

ARTICULODEPOSITOS DE YESO EN LA PENINSULA DE PARIAESTADO SUCRE, VENEZUELA

por

Aura Neuman de Gamboa*

y

Clemente González de Juana**

Introducción

Aún cuando la Península de Paria hasta hace poco tiempo era poco menos que desconocida, desde un punto de vista geológico, la capa de yeso que se extiende a lo largo de su parte meridional había despertado mayor interés económico.

Kugler (1953) menciona que las facies yesíferas existentes en las secuencias metamórficas de Venezuela Oriental pueden servir como elemento de correlación entre los metasedimentos de Trinidad y Paria; así correlaciona los intervalos lenticulares yesíferos de la Formación Maraval, con los observados por él mismo en Macuro y Morrocoy. Posteriormente otros geólogos han considerado que los yesos de St. Joseph, cerca de Port of Spain, pertenecen a la Formación Laventille y no a Maraval (K. W. Barr, comunicación personal).

En los estudios efectuados por profesores y alumnos de la Universidad Central de Venezuela (1964) se estudiaron en detalle los depósitos de yeso a la luz de la estratigrafía regional de Paria, llegando a determinadas conclusiones sobre la forma y ambiente de sedimentación de las rocas que componen el Miembro Patao de la Formación Cariaquito, en el cual se incluye la capa de yeso.

Dichas conclusiones se exponen en el presente artículo.

Gran parte del trabajo de campo fué llevado a cabo por Nelly Pimentel y Mariela Sanz, a quienes los autores hacen extensivo su reconocimiento.

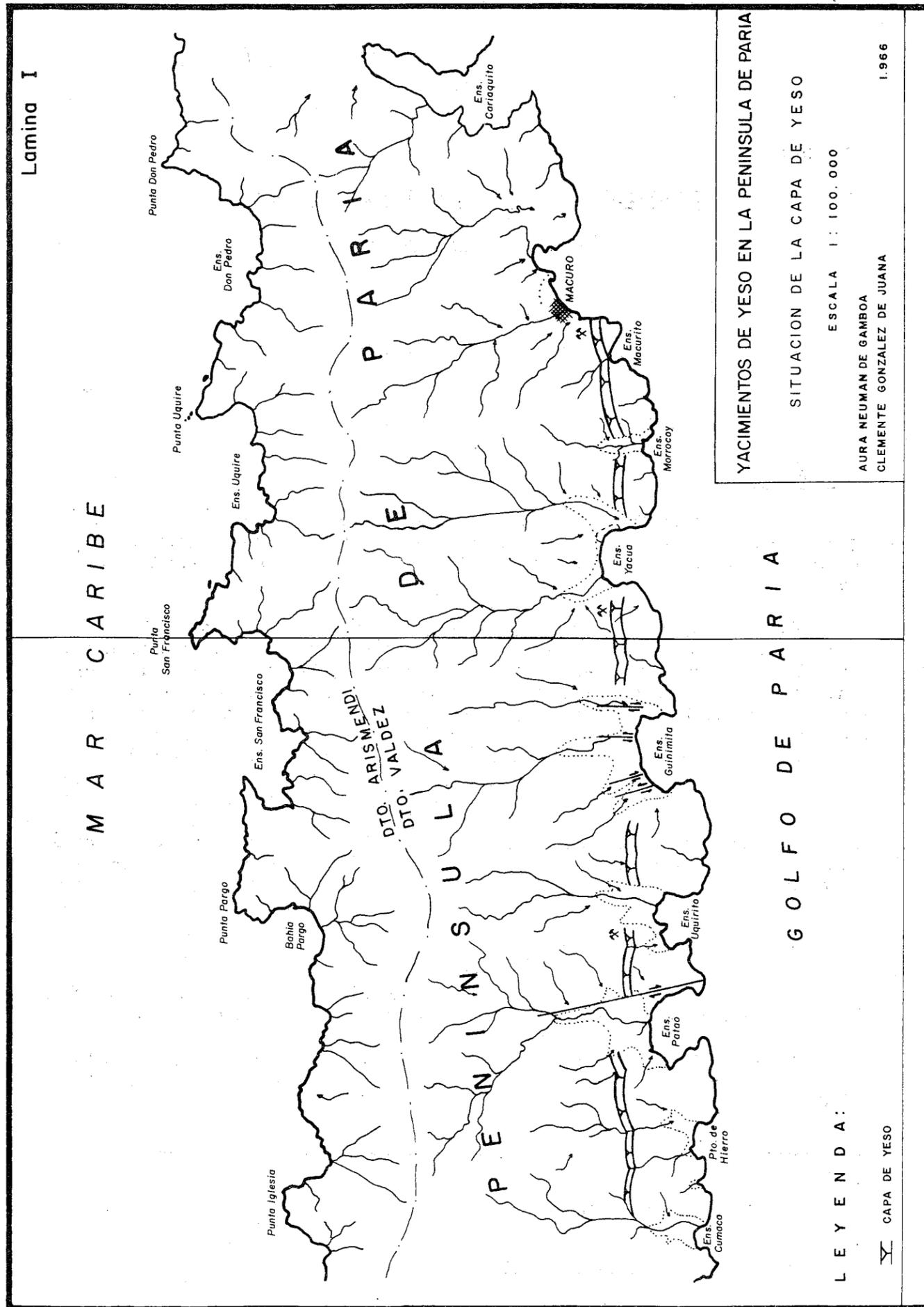
La ubicación de los yacimientos de yeso se indica en el mapa adjunto (Lam. I) y las variaciones laterales se muestran en unos cortes estructurales (Lam. II).

