

GEOLOGIA DEL ALTO RIO TUPUNGATO

POR PÍO C. FERNÁNDEZ

RESUMEN

La zona de la cuenca imbrífera del río Alto Tupungato, elevado en parte a más de 4.500 m sobre el nivel del mar, forma parte del ambiente andino, extendiéndose precisamente en el borde occidental de la llamada Cordillera Frontal.

En dicha área afloran rocas paleozoicas y comesozoicas. Dentro de las primeras han sido reconocidas areniscas cuarcíticas, esquistos y grauvacas de edad indeterminable, ya que no se han encontrado restos fósiles que permitan ajustar su posición estratigráfica. Se estima para estos sedimentos una edad que oscila dentro del Paleozoico superior, aunque algunos autores ubican a depósitos similares del ambiente de la Cordillera Frontal, en el Meso y aun en el Infrapaleozoico. Venas de cuarzo y hornfels aparecen como componentes de la serie descripta.

Las rocas comesozoicas referidas al Triásico comprenden stocks graníticos por una parte y conglomerados y vulcanitas por otra. Granitos grises o rosados, anteriores a las vulcanitas triásicas de la zona, de grano grueso y estructura porfiroide se encuentran penetrando las capas paleozoicas, las que en parte han sido transformadas en hornfels por termometamorfismo.

Sobre el basamento con posterioridad al granito se fué acumulando un pequeño depósito de conglomerado rojo violado, tipo fanglomerado, en marcada discordancia angular sobre su base. Está constituido por bloques y cantos procedentes de rocas paleozoicas, posee una potencia que oscila en los 100 m y es comparable al Conglomerado de las Pircas descripto por Harrington para las Sierras de Villavicencio y Mal País. Por lo tanto, es a la vez más antiguo que el Conglomerado rojo de Potrerillos citado por Borrello. Consecuentemente con lo expuesto el conglomerado que denominaremos de Santa Clara debe tener una edad prenorriense, si es que al Norriense pueden referirse las vulcanitas triásicas de las inmediaciones.

Estos depósitos comesozoicos, con más de 1.500 m de espesor, aparecen integrados por elementos de un magma porfírico. Tobas y lavas ácidas alternan en sucesión discordante sobre terrenos esencialmente paleozoicos o bien, en corto trecho, yacen sobre el conglomerado de Santa Clara. En la región del río Alto Tupungato no han sido observadas otras rocas volcánicas, faltando las porfiritas de tanta propagación en la Cordillera del Plata y Sierra de Uspallata, no distantes del río Mendoza.

El cuadro estratigráfico local se completa con los depósitos cuaternarios, limitados a acumulaciones morénicas, terrazas y aluviones recientes. En cuanto a los sedimentos morénicos proceden de la acción glacial, aun verdaderamente activa, aunque en forma moderada del Cerro Tupungato.

La estructura tectónica regional es sencilla; contrasta la disposición de las capas paleozoicas fuertemente dislocadas con su cubierta, integrada por las vulcanitas triásicas conservadas a gran altura en posición subhorizontal. Una falla longitudinal corre casi de N a S, coincidiendo con el valle estrecho del río Alto Tupungato. El labio inferior corresponde al bloque occidental; fallas menores preferentemente de rumbo transversal cortan a las rocas paleozoicas. La fracturación es sin duda neoterciaria, pero los movimientos tectónicos deben haberse sucedido en ésta y demás áreas vecinas de la Cordillera Frontal en el decurso del Terciario inferior hasta el comienzo del Cuaternario.

INTRODUCCION *

El sector estudiado comprende una superficie aproximada de 230 kilómetros cuadrados y está situado en la parte NW de la provincia de Mendoza, en el departamento de Luján, casi en el límite con la República de Chile. Corresponde en su mayor parte a la hoja número 3369-20 y 19 del Instituto Geográfico Militar, "Río del Plomo", en escala 1 : 100.000, abarcando la zona situada entre los paralelos 33°05' y 33°20' de latitud S y los meridianos 66°08' y 66°20' de longitud W de Greenwich.

La región posee un clima seco, continental, y está comprendida dentro de la isoyeta de 260 mm, resultando obvio señalar que, por su situación geográfica, las precipitaciones regionales son nivales casi con exclusividad. Existe, como en otros parajes cordilleranos, manifiesto contraste entre la temperatura diurna y nocturna, acusando variaciones bruscas entre la máxima y mínima diaria.

Según puede verse en el mapa geológico adjunto, la zona estudiada coincide con el tramo de cordones andinos que, sobre la frontera con Chile, desciende el valle del río Alto Tupungato por el flanco N del cerro homónimo.

De acuerdo con los datos suministrados por el Instituto Geográfico Militar, en la hoja "Cerro Tupungato", de escala 1 : 100.000, la cima de este cerro alcanza la altura de 6800 m sobre el nivel del mar. Representa una de las cumbres más importantes de la zona andina e integra la aguda dorsal del divorcio de aguas, cuyas cotas decrecen rápidamente, hacia el N y hacia el S, a valores próximos a los 5000 m s. n. m. Por este motivo, desde la cumbre del cerro Tupungato al N,

* El presente trabajo, tema de tesis de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Eva Perón, fué realizado en el año 1952.

