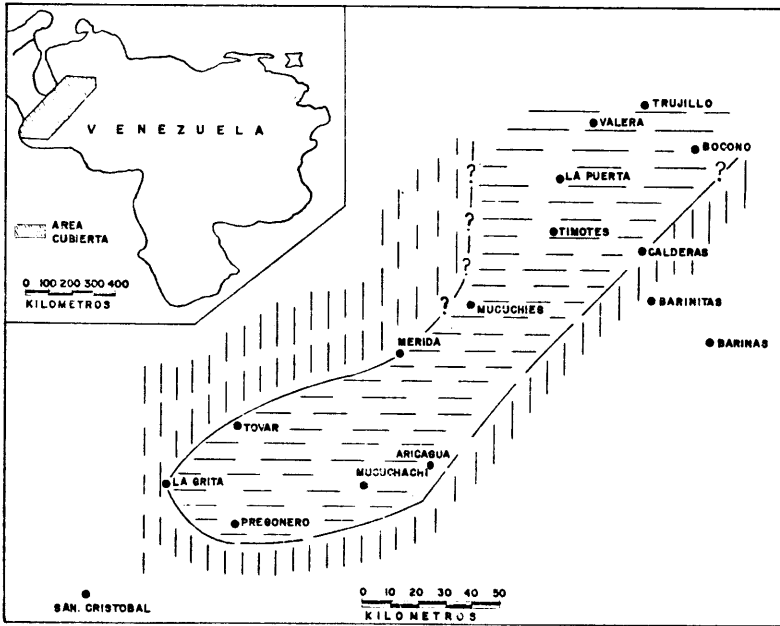
La relativa constancia de la sucesión estratigráfica y espesor de Palmarito a través de los Andes sugiere que el mar de Palmarito cubrió la región desde el sur hasta el norte y en consecuencia la Formación es en todas partes más joven que las pizarras de Mucuchachí.

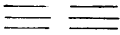
El grano más fino de los clásticos de Palmarito podría ser interpretado en términos de aguas más profundas o distancias más grandes de la línea de playa, pero una interpretación más razonable sería que la deposición de Palmarito fue marcada por una reducción pronunciada en la cantidad y rata de la sedimentación clástica en comparación con Mucuchachí y Sabaneta, reflejando no tanto la mayor profundidad sino más reducción y presencia de una fuente con poca elevación. En vista de la predominancia de sedimentos de grano fino, la fina escala de escogimiento y la presencia de chert químicamente precipitado, se presume que el proceso de escogimiento estuvo relacionado a corrientes de fondo débiles en vez de un ambiente más violento dentro de la base de olas.

La aparición de las calizas aparentemente indica una cesación virtual de la sedimentación clástica. La predominancia de una matriz de calcita microcristalina implica un ambiente carente de corrientes de fondo y con deposición en una cuenca marina de aguas poco profundas.

En la región de Palmarito-Mucuchachí y en el valle del río Chama, Palmarito suprayace la Formación Sabaneta; claramente se nota que la subsidencia de la cuenca Permo-Carbonífera continuó de tal forma que los mares transgredieron a través de los depósitos continentales de Sabaneta.

La Formación Palmarito no ha sido encontrada en perforaciones profundas al basamento en las cuencas de Barinas o de Maracaibo. Rocas similares en litología y en edad se conocen en varias localidades en la Sierra de Perijá. Dos explicaciones alternativas pueden ser consideradas: a) Que el mar de Palmarito se extendió alguna vez tan al sur como la presente posición del río Caparo y hacia el norte a través de los Andes y la cuenca de Maracaibo hasta la actual posición de la Sierra de Perijá. La aparente ausencia de la Formación sobre la plataforma de Maracaibo podría ser explicada por levantamiento y erosión de esa región durante el Mesozoico. La otra alternativa es que los mares de Palmarito corresponden a la presente posición geográfica de los Andes y Perijá y que las lutitas y calizas nunca fueron depositadas en la región de la cuenca de Maracaibo. Tal interpretación podría implicar que los Andes y Perijá fueron establecidos como cordilleras, como mínimo durante el Pérmico.



(A)  CUENCA DEL PALEOZOICO SUPERIOR (CARBONIFERO SUPERIOR-PERMICO) : Deposición de la Fm. Sabaneta(y equivalentes) en los bordes y de la Fm. Mucuchachi(y equivalentes) en la parte central, durante el Carbonífero. Superior y Posteriormente de la Fm. Palmarito desde finales del Carbonífero y durante el Pérmico.

(B)  AREA DE NO DEPOSICION

FIGURA-2

(Según CAMPOS, 1972)

Metamorfismo

Las formaciones del Permo-Carbonífero en los Andes venezolanos están afectadas en mayor o menor grado por el evento metamórfico ocurrido a finales del Paleozoico. Dicho evento afectó sólo a las rocas que se encuentran localizadas en el núcleo de la cordillera y flanco norte de los Andes. Las rocas del flanco sur no fueron afectadas por dicho evento o lo fueron en menor grado. Como consecuencia de ello la diversidad de nombres formacionales para las rocas del Permo-Carbonífero como los son por ejemplo los nombres de Río Momboy, Los Torres, El Aguila y Tostós son más que todo debidos a las variaciones litológicas producidas por el mayor grado de metamorfismo que presentan estas rocas al compararlas con las que afloran en las secciones tipos de Mucuchachí, Sabaneta y Palmarito.