*

Cía. Shell de Venezuela.

**

Universidad Central de Venezuela.



Estratigrafía Local

El horizonte yesífero se encuentra ubicado en la parte superior del Miembro Patao de la Formación Cariaquito (C. González de Juana *et al.*, 1965). La litología de este miembro sufre, a lo largo de su rumbo, pequeñas variaciones que es interesante anotar en detalle.

En la sección tipo de Patao, los horizontes infrayacentes al yeso forman un grueso espesor de calizas dolomíticas, que puede subdividirse en tres intervalos distintos; el inferior muestra calizas dolomíticas compactas con un espesor aproximado de 45 m. y está seguido por unos 25 m. de caliza dolomitizada, laminada, parcialmente esquistosa, que pasa a un nuevo intervalo de caliza dolomítica maciza y compacta, de unos 200 m. de espesor, sobre la cual descansa el yeso.

Las gruesas calizas se adelgazan hacia el Este. Ya en la fila divisoria entre las ensenadas de Patao y Uquirito, el intervalo inferior, compacto, de calizas pasa a esquistos muy calcáreos (40% a 60% de calcita) con solo lentes delgados de caliza. Los esquistos pasan gradualmente, hacia arriba, a una caliza dura y laminada, característica del intervalo central. El intervalo superior de caliza compacta continúa con litología similar pero con espesor decreciente, entre 30 m. y 15 m., hacia el Este, para desaparecer en forma lenticular entre Morrocoy y Macuro.

En los horizontes suprayacentes al yeso se observa un cambio inverso. En la sección de Patao se encuentra sobre el yeso un intervalo grueso de esquistos, variablemente grafitosos y variablemente calcáreos (máximo 30% de calcita) con lentes delgados de caliza, pero en ningún caso aparecen desarrollos importantes de caliza. Al Este de Uquirito, la columna suprayacente al yeso está formada por un intervalo, relativamente delgado, de esquistos micáceos con venillas de yeso, vetas de calcita, y, ocasionalmente, lentes de caliza. Sobre este intervalo aparece una capa de caliza maciza, con espesores variables entre 20 y 30 m.

Hacia el Este, el intervalo esquistoso, entre el yeso y la caliza, se va adelgazando gradualmente y a la altura de la Cantera de Morrocoy, la caliza descansa directamente sobre el yeso, situación que continúa hasta la Cantera de Macuro.

Dimensiones de la Capa de Yeso

La capa comienza en la Ensenada de Cumaca, donde desaparece hacia el Oeste por lenticularidad, y se extiende hasta las explotaciones de la C.A. Venezolana de Cementos en Macuro, donde se interna en el mar. Tiene por lo tanto, una longitud según el rumbo de 17 Km. de los cuales un total de 7 Kmm. está cubierto por aluviones en las planicies de Carenero (Puerto de Hierro), Patao, Uquirito, Güinimita, Yacua y Morrocoy.

