

CORRELACIÓN
DE
LAS CALIZAS DE MIRAFLORES EN BOLIVIA
CON EL HORIZONTE CALCÁREO-DOLOMÍTICO
DEL NORTE ARGENTINO

POR

O. SCHLAGINTWEIT



LA PLATA
REPÚBLICA ARGENTINA

—
1941

CORRELACIÓN DE LAS CALIZAS DE MIRAFLORES EN BOLIVIA

CON EL HORIZONTE CALCÁREO-DOLOMÍTICO DEL NORTE ARGENTINO

POR O. SCHLAGINTWEIT

En el Sudeste de Bolivia, Steinmann (18 y 19) había distinguido en el año 1903, en su « Formación Puca », continuación directa, como él mismo dice, de la « Formación Petrolífera » de Brackebusch del Norte argentino, las siguientes tres subdivisiones :

- c) Las Areniscas Superiores;
- b) Un grupo de margas varicolores, parecidas en partes al Keuper Germánico, con yeso, calizas y dolomita ;
- a) Las Areniscas Basales.

Mientras que, casi por todas otras partes, las calizas del grupo medio *b*) contienen exclusivamente gasterópodos, en Miraflores al NW de Potosí, Steinmann halló erizos de mar y otros fósiles, que le indicaban una edad cretácica.

En el Norte argentino, Bonarelli (5) introdujo el término « Horizonte Calcáreo-Dolomítico » para el grupo *b*) de Steinmann. Rechazó categóricamente la idea de una edad cretácica de este horizonte, abogando por su edad triásica-liásica. Le indujo al error la determinación equivocada de las calizas de La Poma (Prov. de Salta) por Palmer, Schuchert y Stanton, quienes creyeron ver en sus gasterópodos formas del Dogger de Chile. Además Bonarelli se basó en la clasificación de los gasterópodos del Horizonte Calcáreo-Dolomítico, hecha por Cossmann, quien murió antes de haber terminado el estudio.

La idea de Bonarelli acerca de una edad triásico-liásica del Horizonte Calcáreo-Dolomítico, ha sido la causa de mucha confusión y de varias interpretaciones erróneas; hasta el punto de que Gerth, en su *Geología de la América del Sud* (9, pág. 217 y 380), supuso la existencia de dos horizontes calcáreos, triásico el uno y cretácico el otro. Intentó salir así del dilema, surgido por la comprobación de un grupo calcáreo de indudable edad cretácica en ciertos lugares. En dos publicaciones anteriores (16 y 17) he recalcado que en el Norte Argentino tal conjetura no corresponde a los hechos; puedo añadir ahora, que en Bolivia tampoco.

Para la edad del Horizonte Calcáreo-Dolomítico del Norte argentino es de gran trascendencia saber, si las calizas de Miraflores son del mismo nivel estratigráfico. Steinmann, en sus publicaciones (18, 19 y 20), no dejó la más mínima duda de que consideraba sincrónicas las dos formaciones, en Miraflores y en el Norte Argentino (Garrapatal, Tres Cruces, Esquina Blanca y los cerros Siete Hermanos cerca de Yavi). Todos los autores que posteriormente se ocuparon del asunto, incluso Bonarelli, no conocieron por propia práctica los dos yacimientos. El autor de este artículo ha conocido, al servicio de los Yacimientos Petrolíferos Fiscales argentinos, el Norte Argentino, y al servicio de Yacimientos Petrolíferos Fiscales bolivianos, la correspondiente zona de Bolivia. Desea dejar constancia de su agradecimiento a la Gerencia de Y.P.F.B. por haberle posibilitado un viaje a Miraflores, paraje que se encuentra fuera de la zona de interés directo y práctico del petrolero.

DETALLES ESTRATIGRÁFICOS

Para facilitar la comparación con mis dos publicaciones anteriores (16 y 17), uso en ésta la nomenclatura allá empleada, la que entonces ha sido la oficial en Y.P.F. argentinos, aunque ella no se atiene a las normas establecidas por la nomenclatura científica. Tal nomenclatura ha sido propuesta en Y.P.F. (*Bol. Inf. Petrol.*, 15, n° 171, Bs. Aires, 1938), pero los geólogos argentinos no se han acostumbrado a usarla. Bajo el término de « Horizonte Calcáreo »

o brevemente « el Calcáreo », entiendo solamente el « Xs » de Hagerman (12). Bonarelli ha incluido en su « Horizonte Calcáreo-Dolomítico » no solamente este grupo propiamente dicho calcáreo, sino

