

FRENGUELLI-

41

JOAQUIN FRENGUELLI

CONCLUSIONES GEOLOGICAS

REFERENTES A LA REGION PREANDINA DE SALTA

De los « *Anales de la Sociedad Científica de Santa Fe* »,
tomo II, pag. 110 y siguientes

BUENOS AIRES
ESTABLECIMIENTO GRÁFICO TOMÁS PALUMBO
321 - LA MADRID - 325

—
1930

Conclusiones geológicas referentes a la región preandina de Salta

POR EL

DR. JOAQUIN FRENGUELLI

Durante el mes de Julio de los años 1926, 1927 y 1928 he visitado el Valle de Santa María con el objeto de realizar observaciones geológicas. Elegí dicho mes por ser, en los parajes explorados, el que ofrece mejores condiciones climatológicas y por coincidir con la fase de mínimo caudal de los ríos en sus numerosos vados obligatorios. Fueron mis compañeros de viaje en 1926, el doctor Franz Kühn, entonces mi colega en la Facultad de Paraná (E. R.) y en la actualidad geógrafo en la Universidad de Kiel (Alemania); en 1928, el doctor Josué Gollán, entonces Decano de la Facultad de Química Industrial en Santa Fe, y catedrático en la misma.

En los tres viajes seguí un itinerario que varió sólo en sus detalles y en su extensión. Recorrí la Quebrada de las

Conchas (del Guachipas, en los mapas) desde el pueblito de Alemania, esto es desde la salida de esta quebrada en el valle de Lerma (Salta), hasta su entrada en el valle de Santa María, y ambos costados de este valle desde la altura de Cafayate (Salta) hasta las poblaciones de Santa María (Catamarca) y Amaicha (Tucumán).

Los tres largos viajes, efectuados en su mayor parte con cabalgaduras por regiones difíciles y desérticas, me han

proporcionado numerosas observaciones, de interés para el esclarecimiento de muchos problemas geológicas regionales, y una abundante cosecha de materiales de estudio. Ellos me darán motivo para un extenso trabajo destinado a pu-

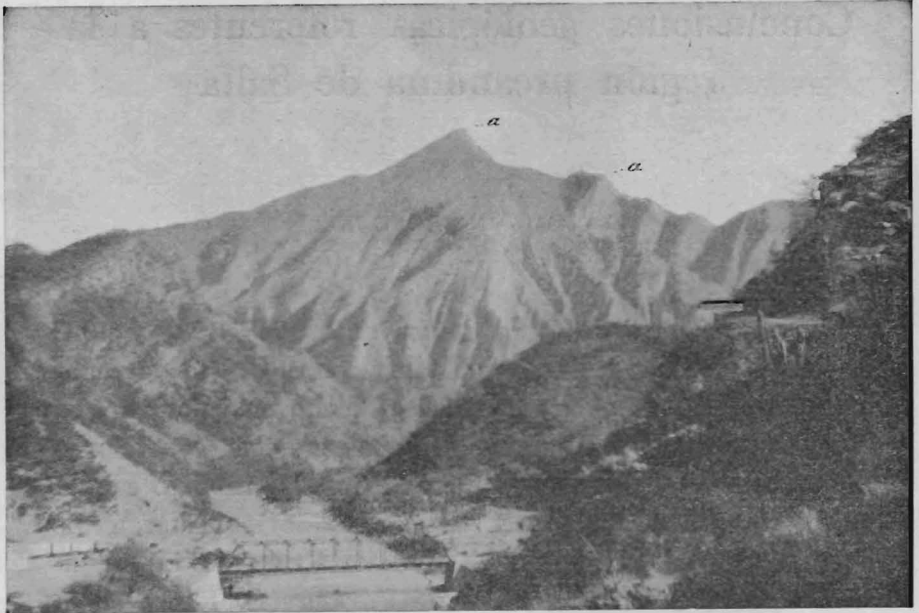


Fig. 1. — El Cerro Quintilipe y el río Guachipas al salir de la quebrada de las Conchas. Capas del cretáceo superior plegadas, (ala oriental del anticlinal de Alemania.)
a - intercalaciones con *Melania potosensis*. Mirando hacia SSW.

blicarse en el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, puesto que fué esta Institución que costeó los gastos relativos. Mientras tanto, dentro del término reglamentario, he presentado al señor Presidente de la misma Academia, un informe preliminar con las principales conclusiones a que arribaron mis estudios.

Estas son más o menos las mismas que voy a relatar brevemente en la presente comunicación.

La Quebrada de las Conchas, cuyo nombre deriva del de la aldea que surge en proximidad de su nacimiento (y el de ésta de unos bivalvos que viven en el barro de los marja-

les del fundo del valle de Santa María a esta altura) es un valle de brecha, que corta oblicuamente, de S-W a N-E, la cadena de las Cumbres Calchaquíes, en todo su espesor. Ella, llevando las aguas de la confluencia entre los ríos Cachi y Santa María (la que se efectúa frente a su mismo comienzo) representa el trecho inicial del río Salado de Santa Fe, y asegura el drenaje oceánico de los valles calchaquíes (Valle de Santa María y Valle de Cachi o Valle Arriba).

Es un surco angosto, a veces entre bloques de fracturas, otras surcando los pliegues del macizo montañoso en comba, en anticlinal o diaclinalmente en los diferentes trechos de su largo desarrollo (Kms. 75 aproximadamente). Recibe varios afluentes torrenciales, especialmente de izquierda, y, en puntos limitados, se ensancha por procesos erosivos laterales más intensos a cargo de sedimentos margosos del mesozóico inferior. Especialmente en estos puntos, a menudo durante la estación lluviosa, la quebrada queda endeada por el descenso de grandes « volcanes », que se alimentan del producto de la disgregación meteórica de los mencionados sedimentos margosos, durante el largo período de sequía.

En cambio, el Valle de Santa María es una amplia depresión tectónica, de hundimiento, con caracteres de « bolsón » de fondo chato, cargado de sedimentos recientes, que se alarga de N. a S., entre los cordones de las Cumbres Calchaquíes y de la gran Sierra del Cajón, que la limitan al E. y al W., respectivamente.

Por lo que se refiere a la estructura geológica de las entidades mencionadas, debemos separar los terrenos que forman parte de la estructura de las masas montañosas de los que, en cambio, corresponden a la cuenca intermontañosa.

En los dos cordones de montañas, cumbres Calchaquíes y sierra del Cajón ellos muestran estructuras muy diferentes entre sí.