La capa está cortada por varias fallas transversales, con un rumbo promedio N 15 a 20 W, que forman parte de un sistema regional, consistente, que se describe en detalle más adelante.

El espesor de la capa de yeso aumenta de Oeste a Este, de acuerdo con las siguientes cifras: Cerro de la Antena en Puerto de Hierro, 23 m., Patao 38 m., Uquirito 55m., Yacua 120 m. y Morrocoy 70 m. En las inmediaciones de este punto, hacia el Este, la capa se bifurca y entre ambas ramas aparece un intervalo de esquistos cuarzo-micáceos, calcáreos, grises con meteorización rojiza, que hacia el Este llegan a alcanzar un espesor de 180 metros. En Macuro se explota actualmente la rama superior que tiene un espesor de 60 metros, mientras que la inferior presenta unos 50 m. de potencia.

La cubicación total y generalizada de las reservas de yeso puede obtenerse multiplicando la longitud de los afloramientos, unos 8.000 m., por un espesor promedio de 70 m. y una altura de explotación promedio de 50 m. Ello proporciona un volumen de reservas del orden de los 25.000.000 de metros cúbicos, que representan unos 65.000.000 de toneladas.

Geología Estructural

La capa de yeso forma parte de un flanco homoclinal de buzamiento sur variable desde 60° S en su terminación oeste, hasta 40° S en la cantera de Macuro y un rumbo general N 75° E.

A lo largo de su rumbo su continuidad se ve interrumpida varias veces por fallas transcurrentes de desplazamiento relativamente pequeño. La mayor de ellas, de rumbo N 14° W, se encuentra al Este de la ensenada de Patao, la cual tiene un desplazamiento horizontal de unos 300 metros, habiéndose movido el bloque occidental hacia el Norte y el bloque oriental hacia el Sur.

En las ensenadas de Uquirito y Güinimita se pueden observar pares de fallas conjugadas, un par en Uquirito y dos pares en Güinimita, con la particularidad de presentar los bloques intermedios volcados hacia el Sur. El rumbo aproximado de estas fallas es N 20° W.

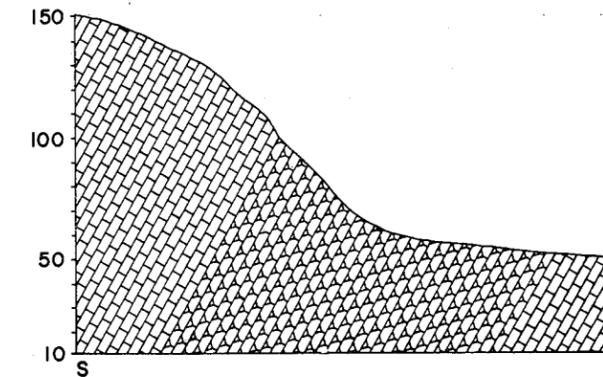
Además de estas fallas principales existen otras menores; una falla en Morrocoy de rumbo N 30° W y buzamiento 61° S, cuyo movimiento esencialmente vertical ha levantado el labio oeste y dos fallas en Macuro que afectan al esquistos entre las dos ramas de yeso, pero que no tocan a éste.

Como estructuras menores encontramos diaclasas principalmente en la anhidrita que, aunque no muy abiertas, contribuyen al desprendimiento de bloques en las canteras aumentando la meteorización.

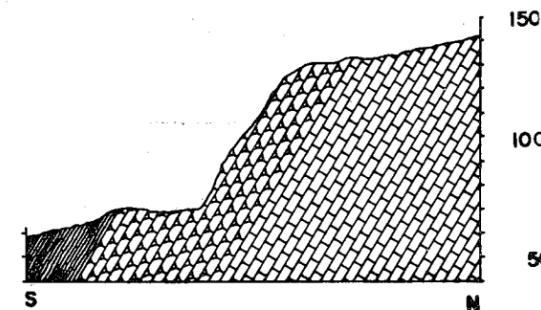
Génesis del Yeso

La precipitación de sales a partir del agua de mar requiere que la concentración salina aumente hasta sobrepasar el punto de saturación de cada una de las sales contenidas en la solución. En la naturaleza esto ocurre con mayor frecuencia en cuencas o subcuencas aisladas, donde la evaporación excede normalmente a la suma de precipitación y escorrentía, o en las cuencas de circulación restringida donde dicha evaporación excede al aporte del mar.