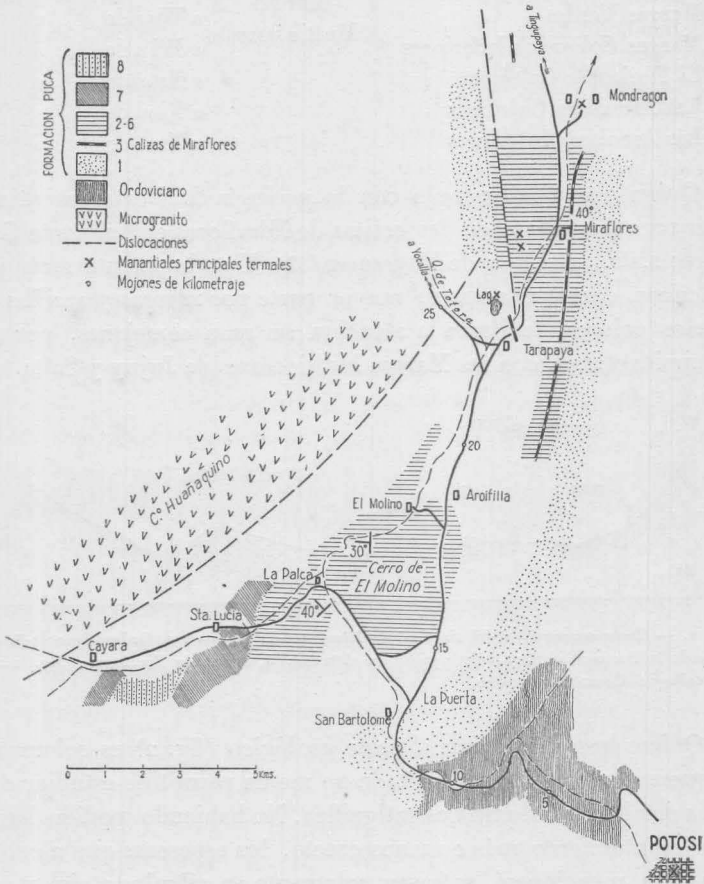


Fig. 1. — Bosquejo geológico de los alrededores de Miraflores

también las Margas Multicolores. Otros autores le siguieron en esto. Si bien no hay duda que estos conjuntos de estratos pertenecen a un solo ciclo de sedimentación, es necesario hacer subdivisiones. Y, sin diferenciar, muchas veces resulta imposible compren-

derse entre autores. Las subdivisiones que usamos en el Norte argentino son :

Margas Coloradas Superiores	}	Margas	{	« V » de Hagerman.
Margas Verdes				« Ws » de »
Margas Coloradas Inferiores	}	Multicolores	{	« Wi » de »
El Horizonte Calcáreo				« Xs » de »
Las Areniscas Calcáreas				« Xi » de »
Las Areniscas Inferiores				« Y » de »

Quien esté familiarizado con la geología del Norte argentino, reconoce fácilmente en las calizas de Miraflores el Horizonte Calcáreo s.str., el « Xs » de Hagerman (12). Y en la potente serie que la cubre, compuesta en su mayor parte por margas y arcillas de varios colores, le llama la atención su gran semejanza, por no decir identidad, con las Margas Multicolores de Jujuy y Salta.

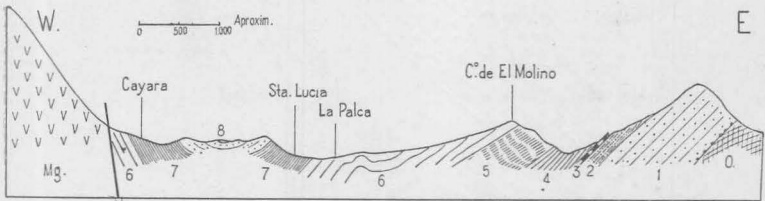


Fig. 2. — Corte esquemático del sinclinal de Miraflores-El Molino : 0, Ordoviciano ; 1-8, grupos de la Formación Puca, distinguidos en el texto ; 3, calizas de Miraflores ; Mg. microgranito del Cerro Huañaquino.

Quiero hacer notar que el corte geológico (fig. 2) es solamente esquemático. El tiempo limitado no me ha permitido estudiar con más detalles la columna estratigráfica. No habiendo podido hacer un levantamiento más o menos exacto, los espesores que a continuación mencionaré, se basan solamente en cálculos a ojo, y son por lo tanto sólo aproximados.

