

G-306

306

ESTRATIGRAFIA DE LA SIERRA DE SANTA VICTORIA

Y ADYACENCIAS

por

JUAN CARLOS MANUEL TURNER

1960

ESTRATIGRAFIA DE LA SIERRA DE
SANTA VICTORIA y ADYACENCIAS

por

J. C. M. TURNER

La región que se describe en este trabajo está situada en el norte de las provincias de Salta y Jujuy, en el límite con Bolivia. Su situación geográfica queda precisada con mayor exactitud por medio de sus coordenadas geográficas. Referente a la latitud del límite norte, se darán las coordenadas de las esquinas este y oeste, que son: $22^{\circ}12'$ y $22^{\circ}05'$, mientras que el límite sur coincide con los $22^{\circ}30'$ de latitud sur. Los límites este y oeste están dados por ^{los} meridianos $64^{\circ}45'$ y $65^{\circ}30'$ de longitud oeste de Greenwich. (Fig. 1).

Comprende la Sierra de Santa Victoria, tramo septentrional de la Cordillera de Salta y Jujuy, cuyos cerros se encuentran por encima de los 4.500 m y que a menudo están cubiertos de nieve. Al naciente la pendiente se hunde rápidamente hacia el río Bermejo; es un declive escarpado y abrupto. Al poniente está limitada por una amplia depresión, suavemente ondulada, monótona, desértica, cubierta de rodados.

Estudios geológicos anteriores han sido efectuados por Brackebusch (1883 y 1891) Steinmann, Hoek y von Bistram (1904, 1906 y 1912) Bodenbender (1906) Hausen (1925 y 1930) Besser (1928) Keidel (1937) Sgrosso (1939 y 1943) Schlagintweit (1941 y 1942) Petersen (1947) Loss (1948) y Nesossi (1953).

El presente trabajo es un capítulo de la memoria explicativa de la HOJA 2c - Santa Victoria - del Mapa Geológico - económico general de la República Argentina, en escala 1:200.000, encomendado al autor por el Servicio Geológico de la Dirección Nacional de Minería, en el año 1951 y que oportunamente será publicado.

ESTRATIGRAFIA

I.- Relaciones generales.

Dentro del perímetro de la región hay un cierto número de complejos que se distinguen litológica y estratigráficamente. Se observan rocas intrusivas sólo en pocos lugares y corresponden a macizos aislados o diques. En general se suelen encontrar con preferencia en las partes altas de las montañas.

Intervienen en la constitución geológica sedimentos clásticos finos, metamorfizados por una intrusión granodiorítica que como variedad presenta tonalita. Estas dos Formaciones han sido atribuidas al Precámbrico. A continuación se apoyan discordantemente sedimentos marinos del Paleozoico inferior, asignados al Cámbrico. Las Formaciones siguientes, marinas, indican el Ordovícico, tanto el inferior como una fracción del Ordovícico medio. Luego se acumularon las tillitas y demás elementos glacimarineros de la Formación Mecoyita, seguida por la acumulación de los sedimentos pelíticos de la Formación Lipeón. Al terminar la sedimentación de este complejo se produjeron intrusiones y efusiones, que se ponen de manifiesto en forma de plutón, diques y filón capa.

Durante el Mesozoico se acumuló una potente columna sedimentaria de origen continental, integrada por areniscas, calcáreo y margas, correspondiendo a lo que Brackebusch (1883 y 1891) denominó Formación Petrolífera o Sistema de Salta.

Los sedimentos del Cenozoico son de origen continental, conociéndose un afloramiento de reducidas dimensiones atribuido al Terciario, mientras que los acarreos del Cuaternario, diferenciados en tres entidades, se extienden cubriendo una amplia superficie en el oeste de la región.

EDAD		NOMBRE
CENOZOICO	Cuartario { Reciente y Actual Superior Inferior	-----discordancia-----
		-----discordancia-----
		Formación Aguilar
MESOZOICO	Terciario	-----discordancia-----
		Grupo Salta { Formación Santa Bárbara Formación Yacoraite Formación Lecho Formación Pirgua
PALEOZOICO	Pérmico-Carbónico	-----discordancia-----
		Formación Hornillos
		Formación Lipeón
	Devónico-Silúrico	Formación Mecoyita
		-----discordancia-----
	Silúrico?	Grupo Santa Victoria { Formación Acoite Formación Santa Rosa
		-----discordancia-----
PRECAMBRICO	Orodovícico { Llanvirniano y Arenigiano Tremadociano	Formación Cajas
		Formación Campanario
		Formación Lizoite
PRECAMBRICO	Cámbrico	-----discordancia-----
		Formación Cañaní
PRECAMBRICO		Formación Puncoviscana

ESTRATIGRAFICO

NOMBRE	LITOLOGIA	Espesor en m.
	Médanos, loésicos y capa de rodados	20
--discordancia-----	conglomerados, arenas y limos	20
--discordancia-----	conglomerados, areniscas, limos y arcillas	120
Formación Aguilar	areniscas, cineríticas, color gris	<100
--discordancia-----		
Formación Santa Bárbara	margas, arcillas y areniscas	600
Formación Yacoraite	calcáreo dolomítico	100
Formación Lecho	areniscas calcáreas	40
Formación Pirgua	areniscas color rojo	500
--discordancia-----		
	diques y filones capas de andesita, etc.	
Formación Hornillos	sienodiorita y tonalita	
Formación Lipeón	lutitas micáceas	1.600
Formación Mecoyita	tillitas	30
--discordancia-----		
Formación Acoite	areniscas lutíticas, lutitas y lutitas margosas	2.240
Formación Santa Rosita	lutitas	2.300
--discordancia-----		
Formación Cajas	areniscas silicificadas, color blanco	1.100
Formación Campanario	areniscas y areniscas silicificadas, color morado	1.000
Formación Lizoite	areniscas silicificadas, color blanco	11.000
--discordancia-----		
Formación Cañaní	granodiorita, tonalita, etc.	
Formación Puncoviscana	esquistos, pizarras, etc.	

II.- Descripción de las Formaciones Geológicas.

1. Precámbrico

Las rocas que se incluyen en este complejo se encuentran al naciente de la Sierra de Santa Victoria y afloran en varias localidades debido a particularidades tectónicas.

a) Formación Puncoviscana

Los sedimentos metamorfizados, esquistos en su mayoría, que integran la Formación Puncoviscana, constituyen por lo general afloramientos alargados y orientados de nornordeste a sudsudoeste.

El afloramiento más oriental se encuentra entre el cerro Blanco y poco al poniente del Chincana. Hacia el oeste se encuentra un amplio afloramiento que se extiende desde el borde septentrional de la región hasta las proximidades de Trigohuainco, constituyendo las cimas y laderas de los cerros Mecoya, Santa Cruz, Mojón y Llorón. Asimismo se observa en el declive oriental del cerro Yavi Huaico. Poco más al sur, desde el abra de Santa Cruz, constituye la pendiente de la serranía hasta el cerro Yununcasa. Desde el cerro Redondo en dirección al sudoeste hasta el límite de la región se presenta el afloramiento más extenso. Finalmente, en el declive oriental de los cerros Bola, Bayo y Azul Casa, se encuentran nuevamente estas rocas metamórficas.

Los sedimentos que integran esta entidad corresponden a un tipo litológico de origen pelítico de carácter homogéneo. Son esquistos cuarcíticos y pizarras de color gris verde oscuro o violáceo, con esquistosidad bien marcada. Las cuarcitas de color grisáceo con tonos verdosos están dispuestas en bancos, a veces potentes.

El esquisto cuarcítico de color verdoso predomina en el oeste, mientras que en el este, es decir en el primer afloramiento, la roca dominante es un esquisto clorítico. Esta última roca también se encuentra en el poniente, habiendo sido observada en Churquipampa.

En las inmediaciones de Trancas se coleccionó una muestra de color pardo violáceo, de lustre sedoso, que resultó ser una filita. Esta roca se encuentra alternando con los esquistos cuarcíticos ^{de} color verdoso, tanto en Trancas como en las proximidades del cerro Negro. Poco aguas arriba de la confluencia de la quebrada Yaquispala con el río Lizoite, se nota un bandeamiento de los esquistos cuarcíticos.

El metamorfismo regional es leve, los sedimentos alcanzan a lo sumo la facies de esquistos verdes. Este hecho está de acuerdo con la ausencia de intrusiones sintectónicas y la escasez de cuerpos posttectónicos; solamente hay uno: el de la Formación Cañaní, granodiorítico.

Entre los cerros Chincana y Negro, se puede observar que estos sedimentos han sido intrusados por granodiorita de la Formación Cañaní con efectos de metamorfismo de contacto. Se encuentra cornubianita y una reducida aureola de metamorfismo.

Los sedimentos están atravesados en numerosos lugares por vetas de cuarzo lechoso, con potencia variable, oscilando alrededor de un metro, aunque en numerosos casos se aproxima más a los 20-30 cm de ancho. Se ha notado que las vetas son más numerosas en la zona de Santa Cruz, que, por ejemplo, entre Hornillos y Lizoite. En cambio, en este sector se observan diques de rocas efusivas.

b) Formación Cañaní (granodiorita).

La roca que integra esta Formación es una granodiorita que constituye un macizo aislado, aflorando en la parte oriental de la región con dirección nornordeste sudsudoeste. Corresponde a un cuerpo posttectónico. La composición del plutón, referente al tamaño del grano, varía de norte a sur. En el norte predomina una roca de grano mediano, mientras que en el sur, el elemento preponderante es de grano grueso y de textura porfiroide. Los cristales de plagioclase tienen una longitud de hasta 7 cm. En todas partes se presenta algo descompuesto. Referente a la composición de la roca entre una localidad y otra, no se observó

diferencias importantes. Como facies diferenciada que se presenta en forma de pequeños "bosses", en general de extensión reducida, son dignas de mención las correspondientes a tonalita y granito.