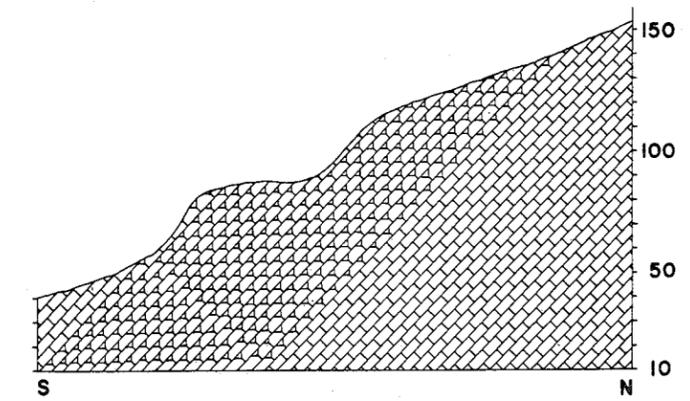
Las restricciones a la circulación de agua de mar en la parte profunda de la cuenca pueden ser estáticas como barreras físicas, o dinámicas como las relaciones de presión debidas a un gradiente hidráulico, a diferencia de densidades, fricción entre corrientes de direcciones opuestas, o fricción entre la corriente profunda y las paredes del canal.



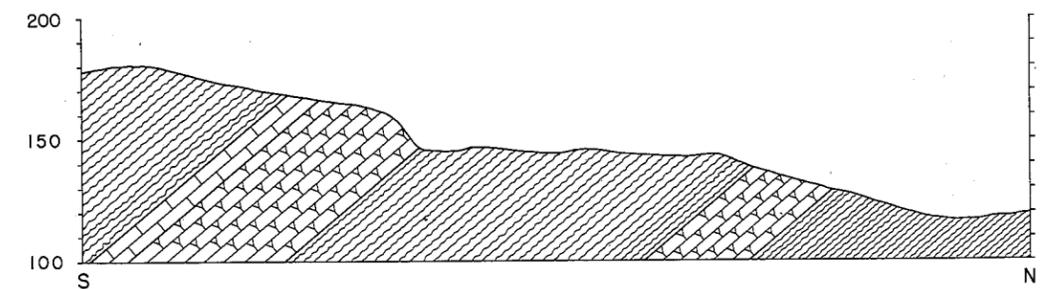
CANTERA DE YACUA
ESC. 1: 3.000



CANTERA DE UQUIRITO
ESC. 1: 3.000



CANTERA DE MORROCOY
ESC. 1: 3.000



CANTERA DE MACURO
ESC. 1: 3.000

Solución		Producto
Marina Normal		Calizas fosilíferas Lutitas, etc.
Penisalina		Dolomita anhidrítica y anhidrita.
Salina		Halita y anhidrita
Penisalina		Dolomita anhidrítica y anhidrita
Marina Normal		Calizas fosilíferas. Lutitas, etc.

Fig 1 Secuencia de precipitación de evaporitas según Sloss (1955)

Desde los tiempos de Usiglió (1849) muchos investigadores se han ocupado del orden y condiciones de precipitación de las diversas sales. L.L. Sloss (1953) establece la secuencia de precipitación en la forma indicada en la Fig. 1. En ella la solución de concentración intermedia entre la marina normal y la francamente salina es llamada "penisalina", como modificación del término de Lang (1937).

Esta solución se caracteriza por la precipitación de carbonatos, como evaporitas, en forma de dolomita y caliza primarias intercaladas con anhidrita, en capas no fosilíferas de colores claros, con mayor porcentaje de dolomita que de caliza y donde una matriz de carbonatos finamente cristalizados contiene cristales rómbicos de dolomita. Los cristales rómbicos se interpretan como reemplazos en la matriz durante la precipitación o después de la diagénesis. Una agitación en la solución puede producir dolomías sacaroideas, incluso con estratificación cruzada o carbonatos oolíticos.

Estas condiciones implican una concentración salina suficiente para detener el desarrollo de organismos, ordinariamente presentes en el agua de mar, pero no lo suficientemente alta para llegar a la precipitación de los cloruros.