Al Noroeste de Potosí, en aquella zona de Bolivia donde predominan estratos paleozoicos, encontramos en ellos un sinclinal, mejor dicho un sinclinorio de la Formación de Puca. En el ala oriental, larga y regular, distinguimos los siguientes grupos de estratos, desde abajo hacia arriba :

Grupo 1. — Una serie de areniscas coloradas y amarillentas, de unos 700 metros de espesor, que yacen en discordancia sobre estratos ordovícicos. Lleva un delgado conglomerado basal, cuyos rodados desaparecen pronto hacia arriba. Estratificación entrecruzada se observa en varias partes de su espesor, especialmente en la parte inferior. Este grupo corresponde a las Areniscas Inferiores s. str. del Norte Argentino, « Y » de Hagerman. La serie aquí es mucho menos conglomerádica que en el perfil tipo del arroyo Potrero en la Sierra de Santa Bárbara (12) y mucho menos potente que, v. g., en la Sierra Centinela o en el Cerro Calilegua; pero

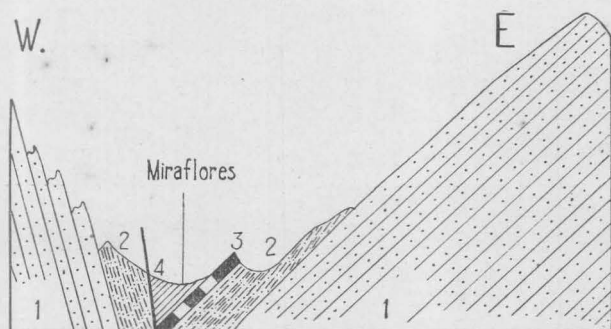


Fig. 3. — Corte a la altura de Miraflores

esto no tiene particular importancia. En muchos lugares del Norte Argentino, en series análogas, observamos cambios rápidos de grandes espesores a muy reducidos, en cortas distancias (17).

Grupo 2. — Está formado por arcillas arenosas coloradas, yesíferas, con bancos de areniscas. No existe un grupo correspondiente en el perfil tipo del arroyo Potrero, pero conozco estratos semejantes en situación análoga en otros lugares del Norte Argentino, p. e. en el Cerro Calilegua. Reemplazan en Miraflores las Areniscas Calcáreas. El espesor es aproximadamente de 80 metros.

Grupo 3. — La parte basal, de unos 5 metros de espesor, consiste en una alternación de arcillas y margas, coloradas, violetas, gris-verdosas y grises (¿dolomíticas?) con bancos de calizas. Uno de ellos está lleno de gasterópodos. Este grupo puede estudiarse cómo-

damente un poco más de medio kilómetro al Norte de Tarapaya, donde una faja de Calcáreo dislocado cruza el camino y el cauce del río. Siguen hacia arriba bancos de calizas de tipos muy variados (compárese 16, pág. 63 y 6, pág. 26), de un espesor de 8-10 metros. Entre ellos resalta un banco de caliza negra de aproximadamente un metro de espesor, con superficie de color gris-verdoso sucio. Bancos semejantes he conocido en los Siete Hermanos de Yavi. Al-



Fig. 4. — Vista de Miraflores desde el Sur. Detrás de las casas, puntas formadas por las calizas de Miraflores

gunos bancos están llenos de gasterópodos turriformes, la *Melania potosensis* de d'Orbigny. Otro banco está lleno de nódulos del tamaño de una nuez. Éstos, examinados más detenidamente, resultan ser restos de equinoideos. Encontré solamente dos ejemplares medio-camente conservados. Berry (2 y 3) dice, que más de cien ejemplares, por él encontrados en Miraflores, son *Cyphosoma peruanum* Bruegggen, especie del Senoniano inferior del Perú. Sostiene que es errónea la determinación de Fritzsche, quien los determinó como *Pseudodiadema rotulare* Désor (var. *pucanense* Fr.). La distinción entre *Cyphosoma* y *Pseudodiadema* sería fácil, si los fósiles

estuvieran bien conservados. El estado de los dos ejemplares hallados por mí no permite manifestarme sobre sus géneros, faltándome además la necesaria bibliografía. Sin embargo me parece que la determinación de *Pseudodiadema* fuera más probable. Para ser completo, agrego que en la lista de los fósiles de Fritzsche figura además un *Holectypus* sp. De todos modos el depósito resulta de edad neo-cretácica.



Fig. 5. — El Cerro de El Molino, visto desde La Puerta : Abajo, las arcillas y margas de los grupos 4 y 5 : encima, una delgada cubierta formada por la parte más inferior del grupo 6 ; en el fondo, a la izquierda, el microgranito del Cerro Huañaquino.

El grupo 3 corresponde litológicamente al Horizonte Calcáreo del Norte Argentino, esto es al « Xs » de Hagerman.