La granodiorita es una roca de color gris claro, presentando diversas tonalidades. Su estructura granosa permite distinguir cuarzo incoloro, feldespato potásico, plagioclasa (oligoclasa) blanca grisácea y minerales ferromagnésicos, entre los que predomina la biotita. El cuarzo siempre es abundante. Dada la preponderancia de plagioclasa (oligoclasa) sobre el feldespato potásico, se considera a esta roca como una granodiorita. Entre las variedades conviene citar el granito y la tonalita. La primera, granito, es una roca de color grisáceo, de estructura granosa gruesa, entre cuyos componentes se distingue cuarzo, feldespato potásico (microclino) plagioclasa y mica. El cuarzo siempre es abundante. La segunda, tonalita, corresponde a una roca de color gris sucio, estructura granosa, que permite distinguir cuarzo, plagioclasa, anfíbol y biotita. La plagioclasa está en mayor proporción que cualquiera de los otros minerales.

No se han encontrado diques ni de pegmatita ni de aplita, pero se han observado unas pocas vetas de cuarzo blanco.

c) Edad.

Hausen (1925, p. 30-33) consideró a los esquistos cuarcíticos y demás rocas de la Formación Puncoviscana como del Precámbrico. Referente a la granodiorita de la Formación Cañaní, no la menciona en su trabajo de 1925, ya que no aflora en el itinerario recorrido por dicho geólogo. Pero en su publicación de 1930 se refiere a dicho cuerpo intrusivo tomándola del informe de Beder (1928) y le asigna edad paleozoica, siguiendo a Beder (Hausen, 1930, p. 144).

Beder (1928, p.8) es de opinión que los esquistos son del Precámbrico. Al tratar la granodiorita (Beder, 1928, p. 17) opina que este cuerpo intrusivo es del Paleozoico y post-silúrico.

En varias localidades se observa que los sedimentos marinos de los Grupos Mesón y Santa Victoria, del Paleozoico inferior, se apoyan mediante una superficie de erosión sobre las rocas de las Formaciones Puncoviscana y Cañaní. En base a este hecho, se considera a los dos últimos complejos como del Precámbrico.

Ya se ha visto que la granodiorita es intrusiva en la Formación Puncoviscana, por consiguiente, esta última es la Formación más antigua.

2. Paleozoico

a) Cámbrico: Grupo Mesón

Los sedimentos que se tratarán a continuación corresponden a los denominados por Hausen (1925) como "Cuarcitas de alta montaña". Son areniscas silicificadas, areniscas y conglomerados, con pequeñas intercalaciones de lutitas. La coloración de las areniscas silicificadas es algo variable, presentando colores rojizo, morado y blanco con tonos grises. Se componen de granos de cuarzo y feldespato caolinizado, impartiendo a la roca un aspecto salpicado de puntitos blancos. De acuerdo con la división propuesta por Keidel (1943, p. 196-198) se considera a este Grupo dividido en tres Formaciones, en base a sus caracteres litológicos, coloración y posición estratigráfica. El Grupo, asignado al Cámbrico, puede examinarse bien en la quebrada de Lizoite, desde unos 1.500 m aguas abajo de la localidad homónima hacia poniente y en el río Santa Victoria, aguas abajo de Santa Rosita. Las tres Formaciones son concordantes entre sí, constituyendo una serie continua en la cual los caracteres litológicos son muy constantes.

i) Formación Lizoite

Está integrada por un conglomerado de base de color morado y areniscas silicificadas de color blanco y blanco grisáceo y de consistencia muy dura.

En el ángulo sudeste se encuentra un pequeño afloramiento de esta roca. Algo más al poniente, aparece en forma de faja estrecha, que se extiende desde el límite norte de la región hasta la margen sur. En las cimas de los cerros Chincana,

Negro y Blanco, se encuentran remanentes reducidos de la arenisca silicificada de color blanco. Al poniente de Poscaya asoma en varias localidades. Tanto en la pendiente oriental como en la occidental del cerro Santa Cruz se pone de manifiesto esta Formación. En la quebrada Lizoite, entre Hornillos y Churquipampa, se muestra en tres ocasiones, debido a una repetición por fallas. En el declive oriental de los cerros Bola, Bayo y Azul Casa, hay un afloramiento plegado en anticlinal. Finalmente, en la pendiente occidental del cordón principal de la Sierra de Santa Victoria, al poniente del cerro Potrero se encuentra un asomo de esta Formación, de área reducida.

La Formación se apoya discordantemente sobre las rocas de la Formación Puncoviscana y la granodiorita. El contacto entre dichas rocas es una superficie de nivelación acabada, labrada en esquistos fuertemente plegados y granodiorita del basamento precámbrico, con inclinación hacia el este (cerros Santa Cruz y Huancarneu) y al oeste (quebrada Mesón, cerros Blanco, Hornillos, Tuc Tuca, etc.). La superficie de denudación se observa en la quebrada Mesón próxima a su confluencia con el río Santa Victoria. Asimismo se la encuentra pocos metros aguas arriba de la confluencia del río Cañaní con la quebrada Solano y en varias otras localidades.

Esta Formación comienza con un conglomerado basal, de color morado y de unos 10 m de espesor. Los rodados son de tamaño variable observándose que en el este son de menor tamaño que en el oeste. Los fenoclastos tienen un diámetro entre 3 y 5 cm en el naciente y hasta 20 cm en el poniente. La forma de los rodados es irregular, con cierta tendencia a ser redondeados. Los fenoclastos son de esquistos cuarcíticos, cloríticos, cuarcitas y granodiorita, derivados de rocas precámbricas. La matriz es una arenisca gris o gris rojiza. A continuación se sobreponen bancos de 40 a 50 cm de potencia, integrados por areniscas silicificadas de colores claros, blanquecino a gris rojizo. La muestra recogida en la quebrada Mesón se presenta con un color gris blanquecino y de grano muy fino.

La matriz es muy escasa. Las capas a menudo presentan laminación entrecruzada. Ocasionalmente se observan pequeñas intercalaciones de bancos de lutitas cuarzosas, de color verde oscuro.

El espesor de esta Formación es de 1.000 m aproximadamente .

ii) Formación Campanario

Integran esta Formación areniscas de color rojizo y morado, caracterizadas por los tubos de Scolithus, con intercalaciones de lutitas, próximo a la base o en su parte media y por constituir bancos de menor potencia, de 15 a 20 cm.

Aflora en las mismas localidades que la Formación anterior con el agregado que constituye varios asomos en la pendiente occidental de la Sierra de Santa Victoria, sector norte. Cubre un área superior a la Formación Lizoite.

En perfecta concordancia sobre la Formación precedente, se apoya la entidad de las areniscas moradas y pardo moradas con Scolithus, muy duras, con interposiciones de lutitas. Las areniscas no siempre son de color morado o pardo morado, aunque ésta es la coloración dominante, presentándose a veces con un color morado pálido, llegando hasta un color casi blanco. Otros colores, como rosa, de tonos claros y oscuros y gris blanquecino son frecuentes. Las areniscas blanquecinas en ocasiones son moteadas (rojo o rojo pardusco). Por lo general se presentan en estratificación delgada, de pocos centímetros de espesor. La alternancia entre areniscas y lutitas de diferentes tipos y colores es frecuente y nítida. Las lutitas son micáceas, pudiendo alcanzar una potencia respetable de unos 100 m, como en la quebrada de Lizoite; otras veces se presentan en forma de lentes, de poco espesor, 15 a 20 cm. Este último caso es el más frecuente.

Numerosos bancos de areniscas muestran manchitas de óxido de hierro que contienen cañitas verticales en abundancia, atribuidas a Scolithus. A menudo se observan óndulas y grietas de desecación en las superficies de estratificación.

La Formación se presenta con una potencia de unos 1.000 m.

iii) Formación Cajas

A la Formación de las areniscas con Scolithus sucede otra integrada por areniscas silicificadas de color blanco, similares en cuanto a su composición y estratificación a las de la Formación Lizoite. Con frecuencia muestran estratificación entrecruzada.

Sus afloramientos cubren un área superior a la cubierta por las otras dos Formaciones de este Grupo, aflorando en las mismas localidades.

Son areniscas silicificadas de grano mediano, estratificadas en capas masivas y gruesas. Constituyen bancos de 1,5 a 2 m de espesor, con la estratificación muy bien marcada. Hacia el techo los bancos disminuyen de espesor, teniendo una potencia de 20 a 40 cm. Los colores predominantes son de blanco a blanco amarillento. Como en las dos Formaciones precedentes, se encuentran intercalaciones menores de bancos de lutitas, de color verde oscuro. En la quebrada Viscachani se extrajo una muestra que estudiada al microscopio resultó ser una ortocuarcita feldespática. En Cajas se encuentra una arenisca silicificada de bancos gruesos, que tiene un aspecto menos compacto que la arenisca en el naciente del cordón principal. Frecuentemente en las areniscas silicificadas se observa laminación entrecruzada y óndulas en las superficies de estratificación.

El espesor de esta Formación es de 1.100 m.

Referente al espesor, tanto de las Formaciones individuales como del Grupo, se observa que aumenta de naciente a poniente. También se observa una disminución en el espesor de norte a sur. Estas variaciones en la potencia de los sedimentos son originales.