La sierra del Cajón, en su masa principal, se compone de un gneiss biotítico gris obscuro, que en partes pasa a micasquisto y en otras a gneiss glandular (gneiss ojoso) y a gneiss-granito gris verde obscuro o gris claro. En su con-

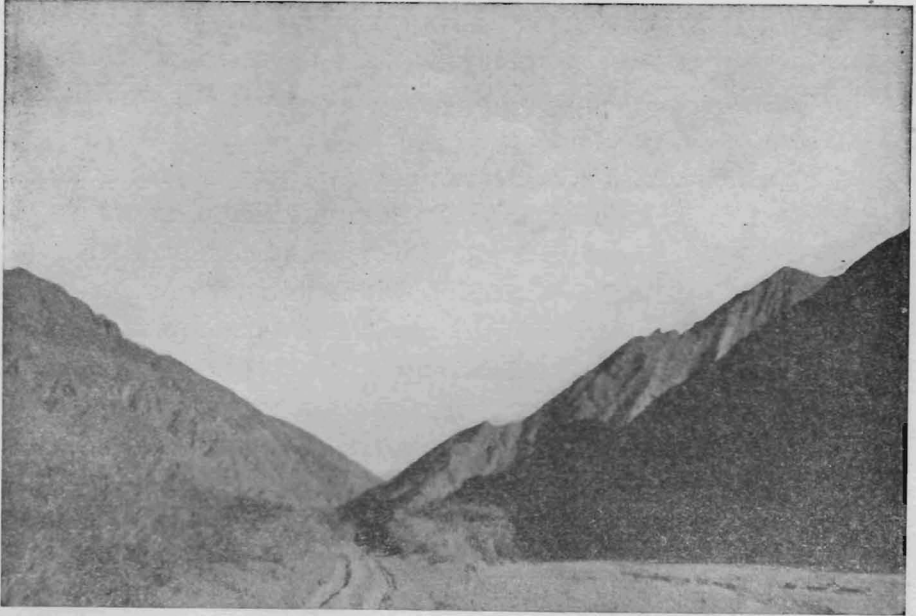


Fig. 2. — La Quebrada de las Conchas al Carrizal. Capas del mezozoico inferior fuertemente inclinadas (ala oriental de anticlinal apretado). Mirando hacia sud.

junto corresponde a aquel complejo cristalino, evidentemente precámbrico, que Rassmuss, en la Sierra del Aconquija, donde forma la masa más profunda del basamento cristalino, ha llamado « Gneiss de Piscoyacu ». Como éste, aquí también está atravesado por filones de cuarzo y por masas batolíticas de granito rosado paleozóico, de las cuales salen numerosas y complicadas apófisis granulíticas y, sobre todo, pegmatíticas, a menudo con grandes cristales de turmalina negra.

En cambio, en las Cumbres Calchaquíes, la masa de las montañas está constituida por rocas que, en la serie del Aconquija siguen encima del gneiss anterior. En efecto,

hacia el sur, esto es hacia el Paso del Infiernillo que marca la división tectónica y morfológica entre estas cumbres y el Aconquija, predomina aquel conjunto cristalino que Rasmuss ha llamado « Gneiss de Suncho », especialmente como esquistos micáceos bandados (*Lagenglimmerschiefer* de Stelzner), después de los cuales, hacia el N. siguen fíladas y exquistos sericíticos gris verdosos o parduscos, bien estratificados y fuertemente dislocados. Este conjunto, bien separado, por acontecimientos tectónicos y denudativos, tanto del grupo cristalino anterior, como de los terrenos que le siguen, probablemente corresponden al paleozóico inferior. Como ya lo notó Rasmuss, los movimientos que lo plegaron pertenecen al ciclo diastrófico caledónico.

Luego, siempre hacia el N., todas estas rocas metamórficas desaparecen y las faldas occidentales de las Cumbres Calchaquies quedan constituidas completamente por sedimentos colorados del mesozóico.

Entre estas dos grandes entidades, aquí existe una vasta laguna stratigráfica, que comprende parte del paleozóico superior y todo el paleozóico superior. Este hiatus, en las faldas orientales de este sistema orográfico y especialmente en sus contrafuertes (sierra de Metán, sierra de Salta) está parcialmente colmado por cuarcitas y arcillo-esquistos del Silúrico superior y del Devónico. En una intercalación de arcilla esquistosa de la serie de cuartitas coloradas y grises, en capas de dirección N-S. y de fuerte inclinación hacia E., he hallado numerosos restos fósiles de Graptolitas (*Monograptus*), Trilobitas (*Cryphaeus* sp., *Dalmatites* cf. *Drevermanni* Ths., *Dalmatites* cf. *caudata* Emmr., etc.), Ostrácodos (*Beyrichia argentina* Ths.) y Moluscos (*Palaeoneilo* sp. *Goniophora* sp., *Modiomorpha* sp., etc.) de tipo silúrico superior.

En cambio, a lo largo de la Quebrada de las Conchas, no existen rocas precámbricas ni paleozóicas, si exceptuamos un corto trecho en su comienzo, donde un bloque sericítico,

fuertemente dislocado diapíricamente, cierra su entrada entre las masas del Zorrillo y del Paramillo, obligando el río, recién nacido de la confluencia mencionada, a excavar un estrecho paso en su espesor.

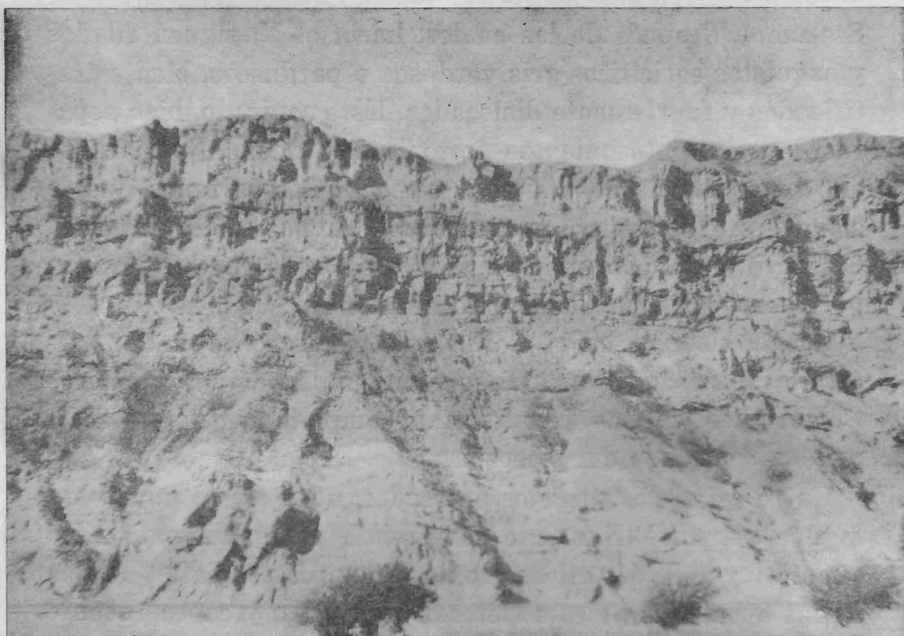


Fig. 3. — Margen derecha del río de las Conchas. Contacto entre cineritas porfiríticas réticas y areniscas jurásicas. Cabeceras de capas. Mirando hacia E.