Grupo 4. — Consiste casi exclusivamente de arcillas coloradas y de color castaño, yesíferas. Observé unos bancos delgados verde-oscuros que en el terreno me parecieron ser tobas melafíricas.

Grupo 5. — Margas y arcillas de varios colores : coloradas (predominantes), violetas, bayas, verdosas, grisáceas y gris-oscuros, casi negras. La sospecha de que éstas fueran ligeramente bituminosas no fué comprobada en el laboratorio. Hay también unos bancos de yeso. Los grupos 4 y 5 tienen las mismas características

generales que las Margas Coloradas Inferiores, « W₁ » de Hagerman, de Salta y Jujuy. El espesor total de 4 y 5 es de 700 metros, muy aproximadamente.

Grupo 6. — Gran variedad de margas y arcillas, alternando con bancos de areniscas, de areniscas calcáreas y de calizas, en parte ligeramente oolíticas. En general este grupo se distingue por sus



Fig. 6. — El Cerro de el Molino, visto de medio camino entre Trapaya y Aroifilla : Grupos 4, 5 y 6. El cerro en el fondo : microgranito del Cerro Huañaquino

colores gris-claros y verdosos, contrastando así con los grupos 4, 5 y 7. Por sus tonos de gris, y sus bancos claros de areniscas y calizas, visto desde lejos, el grupo simula otro horizonte Calcáreo. Pero en él no faltan por completo arcillas margosas coloradas. En varios niveles se intercalan margas arcillosas gris-oscuras, parecidas a las del grupo 5 (¿ bituminosas ?). El espesor del grupo 6 lo calculo en 700 metros, muy aproximadamente. Un pliegue secundario, observable aguas abajo de La Palca, dificulta el cálculo.

No se puede desconocer que el grupo 6 corresponde a las Margas

Verdes del Norte Argentino, « Ws » de Hagerman. Si faltase todavía una comprobación, la tenemos en el hallazgo en él de las características concreciones del *Pucalithus* de Steinmann o « Fósil Problemático » de Bonarelli. Los observamos en varios niveles, como en el Norte Argentino. Pero no son tan frecuentes como en el perfil tipo del arroyo Potrero y en otros lugares de Jujuy y Salta. Ni hay tantos bancos, ni los nódulos se hallan tan amontonados. En



Fig. 7. — Nódulos de algas calcáreas (*Pucalithus*) en el grupo 6. Puente cerca de La Palca

el Norte Argentino estos fósiles tampoco son abundantes en todas las zonas. Compárese, por ejemplo en Hagerman (12), su escasez en el perfil del Río Colorado con la abundancia en el del arroyo Potrero. Frenguelli (7, pág. 313 y sig.) ha comprobado muy en detalle la opinión de Steinman (8) de que se trata de algas calcáreas.

Los fósiles de El Molino, encontrados por Berry y descritos por Pilsbry (4) provienen, como se desprende del texto de Berry, de nuestro grupo 6, probablemente de su parte media o inferior, o, si fueran más antiguos, a lo sumo del grupo 5. He aquí la lista de Pilsbry :

- Melanidae : *Doryssa* (?) *andicola* n. sp.
Planorbidae : *Planorbis molinoi* n. sp.
Planorbis sp. indet.
Corbiculidae : *Corbicula dormitator* n. sp.
Sphaeridae : *Pisidium* sp. indet.
Ostracoda : *Cypris boliviana* n. sp.

Estos fósiles son, según Pilsbry, formas de agua dulce « que vivían en aguas poca profundas de un lago o de un río de poca corriente ». Coincide esto con nuestro concepto del origen de las Margas Verdes en grandes lagunas o estuarios. Véase al respecto también lo expuesto por Frenguelli, y en particular sus observaciones sobre el ambiente de las algas calcáreas (7, pág. 329 y sig.). Respecto a la edad, Pilsbry piensa, con mucha reserva, en Oligoceno o Mioceno, coincidiendo esto con la opinión de T. D. A. Cockerell sobre la edad del pez y de los insectos de las Margas Multicolores del Norte argentino (véase en 16 y 17). De todos modos puede excluirse que su edad fuera anterior, al Neo-cretácico.

También Fritzsche describe un grupo de fósiles de agua dulce o salobre, entre otros :

- Cerithium* (*Bitium*) *pucanense* n. sp.
Planorbis boliviensis n. sp.
Valvata humilis n. sp.
Cyrena cf. *exarata* Dunk.