Por más que se buscó, no fué posible encontrar restos orgánicos fósiles, con excepción de tubos de Scolithus.

Aparentemente estas areniscas silicificadas son estériles dentro del área abarcada por el presente estudio. Sin embargo, Herrero Ducloux (1940, p.10) menciona haber encontrado restos de braquiópodos mal conservados en areniscas que se podrían homologar con la Formación Campanario, de una localidad bastante más al sur, la quebrada de Juella. Estos restos fósiles corresponderían a braquiópodos inarticulados, indeterminables.

Las areniscas silicificadas de la Formación Lizoite presentan filones capas, mientras que las correspondientes a la Formación Cajas están cruzadas por diques.

Los sedimentos del Grupo Mesón (Cámbrico) deben haberse depositado en un mar poco profundo. Esto se deduce de la laminación entrecruzada y además se infiere por la presencia de óndulas. Presentan carácter manifiestamente nerítico. Edad. Keidel (1943, p. 193), Hausen (1925 y 1930) y Beder (1928, p. 8) entre otros, asignan estos sedimentos al Cámbrico. En la región de Santa Victoria, se observó que las areniscas silicificadas descansan sobre rocas atribuidas al Precámbrico y a su vez se hallan cubiertas por sedimentos del Tremadociano inferior. Los pocos restos orgánicos indeterminables encontrados por Herrero Ducloux (1940) no ayudan a determinar la edad, como tampoco los tubos de Scolithus. La edad cámbrica no es por consiguiente confirmada por fósiles, pero es sugerida por evidencia indirecta: la discordancia en su base y en su techo. Es obvio que las capas no se pueden considerar ordovícicas. Con menos razón todavía se puede pretender asignar las areniscas silicificadas y demás sedimentos del Grupo Mesón a una determinada época dentro del Cámbrico, en el supuesto caso que constituyeran una sola serie.

b) Ordovícico: Grupo Santa Victoria

El complejo que mejor se ha podido determinar, estableciendo su amplia distribución debido a los numerosos hallazgos de fósiles y a su constancia en el carácter litológico corresponde al Ordovícico. Está representado por sedimentos marinos, predominantemente pelíticos y conglomerádicos en su base,

constituídos por lutitas con pocas intercalaciones de areniscas silicificadas y calcáreos. En base a los fósiles encontrados y a la litología se ha dividido este complejo en dos Formaciones. El perfil más característico y mejor desarrollado se encuentra a lo largo del río Santa Victoria, en una longitud de unos 20 Km.

Harrington (en Harrington y Leanza, 1957, p. 9) propone las denominaciones de Formaciones Angosto y Santa Cruz para los sedimentos asignados al Tremadociano. La Formación Angosto abarcaría los dos tercios inferiores del Tremadociano inferior, mientras que la Formación Santa Cruz comprendería el tercio superior del Tremadociano inferior y todo el Tremadociano superior. Dado que en el campo no se pueden distinguir litológicamente estas dos Formaciones de Harrington, se ha optado por tratarlas como un sólo complejo, Formación Santa Victoria. Referente a los sedimentos del Arenigiano, Harrington (en Harrington y Leanza, 1957, p. 9 y 10) los considera como Formación Acoite y Formación Yavi, de acuerdo con la localidad en que afloren. Dado que la litología es similar y que los graptolitos pertenecen a las mismas formas, se ha decidido denominar las rocas de ambos afloramientos con un sólo término, Formación Acoite.

constituídos por lutitas con pocas intercalaciones de areniscas silicificadas y calcáreos. En base a los fósiles encontrados y a la litología se ha dividido este complejo en dos Formaciones. El perfil más característico y mejor desarrollado se encuentra a lo largo del río Santa Victoria, en una longitud de unos 20 Km.

1) Formación Santa Rosita (Tremadociano)

La roca que predomina es una lutita de color gris oscuro a castaño; desde lejos presenta tonalidades verdosas,

Los afloramientos son muy numerosos, constituyendo por lo general fajas alargadas, orientadas de nordeste a sudoeste. Estos sedimentos se encuentran tanto en la pendiente oriental como en la occidental de la Sierra de Santa Victoria y en determinadas localidades constituyen la cima de dicho cordón. El afloramiento más extenso y característico, que a la vez permite mejor su estudio por el corte que representa la quebrada del río Santa Victoria, se manifiesta desde Acoite hacia el naciente. La superposición normal de esta Formación, en discordancia angular sobre las areniscas silicificadas de la Formación Cajas, se observa en numerosas localidades, como ser quebradas de los ríos Santa Rosa, Santa Victoria, Mesón, Cañaní, poco al este de la mina La Niquelina, abra Chalhualmayoc y al sudeste de Rincón de Cajas.

La Formación está integrada por una potente sucesión de lutitas. Comienza con un conglomerado, un verdadero conglomerado basal que ocasionalmente suele faltar, caso abra de Cajas y quebrada Tres Lagunas. Los clastos son de tamaño mediano, predominando fenoclastos de un diámetro de 1 a 2 cm, en una matriz areniscosa de grano fino. Los rodados, de forma redondeada, son de cuarzo de vetas, de color blanco lechoso, areniscas silicificadas, granodiorita y esquistos derivados de la Formación Puncoviscana. El conglomerado basal se presenta con un espesor de 30 a 40 m. Sobre el conglomerado se apoyan en perfecta concordancia capas de arenisca, de grano fino a mediano, con una potencia de 10 m. Hacia arriba pasa paulatinamente a lutitas de color gris.

oscuro, hasta casi negro, con pocas intercalaciones de areniscas lutíticas de color gris verdoso y potentes bancos de areniscas silicificadas, de color blanquecino, grisáceo, con un espesor de 1,5 a 2 m. Continuando arriba, se pasa a lutitas de color gris oscuro, a veces algo margosas, con intercalaciones más frecuentes de areniscas lutíticas y delgadas capas de calcáreo azul oscuro. Hacia arriba se intercalan con mayor frecuencia bancos de areniscas lutíticas de color verde y margas de color gris oscuro. Las lutitas constituyen bancos de 5 a 10 cm de espesor y ocasionalmente hasta 30 o 40 cm.

Al oeste del cordón de Santa Victoria, en ^{el sector} ~~la zona~~ de Saladillo, la roca que predomina corresponde a una arenisca de color verde y en parte verde amarillento, aunque también se observan lutitas de color gris verdoso a gris azulado. En la Sierra de Quirquinchos y su prolongación austral predominan ampliamente unas areniscas levemente silicificadas, por encima del conglomerado de base y unos pocos metros de lutitas arenosas. En el pie occidental del abra de Rota afloran areniscas de color gris, calcáreo gris y lutitas. Como se ve, el grano es de mayor tamaño al poniente del cordón principal, al menos en la parte norte de la región.

El espesor de esta formación es de 2.300 m, según mediciones efectuadas por Nesossi, geólogo de Y.P.F.

En las superficies de estratificación se observa una especie de corrugación, estructura que recuerda óndulas y que es un rasgo bien característico de estas rocas, prestando excelente servicios al distinguirlas de las rocas esquistosas del Precámbrico. Las areniscas de color gris verdoso, como las areniscas lutíticas, a menudo presentan óndulas en su superficie de estratificación. La estratificación de los sedimentos de esta Formación es otra de las características. Se observa cada 3 a 5 m una intercalación de un banco de arenisca de color pardusco y de unos 10 cm de espesor. Esta alternancia de bancos delgados con capas más potentes, caracteriza al Ordovícico. En la Formación Puncoviscana (Precámbrico) no se ha observado esta alternancia.

En las lutitas abundan los cristales de pirita, distribuidos más o menos regularmente. Corresponden a una generación más nueva, procedentes de soluciones que penetraron en las fisuras delgadas de las lutitas. Los cubitos de pirita son de dimensiones variables, desde casi microscópicos hasta con aristas de varios centímetros de largo. Las piritas ocasionalmente se encuentran transformadas en limonita.

La Formación presenta en numerosos afloramientos vetas de cuarzo lechoso, las que en parte tienen rumbo paralelo con la estratificación y en parte un rumbo diferente. Asimismo está cruzada por diques, tanto de rocas mesosilícicas como básicas.

En distintos niveles de los perfiles se han encontrado abundantes restos fósiles, no sólo en lo referente a individuos, sino también a especies. Brackebusch (1883, p. 32 del separado) es seguramente el primero en haber encontrado restos fósiles en esta región, en la localidad de Monabra. Luego Beder (1928) anuncia el hallazgo de nuevas localidades fosilíferas. Posteriormente geólogos de Y.P.F. coleccionaron material, clasificado por Harrington y Leanza (1957). Estos autores, en base al estudio de los restos fósiles, clasificaron el material en dos faunas, con una fauna de transición. Al Tremadociano inferior a su vez lo han subdividido en dos zonas. El contacto entre Tremadociano inferior y superior pasa aguas arriba de la quebrada Soledad. Las localidades fosilíferas son numerosas y unas pocas se han marcado en el mapa geológico, omitiendo las correspondientes al perfil de río Santa Victoria por ser muy abundantes. A continuación se mencionarán unas pocas localidades y los restos orgánicos encontrados durante la campaña correspondiente al presente estudio, clasificados por Leanza (trilobites) y el autor (graptolitos).

Río Santa Victoria

Tremadociano superior:

Parabolinopsis mariana Hoek

Notopeltis orthometopus (Harr.) Harr. et

Leanza

Asaphellus catamarcensis Kobayashi
Parabolinella argentinensis Kobayashi
Protopliomerops primigenus (Ang.) Kobayashi
Geragnostus sp.
Bucania sp.
Ecorthis sp.