Por todo el resto de su recorrido, las rocas que forman las laderas de la quebrada principal y de las quebradas menores, afluentes, corresponden todas al mesozóico, pudiéndose dividir en dos series sucesivas.

La serie inferior se compone de sedimentos margoso-arenosos (margas arenosas y areniscas más o menos margosas), bien estratificadas, de color rojo morado, entre los cuales, en la parte media y superior, se intercalan mantos de pórfidos cuarcíferos y de meláfiros, generalmente de color gris obscuro, y series de tobas de colores vivaces y variados (rojo, morado, gris, verde, amarillo).

En la serie superior predominan areniscas coloradas, más claras, formando un espeso conjunto bien estratificado, en su mayor parte monótono. Al Zorrito, empieza con una base conglomerádica, cuyos elementos psefíticos son formados por fragmentos rodados de rocas precámbricas, paleozóicas y mesozóicas inferiores, correspondientes a las estructuras vecinas. Hacia su parte superior se intercalan capas margosas de colores vivaces y muy variados, cuyos aspecto y contenido la definen como correspondientes al horizonte que Bonarelli ha llamado « calcáreo-dolomítico ». Estas intercalaciones son bien visibles en el trecho final de la Quebrada (Las Abritas, paso Iriondo, cerro Quintilipe, quebradas laterales en Alemania), así como también en la parte alta de los cerros próximos a Alemania (Los Tordillos, Lusa, etc.) ya en el valle de Lerma. En algunas de sus capas, junto con restos de otros gasterópodos, se observan numerosos moldes de *Melania* o *Chemnitzia potosensis* d'Orb., que constituye el fósil característico de este horizonte. Se observan, además, intercalaciones delgadas o espesas de una roca calcárea, formada por capas onduladas irregularmente y arregladas en mamelones de estructura concéntrica, cuyo aspecto se asemeja al del « fósil problemático » descrito por Bonarelli y citado también por otros autores como característico del mismo nivel. Probablemente son antiguas inscrustaciones de algas calcáreas, esto es *Stromatolithi*, próximos al tipo *Archaeozoon*.

En cuanto a la edad de este grupo mesozóico, es posible que la serie inferior corresponde al trias, incluyendo también al rético, mientras la serie superior debe atribuirse al jurásico y al cretáceo hasta el superior, inclusive.

En su conjunto, forman aquel espeso complejo, de facies continental, en parte nerítica y lagunar, muy desarrollado en las provincias de Salta, Tucumán y Jujuy y por grandes extensiones en el sur de Bolivia, que los diferentes autores han indicado con nombres diversos: « Formación petrolí-

fera » de Brackebusch (1882). « sistema de Salta » (Brackebusch, 1891) « Arenisca de Puca » (Steinmann, 1904), etc.; pero, incluyendo, a menudo, también la parte inferior del cenozoico.



Fig. 4. — La Quebrada de las Conchas en Tres Cruces. Plegamiento de las areniscas margosas del triásico. En el fondo el antidual de Santa Bárbara (mesozoico superior). Mirando hacia Sud.

Respecto a su estructura tectónica, ambas series están plegadas, formando anticlinales y sinclinales, grandes y amplios, con raras complicaciones de carácter local. Excepcionalmente faltas de paralelismo determinadas por la intercalación de un plano de erosión entre las dos series, el complejo aparece concordante en todo su espesor. Sólo en la localidad llamada El Carrizal he observado discordancias, en cuanto que aquí el ala de un gran pliegue de la serie superior yace sobre margas arenosas de la serie inferior arrugada en pliegues pequeños y apretados. Por su carácter local, podría tratarse de un simple plegamiento disarmóni-

co debido a diferente resistencia de los materiales, pero no se puede excluir que podría tratarse también de una discordancia tectónica por leves presiones prejurásicas.

Siendo así, todo este espeso complejo, cuya sedimentación ocupó todo el mesozóico, habría sufrido los efectos de una sola fase activa orogénica, recién al final de su formación (límite cretáceo-terciario). En otras palabras, en esta región no se observarían dislocaciones orogénicas de importancia durante todo el mesozóico.

Los movimientos posteriores al primer plegamiento y que, en el llamado geosinclinal andino se sucedieron durante el terciario, en las zonas de montañas se manifestaron sólo en sentido epirogénico, determinando su fracturación y su dislocación por fallas. Sin embargo, puede apreciarse también la existencia de una componente tangencial, pero cuyos efectos se limitaron a deslizamiento de bloques hacia E.

La fracturación de la masa y la dislocación de los bloques fueron acompañados por procesos intrusivos y efusivos. Por todo el trayecto de la Quebrada y con particular frecuencia entre Tres Cruces y Santa Bárbara la serie mesozóica está cruzada por diques y chimeneas de rocas neo-volcánicas: especialmente basaltos, andesitas y liparitas. Por sus relaciones y por la distribución de sus fragmentos rodados en los sedimentos de acarreo estas rocas parecen corresponder a dos períodos eruptivos diferentes: los tipos ácidos (andesitas y liparitas) aparecen más antiguos (oligocenos-miocenos) que los básicos (basaltos pliocenos superiores-cuaternarios). En las chimeneas la lava es acompañada por brechas volcánicas, a menudo cupríferas (malaquita y azurita).

Un detalle interesante es que, sobre los costados de estas chimeneas, las capas mesozóicas se presentan intensamente tormentadas por la presión, del magma lávico. Pero, a pesar de su intensidad, estas complicaciones de aspecto tectónico están limitadas solamente a las inmediaciones de las chimeneas y, por lo tanto, en evidente relación con el fenóme-

no volcánico. Al mismo tiempo, su limitación demuestra el papel, de importancia absolutamente secundaria, desarrollado por los procesos eruptivos en la tectónica de la región.