No tengo a mi disposición el trabajo de Fritzsche, pero según las referencias que hacen Gerth (9) y Berry (4) estos fósiles no son del mismo yacimiento de los equinoideos. Además, en el plano de los itinerarios de Steinmann (14) se encuentra una señal de hallazgo de fósiles en la quebrada de El Molino, aguas arriba de la finca. De todo esto se desprende que los fósiles provienen del grupo 6. Yo mismo, sin buscar mucho, he encontrado, más o menos a medio espesor del grupo 6, un banco de caliza lleno de « *Corbicula* » o « *Cyrena* », como anoté en mi libreta, y otro lleno de gasterópodos. Seguro es que los equinoideos de Steinmann y los de Berry no provienen de los grupos 6, 5 ó 4 sino del 3, de las calizas de Miraflores.

Grupo 7. — Por intercalación de más y más arcillas coloradas, el grupo 6 pasa paulatinamente al grupo 7, en que predominan arcillas coloradas de tonos vivos. Variaciones de color se efectúan por intercalaciones de unas fajas violetas y verdes y de unos bancos de areniscas, entre ellos algunos completamente blancos (tobíferos). Todas las características litológicas de este grupo, como también la presencia de yeso, son las mismas ya vistas en las Margas Colo-

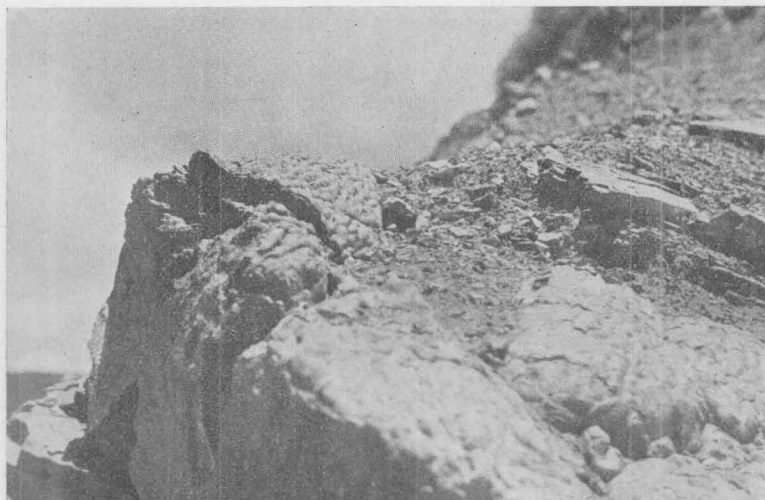


Fig. 8. — Superficie de nódulos de algas calcáreas (*Pucalithus*). Puente cerca de La Palca

radas Superiores, « V » de Hagerman. Únicamente que no existe la « Faja Verde » propiamente dicha, la que falta también en el extremo Norte argentino. El grupo 7 está bien a la vista entre La Palca y Santa Lucía. Su espesor es alrededor de 400 metros.

Aprovecho la oportunidad para añadir que los « Estratos Ramos » de Corocoro son exactamente el mismo grupo. En lo que concierne a la tan discutida edad relativa entre los « Estratos Ramos » y los « Estratos Veta » es evidente que éstos son más modernos que aquéllos. Los « Estratos Vetas » son de un nivel bastante alto del « Terciario Subandino (Calchaquí) ».

Grupo 8. — Cerca de Santa Lucía sobre el grupo 7, como nú-

cleo del sinclinal, descansa el remanente de una serie de areniscas coloradas con intercalaciones de arcillas del mismo color.

OBSERVACIONES TECTÓNICAS

En el área que abarca el adjunto croquis (fig. 1), me detuve solamente el tiempo necesario para aclarar las cuestiones estratigráfi-



Fig. 9. — Tarapaya con el Cerro Huañaquino, microgranito. En el pie del cerro faja dislocada de Margas Multicolores

cas. No pude averiguar los pormenores tectónicos del sinclinal de Miraflores-El Molino, en particular las dislocaciones del ala occidental. Como es la regla en esta región, ya mencionada por Steinmann, el ala occidental es la más parada; está fuertemente dislocada y aplastada. Así cerca de Cayara se observan Margas Verdes en posición subvertical, cerca de una importante dislocación. A lo largo de ésta, se levanta en el Oeste el Cerro Huañaquino, formado por roca eruptiva, microgranito según comunicación verbal del doctor F. Ahlfeld, traquita según Berry. Por falta de tiempo no he

llegado en Cayara al contacto mismo. Tampoco he visto el contacto más en el Norte, ni he estudiado la faja dislocada en el pie oriental del cerro. Al Norte de la quebrada de Totorá no continúa el microgranito, pero continúa en la mencionada dislocación. Ésta corta oblicuamente el sinclinal, de manera que los grupos superiores del ala occidental desaparecen hacia el Norte. Las termas de Miraflores deben su existencia a la misma dislocación. Esta no es, por lo menos al Norte de la quebrada de Totorá, una sola línea tectónica, sino un sistema de fallas. No he averiguado detalles. El bosquejo (fig. 1) pretende solamente dar una idea general, representando las fallas en forma esquemática y puramente indicativa. El área al Oeste de la dislocación de Miraflores está fuertemente trastornada. Esto se observa en el camino de Tarapaya por Totorá a Yocalla, y se lo ve desde lejos al Noroeste de Mondragón. Probablemente exista una dislocación transversalmente que corre al Norte del Cerro Huañaquino.