Tremadociano inferior:

Kainella meridionalis Kobayashi
Pseudokainella lata (Kobayashi) Harr. et Leanza
Parabolinopsis mariana Hoek
Angelina hyeronimi (Kaiser) Harr. et Leanza
Asaphellus catamarcensis (Kobayashi)
Orometopus notatifrons Harr. et Leanza
? Orometopus pyrifrons Harr.
Parabolinella scalpta Harr. et Leanza
Parabolinella argentina (Kayser) Harr. et Leanza
Jujuyaspis keideli Kobayashi
Dictyonema flabelliforme (Eichwald) var. a y b

Quebrada Viscachani: Tremadociano inferior

Angelina Hyeronimi (Kayser) Harr. et Leanza
Parabolinopsis mariana Hoek
Parabolina argentina (Kayser) Harr. et Leanza
Kainella meridionalis Kobayashi
Parabolinella argentinensis Kobayashi
Echarpes stenomatopus Harr. et Leanza
Bodenbenderia longifrons Harr. et Leanza
Plicatolina scalpta Harr. et Leanza
Leiagnostus iruyensis (Kayser) Harr. et Leanza
Elithiagnostus metus Harr. et Leanza

Senda Poscaya a Mina Poscaya: Tremadociano inferior.

Pseudokainella keideli Harr.
Asaphellus catamarcensis Kobayashi
Bucania sp.

Quebrada de Rota: En territorio boliviano, a pocas decenas de metros de la frontera - Tremadociano inferior.

Deltacare prosops Harr. et Leanza

Calymenidius trapezoidalis (Harr.) Harr. et Leanza

Asaphidae

Protopliomerops primigenus (Ang.) Kobayashi

Parabolinopsis mariana Hoek

Kainella meridionalis Kobayashi

Ctenodonta sp.

Dictyonema flabelliforme (Eichwald) cf. forma typica

Brogger

Dictyonema flabelliforme (Eichwald) cf. var. socialis Salter

Edad. Brackebusch (1883) consideró a estos sedimentos como del Silúrico. Luego Hausen (1925 y 1930) y Beder (1928) atribuyeron esta entidad al Ordovícico. En base al estudio de los fósiles encontrados no queda la menor duda que los sedimentos de esta Formación indican el Tremadociano, tanto el inferior como el superior.

ii) Formación ^{Acaite} ~~Rosita~~ (Arenigiano y Llenvirniano)

Las rocas predominantes son areniscas lutíticas, lutitas y areniscas calcáreas. Afloran al oeste de las localidades de Santa Victoria, Mecoyita y Yavi, constituyendo tres afloramientos. El más extenso y característico es el primero, que permite estudiar la parte inferior y media a lo largo de la quebrada Chulpíos. En el río Mecoyita aflora la parte superior. Más al oeste en Yavi, sólo aflora la parte media y la litología es algo distinta; por consiguiente se darán descripciones de los tres perfiles.

En la quebrada de Lizoite, poco aguas abajo de la confluencia con la quebrada Chulpíos, comienza esta Formación con areniscas lutíticas de grano fino, de color gris verdoso, en bancos de 10 a 20 cm de espesor, que se apoyan en perfecta concordancia sobre los sedimentos de la Formación Santa Rosita. Hacia arriba se presentan intercalaciones de lutitas y lutitas arenosas de color gris oscuro y gris amarillento. De tanto en tanto

se observan capas de arenisca masiva con abundancia de mica, en bancos de hasta 50 cm de espesor. Toda la secuencia se caracteriza por sus tonos amarillentos, que permite distinguir esta Formación de la anterior. Las lutitas se desmenuzan muy fácilmente. La Formación en su parte inferior, está caracterizada por la abundancia de Thysanopyge argentina Kayser. Las vetas de cuarzo son más bien escasas. Algunos bancos de areniscas lutíticas presentan óndulas.

A lo largo de la quebrada Mecoyita afloran sedimentos correspondientes al miembro superior de esta Formación. Son lutitas margosas y areniscas calcáreas, con intercalaciones de ^{de} bancos calcáreo impuro. Tanto al naciente como al poniente el afloramiento está limitado por fallas de rumbo. Hacia el sur afloran areniscas lutíticas, lutitas y areniscas calcáreas, pertenecientes a los miembros medio e inferior de la Formación ~~Campanario~~ ^{Acoite}, que se reconocen tanto por su litología como por su color. Más al sur todavía, en la quebrada El Manzano (afluente margen izquierda del río Santa Cruz entre abra Sepulturas y Pucará) afloran las lutitas típicas de la Formación Santa Rosita, con restos orgánicos (Asaphellus catamarcensis Kobayashi) que indican el Tremadociano. Debido al acarreo que cubre la superficie, es imposible marcar el contacto entre las Formaciones Santa Rosita y ~~Campanario~~ ^{Acoite}, del río Santa Cruz al norte. Por consiguiente, los contactos marcados son sólo aproximados.

En Yavi, en la ladera oriental del cordón de los Siete Hermanos, asoma el tercer afloramiento de esta Formación. No se observa la base. La sucesión comienza con lutitas de color gris verdoso estratificadas en capas muy delgadas. Se observan intercalaciones de bancos de color grisáceo y pardusco y además de areniscas cuarcíticas, más o menos masivas. Estas últimas presentan tubitos análogos a Scolithus, pero de dimensiones mucho menores a los encontrados en las areniscas moradas de la Formación Campanario. En las lutitas se encuentran rodados de arcilla (clay balls) achatados que suelen presentar como en cono. Hacia el techo

las lutitas son de color gris violáceo. El paso de un color al otro es gradual.

El espesor de esta Formación en la quebrada Chulpíos es de 1.440 m, según la medición del perfil efectuado por Nessosi, de Y.P.F. A éste se le debe sumar los 800 m del perfil de la quebrada Mecoyita, dando un total de 2.240 m.

Referente a restos fósiles, en el afloramiento de la quebrada Chulpíos, como en su prolongación austral, se han encontrado numerosos ejemplares, tanto de trilobites como de graptolitos. En cambio, en el afloramiento de Yavi, sólo se han encontrado graptolitos, pero la misma especie que en el afloramiento anterior. En la quebrada Mecoyita se han encontrado unos pocos restos orgánicos, en su totalidad trilobites. Los trilobites han sido clasificados por Harrington y Leanza, en base al material coleccionado por geólogos de Y.P.F. y estudiados por los autores mencionados (1957); los graptolitos han sido estudiados por el autor, parte del material fué coleccionado por geólogos de Y.P.F. y el resto por el autor (1957).

Quebrada Chulpíos:

Thysanopyge argentina Kayser

Dictyonema yaconense Turner

Didymograptus v-deflexus Harris

Quebrada Mecoyita:

Hoekaspis schlagintweiti Harr. et Leanza

Synhomalonotus sp.

Edad.— Hausen (1925 y 1930) atribuye los sedimentos de Yavi al Ordovícico. Posteriormente Loss (1948) en base al hallazgo de graptolitos en Yavi, asigna estos sedimentos al Arenigiano. Esta última edad ha sido confirmada con el hallazgo de más fósiles en la quebrada Chulpíos y otras localidades, como Trigchuaico, río San Felipe, etc. Referente a los restos orgánicos encontrados en la quebrada Mecoyita, indican sedimentos del Llanvirniano, según comunicación verbal del Dr. Harrington.

c) Silúrico?: Formación Mecoyita

Los depósitos glacimarininos que se describirán a continuación fueron denominados "Horizonte Glacial de Zapla" por Schlagintweit (1942, p. 116). Se encuentran constituyendo un único afloramiento dentro del perímetro de la región, con forma de una estrecha faja y dirección nordeste sudoeste. A un Kilómetro al naciente del borde oriental del mapa está el afloramiento descrito por S. Schlagintweit (1942).

La entidad se apoya sobre los sedimentos del Grupo Santa Victoria; en el norte descansa sobre las lutitas de la Formación Santa Rosita, mientras que algo más al sur lo hace sobre las areniscas lutíticas de la Formación ~~Acuña~~ ^{Acuña}, cubriendo de sur a norte sucesivamente capas más antiguas. De este hecho se infiere la existencia de una discordancia en la base de la Formación Mecoyita. Esto es corroborado por lo observado en Lipeón (un Kilómetro al naciente del borde oriental de la región) donde las tillitas descansan sobre sedimentos plegados de la Formación Santa Rosita.

El complejo está integrado por conglomerados glacimarininos con intercalaciones de areniscas cuarcíticas y lutitas. Las tillitas están mal consolidadas y presentan en general disyunción esferoidal y carecen en general de estratificación o a lo sumo ésta es muy irregular. Tienen un color general grisáceo oscuro, que en partes puede ser gris verdoso y aún gris amarillento. La matriz es de grano muy fino, arcillosa, en la cual la distribución, como el tamaño, de los rodados, es muy irregular. Los rodados están integrados por cuarzo (predominante) granodiorita y cuarcitas. Los clastos generalmente están bien desarrollados y muy meteorizados: ocasionalmente se observan ejemplares estriados. Los rodados aumentan de tamaño hacia el techo. El diámetro máximo medido de un rodado es de 50 cm. Las areniscas y lutitas constituyen bancos de 10 a 20 cm de potencia.

El espesor de esta formación es de unos 30 m. Schlagintweit (1942) para el afloramiento de Lipeón calcula 50 m, pero en esa localidad la tillita está plegada, como él mismo menciona (p. 122).