Al aumentar la concentración la solución pasa a ser francamente salina y se caracteriza por la precipitación de halita y anhidrita con pocas, o ninguna capa de carbonato. Al continuar el proceso de concentración se producen soluciones supersalinas que precipitan las sales potásicas.

Cuando comienza la precipitación de evaporitas en una cuenca restringida se forma un gradiente de salinidad que es variable con el estado de concentración de la solución y produce cambios, tanto horizontales como verticales, en la naturaleza del precipitado.

Los cambios horizontales son debidos a la inclinación del gradiente entre la entrada y el fondo de la cuenca. Cuando se estabiliza la posición del gradiente de salinidad horizontal y se equilibra la concentración salina, la composición del precipitado no cambia y solamente su espesor aumenta.

La Figura 3 representa una cuenca de evaporitas de este tipo en la cual la corriente profunda es devuelta parcialmente desde la entrada del canal, debido al impulso del agua que penetra en él. Este retraso en la salida es la causa del incremento de densidades desde la entrada hacia el fondo del canal, el cual determina la segregación lateral de sales que precipitan.

En la variación vertical de las evaporitas se pueden separar tres ciclos distintos, de los cuales el del centro es el mas completo. La subdivisión de Stewart (1951) para esta zona es como sigue:

Tope:

1. Zona de Halita superior
2. Zona de Halita-Silvinita
3. Zona de Halita
4. Zona de Halita-Anhidrita
5. Zona de Anhidrita
6. Zona de Dolomita

Formación	Sol.		Producto
GUINIMITA	Marina Normal		Calizas fosilíferas, conglomerados areniscas.
CARIQUITO	Miembro Yacua	Penisalina	Esquistos cuarzo-micáceos, en parte grafitosos, con lentes delgadas de caliza.
	Miembro	Salina	Yeso formado por la hidratación de la anhidrita.
		Penisalina	
	Patao	Marina Normal	Calizas no fosilíferas muy dolomitizadas. Alto contenido de Mg CO ₃ .

Fig. 2 Columna sedimentaria parcial en la Peninsula de Paria

Esta secuencia, inversa al coeficiente de solubilidad, se debe a que el gradiente horizontal de salinidad se mueve a medida que la concentración aumenta; por ello la precipitación de dolomita que comenzó en el fondo del canal, donde las concentraciones eran mayores, es reemplazada por anhidrita mientras que la precipitación de dolomita se desplaza hacia la boca del canal. Al continuar el proceso de concentración la anhidrita se mueve a su vez hacia los bordes y en el fondo comienza a precipitarse la halita.

Si analizamos la secuencia de rocas que forman la columna sedimentaria de Paria Oriental, desde la base del Miembro Patao de la Formación Cariaquito, hacia arriba, encontramos una gran semejanza con la secuencia descrita por Sloss, tal como puede observarse en la Figura 2.

De ello se puede deducir que en el Infracretáceo imperaba en la región un ambiente de aguas poco profundas, limpias y de concentración normal, en el cual se depositó un espesor de caliza, no fosilífera, parcialmente mezclada con arcilla, que hoy constituye la parte basal de Miembro Patao. Al aumentar la concentración, la solución llegó a ser peninsalina, precipitando calizas dolomíticas y aun dolomías (30% de $MgCO_3$). Con el aumento de la concentración las calizas y dolomías fueron reemplazadas, en la parte distal de la cuenca, por la precipitación de anhidrita, mientras que la precipitación de carbonatos se desplazó hacia el borde abierto de la subcuenca.

Diversas observaciones permiten presuponer que este borde se encontraba hacia el Oeste, toda vez que los espesores de yeso disminuyen de Este a Oeste, indicando que la mayor concentración y la primera precipitación de anhidrita se produjo hacia el Este y que el gradiente de salinidad avanzó de Este a Oeste. El contenido faunal soporta esta teoría toda vez que mientras hacia el Este todo el Miembro Patao es estéril, hacia el Oeste, en la región de Yaguara-Catalana, se observan los primeros restos de algas concrecionarias, combinados con espículas y placas de cidarios, y solamente más al Oeste, prácticamente sobre el meridiano de Güiria, se recogieron algunos celenterados, indicativos de ambientes de salinidad normal, aunque todavía de poca profundidad. Si se comparte la opinión de Bucher (1953) de que la escasez de faunas en rocas metamórficas es más un fenómeno de ambiente que una destrucción subsecuente de los restos fósiles, la hipótesis anotada encuentra mayor justificación.