Las fuertes inclinaciones de t/m 40° de Miraflores se suavizan cerca de Mondragón y las capas se ponen hasta subhorizontales. El sinclinorio, formado por la Formación Puca, continúa más allá de Mondragón, en ambos lados del río Tarapaya, en dirección Norte y Noroeste, ocupando una área ancha.

El cuadro de un ala oriental regular, es algo estorbado por un pliegue secundario, entre El Molino y La Palca.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El yacente de las calizas de Miraflores está formado por las Areniscas Inferiores *s. str.* de Jujuy y Salta. Las Calizas de Miraflores se reconocen, ya por sí mismas, sin dificultad, como equivalente del Horizonte Calcáreo del Norte argentino. Pese a la opinión de Bonarelli, ésta es una formación de agua dulce, o, si mucho, salobre, siendo su fauna constituida casi íntegramente de gasterópodos; varios autores ya han manifestado esto, por ejemplo Frenquelli y Groeber (11, pág. 89). El primero ha demostrado además (7, pág. 333), que la mayor parte de los gasterópodos son muy

probablemente *Melanidae* y formas del género *Potamides*. En los Siete Hermanos de Yavi, cerca de La Quiaca, puede observarse cierta influencia marina. Se encuentran lamelibranquios que no los hay en otros lugares argentinos, para no hablar de las ostras en la base arenosa de las calizas (9, 16 y 17). En Miraflores el componente marino de la fauna es más pronunciado.

Con Frenguelli (7, pág. 334) consideramos las calizas de Miraflores como facies litoral-marina.

La correlación de las calizas de Miraflores con las del Horizonte Calcáreo del Norte argentino queda corroborada por la serie arcillosa margosa que sigue encima y que es idéntica en ambas regiones. Las modificaciones que se notan en los alrededores de Miraflores, en comparación con el perfil del tipo del arroyo Potrero de Santa Bárbara, son insignificantes. Hay que tener presente la gran distancia; unos 530 kms en línea recta. Semejantes diferencias se notan también en el Norte argentino en diferentes sectores, no lejanos entre sí. Compárese, por ejemplo, en el trabajo de Hagerman (12), el perfil del arroyo Potrero con el del río Colorado. En este último los espesores son parecidos a los de Miraflores. Para «Wi» y «Ws» son 770 metros y para «V» 830 metros; en total 1600 metros, lo que se aproxima a nuestra cifra de 1800 metros. No hay que olvidar que los límites entre los distintos grupos no coincidirían en las diferentes zonas, por no estar bien marcados y por ser siempre más o menos arbitrarios. Otros perfiles más de las Margas Multicolores del Norte argentino, por los cuales podríamos demostrar la gran semejanza o identidad con Miraflores-El Molino, muy pocos se han publicados. Hago referencia al perfil n° 10 de J. Daniel (6) de Alfarcito cerca de Tilcara y al perfil de la Quebrada Yacoraite (zona de Humahuaca) descrito por Groeber (11, pág. 86 y fig. 5). Nada significa que en Bolivia todavía no han sido encontrados los restos de insectos y de peces (escamas), tan difundidos en las provincias de Jujuy y Salta; los echamos de menos también en el extremo Norte argentino.

Establecida la correlación del Horizonte Calcáreo-Dolomítico con las calizas de Miraflores, podemos descartar definitivamente la idea de una edad triásico-liásica de estos depósitos. Si bien los

fósiles de Miraflores y los de El Molino no bastan para determinar la edad exacta, ésta siempre corresponde al Cretácico más alto.