También interesantes, pero también limitados a las más



Fig. 5. — Capas con *Corbicula Stelzneri* (Calchaquense) en las laderas orientales del Valle de Santa María, entre Tiopunco y Amaicha. Mirando hacia NW.

próximas inmediaciones de las rocas volcánicas (diques y chimeneas) son los procesos de metamorfismo de contacto sufrido por los sedimentos mesozóicos: las areniscas han sido parcialmente vitrificadas y las margas transformadas en pizarra y, a veces, en cornubianita (*Hornfels*).

Los terrenos que ocupan la cuenca del Valle de Santa María son todos de sedimentación posterior al plegamiento de la serie mesozóica de las montañas y, por lo tanto, de edad terciaria y cuaternaria.

Los sedimentos cenozóicos, de notable espesor, afloran ampliamente sobre las laderas de las Cumbres Calchaquíes, esto es, sobre las laderas orientales del valle de Santa María,

extendiéndose por todo su largo casi ininterrumpidamente y remontando las pendientes hasta gran altura. Como prolongación, ocupan también el trecho inicial de la Quebrada de las Conchas (Las Conchas, El Diluvio, El Molino Viejo), donde también forman una cuenca menor, independiente, en la localidad llamada La Yesera.

En cambio, sobre las laderas orientales (vertientes de la Sierra del Cajón) ellos no afloran en ningún punto, permaneciendo en el subsuelo del fondo del valle, recubiertos por el espeso colchón de los detritus recientes.

El complejo de estos sedimentos cenozoicos puede dividirse fácilmente en dos series sucesivas.

A su vez, la serie inferior puede subdividirse en tres horizontes: inferior, medio y superior.

El horizonte inferior, descansando en discordancia sobre las rocas de las montañas, en su mayor desarrollo se compone de areniscas coloradas, generalmente bien estratificadas, a veces con intercalaciones de pequeños rodados de rocas de las sierras y especialmente de cuarzo. En algunos puntos contiene numerosas drusas de cuarzo, a menudo incluyendo anhídrida o yeso cristalizado. Esta arenisca, reconstituída con los productos de disintegración de los sedimentos colorados del mesozoico, muy a menudo asume un aspecto tan parecido al de éstos que sería muy fácil confundirlos si no se prestase suficiente atención a sus relaciones estratigráficas y al hecho de que las areniscas basales del terciario muestran siempre grados de coherencia y compacidad mucho menores que los de sus semejantes del secundario.

Además en muchas partes, las areniscas coloradas del terciario inferior están substituídas parcial o totalmente por limos arenosos pardos, cuyas capas, generalmente delgadas, a menudo se intercalan con estratos de margas verdosas y de calizas grisáceas. Una característica notable de este horizonte inferior, en comparación con los horizontes superpuestos, consiste en no llevar, entre sus materiales psefíticos, rodados de

rocas neo-volcánicas, indicando que su sedimentación es anterior a la erupción y a la destrucción de estas rocas.

El horizonte medio se compone, en su mayor espesor, de tobas cineríticas, a menudo yesíferas, en capas delgadas de

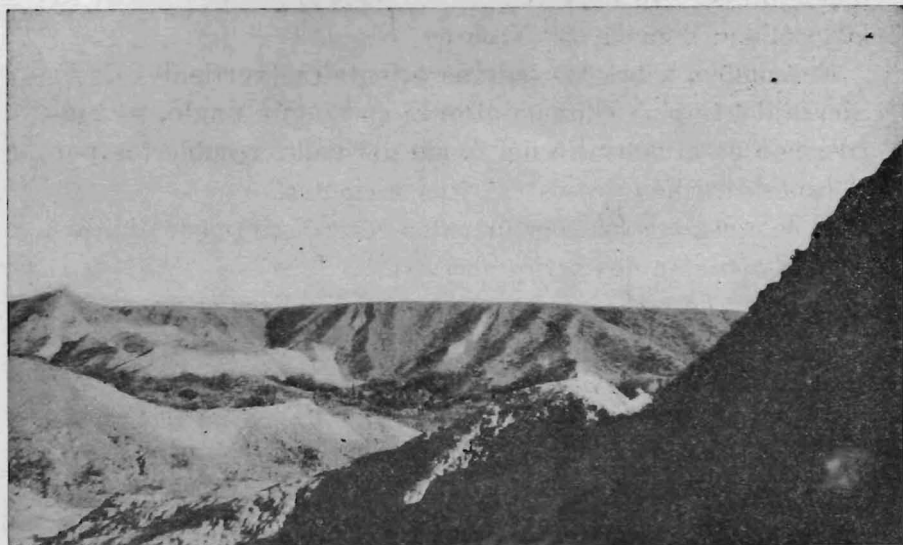


Fig. 6. — Resto de terraza cuaternaria cortada sobre el Araucaniano inferior de la quebrada de Chuspiyacú. Mirando hacia Sud.

colores vivos y muy variados o de color uniformemente verde grisáceo claro. A veces en su parte inferior, de transición con el subyacente, se intercalan limos y areniscas con pequeños rodados. Entre éstos, diferentemente a lo que observa en el horizonte inferior, se hallan fragmentos de rocas volcánicas ácidas. También a lavas ácidas corresponden los vidrios de las tobas que forman este horizonte en su parte más espesa y característica. En cambio, faltan elementos pefíticos y pelíticos correspondientes a basaltos.

El horizonte superior, por su aspecto y composición, podría considerarse como la parte terminal del horizonte anterior al cual sigue en transición. Pero, se distingue de éste por llevar intercalados varios niveles de capas delgadas,

calcáreas y yesíferas, de color pardo, a menudo fosilíferas. Son las mismas capas señaladas, por vez primera, por Stelzner (1872) y cuyos fósiles (moldes de un pequeño bivalvo) en mal estado de conservación fueron dudosamente determinados por A. Doering (1882) como *Corbicula Stelzneri*. El profesor Doello-Jurado, sobre ejemplares mejor conservados hallados por mí, ha recientemente confirmado esta determinación. Junto con *Corbicula* las mismas capas contienen también una pequeña *Littoridina*, en ejemplares de difícil determinación.

Los tres horizontes siguen en transición y en concordancia. En su conjunto, la serie ha sufrido los efectos de fuertes presiones laterales, procedentes de W. y sobrevenidas al final de su sedimentación. La intensidad del plegamiento se manifiesta en grado diverso en los diferentes puntos, pero, en todas partes, se manifiesta claramente. Su mayor intensidad se observa en la cuenca de La Yesera, donde las capas han sido arrugadas, apretadas y rotas: evidentemente el escurrimiento de bloques aislados, ha aplastado los sedimentos de esta cuenca contra la masa rígida de las montañas. Condiciones análogas se observan, en el Valle de Santa María, frente a la quebrada de Amaicha (Paso del Infiernillo) y de aquí hasta Tiopunco. En cambio, en otros parajes el plegamiento ha sido menos enérgico, formando sinclinales y anticlinales amplios.