Edad.— Angelelli (1941, p. 115) consideró a estos depósitos glaci-marinos como del Paleozoico inferior. Schlagintweit (1942) opina que están comprendidos entre el Ordovícico inferior y el Devónico; siendo muy probablemente del Silúrico. Angelelli (1946, p. 123) en base a fósiles estudiados por Harrington y Leanza ubica a las tillitas en el Silúrico. Posteriormente, Nieniewski y Wleklinski (1950, p. 175) asignan a esta entidad al Ordovícico medio (Llandeiliiano) siguiendo a Harrington. En realidad no hay suficientes datos como para poder fijar la edad de esta Formación con exactitud. Se sabe que está por encima del Arenigiano y por debajo del Silúrico medio (Wenlockiano) en Zapla, mientras que en la región de estudio está por encima del Arenigiano y cubierta por la Formación Lipeón, hasta ahora de edad desconocida, pero supuesta Silúrico o Devónico. En el presente trabajo se asignan con dudas estos sedimentos al Silúrico, considerando que hay una discordancia, probablemente, en la base.

d) Silúrico - Devónico: Formación Lipeón.

Esta denominación se aplica a un potente conjunto de lutitas micáceas que constituyen un único afloramiento, que se extiende desde el límite norte de la región hasta poco más al sur del abra Sepultura. Corresponden a los Esquistos de Lipeón, denominación dada por Schlagintweit (1942, p. 122) al describir afloramientos a pocos centenares de metros al naciente de la margen oriental de la región. Posiblemente sean homólogas a las areniscas y lutitas descritas por Schlagintweit (1942, p. 116) como complejos F y D1, por Angelelli (1946, p. 123) como "Areniscas Amarillentas", por Nieniewski y Wleklinski (1950, p. 181) también como "Areniscas Amarillentas" aunque expresan la opinión que sería más apropiada la denominación de esquistos (lutitas). Todos estos autores

se refieren a la ^{comarca} ~~zona~~ de Zapla, provincia de Jujuy.

Su base se apoya sobre las tillitas de la Formación Mecoyita aparentemente en concordancia. En la escasa bibliografía referente a esta entidad, no hay mayores datos sobre la base. Pero, teniendo en cuenta que siempre que aflora la Formación Mecoyita, ésta se encuentra cubierta por los sedimentos de la Formación Lipeón (comunicación verbal de Yakulica y Russo) se considera que el contacto es concordante.

La Formación comienza con areniscas de grano fino, micáceas de color gris verdoso, sobre el cual se apoyan dos bancos ferruginosos de 1 a 4 m de espesor. A continuación se dispone una sucesión monótona de lutitas y areniscas, que se ha dividido en tres miembros. El inferior está integrado por areniscas de grano fino y lutitas de color gris oscuro, estratificadas en bancos de 3 a 4 cm de espesor. Siguen areniscas de grano muy fino y lutitas de colores gris y castaño hasta casi negro. En los dos miembros se ha observado la presencia de un pequeño plegamiento o rizadura en bancos de lutitas, característicos para esta Formación. El segundo miembro es sumamente micáceo. Finalmente se tiene lutitas de colores gris claro y rojizo, que persisten hasta el techo. Algunos bancos presentan concreciones, por lo general de forma alargada, de tamaño variable, oscilando entre 10 y 5 cm de largo. Las lutitas y areniscas de los tres miembros se caracterizan por ser muy micáceas, que impartens a las lutitas un brillo particular y por presentar una estructura corrugada. Otra característica de esta Formación es el clivaje muy abundante. Siempre son duras. En varios niveles presentan concreciones de arcilla ferruginosa.

El espesor medido a lo largo de la quebrada Mecoyita es de 1.600 m aproximadamente.

En varias capas se han encontrado restos orgánicos, correspondientes a:

Conularia sp.

Tentaculites sp.

Nuculites sp.

Lingula sp.

Gastrópodos ~~sp.~~ (*a estudiar*)

Trilobites (*a estudiar*)

Edad.— Bodenbender (1906, p. 398) atribuyó las lutitas y areniscas de esta Formación al Carbónico (en una nota al pie, menciona el hallazgo de Spirifer antarcticus M y S, por el señor Montenegro, más al norte, en territorio boliviano. Será en la misma Formación?) mientras que Beder (1928, p. 11) las asigna con ciertas reservas al Devónico. Para Schlagintweit (1942, p. 116 y 126) son en parte entre Ordovícico y Devónico y la otra parte devónica. Angelelli (1946, p. 123) considera a esta Formación como silúrica, concordando con dicha opinión Nieniewski y Wleklinski (1950, p. 174) pero agregando que es del Wenlockiano y Devónico, en base a estudios paleontológicos de Harrington y Leanza y Harrington. En el presente trabajo, siguiendo a Nieniewski y Wleklinski (1950) son asignados al Silúrico - Devónico.

e) Carbónico - Pérmico ?

A continuación se reseñará un conjunto de rocas ígneas, tanto intrusivas como filónicas, que se encuentran en la fracción media de la región, atravesando rocas de la Formación Puncoviscana y de los Grupos Mesón y Santa Victoria.

i) Formación Hornillos (sienodiorita).

Al naciente de la localidad de Hornillos y al sur del cerro homónimo, se encontró un pequeño cuerpo intrusivo que ha atravesado las areniscas silicificadas del Grupo Mesón y aparentemente a las lutitas de la Formación Santa Rosita. El plutón está limitado al naciente por una falla. Las dimensiones del cuerpo intrusivo son las siguientes, 1½ Km de largo por 300 m de ancho.

La roca predominante es una sienodiorita de color gris, grano mediano a grueso, distinguiéndose granos de ortosa, plagioclasa (andesina ácida) anfíbol y biotita. El cuarzo es escaso. El anfíbol está representado por hornblenda y es bastante abundante. Como variedad se recogió una muestra de color gris verdoso, estructura granosa, en la cual se reconocen granos de cuarzo, plagioclasa (andesina media) anfíbol (hornblenda) y biotita. Estudiada

al microscopio resultó ser una tonalita.

Las areniscas silicificadas del Grupo Mesón presentan signos de metamorfismo de contacto. Se encuentran rodados de arenisca silicificada vidriosa y bloques de la roca intrusiva con inclusiones de ésta.

ii) Rocas de dique.

Las rocas de dique atraviesan los complejos sedimentarios de la Formación Santa Rosita y más antiguos, como también el plutón sienodiorítico de la Formación Hornillos. Por lo general todos los diques son de dimensiones reducidas, como término medio tienen unos 500 m de longitud y hasta 3 m de potencia. La dirección general de estos cuerpos hipabisales es norte sur a noroeste sudeste.

En primer término se pretenderá describir los filones capas que atraviesan los sedimentos de la Formación Lizoite, para luego continuar con los diques propiamente dichos.

En una angostura del río Lizoite, donde desemboca el río Blanco, se observa una potente intercalación concordante de andesita en la parte basal de la Formación Lizoite.

La roca es de color pardo grisáceo, con textura porfírica, que permite reconocer fenocristales de feldespato claro, plagioclasa (andesina ácida) en forma de listones, de color blanquecino y verdoso, que alcanza hasta una longitud de 1 cm. Otros fenocristales corresponden a minerales ferromagnésicos y se presentan con dimensiones menores que los anteriores. La pasta es afanítica. Se observa que la andesita está muy alterada. La potencia de los filones capas alcanza a unos 50 m.

El dique que atraviesa los sedimentos metamorfiados de la Formación Puncoviscana, al sur de la localidad homónima es de pórfido traquiandesítico. Es de color gris claro con un ligero tinte rosado, de textura porfírica, en la cual se distinguen fenocristales de color rosado y verdoso, correspondientes a ortosa; anfíbol (hornblenda) de dimensiones menores a los anteriores y color negro verdoso. La pasta es microgranosa.

Pocos metros aguas arriba de Churquipampa, en el río Lizoite y atravesando las areniscas de la Formación Campanario, se observó un dique constituido por pórfido riódacítico. Está integrado por una roca de textura porfírica, con fenocristales de color verdoso, unos de ortosa sumamente caolinizados y otros de plagioclase. La pasta, de color rosado, es de grano grueso.

Las lutitas de la Formación Santa Rosa en las inmediaciones de Paltorco y Trigohuaico están cruzadas por numerosos diques. Las dos muestras recogidas corresponden a andesitas. Una de ellas fué extraída poco aguas abajo de la confluencia de los ríos Lizoite y Hornillos, es de textura porfírica, color pardo claro, con fenocristales de plagioclase y una pasta de grano fino. La otra, recogida entre Poscaya y Paltorco, pertenece a una andesita de color gris verdoso, textura porfírica que permite reconocer fenocristales de color blanco grisáceo de plagioclase y una pasta afanítica.

Próximo al abra Paltorco, se observó una dacita con una pasta afanítica de color gris amarillento y fenocristales de plagioclase (andesina ácida); el cuarzo se encuentra únicamente en la pasta.

En la quebrada Casa Vieja se coleccionó una muestra de pórfido andesítico. Corresponde a una roca de color pardo rojizo, con fenocristales escasos y pequeños, de plagioclase y otros minerales no determinables.

La muestra siguiente, extraída en la quebrada Trigohuaico, próximo a Paltorco, es un basalto de color negro, textura porfírica. Los fenocristales visibles de color amarillento por alteración, corresponden a plagioclase (labradorita básica) y piroxeno (augita).

Un dique que atraviesa las rocas de la Formación Hornillos está integrado por andesita de color gris ligeramente verdoso. Los fenocristales de color gris claro son en su mayoría de plagioclase (andesina ácida). La pasta es afanítica.

iii) Edad.