Areniscas Inferiores, Calcáreo, Margas Multicolores forman un solo ciclo que descansa sobre diferentes pisos del Paleozoico en áreas amplias. En otras zonas, en dirección general Este, se intercala entre Paleozoico y Cretácico una potente serie de depósitos continentales, terrestres, en ciertas zonas con típicos depósitos glaciales (tilitas), limitados casi exclusivamente a la Zona Subandina. Son depósitos del sistema de Gondwana y muy probablemente permotriásicos ¹. Es la « Serie de Bermejo » de Heald y Mather (13 y 15), pero de la cual habría que excluir la mayor parte de la « Formación Machareti », que corresponde a nuestras Areniscas Inferiores *s. str.* Después de Mather la Serie Gondwana ha sido estudiada bien en detalle por geólogos de las empresas petroleras fiscales de Bolivia y de la Argentina y de compañías particulares, sobre todo de la Standard Oil Co., pero muy poco ha sido publicado al respecto. En el Departamento de Orán de la provincia de Salta y en la parte austral de la Zona Subandina boliviana hasta Charagua, Bonarelli ha incluido los sedimentos de Gondwana en sus Areniscas Inferiores. Distinguió una serie gris abajo, y una serie colorada arriba. Pero el límite entre Permotriásico y Cretácico se encuentra en el espesor de la misma serie colorada. Sobre la necesidad de una separación véase Groeber (10) y Schlagintweit (16 y 17). Los depósitos del Gondwana desaparecen en la Argentina hacia el

¹ No existe Carbonífero en toda la parte Sur de la Zona Subandina; lo encontramos recién más al Norte de Santa Cruz. La comunicación de Ahlfeld (1, págs. 6 y 18) sobre la existencia de Carbonífero en el Angosto del río Pilcomayo cerca de Villamontes se basa en el hallazgo de un resto de planta, clasificado por Gothan como *Pseudodendron* del Carbonífero. Pero este fósil proviene de típicos estratos devónicos. En la continuación norte de la faja de capas devónicas en que ha sido encontrado, fueron hallados otros restos de plantas, según Berry, *Bothodendron* (2) o mejor *Cyclostigma* (3). Se encuentran aquí y en otros lugares muchos pedacitos de plantas trituradas; por equivocación han sido tomados por unos observadores como escamas de peces.

También de estratos devónicos provienen las plantas que Bodenbender ha hallado cerca de Lipeo, las que Bonarelli (5, pág. 61) ha clasificado como del Gondwana inferior.

Sur y Oeste más o menos con los límites del Departamento de Orán. Así faltan por ejemplo en el perfil del arroyo Potrero, en el de Alfarcito y de la quebrada Yacoraite.

Según mis ideas, el acarreo de los depósitos del Gondwana vino del Este y Nordeste; detalle cuya discusión nos llevaría demasiado lejos del marco de este artículo. Lo contrario tuvo lugar durante la sedimentación de la Formación Puca. Sus sedimentos desaparecen, hablando en términos generales, en dirección Este. Menos al Este llegan, en el Sudeste de Bolivia, las Margas Multicolores. Lo que en ciertas partes de la Zona Subandina existe como remanente del Horizonte Calcáreo es a veces tan distinto de su desarrollo típico, que resulta difícil reconocerlo. Para ser completo agregó que en dirección Sur el Horizonte Calcáreo desaparece en la zona del límite entre las provincias de Salta y Tucumán (17). Hacia el Norte continúa. Así lo encontramos en el Oeste de Cochabamba y cerca de Puno (Perú) en el Lago Titicaca (9, pág. 367). Pero en estas latitudes no llega más a la Zona Subandina.

Ha sido observado por varios autores el hecho de que Steinmann hubiese incluido en su Formación Puca estratos de edad demasiado diferente, en particular más antiguos que cretácicos, y que por eso no debería ser más usado el término Formación Puca. Pero, en todos los sitios donde en la Argentina y en Bolivia Steinmann ha señalado esta Formación, no existen depósitos del Gondwana. En ningún lugar Steinmann ha incluido estratos [más antiguos que nuestras Areniscas Inferiores *s. str.*; excepción hecha en el río Tarija, aguas abajo de Concepción, donde, por un simple error de observación, al mirar desde lejos, tomó las areniscas del Devónico por Formación Puca. Steinmann sabía muy bien (18 y 19) que existen areniscas coloradas en el Devónico y en el Carbonífero. Y, si verdaderamente hubiese cometido uno que otro error, muy explicable por la rapidez de sus exploraciones, eso no sería una razón suficiente para abandonar un término tan práctico y tan caracterizante. La palabra « puca » significando « colorado » en idioma Quechua, Formación Puca no quiere decir otra cosa que « Red Beds ». Si Berry (3) dice que Miraflores pertenece a la serie de « red beds » de tan amplia extensión en los Andes Orientales, « que se inicia en el Cretácico superior