Para el conjunto de esta serie, que en esta región aparece como continua y sumamente característica, propongo el nombre de Santamariano. Ella, afuera del Valle de Santa María, corresponde en gran parte al «Terciario subandino» de Bonarelli y al Famatiniano de Bodenbender junto con el Calchaquense del mismo autor en la acepción original de este término esto es para indicar las capas con *Corbicula* y *Littoridina* del Valle de Santa María y de regiones análogas. Corresponde también por lo menos a parte de ese complejo arenoso que, en la provincia de La Rioja, Bodenbender ha llamado

« Estratos de los Llanos ». En fin, equivale al Calchaqueño de W. Penck, pero agregándole también los terrenos que este autor, en el bolsón de Fiambalá, ha indicado como cretáceo superior.



Fig. 7. — Médanos en el fondo del Valle de Santa María, frente a Cafayate.

Por lo que se refiere a la denominación de sus tres horizontes, dentro de la gran confusión existente en la nomenclatura del terciario continental argentino, creo poder sentar las correlaciones siguientes:

a) el horizonte inferior corresponde al Famatiniano inferior de Bodenbender y, por lo tanto, podría reservársele el nombre de *Famatinense inferior*;

b) el horizonte medio corresponde al Famatiniano superior del mismo autor y, por la misma razón, podría llamársele *Famatinense superior*;

c) el horizonte superior, con *Corbicula Stelzneri*, esto es los « Estratos de Santa María » de Bonarelli, ya fué indicado como *Calchaquense* y podría continuar bajo esta denominación, rechazando todas las demás acepciones que,

con posterioridad, fueron dadas a la misma por Bodenbender, Stappenbeck, Rassmuss, W. Penck, etc.

La serie superior, mucho menos espesa que la inferior, se compone de una serie de capas, en su mayor parte fluviales, a menudo irregulares y lenticulares imbricadas, en las que se alternan limos pardos, arenas y areniscas grises, generalmente de textura entrecruzada, rodados y conglomerados poligénicos, y cenizas volcánicas blancas, especialmente liparítica.

Los elementos volcánicos abundan en todos los miembros de la serie, hasta formar su constituyente principal. Los vidrios volcánicos, además de formar capas de cenizas puras, se mezclan abundantemente con los elementos propios de las capas de limo y de arena confiriéndoles un carácter marcadamente cinerítico; entre los elementos pefíticos abundan siempre rodados de lava y de pómex andesíticos y liparíticos.

En algunos puntos, especialmente en la parte inferior del complejo, los restos fósiles son relativamente abundantes y consisten en troncos de árboles silificados (*Pityoxylon* de W. Penck, según determinaciones de Kurtz), huesos de mamíferos (*Xotodon cristatus*, *Sclerocalyptus planus*, *Plophorus Ameghinoi*, *Chlamydotherium minutum*, *Macroeu-phractus Morenoi*, *Eutomodus* sp., etc.), fragmentos del capazarón de tortugas fluviales, etc.

Una subdivisión de esta serie podría establecerse en base al hecho de que los elementos constitutivos de las diferentes capas van, en cierto modo, aumentando de volumen de abajo hacia arriba; pero esta progresión, aún considerada en forma muy esquemática, no siempre se verifica, exceptuando la parte superior de la serie, y en proximidad de las montañas, donde, en todas partes, se nota una mayor proporción de camadas de rodados, y, a veces, un predominio de estos elementos.

En su totalidad, esta serie superior corresponde a la for-

mación araucana de A. Doering (1882) y F. Ameghino (1889), pero con exclusión de los estratos con *Corbicula Stelzneri*, que pertenecen a la serie anterior. Más exactamente, corresponde al Araucaniano, en su localidad más



Fig. 8. — Fondo arenoso del Valle de Santa María frente a Cafayate. En el fondo la entrada de Quebrada de las Conchas. Mirando hacia E.

típicas, según el significado que más recientemente le diera F. Ameghino (1906): «Depôts terrestres de Catamarca, Pampa centrale, etc.». Dentro y fuera de esta región, equivale al Calchaqueño de Bodenbender y Stappenbeck, a los «Estratos de la Puna» de W. Penck, a la parte inferior de los «Estratos jujueños» de Steinmann, etc.

También esta serie superior ha sido dislocada tectónicamente por empujes desde W.; pero, su plegamiento es siempre menos intenso que el de la serie santamariana subyacente. Este hecho marca una evidente discordancia entre las dos series, discordancia mayormente definida aún por una superficie de erosión, que se intercala entre ellas, cortando la parte superior del Santamariano.

A su vez, también el Araucaniano está denudado por un ciclo erosivo.

Por lo que se refiere a la edad de los varios miembros de este grupo estratigráfico cenozoico, es necesario establecer previamente la edad de los acontecimientos diastróficos que los han dislocados. Estos, después del gran plegamiento que ha arrugado los terrenos mesozoicos de las masas montañosas, iniciando el ciclo de los acontecimientos terciarios, y después del desmembramiento epirogénico, que determinó en la región zonas positivas (zonas de la Sierra del Cajón y de las Cumbres Calchaquíes) y zonas negativas (bolsón de Santa María), consisten especialmente en dos períodos, cada uno de los cuales constituido por una fase orogénica y otra epirogénica consecutiva: el primero plegó y levantó el Santamariano y el segundo plegó y levantó el Araucaniano. A pesar de que el plegamiento del Araucaniano tuvo un carácter póstumo respecto al de Santamariano, la existencia de los dos arrugamientos en épocas diferentes está demostrada por el hecho de que, en cualquier parte se observen, los pliegues del Santamariano son siempre mucho más acentuados que los del Araucaniano inmediatamente superpuestos. Así, por ejemplo, en Tiopunco mientras las alas de un aticlinal santamariano llevan inclinaciones de 80° a 85° , las del anticlinal araucaniano superpuesto se inclinan sólo de 35° a 40° . En otras palabras, es evidente que mientras el Araucaniano ha sufrido los efectos de un solo plegamiento, el Santamariano ha sufrido los efectos de dos plegamientos, si bien ambos por presiones procedentes de una misma dirección.