Referente a la edad de las rocas ígneas reseñadas arriba, sólo se puede afirmar que son post Grupo Santa Victoria (Ordovícico inferior y medio) al menos en la mayoría de los casos, ya que el pórfido traquiandesítico que atraviesa a los esquistos de la Formación Puncoviscana, se considera como perteneciente al mismo ciclo que las demás rocas de dique.

En el caso de la sienodiorita de la Formación Hornillos, que atraviesa las areniscas del Grupo Mesón, es casi seguro que sea más reciente que la Formación Santa Rosita. Las lutitas de esta última Formación muestran los efectos de un metamorfismo regional, así que es algo difícil poder decidir si la sienodiorita ha afectado a las lutitas, aunque parece lo más probable. En el conglomerado basal del Ordovícico no se han encontrado clastos de esta roca. El plutón podría ser del Carbónico Pérmico (Groeber, 1938 y comunicación verbal) como los cuerpos intrusivos que se encuentran algo más sudoeste. Para Hausen (1926 y 1930) es una "Roca Intrusiva Antigua" mientras que Beder (1928) opinó que es del Terciario. En realidad no hay suficientes elementos como para poder decidir.

La andesita que se presenta en filones capas en la Formación Lizoite, se considera como integrante del mismo ciclo ígneo que las rocas de dique, por consiguiente se considerarán en conjunto. En este caso se sabe que las rocas filónicas son posteriores al plutón sienodiorítico, ya que se encontró a éste atravesado por un dique de andesita. Por ende, se asignan las rocas de dique al ciclo magnético del Carbónico-Pérmico (Groeber, 1938 y comunicación verbal) y más recientes que la intrusión del plutón.

Por ahora no se debe descartar la posibilidad que las rocas ígneas estén relacionadas con los movimientos del Ciclo Tacónico, que han actuado entre la sedimentación del Grupo Santa Victoria y la acumulación de la Formación Mecoyita. Esta consideración se hace en base a la ausencia de diques, tanto en la Formación Mecoyita como en la Formación Lipeón.

3. Mesozoico

Grupo ^{Salta} ~~Vaca~~

Esta denominación se aplica a un complejo de origen continental, fluvial o eólico en su parte inferior y lacustre o marino en su parte superior, integrado por areniscas, areniscas calcáreas, calcáreo dolomítico, margas y arcillas. Los elementos de este Grupo afloran a lo largo de las fracturas indicando los rasgos tectónicos. Corresponde a la entidad que Brackebusch denominó primero Formación Petrolífera (1883) y posteriormente Sistema de Salta (1891) y a parte de la Formación Puca de Steinmann (1904). A Bonarelli (1913 y 1921) se debe la primera subdivisión de este complejo, si bien es cierto que el cuadro por él presentado ha sido modificado posteriormente por otros autores, pero las denominaciones regionales por él introducidas subsisten hasta hoy en día. Hagermann (1933) al estudiar sedimentos análogos en la Sierra de Santa Bárbara y comarcas adyacentes, propuso una nueva nomenclatura, modificando algo la de Bonarelli. Luego Schlagintweit (1941) al comparar los afloramientos del Cordón de los Siete Hermanos con los de Miraflores, Bolivia, enmendó ligeramente la clasificación propuesta por Hagermann. En el presente trabajo se seguirá la ordenación de Schlagintweit.

Sus características litológicas, diversas coloraciones, espesores y otras, imprimen a cada término un sello particular que permite individualizarlo dentro del amplio complejo. El ambiente terrestre ha predominado durante la acumulación de la fracción inferior y superior mientras que la intermedia corresponde a un ambiente lagunar salobre y para algunos autores, parcialmente marino. Este problema se dilucidará cuando se encuentren fósiles en buen estado de conservación, que permitan realizar una investigación a fondo. En la región sólo se han reconocido sedimentos pertenecientes a las Formaciones más antiguas.

a) Formación ^{Pirgua} ~~Puñas Coloradas~~

Corresponde a una entidad integrada por areniscas de color rojo, denominado Areniscas Inferiores por Bonarelli

(1913, p. 18) aunque para este autor el término incluía areniscas de color gris, posteriormente demostrado que eran del Gondwana (Schlagintweit, 1937, p. 5).

Los sedimentos de esta Formación constituyen tres afloramientos. El primero se encuentra entre los ríos La Huerta y Santa Victoria, a unos 5 Km al oeste de la última localidad mencionada. A lo largo de la quebrada Hornillos asoma una faja larga y estrecha de estos sedimentos. Finalmente, en la ladera oriental del Cordón de los Siete Hermanos se encuentra el afloramiento más importante, donde mejor desarrollado se encuentra el perfil.

La superposición normal de estos sedimentos en discordancia angular sobre la Formación ~~Acate~~ ^{Acate} se observa en la pendiente oriental del cordón de los Siete Hermanos, como ya fuera mencionado por otros autores como Hausen (1925) Schlagintweit (1941) etc. Asimismo se observa el contacto discordante en las cabeceras de la quebrada Chulpíos.

La Formación comienza con un conglomerado de base de color rojo violáceo oscuro en la parte inferior y pardo rojizo en su parte superior y, de carácter torrencial, como ya lo indicara Schlagintweit (1937, p. 6). El conglomerado no está siempre, faltando en los dos primeros afloramientos. Los rodados, de formas irregulares y angulosas, son de distinto tamaño, desde guija hasta bloques, y se encuentran en una matriz constituida por arena arcillosa. Los fenoclastos, derivados de los sedimentos ordovícicos subyacentes, son de cuarzo, areniscas lutíticas y lutitas. Por sus bordes angulosos denotan poco transporte. El espesor es de uno 20 a 30 m. Sobre el conglomerado de base se apoyan areniscas de color rojo pardusco, de grano mediano y fino, compactas, en bancos de 20 cm de potencia, con intercalaciones de capas más arcillosas. En la fracción inferior las capas presentan laminación entrecruzada, con las características de un depósito subáqueo. Se observan intercalaciones de bancos de diversos colores, por decoloración secundaria, como ser, blancas, amarillentas, rosadas, verdes, moradas, etc., como asimismo capas con rodados

pequeños, de 1 cm de diámetro. La estratificación es muy buena y bien visible.

En los afloramientos al naciente del cordón principal de la Sierra de Santa Victoria, las areniscas son de un grano mayor y constituyen bancos de hasta 2 m de espesor muy bien estratificados. Son areniscas deleznales y de color rojo pálido.

Esta entidad se presenta con un espesor de unos 500 m.

b) Formación Lecho.

La Formación que se detalla a continuación está integrada por areniscas, ricas en calcáreo, de color blanquecino. Bonarelli (1913, p.18) introdujo el término Horizonte Calcáreo Dolomítico en la literatura geológica. Posteriormente el complejo fué dividido por Hagermann (1933) y luego Schlagintweit (1941, p. 340) consideró a las dos subdivisiones como entidades distintas. La Formación a tratar correspondería a las Areniscas Calcáreas de Hagermann (1933) y de Schlagintweit (1941).

Constituyen un único afloramiento en la pendiente oriental del cordón de los Siete Hermanos, apoyándose en concordancia sobre la Formación ^{Pirgua} ~~Basal Subtróica~~. En realidad, ambas Formaciones están separadas por un conglomerado brechoide, de reducido espesor, a lo sumo 3 m, de material calcáreo, con abundante cemento silíceo. El conglomerado no se ha observado en todos los lugares. Posiblemente se acúñe y reaparezca, constituyendo lentes. En el conglomerado se presentan intercalaciones de areniscas. A continuación se tiene una sucesión integrada por areniscas calcáreas de color blanquecino y/o gris amarillento, constituyendo bancos gruesos con laminación entrecruzada del tipo torrencial y arenisca silícea, clara, de tipo conglomerádico pequeño, con intercalaciones más arcillosas de color verde nilo. La consistencia es más tenaz y la estructura más compacta que en la Formación anterior. La estratificación no es tan visible como en la Formación anterior.

El espesor de esta formación es de unos 40 m.

c) Formación ^{Yacoraite} ~~Groeb~~ ⁽¹⁾

Es una entidad constituida por capas calcáreas con intercalaciones de bancos de areniscas. Corresponde al Horizonte Calcáreo propiamente dicho de Bonarelli (1913), Hagermann (1933) y Schlagintweit (1941). Constituye un sólo afloramiento a lo largo del cordón de los Siete Hermanos, al poniente de Yavi.

Se sobrepone concordantemente a la arenisca gris blanquecina de la Formación anterior y el ^{contacto} ~~límite~~ con dicha Formación es dudoso y tal vez sea arbitrario separarlos con un límite neto y preciso. Una observación de campaña que ha dado resultados provechosos en la separación de las dos Formaciones es la referente a estratificación. Las areniscas calcáreas de la Formación Lecho presentan una estratificación pobre, mientras que los integrantes de la Formación ^{Yacoraite} ~~Groeb~~ están muy bien estratificados.

La Formación está constituida por bancos de calcáreo colítico, predominantes en su fracción inferior y capas de areniscas, areniscas calcáreas y margas en la parte superior. El calcáreo está estratificado en potentes bancos que alcanzan hasta 2 m de espesor, siendo comunes capas con una potencia de 25-35 cm. Algunos bancos están integrados por láminas. Su consistencia en general es tenaz, pero las capas intercaladas de areniscas son más débiles y por consiguiente más fáciles de sucumbir por la erosión. Esta erosión desigual tiene como consecuencia que el cordón de los Siete Hermanos, visto desde el oeste, da la impresión de estar formado por pliegues apretados, paralelos y de rumbo este oeste, cuando en realidad corresponde al ala occidental de un pliegue. La roca es de color gris, en ocasiones gris oscuro con tonos azulados. Cerca del techo hay una intercalación de capitas margosas de colores rosados, amarillentos, verdosos, etc., en lajas delgadas y compactas.