La característica más resaltante de este evento regional de metamorfismo, ocurrido a finales del Paleozoico, es la de su carácter progresivo y así por ejemplo en las rocas de Mucuchachí tenemos variaciones laterales que nos muestran asociaciones mineralógicas que van desde la zona de la clorita hasta alcanzar las zonas de la estauroлита y silimanita. Este evento metamórfico produjo asociaciones mineralógicas en equilibrio, características de la facies series intermedia de baja presión. Una foliación metamórfica penetrativa fue formada simultáneamente en las formaciones Sierra Nevada (Precámbrico), Tostós y Mucuchachí (y sus equivalentes).

La paragénesis de minerales dentro de la facies series tuvo lugar de una manera normal y predecible con la excepción de los aluminosilicatos dentro de la zona de la estauroлита. El metamorfismo puede haber sido acompañado por una deformación menor. Sin embargo, la deformación mayor es posterior al desarrollo de las zonas de estauroлита. Un evento metamórfico regresivo es evidenciado por clorita y porfiroblastos de moscovita no orientados y alteración de feldespatos, biotita y granate.

Historia Geológica

Durante el Paleozoico Superior una amplia cuenca de Mucuchachí (incluyendo todos sus equivalentes) se orientó paralelamente a la actual dirección de los Andes (fig. 2). La sedimentación fue continua a través del intervalo Carbonífero Superior-Pérmico y principalmente marina, con la excepción de la facies continental representada por la Formación Sabaneta en los bordes de la cuenca. Antes de la deposición de Palmarito durante el Carbonífero Superior a Pérmico la cuenca se hizo más restringida y la aparición de las calizas indica una cesación virtual de la sedimentación clástica.

Al final del Paleozoico ocurre una orogénesis acompañada por un evento regional de metamorfismo y el emplazamiento o removilización de cuerpos graníticos. Este evento metamórfico y actividad ígnea no afectó a las rocas del Paleozoico Inferior que afloran en la región del río Caparo ni a las rocas de la Formación Bella Vista del Precámbrico.

En la región del Páramo de Los Torres y sus cercanías este evento regional produjo una zona de estauroлита común a Sierra Nevada (Precámbrico), Los Torres y Río Momboy (Paleozoico Superior). Posteriormente a la fase mayor de metamorfismo, y cuando las rocas se encontraban más próximas a la superficie que para el tiempo que el metamorfismo tuvo lugar se producen pequeñas intrusiones que causan aureolas reducidas y efectos retrógrados en las rocas regionalmente metamorfozadas.

SIERRA DE PERIJA

La Sierra de Perijá se diferencia de los Andes en que presenta un estilo tectónico más sencillo, este es el caso especialmente en las partes centrales de la serranía, lejos de los sistemas de fallas frontales más complejos. En consecuencia la Sierra de Perijá se halla también mejor ubicada para permitir el estudio de la estratigrafía Pre-Cretácea ya que secciones sedimentarias no dislocadas y relativamente largas son aptas para ser medidas, aún en el caso de rocas Paleozoicas.

El ciclo Paleozoico superior parece corresponder como en los Andes Venezolanos, a los períodos Pensylvaniense y Pérmico, pero las características sedimentarias son diferentes en el norte y en el sur.

Mientras que en el flanco noreste de la Sierra aparecen rocas de ambiente marino y litología similar a la de la Formación Palmarito, cuyas faunas indican una edad Permo-Carbonífero, en el flanco sureste sólo se conocen rocas de origen continental con elementos piroclásticos redepositados (Formación Tinacoa) cuya edad, supuestamente Pérmica, se basa hasta la fecha en determinaciones palinológicas poco precisas.

El ciclo del Paleozoico en la Sierra de Perijá parece terminar al igual que en los Andes venezolanos, con la orogénesis del Permo-Triásico; caracterizada asimismo por extenso plutonismo ácido y efusiones ácidas. La sedimentación de molasas volcánoclasticas en ambientes continental y costanero durante el intervalo Pérmico Jurásico evidencia el evento tecto-magmático del cierre del Paleozoico.

ORIENTE DEL PAIS

En el subsuelo del bõrde meridional de la Cuenca de Venezuela Oriental, la Formación Carrizal ha sido recientemente atribuida a edades que van del Devónico Superior al Carbonífero Inferior en base a determinaciones palinológicas. Los sedimentos de la Formación Carrizal no presentan metamorfismo apreciable. Aparentemente descansan en posición subhorizontal y están igualmente discordantes por debajo de los sedimentos Cretácicos continentales del Grupo Temblador. Han sido penetrados esporádicamente por escasos taladros, por cuya razón resulta aventurado pensar en el papel que hayan podido representar en el desarrollo histórico-geológico de la cuenca de Venezuela Oriental.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CAMPOS, V. (1972) "Geología de la región de Calderas, Estados Trujillo, Portuguesa y Barinas". **Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dir. de Geología, Informe inédito.**
- COMISION VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFIA Y TERMINOLOGIA (1970) "Léxico Estratigráfico de Venezuela". **Bol. Geol. (Caracas), Public. Esp. 4,** 756 p.
- GARCIA J., R. (1972) "Late Paleozoic metamorphism in the Páramo de Los Torres Area, Estado Trujillo, Venezuelan Andes". **M. S. Thesis, Michigan Tech. University.**
- GRAUCH, R. I. (1971) "Geology of the Sierra Nevada south of Mucuchies, Venezuelan Andes". **Ph. D. Thesis, University of Pennsylvania.**
- MARTIN BELLIZZIA, C. (1968) "Edades isotópicas de rocas Venezolanas". **Bol. Geol. (Caracas), 10 (19): 356-377.**
- SHAGAM, R. (1972) "Geología de los Andes Centrales de Venezuela" (Resumen). **Mem. IV Congr. Geol. Venez., Tomo 2, Bol. Geol., Public. Esp. 5: 935-938.**