En resumen, desde el comienzo del terciario hasta el final de la sedimentación araucaniana, en la región observamos tres ciclos diastróficos:

1º plegamiento y fracturación epirogénica del mesozoico, el cretáceo superior, inclusive;

2º plegamiento y levantamiento parcial del Santamariano;

3º plegamiento y levantamiento parcial del Araucania-
no, con efectos póstumos sobre el anterior.

En mi opinión, de acuerdo con el conjunto de los hechos
observados, no hay duda alguna de que estos tres ciclos

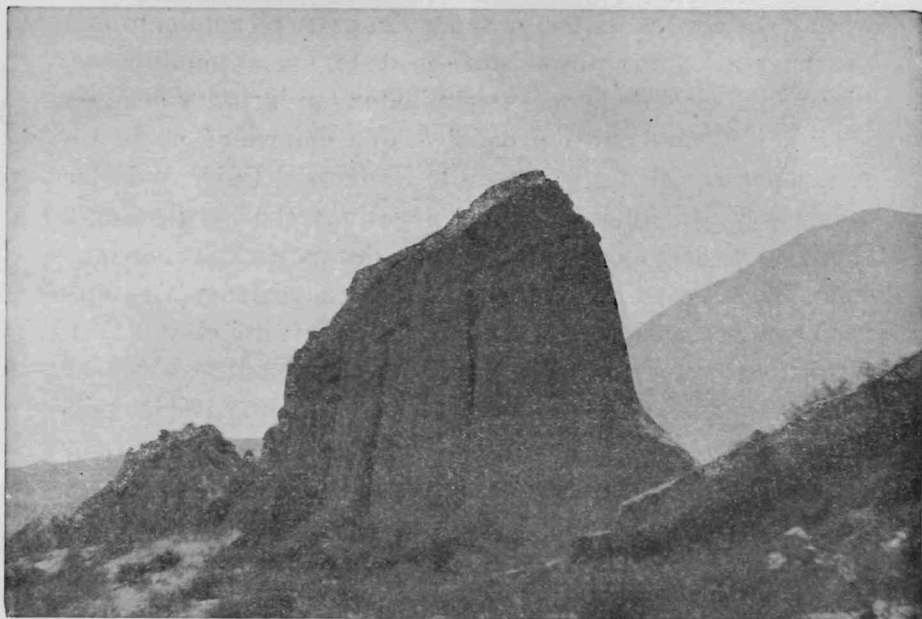


Fig. 9. — Formas de erosión en las areniscas rojas del Famatinense inferior, sobre las laderas occidentales de las Cumbres Calchaquies. Al fondo la masa mesozoica del Zorrito. Mirando hacia Norte.

corresponden al igual número de ciclos principales del grandioso diastrofismo andino, esto es a las llamadas «fases terciarias de la orogénesis andina», cuya edad ha sido ya establecida: en la base del terciario (límite cretáceo-eocénico) para la primera fase; al final de miócenno (límite miócenno-pliocénico) para la segunda; al final del pliocénno (límite pliocénno-pleistocénico) para la tercera.

Siendo así, resulta fácil la determinación cronológica de las diferentes series estratigráficas descritas: el Santamariano, comprendido entre la primera y segunda fase, incluye una serie de terrenos que va desde la base del eoceno

hasta el final del miógeno; el Araucaniano, comprendido entre las fases segunda y tercera, corresponde a todo el plioceno.

Teniendo en cuenta también los criterios comparativos que derivan del examen de los otros factores geológicos, he llegado a las conclusiones que sintetizo en el cuadro siguiente:

LÍMITE CRETÁCEO-EOCENICO: plegamientos del grupo mesozóico, peneplanización parcial, fracturación epirogénica.

TERCIARIO INFERIOR Y MEDIO: sedimentación del Santamariano dentro del bolsón de Santa María en descenso entre zonas positivas.

Eoceno: sedimentación del Famatinense inferior, en la cuenca; movimientos en las fallas de los bloques montañosos: escasas erupciones andesíticas.

Oligoceno: sedimentación del Famatinense superior; movimientos surreccionales en los bloques de montaña: erupciones andesíticas y liparíticas.

Mioceno: sedimentación del Calchaquense (Capas con *Corbicula*); intensos movimientos en las fallas; intensas erupciones andesíticas y liparíticas.

LÍMITE MIOCENICO-PLIOCENICO: plegamiento del Santamariano en la cuenca; movimientos surreccionales escurrimiento de bloques aislados y efusiones básicas en las zonas montañosas.

TERCIARIO SUPERIOR: elaboración de superficie de erosión sobre el Santamariano; sedimentación del Araucaniano en el bolsón en descenso.

Plioceno: sedimentación del Araucaniano inferior, con mamíferos, sedimentación del Araucaniano superior (*Punaschotter* de W. Penck), acompañado de movimientos surreccionales en los bloques de montaña.

LÍMITE PLIOCENO-PLEISTOCENO: Plegamiento del Araucaniano seguido, luego por la elaboración de la superficie de erosión, sobre la cual se acumularán los primeros conos de deyección del subsiguiente cuaternario. Basaltos.

Establecida esta sucesión cronológica, surgen interesantes correlaciones con las series terciarias de otras regiones argentinas. Por concretarme a las principales, notaré como

en las regiones del Litoral al Santamariano se contraponen la espesa serie de sedimentos colorados, que se desarrolla en el subsuelo (accesible sólo con las perforaciones), y las arcillas del Paraniano, cuyos bancos ostreros terminales

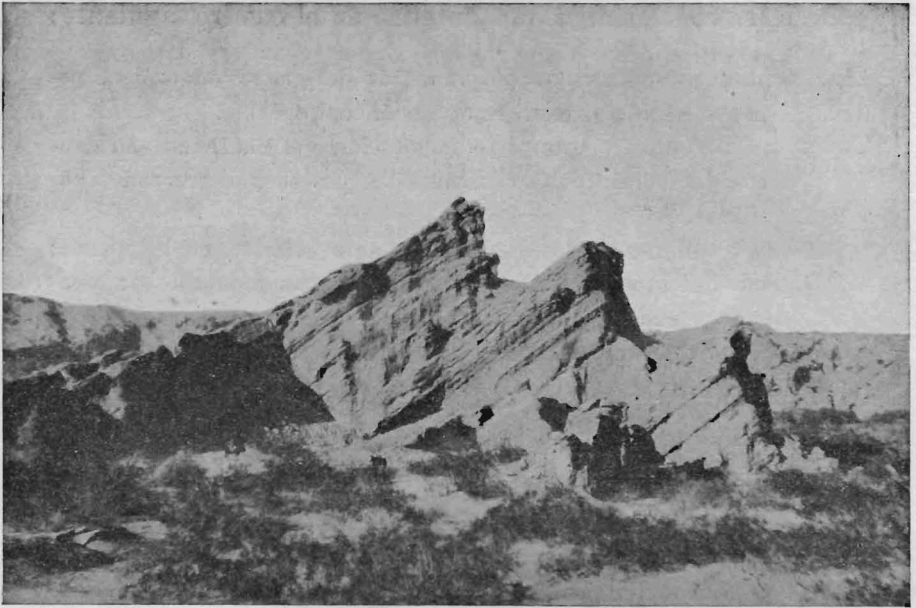


Fig. 10. — Ala oriental de anticlinal en capas del Famatinense superior, en la Quebrada de Chuspiyacu, sobre la pendiente oriental del Valle de Santa María. Mirando hacia Sur.