No solo la diferencia de espesores que presenta la capa a lo largo de su rumbo fué razón para postular la existencia de una subcuenca restringida en la Península de Paria durante la deposición del Miembro Patao, sino también la variación en la composición química de las calizas que forman la base de dicho miembro.

El contenido de Carbonato de Magnesio es la parte principal de estos ensayos, mediante el cual podemos establecer: En la parte central del canal, donde la concentración salina era mayor encontramos una caliza con hasta 30% de $MgCO_3$, o sea, casi una dolomía. A medida que avanzamos hacia el Oeste encontramos que el contenido de $MgCO_3$ decrece, de forma que en Carenero contiene un 12,50% promedio y en la región de la Yaguara, donde ya no existía la subcuenca, encontramos solo un 7% promedio. Más al Oeste, en la región de Río Salado, las calizas tienen un promedio de 5% de $MgCO_3$.

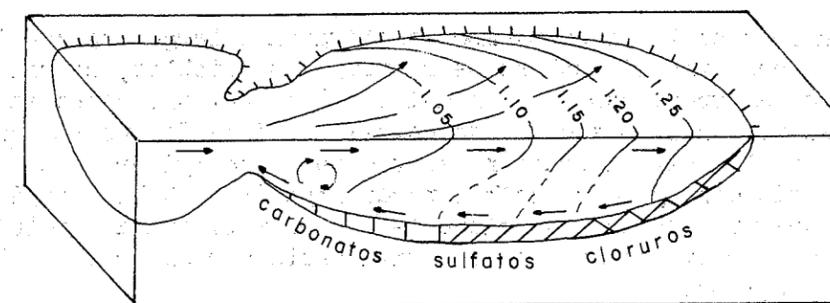


Fig. 3 Cuenca modelo de evaporitas

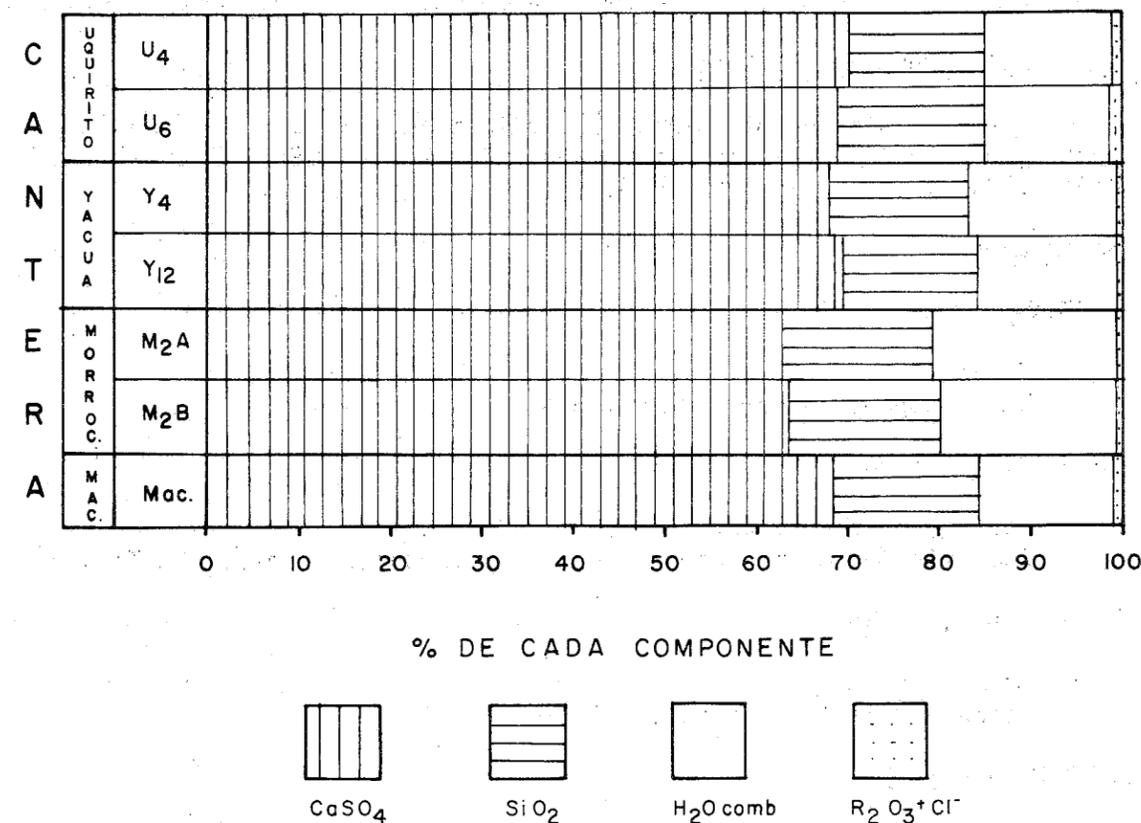


Fig. 4 Composición química del yeso de Paria

Durante un lapso de tiempo relativamente largo las condiciones ambientales y la concentración salina se mantuvieron estables, permitiendo la precipitación de la gruesa capa de anhidrita. Los análisis espectrográficos efectuados no mostraron la presencia de Potasio, indicando que la concentración salina no llegó a alcanzar el grado necesario para precipitar sales potásicas. No se excluye, sin embargo, la posible precipitación de halita hacia el fondo de la cuenca, que pudo haber sido disuelta con posterioridad, incluso por las mismas soluciones que hidrataron la anhidrita hasta convertirla en el yeso que actualmente se explota.

Pasada la sedimentación del Miembro Patao comienza un proceso retrógrado durante el cual la concentración de la solución baja hasta hacerse penisalina de nuevo. En este ambiente se depositan las lentes delgadas de caliza del Miembro Yacua de la Formación Cariaquito y los típicos esquistos grafitosos indicativos de la sedimentación de lignitos.