El calcáreo por meteorización da lugar a clastos de formas cuandragulares, 40 a 50 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho y 20 a 25 cm de alto, semejantes a bochas, pero no redondeadas.

(1) Denominación dada por Groeb (trabajo en prensa) a este complejo y usada con su consentimiento.

En numerosos bancos se han encontrado abundantes restos orgánicos fósiles correspondientes a gasterópodos turritiformes y melanoideos y pelecípodos. Estos últimos dan lugar a formación de coquina. Además están las estructuras mayores, el fósil problemático, un alga? (Keidelia sp. Bonarelli). Los restos fosilíferos parecerían indicar con más probabilidades, un origen lacustre, de aguas salobres, y no un origen marino, en base a la presencia casi exclusiva de gasterópodos aunque el hallazgo de Ostrea por Schlagintweit (1941) apoya la idea de influencia marina. Los fósiles han sido estudiados por Fritzsche (1924) Cossmann (1925) y Bonarelli (1927 y 1945). El primero estudió las formas coleccionadas por Steinmann en Yavi.

La Formación se presenta con un espesor de 100 m aproximadamente.

Santa Bárbara
d) Formación Yaguetilla

Esta denominación se aplica a un complejo constituido por areniscas margosas, margas y arcillas. Corresponde a las Margas Multicolores de Hagermann (1933) y de Schlagintweit (1941). Constituyen dos afloramientos, uno en el extremo septentrional del cordón de los Siete Hermanos y el segundo en la quebrada del arroyo Portillo (Río Nazareno).

La base se asienta en concordancia sobre las areniscas y calcáreos de la Formación ^{*Jacaré*} ~~Casta~~, mediante capas de transición. El pasaje gradual de una Formación a otra se observa en la quebrada de Yavi (aguas arriba de Yavi Chico). La Formación comienza con margas rojizas, violáceas, a veces arenosas, en otras ocasiones arcillosas, con intercalaciones de areniscas y areniscas algo silicificadas. Luego siguen bancos de areniscas de grano muy fino, que dan lugar hacia arriba, a bancos de arcilla, en partes muy arenosos. Predominan areniscas de color rojo violáceo, encontrándose de distintos tonos, y arcillas de colores grises y verdosos. En numerosos bancos se observa laminación entrecruzada. Los bancos de areniscas levemente silicificadas, de color

gris con tonos morados, tienen un espesor de 2 a 3 m. Las camadas de arcillas se presentan con una potencia de 3 a 5 cm.

Referente a restos Referente a restos fósiles, se han encontrado caparazones de tortugas y niveles con Ostrácodos.

En el afloramiento del Arroyo Portillo afloran areniscas margosas, con abundantes vetitas de yeso. El yeso es de forma fibrosa o granosa cristalina. Además se encuentran cristales de cloruro de sodio, como ya lo mencionara Brackebusch (1883 p. 39 del separado). Estos sedimentos han sido considerados como de la Formación ^{Santa Bárbara} ~~Yegualtilla~~, por encontrarse en su base calcáreo dolomítico, en la prolongación austral del afloramiento, según una comunicación verbal de Russo.

El espesor de la Formación es de unos 600 m.

e) Edad del Grupo ^{Lalla} ~~Yegualtilla~~

Este Grupo sedimentario, en cuya composición entran elementos de origen diverso, ha sido atribuido a edades distintas. En la actualidad se han generalizado dos opiniones, para unos (Bonarelli, 1913, 1921, 1950 a y b) es del Triásico y para otros del Cretácico (Schlagintweit, 1941 y Groeber, 1952). Asimismo, hay un tercer parecer, sustentado por un número muy limitado de autores (Picard, 1948) quienes sostienen que la entidad basal ~~debe~~ ser asignada al Carbónico. La incertidumbre vigente es debida a la falta de restos orgánicos fósiles bien determinables. Además, éstos faltan por completo en las dos Formaciones basales; es decir, hasta la fecha no se ha registrado ningún hallazgo.

A pesar de tantos años de estudio, la incertidumbre referente a la edad de las Formaciones del Grupo ^{Lalla} ~~Yegualtilla~~, todavía subsiste, dividiéndose los autores en dos tendencias, los que asignan estos sedimentos al Triásico y los que son de opinión que representan al Cretácico. Dado que en el presente trabajo no se aporta ningún dato nuevo que ayude a resolver el problema, el autor se abstiene de asignar a las distintas Formaciones edades determinadas, limitándose a incluir el Grupo ^{Lalla} ~~Yegualtilla~~ en el Mesozoico.

4. Cenozoico

a) Terciario: Formación Aguilar

En el tramo superior de la quebrada Hornillos, en la localidad de Aguilar, asoma un reducido afloramiento de una toba volcánica que se distingue desde lejos por su coloración blanco sucio.

La toba endurecida, de grano fino, es algo friable y pobremente estratificada, constituyendo bancos de 2 a 3 m de espesor. Al microscopio se observa que la roca está integrada por fragmentos angulares de vidrio y hojitas de biotita, predominando ampliamente el primer componente. El espesor de la toba no sobrepasa los 100 m.

Edad. Se ha atribuido al Terciario, sin poder asignarlo con seguridad a uno o a otro piso, por falta de datos, pero es probable que sea del Terciario más superior, por analogía con los depósitos volcánicos que se encuentran más al oeste.

b) Cuartario

Los sedimentos, en parte no consolidados, atribuidos al Cuartario, cubren mayor superficie en la fracción occidental de la región. Basándose en observaciones y datos puramente litológicos, en el Cuartario se han diferenciado tres divisiones.

i) Inferior

Estos depósitos, constituidos en su mayor parte por sedimentos arenosos con intercalaciones arcillosas, se caracterizan por tener en su techo una capa calcárea y un banco de arcilla de color rojo. Corresponden a acumulaciones torrenciales, fluviales y lacustres. Un carácter notable de los depósitos aluvionales es que en su composición participan areniscas deleznales, con abundante coloración rojo pardo, a veces algo calcáreas.

Los depósitos se apoyan directamente y en discordancia angular sobre rocas del Grupo Mesón, Formación ^{Acoite} ~~Chalchicomula~~ y Grupo ^{Salta} ~~Yavi~~, indistintamente. No se han observado conos de deyección en la base del Cuartario inferior.

Están constituidos por sedimentos pobremente consolidados, predominando las arenas. El color de éstas es muy variable, presentándose rojiza, rosada, amarilla verdosa, parda amarillenta, pero siempre en sus tonos claros. En el perfil se observan intercalaciones de camadas de rodados, generalmente lenticulares. También hay intercalaciones de arcillas. Llama la atención una intercalación de arena de color negro brillante; los rodados próximos se hallan cubiertos por una película de psilomelano. No se han encontrado partículas de vidrio en estos depósitos, aunque hay una capa de color blanco, integrado por arena, que desde lejos parecería tener elementos tobáceos. Esto corresponde al perfil en la barranca al naciente de Yavi.

La estratificación es horizontal en la mayoría de los casos, aunque en ciertas localidades los depósitos se encuentran levemente dislocados. Los bancos por lo general son potentes, 1 a 2 m de espesor.

El espesor es muy inconstante, variando entre un mínimo de centímetros hasta un máximo de 120 m. La variación es debida a que el relieve sepultado es sumamente irregular. Hay cierta tendencia a aumentar desde la divisoria de aguas en el sur hacia el norte. Estos datos se refieren a los acarreos en la fracción occidental de la región.

Al naciente del cordón principal de la Sierra de Santa Victoria, estos sedimentos se encuentran en varias localidades, en general en las márgenes de los valles, constituyendo afloramientos de áreas reducidas.

Por lo general estos acarreos se hallan integrados por rodados y trozos de rocas de todo tamaño, arena y barro. Afloran en Lizoite, a lo largo de la quebrada Hornillos, entre Huerta y Santa Victoria y al sur de Aguilar.

Al sur de Aguilar se observa una potente entidad, de color pardo claro, integrada por rodados, arenas y arcillas. Los estratos están dispuestos horizontalmente.

Estos acarreos corresponden a fases de fuerte acumulación.

ii) Superior

Esta constituido por sedimentos arenosos y arcillosos intercalados. Se encuentran como relictos en las terrazas de los cañadones y quebradas. En las cercanías de Yavi comienza con un banco de turba, con un espesor de 2 m o más. En otros afloramientos la base está formada por capas de arena. En ambos casos la base se apoya en discordancia erosiva sobre los depósitos del Cuartario inferior. Cuando se asientan sobre rocas del Paleozoico o Mesozoico, la discordancia es angular. Sobre las capas basales se apoyan arenas y arcillas malamente estratificadas, de color gris, predominando tonos claros. En algunas camadas de arena se encuentran numerosos rodados con un diámetro de hasta 1 cm. Por lo general hay materia orgánica en todo el material.

El espesor de los depósitos varía de una quebrada a otra, alcanzando un máximo de 20 m, pero se mantienen más o menos uniforme en una misma quebrada.

iii) Reciente y Actual

Corresponde a los depósitos eólicos y conos de deyección. En general los depósitos de esta categoría tienen carácter de sedimentos clásticos, gruesos o muy finos, de estratificación esfumada, que se extienden horizontalmente, cubriendo como una capa, todas las Formaciones más antiguas.