afloran en la base de las barrancas entrerriana del río Paraná, pero cuyo mayor desarrollo se efectúa en el subsuelo, especialmente de la región pampásica. En cambio, al Araucariano debe contraponerse todo el Entrerriano, con sus diferentes horizontes: Entrerriense, Rionegrense y Puelchenense (con exclusión del Hermosense y del Chapalmalense).

En Patagonia, al Santamariano corresponden todos los terrenos de sedimentación posterior a la dislocación del Salamanquiano y anterior a la ingresión de tipo entrerriano; esto es: las « Argiles fissilaires » de F. Ameghino, por lo menos en su mayor parte, las cineritas con la fauna del

Notostylops, todos los pisos del Patagoniano marino y sus equivalentes de facie continental. Al Araucaniano corresponden los terrenos que los autores recientes han indicado bajo la denominación de « Formación araucana » o simplemente « Araucano » y que, como ya he indicado, en realidad comprenden el Entrerriense, el Rionegrense y el Puelchense (con exclusión de toda terraza), como en el Litoral.

Uno de los resultados principales de mis estudios en el Valle de Santa María y en Patagonia (1928-1929) es precisamente el de haber podido establecer estas correlaciones y especialmente las del clásico Araucaniano continental con el Entrerriano, en su mayor parte nerítico-costanero.

Respecto al grupo Santamariano-Araucaniano del Valle de Santa María y de regiones análogas, me interesa insistir aún sobre algunos detalles referentes a su distribución y estructura.

Si observamos su distribución horizontal y vertical aparecen varios hechos de importancia teórica. En primer lugar vemos que los terrenos de este grupo ocupan una depresión, muy angosta en relación a su gran desarrollo longitudinal y situada entre dos grandes cordones de montañas laterales. Vemos, además, que la depresión fué asiento de un intenso proceso sedimentario durante todo el terciario y que este proceso adquirió su mayor intensidad a lo largo de la zona axial de la misma depresión.

Si observamos sus condiciones tectónicas, vemos que el fondo de esta depresión, durante todo el terciario, ha sufrido movimientos verticales con predominio de fases descendentes, permitiendo que dentro de su cuenca se acumulasen espesos depósitos procedentes de la degradación y la denudación de las zonas montañosas laterales. En fin, observamos que, durante las fases orogénicas del terciario medio y superior, los cordones de montañas se comportaron como macizos orogénicamente rígidos (exceptuando cortos deslizamientos de bloques aislados), esto es como pilares, entre

los cuales fueron comprimidos y plegados los sedimentos de la cuenca terciaria.

De estas observaciones surgen, entonces, interesantes analogías entre estos bolsones, de forma alargada y de rumbo



Fig. 11. — El Valle de Santa María a la altura do Tolombón. Cono de deyección reciente descendiendo suavemente desde las laderas de la Sierra del Cajón. Mirando hacia EES.

longitudinal, del tipo del Valle de Santa María, y los geosinclinales. Como en éstos, tenemos una depresión alargada, de fondo en descenso, y asiento de intensa sedimentación, y en la cual se localiza el arrugamiento tectónico durante las crisis orogénicas.

Las analogías entre la historia sedimentaria y tectónicas de tales bolsones y la de los geosinclinales, tal como aparece claramente del estudio del Valle de Santa María y cuencas terciarias análogas, si transportadas a las cuencas mesozóicas andinas podrán proporcionarnos una explicación satis-

factoria de muchos hechos que aquí, en comparación con los que se observa en otros geosinclinales mesozóicos, aparecen como fenómenos anómalos o excepcionales.

Los sedimentos cuaternarios del Valle de Santa María también ocupan sólo su ladera oriental, esto es las pendientes occidentales de las Cumbres Calchaquíes, puesto que también estos, sobre las vertientes de la Sierra del Cajón, desaparecen debajo el manto de la deyección actual.

Ellos consisten especialmente en depósitos de extensos conóides que, desde gran altura, descienden suavemente hacia el fondo del valle. Se componen de detritos, más o menos rodados, de todas las rocas que se encuentran en la región montañosa, naturalmente con predominio de fragmentos de las rocas que, en cada caso, afloran en los distritos de los diferentes conóides: así, en los que descienden del Paramillo y de Las Aras, hacia el extremo norte del valle, predominan fragmentos de rocas mesozóicas, mientras en los que descienden de las vertientes calchaquíes entre Tiopunco y la quebrada de Amaicha (entre las Cumbres Calchaquíes y el sistema del Aconquiya), predominan fragmentos de esquistos bandados. En todos, desde lo más antiguos, se observan numerosos fragmentos de basaltos.

Ellos descansan siempre en discordancia sobre la superficie irregularmente denudada de los sedimentos terciarios dislocados y, en su parte más alta, yacen directamente sobre las rocas más antiguas del cordón montañoso.

También estos conóides de deyección cuaternaria han sido dislocados, pero sólo en sentido epirogénico, esto es por movimientos surreccionales, que han afectado la masa de las Cumbres Calchaquíes. Como estos movimientos se han efectuados en tres fases sucesivas, los conóides se han escalonado en forma muy evidente sobre la ladera del valle. A pesar de que la erosión y la deflación han destruído en parte estas acumulaciones detríticas, sin embargo, persisten aún en grandes trechos, formando grandes escalones, que des-

cienden al valle por sus pendientes y por los costados de las quebradas que surcan sus laderas. A menudo, partes más o menos amplias de los mismos conóides han quedado aisladas en forma de mesetas que, en escala menor, reproducen el ca-



Fig. 12. — Restos de construcciones indígenas de Tolombón (Salta).

racterístico aspecto de las mesetas patagónicas. En la parte alta de las montañas a veces los conóides más antiguos han sido destruídos, residuando, aquí y allá, pequeños testigos colgando por las vertientes.