y continúa sin interrupción aparente durante un lapso desconocido del Terciario », eso es exactamente lo que significa la Formación Puca. Verdad es que Steinmann, con exclusión de los Estratos Jujenos, incluyó en la Formación Puca sedimentos colorados del Terciario, los que con Bonarelli llamamos « Terciario Subandino », correspondiendo al « Calchaquí » argentino y a la Formación Tatarenda de Mather ; pero eso no basta para repudiar el término Formación Puca. Podemos limitarlo teóricamente a los depósitos cretácicos ; en la práctica muchas veces es difícil separar de ellos los del Terciario. En la Argentina los geólogos del Estado, y otros, continúan empleando el término « Formación Petrolífera », aunque el mismo Brackebusch, por ser el término muy impropio, lo ha cambiado más tarde en « Sistema de Salta ». El término comprende exactamente lo que Steinmann entendió bajo « Formación Puca ».

No quiero terminar este artículo sin dejar constancia de admiración por la perspicacia del excelente observador Steinmann, mi antiguo y venerado maestro.

Sanandita, junio de 1941.

OBRAS CITADAS

1. AHLFELD, F. y MUÑOZ REYES, J., *Die Bodenschätze Boliviens*. Berlin. 1939.
2. BERRY, E. W., *Bothodendron from Bolivia*, en *Journ. Washington Acad. Sci.* XXI. 1931.
3. — *Sketch of the Geology of Bolivia*, en *Pan. Am. Geologist*. LVII. 1932.
4. — *Contributions to the Paleobotany of Middle and South America : The fossil flora of Potosí*. Con : PILSBRY, H. A., *Freshwater mollusca and crustacea from near El Molino*, Bolivia, en *John Hopkins Univ. Stud. in Geol.*, n° 13. 1939.
5. BONARELLI, G., *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del Norte*, en *Anales Minist. Agricult., Dir. de Minas, etc.* XV. I. Buenos Aires, 1921.
6. DANIEL, J., *Sobre la constitución, disposición transgresiva y tectónica de los estratos mesozoicos en Alfarcito, Departamento de Tilcara (Prov. de Jujuy)*, en *Tesis del Museo de La Plata*, n° 3. Buenos Aires, 1940.

7. FRENGUELLI, J., *Investigaciones geológicas en la zona salteña del valle de Santa María*, en *Inst. del Museo de La Plata. Obra del Cincuentenario*, vol. II. 1937.
8. FRITZSCHE, C. H., *Neue Kreidefaunen aus Südamerika*, en *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. Beilbd. L.* 1923.
9. GERTH, H., *Geologie Südamerikas*. II. Berlin. 1935.
10. GROEBER, P., *A propósito de la Geología petrolífera de Salta. Petroleo y Minas*. Buenos Aires, agosto 1939.
11. — *El Eógeno del Neuquén, el Piso de Navidad Chileno, la Formación de Río Grande y sus relaciones*, en *Anales Mus. Argentino Cienc. Nat.* XL. *Geología Publ.*, n° 23, Buenos Aires, 1939.
12. HAGERMAN, T., *Informe preliminar sobre el levantamiento geol. del Depto. Sta. Bárbara en la Prov. de Jujuy*, en *Bol. Inf. Petrol.* X, n° 197, Buenos Aires, 1933.
13. HEALD, K. C. y MATHER, K. F., *Reconnaissance of the Eastern Andes between Cochabamba and Santa Cruz*, en *Bull. Geol. Soc. Am.* XXXIII. 1922.
14. HOEK, H. y STEINMANN, G., *Erläuterungen zur Routenkarte, etc. in den Anden Boliviens, 1903-04*, en *Petermanns Geogr. Mitt.* 1906, n° 1.
15. MATHER, K. F., *Front ranges of the Andes between Santa Cruz, Bolivia and Embarcación, Argentina*, en *Bull. Geol. Soc. Am.* XXXIII. 1922.
16. SCHLAGINTWEIT, O., *Los insectos fósiles del Norte argentino y la edad del Horizonte Calcáreo-Dolomítico*, en *Bol. Inf. Petrol.* XIII, n° 145, Buenos Aires, 1936.
17. — *Observaciones estratigráficas en el Norte argentino*, en *Bol. Inf. Petrol.* XIV, n° 156 (152), Buenos Aires, 1937.
18. STEINMANN, G., HOEK, H. y VON BISTRAM, *Zur Geologie des suedostlichen Bolivien*, en *Centralbl. f. Min., etc.*, 1904.
19. — *Die Entstehung der Kupfererze von Corocoro, etc.*, en *Festschr. z. 70. Geb. v. H. Rosenbusch*, Stuttgart, 1906.
20. — *Geologie von Perú*, Heidelberg, 1929.