Los depósitos eólicos constituyen los médanos que afloran en unas pocas localidades, como al nordeste de Portillo y al sur de Ovejería. En este último lugar los restos de médanos se encuentran sepultados por depósitos aluvionales más recientes. Forman parte de la capa superficial arenosa que se extiende sobre la planicie. Por encima de todos los depósitos hay una capa de cantos rodados, que se extienden como un manto, cubriendo todo conjuntamente con arena gruesa.

En algunas de las quebradas, por ejemplo, Lizoitte, que surcan la ladera oriental de la Sierra de Santa Victoria, se conservan restos de depósitos glaciares, morenas.

iii) Reciente y Actual

Corresponde a los depósitos eólicos y conos de deyección. En general los depósitos de esta categoría tienen carácter de sedimentos clásticos, gruesos o muy finos, de estratificación esfumada, que se extienden horizontalmente, cubriendo como una capa, todas las Formaciones más antiguas.

Los depósitos eólicos constituyen los médanos que afloran en unas pocas localidades, como al nordeste de Portillo y al sur de Ovejería. En este último lugar los restos de médanos se encuentran sepultados por depósitos aluvionales más recientes. Forman parte de la capa superficial arenosa que se extiende sobre la planicie. Por encima de todos los depósitos hay una capa de cantos rodados, que se extienden como un manto, cubriendo todo conjuntamente con arena gruesa.

Los conos de deyección se originan en la Sierra de Santa Victoria, pero carecen de gran magnitud.

Petrográficamente se compone de depósitos arenosos de color pardo amarillento y una capa de pedregullo más reciente, observándose muy bien sobre la arcilla roja del Cuartario inferior. Los clastos varían de tamaño, predominando los que presentan dimensiones entre 2 y 5 cm de largo. En su mayoría corresponden a areniscas silicificadas, cuarzo y diversas rocas ígneas.

LISTA BIBLIOGRAFICA

- ANGELELLI, V., 1941.- Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina, etc.; en Dir. Min. Geol., Bol. 50, (Buenos Aires).
- ANGELELLI, V., 1946.- La Geología y génesis del yacimiento ferrífero de Zapla, mina "9 de Octubre", (Departamento de la Capital, Provincia de Jujuy); en Rev. Soc. Geol. Arg., I, 2, (Buenos Aires) p. 117-147.
- BEDER, R., 1928.- Los yacimientos de mineral de plomo en el departamento de Yavi, de la provincia de Jujuy; en Dir. Gral. Minas, Geol. Hidrog., Public. 38, (Buenos Aires).
- BODENBENDER, G., 1906.- Informe sobre una exploración geológica en la región de Orán (Provincia de Salta); en Min. Agric. Nac., Bol. IV, 4 y 5, (Buenos Aires) p. 392-402.
- BONARELLI, G., 1913.- Las Sierras Subandinas del Alto y Aguara-güe; en Anal. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Min., VIII, 4, (Buenos Aires).
- BONARELLI, G., 1921.- Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy); en Anal. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral y Min., XV, 1, (Buenos Aires).
- BONARELLI, G., 1927.- Fósiles de la Formación Petrolífera o Sistema de Salta; en Acad. Nac. Cs. en Córdoba, Bol. XXX, (Córdoba) p. 51-116.
- BONARELLI, G., 1945.- Seconda revisione sistematica dei fossili finora raccolti nel "Calcareodolomítico" delle regioni preandine e subandine dell' Argentina e della Bolivia; en Ult. Misc., II, 4, (Gubbio).
- BONARELLI, G., 1950 a.- El "Puca" de Bolivia; en Ult. Misc., IV, 5, (Gubbio).
- BONARELLI, G., 1950 b.- La serie mesozoica de Alfarcito (departamento de Tilcara, provincia de Jujuy); en Ult. Misc., IV, 6, (Gubbio).
- BRACKETBUSH, L., 1883.- Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy; en Acad. Nac. Cs. en Córdoba, Bol. V, (Córdoba) p. 137-252.

- BRACKEBUSH, L., 1891.- Mapa geológico del interior de la República Argentina, escala 1:1.000.000. (Gotha).
- COSSMANN, M., 1925.- Description des gastropodes mesozoiques du Nord-Ouest de l' Argentine; en Com. Museo N.H. Nat. "Bernardino Rivadavia", II, 19, Paleont. Invert., 10, (Buenos Aires) p. 193-209.
- FRITZSCHE, C.H., 1924.- Neue Kreidefaunen aus Südamerika (Chile, Bolivia, Perú, Colombia); en Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika, en Neues Jahrbuch Min., Geol. und Pal., L, Beilage Band, (Stuttgart) p. 1-56.
- GROEBER, P., 1952.- Mesozoico, Andico, en Geografía de la República Argentina; Soc. Arg. Est. Geog. Gaea, II, 1, (Buenos Aires) p. 349-521.
- HAGERMANN, T., 1933.- Informe preliminar sobre el levantamiento geológico del depto. de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy; en Bol. Inf. Pet., X, 107, (Buenos Aires) p. 451-496.
- HARRINGTON, H.J. y LEANZA, A.F., 1957.- Ordovician Trilobites of Argentina. Univ. Kansas, Dept. Geology, Spec. Public. 1, (Lawrence).
- HAUSEN, J., 1925.- Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama; en Acad. Nac. de Cs. en Córdoba Bol. XXVIII, (Córdoba) p. 1-95.
- HAUSEN, H., 1930.- Geologische Beobachtungen in den Hochgebirgen der Provinzen Salta und Jujuy, Northwestargentinien; en Meddel. Abo Akademis Geologisk- Mineralogiska Inst. II, (Avtryck ur Acta Geog., III, 1) (Helsinki).
- HERRERO DUCLOUX, A., 1940.- Sobre los fenómenos de corrimiento en ambos lados de la quebrada de Juella, Departamento de Tilcara (Provincia de Jujuy); Tesis del Museo de La Plata, 2, Univ. Nac. La Plata, Inst. del Museo (La Plata).
- KEIDEL, J., 1937.- La Prepuna de Salta y Jujuy; en Rev. Cent. Est. Doct. Cs. Nts., I, 3, (Buenos Aires) p. 125-154.
- KEIDEL, J., 1943.- El Ordovícico inferior de los Andes del Norte Argentino y sus depósitos marino-glaciales; en Acad. Nac. Cs. en Córdoba, Bol. XXXVI, 2, (Córdoba) p. 140-229.

- LOSS, R., 1948.- Consideraciones preliminares sobre la cronología de las estructuras paleozoicas de los alrededores de La Quiaca (Departamento de Yavi, Provincia de Jujuy); en Univ. Nac. Tucumán, Inst. Geol. Min., Public. 456, (Jujuy).
- NESOSSSI, D., 1953.- Sobre la presencia del Horizonte Glacial de Zapla y de las areniscas ferríferas en el Departamento de Santa Victoria, Prov. de Salta; en Soc. Arg. de Min. y Geol., Rev. Minera, Geol. y Mineral., XXI, 1, (Buenos Aires) p. 6-14.
- NIENIEWSKI, A., y WLEKLINSKI, E., 1950.- Contribución al conocimiento del anticlinal de Zapla (Provincia de Jujuy); en Rev. Asoc. Geol. Arg., V, 4, (Buenos Aires) p. 169-203.
- PETERSEN, C.S., 1947.- Informe sobre estudios hidrogeológicos en la zona de La Quiaca, Jujuy; en Dir. Minas y Geol., Inf. Prel. y Com., 2, (Buenos Aires).
- PICARD, L., 1948.- La structure du Nord-Ouest de l'Argentine avec quelques réflexions sur la structure des Andes; en Bull. Soc. Geol. France, 5a, serie, XVIII, (París) p. 365-346.
- SCHLAGINTWEIT, O., 1937.- Observaciones estratigráficas en el norte argentino; en Bol. Inf. Pet., XIV, 156, (Buenos Aires) p. 1-49.
- SCHLAGINTWEIT, O., 1941.- Correlación de las calizas de Miraflores en Bolivia con el Horizonte Calcáreo-Dolomítico del norte argentino; en Inst. Museo, Univ. Nac. La Plata, Notas del Museo, VI, Geol., 14, (La Plata) p. 337-354.
- SCHLAGINTWEIT, O., 1942.- La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla, en la Argentina y Bolivia; en Soc. Arg. de Min. y Geol., Rev. Minera, Geol. y Mineral., XIII, (Buenos Aires) p. 115-127.
- SGROSSO, P., 1939.- Descripción geológica de la provincia de Jujuy; en Min. del Interior., Aguas Min. Rep. Arg., V, (Buenos Aires).
- SGROSSO, P., 1943.- Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino; en Dir. Minas y Geol., Bol. 53, (Buenos Aires).
- STEINMANN, G., 1906.- Die Entstehung der Kupferlagerstätten in Corocoro; en Rosenbusch - Festschr., (Stuttgart) p. 335-376.

STEINMANN, G., HOEK, H., y VON BISTRAM, A., 1904.- Zur Geologie des sudostlichen Boliviens; en Centralblatt für Min., Geol. und Pal., (Stuttgart) p. 1-4.

STEINMANN, G., y HOEK, H., 1912.- Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia und ihre Fauna; en Beiträge zur Geologie Palaeontologie von Sudamerika, XVIII, Neues Jahrb. Min. etc., Beilageband XXXIV, (Stuttgart) p. 176-252.

TURNER, J.C.M., 1957.- Faunas graptolíticas de Sur América; en Asoc. Pal. Arg., Rev. "Ameghiniana", I, 3 y 4 (Buenos Aires) (en prensa).