Además de las mencionadas acumulaciones detríticas, el cuaternario está representado por sedimentos de pequeñas cuencas y por acumulaciones eólicas.

Entre los primeros, el más notable es un depósito lacustre de limo fino, estratificado en capas delgadas, de color pardo muy claro, con restos de *Planorbis* y *Sphaerium*, probablemente del cuaternario medio. Ocupa parte del fondo del valle frente a la entrada de la Quebrada de las Conchas y

se insinúa en esta hasta la cuenca de La Yesera. Es interesante notar como mientras la parte que ocupa el fondo del valle ha sufrido sólo un leve levantamiento, la parte que corresponde a la quebrada no sólo ha sido levantada más enérgicamente, sino que también ha sido fracturada y su fragmentos dislocados a varias alturas. Sin embargo, en todo caso, sus capas se mantienen siempre horizontales y en evidente discordancia con el terciario subyacente.

Los sedimentos eólicos consisten en depósitos loessiformes, que por su escasa coherencia han sufrido intensamente los efectos de las acciones destructoras y especialmente de la deflación. Por lo tanto, no quedan más que en pequeños restos, como testigos de mantos que en otras épocas alcanzaron extensiones mayores. Algunos de tales testigos persisten, con discreto espesor e interesantes detalles, en los alrededores de Tiopunco, correspondiendo con toda probabilidad al cuaternario superior. Se compone de una especie de loess muy claro, en cuya constitución los vidrios volcánicos entran en proporción muy elevada. También en estos casos se trata de bancos horizontales y en discordancia angular con el Araucaniano sobre el cual descansan.

Y al respecto, he de insistir sobre esta constante discordancia tectónica entre el terciario (Santamariano-Araucaniano) plegado y el cuaternario cuyos estratos han permanecido horizontales. Lo que demuestra que este último ciclo sedimentario, que debemos sincronizar con la serie pampiana de las regiones de llanura y con los mantos de rodados patagónicos, es todo posterior a la última fase del plegamiento andino. Los movimientos posteriores han desplazado sus sedimentos sólo en sentido vertical, escalonándolos en forma de terrazas.

Estos movimientos, con menor intensidad han seguido luego y siguen a la hora presente; y, a los tres órdenes de terrazas pleistócenos debemos agregar otros de terrazas holócenos que localmente también son formadas por detri-

tus de falda y por los sedimentos finos de las colas de los conóides.

Es interesante notar que, en la parte superior de los conóides recientes (inmediatamente a los sedimentos actuales), en ambas laderas del valle se observa una capa de cenizas volcánicas blancas, probablemente riolíticas, que cubre tanto los sedimentos finos del pie, como los detritus más gruesos de las pendientes de las montañas.

En fin, es necesario agregar, que los movimientos recientes, cuyas huellas vemos especialmente en el escalonamiento de las terrazas pleistócenas y holocenas, han efectuado exclusivamente el cordón de las Cumbres Calchaquíes y esa parte del fondo del Valle que corre sobre la derecha del río de Santa María. En cambio, al otro lado de este río, la Sierra del Cajón o, por lo menos, su región de pie de monte ha descendido continuamente, determinando la superposición de los conóides de deyección sobre los sedimentos terciarios, que han descendido profundamente.

De aquí la discrepancia entre las condiciones estratigráficas entre los dos costados del valle, discrepancia acentuada notablemente por sus diferentes condiciones morfológicas.

Estas, no sólo están determinadas por el hecho de que, en las vertientes de las Cumbres Calchaquíes en contraste con lo que se observa en las de la Sierra del Cajón, las capas terciarias han sido fuertemente dislocadas y luego levantadas junto con los conóides cuternarios, sino también por las diferentes condiciones climáticas que rigen en los dos costados del valle.

Estas, a su vez, dependen de su diferente exposición respecto a los vientos, todavía algo húmedos, que llegan del lejano Atlántico; ellos pasando por encima de las Cumbres Calchaquíes, golpean contra las altas vertientes de la Sierra del Cajón y sobre ellas se condensan. En cambio, en las vertientes de las Cumbres Calchaquíes, a sotaviento, el régi-

men sub desértico se prolonga durante la mayor parte del año y graba en ellas sus características huellas morfológicas: intensa deflación, determinada por el juego de los vientos secos del norte y del sud y facilitada por la fracturación y la incoherencia de las rocas terciarias, dando lugar a numerosas y variadas formas arquitectónicas (castillos, arcos, torres, cúspides, etc.); escasa vegetación xerófila, casi completamente limitada al fondo de las quebradas, mientras en las lomas se extienden los *bad-lands*, favorecidos por el elevado tenor salino (especialmente en yeso) de los sedimentos; falta de población humana; etc.

Estas condiciones climatológicas parecen recientes. Durante el cuaternario, probablemente en relación con la menor elevación de las montañas del este (y especialmente del Aconquija, cuyas vertientes orientales en la actualidad concentran casi totalmente la humedad que llega a la región), también sobre las laderas calchaqueñas observamos intensa acumulación fluvial y grandes conóides torrenciales, como bajo el régimen actual no pueden formarse.

Con la mayor cantidad de precipitaciones meteóricas y de aguas corrientes, surge la vida: mientras sobre las laderas de las Cumbres Calchaquíes pocos ranchos aislados y solitarios se refugian en el fondo de las quebradas entre arbustos xerófilos, en las de las Sierras del Cajón se levantan poblaciones de cierta importancia, como Cafayate, Santa María, Tolombón, Colalao del Valle, etc., entre montes de algarrobos y de árboles importados, y florecen con la industria de la viña.

Es interesante notar como las mismas condiciones climáticas y morfológicas recientes condicionaron la aparición y la distribución de la vida indígena. En efecto, mientras por las vertientes de las Cumbres Calchaquíes aparecen, aquí y allá, raros vestigios de viejos paraderos (menhires aislados, escasos fragmentos de alfarerías y raros instrumentos líticos), las estribaciones rocosas de la Sierra del Cajón

y la superficie suave de sus grandes conos de deyección están diseminados de antiguas poblaciones, a veces densas y extendidas como ciudades, en Quilmes, Tolombón, Cafayate, etc.

Son las conocidas ciudades de los indios Quilmes, famosos artistas y guerreros, en la actualidad reducidas a escombros: pero aún, desde los montones de piedras surgen los restos de las trincheras y de los pujarás desmantelados, de las casas y de los andenes derruídos, y de los cementerios profanados, testigos certeros de un pasado floreciente.