Solamente durante el Barremiense-Aptiense, Formación Güinimita, vuelven los ambientes salinos normales, primero bajo la forma de albuferas de aguas cálidas y, posteriormente, marinos de aguas más abiertas y ligeramente más profundas donde llegan a proliferar los celenterados y algunos foraminíferos.

Composición Química del Yeso

Los análisis adjuntos (Fig. 4) indican que la composición química del yeso apenas varía y presenta un promedio de 69,00% CaSO_4 ; 15,50% SiO_2 ; 15,56% H_2O ; 0,34% $\text{R}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^-$ y 0,25% MgO .

References

BATEMAN, A. M., 1957

Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico.
Edic. Españ., Editores Omega, S.A.

BATES, R.L., 1960

Geology of the Industrial Rocks and Minerals.
Harper's Geoscience Series, Harper & Brothers, Publ., New York.

BRIGGS, L.I., 1958

Evaporite Facies.
Journ. of Sedim. Petrol., vol. 28, no. 1.

BUCHER, W.H., 1953

Fossils in Metamorphic Rocks: a review.
Geol. Soc. of Amer., Bull., Memoir 49.

GOLDMAN, M.I., 1952

Deformation, Metamorphism and Mineralization in Gypsum-Anhydrite cap rock. Sulphur salt dome. Louisiana.
Geol. Soc. of Amer., Bull., Memoir 50.

GONZALEZ de JUANA, C., MUÑOZ, N.G. y VIGNALI, M., 1965

Reconocimiento Geológico de la parte Oriental de Paria.
A.V.G.M.P., Bol. Informativo, vol. 8, no. 9

IOWA GEOL. SURV., 1918

Gypsum.
Annual Reports, vol. XXVIII.

KUGLER, H.G., 1953

Jurassic to Recent sedimentary environments in Trinidad.
Vereining. Schweiz. Petr. Geol. und Ing. Bull., vol. 20, no. 59.

MORRIS, R.C. y DICKEY, P.A., 1957

Modern Evaporite deposition in Peru.
Am. Asoc. Pet. Geol., Bull., vol. 41, no. 11.

PETTIJOHN, F.J., 1957

Sedimentary Rocks.
Harper's Geoscience Series, Harper & Brothers, Publ., New York.

SCRUTON, P.C., 1953

Deposition of Evaporites.
Am. Asoc. Pet. Geol., Bull., vol. 37, no. 11.

SLOSS, L.L., 1953

The significance of Evaporites.
Journ of Sedim. Petrol., vol. 23, no. 3.