No desea el autor desarrollar este trabajo sin dejar expresa constancia de su sincero y obligado agradecimiento hacia el extinto doctor E. Fossa-Mancini y los doctores A. Herrero Ducloux, A. A. Palma, E. Roller, E. García y A. V. Borrello por la colaboración que le brindaron en diversas oportunidades.

hacia la horqueta que forma el río de ese nombre con el río del Plomo (en un tramo de menos de 30 km de longitud), los valores altitudinales llegan a menos de 3000 m y son aún menores aguas abajo



de esa junta, como que el río Tupungato desciende bruscamente en busca de su perfil de equilibrio en el valle longitudinal que cae en los alrededores de Punta de Vacas, por el lado occidental.

El cerro Tupungato, volcán liparítico cuaternario, de acuerdo con Groeber (12, lám. XIII), se destaca en el relieve andino como una mole enhiesta, de flancos abruptos. Su cima, ligeramente roma, desciende en laderas de fuerte pendiente, más pronunciadamente por los lados oriental y S, sobre un panorama de contornos definidos de

dicho cerro a través de una vista del mismo abarcada desde el E y próximo a su flanco meridional revela las características de una intensa elaboración y aporte de los procesos glaciales pleistoholocénicos.

Sobre la frontera con Chile, una cumbre de marcada elevación corresponde al cerro Polleras, que se alza a más de 5100 m s.n.m., al E del arroyo Morado de las Toscas, tributario meridional del río Alto del Plomo.

Por el lado oriental las mayores alturas corresponden a las culminaciones del cordón del cerro Santa Clara, elevado a 5460 m s.n.m. Estas cumbres descienden al poniente, al profundo valle del río Alto Tupungato, formando laderas empinadas de rocas compactas, en parte cubiertas por detritus de falda. Por las mismas descienden las vaguadas, de rumbo transversal y curso semipermanente, con fuerte caída y corto desarrollo. Tal ocurre al E del mismo cordón, donde se origina la red de desagüe del río Santa Clara, que se vuelca sobre el pie de monte aterrazado del flanco oriental de este tramo de la Cordillera del Plata.

Desde el punto de vista hidrológico, los valles principales que componen la red de drenaje del flanco N del cerro Tupungato son de tipo longitudinal o bien ligeramente diagonal.

El valle del río Alto Tupungato desciende del ventisquero del mismo nombre, casi con rumbo S a N, recibiendo por el lado izquierdo a los principales tributarios que integran el sistema de sus cursos permanentes.

Un poco al N del borde septentrional del valle del cerro Tupungato desciende, desde el portezuelo homónimo, la quebrada de la Bajada con un curso de agua permanente procedente de deshielo. Antes de desembocar en el río Tupungato, el arroyo de la Bajada recibe a su vez el aporte de un tributario meridional, que desagua un caudal considerable proveniente de la fusión de los hielos del ventisquero. Lo mismo sucede con el otro afluente que más al S colecta aguas de la misma procedencia que se vuelcan en el río aludido, en su parte más alta, en las proximidades del Portezuelo del Fraile.

Aguas abajo de los cerros nombrados, el río Tupungato recibe las aguas del Vacas, formado por la unión de dos arroyos, uno de los cuales, llamado Desmochado, suministra gran parte del caudal que el torrencioso río Vacas vierte en el río Tupungato, en la base oriental del cerro Nevado o Redondo.

Remontando el río Vacas, el arroyo de la margen derecha recibe varios pequeños afluentes y en sus cabeceras se aproxima hasta el mismo límite internacional, facilitando el recorrido de esta zona fronteriza y el acceso a las cabeceras de los ríos andinos de la vertiente pacífica.

Frente al refugio Taguas, al río Tupungato se le une el río del Plomo, de gran superficie de cuenca, con numerosos afluentes que recogen las aguas de deshielo en la zona del límite internacional, en una extensa área de alta montaña, cubierta en su mayor parte por glaciares.

El río del Plomo puede definirse como el principal colector de esta comarca, que al N del cerro Tupungato es desaguada por el río homónimo. Lo hace por medio de un valle extenso con quebradas longitudinales conectadas al propio río del Plomo desde grandes alturas permanentemente cubiertas por hielo y nieve.

No se observan lagunas naturales en la región, exceptuando las aguas embalsadas en las cabeceras del río Alto Tupungato, donde precisamente nace su curso, al pie del ventisquero.

El englazamiento de las cumbres de alta montaña constituye un fenómeno peculiar al que hiciera referencia Reichert (17), comparándolo, por su magnitud, con los mayores de los Alpes. En efecto, los grandes campos de nieve, en los alrededores del cerro Tupungato, adquieren marcado desarrollo en extensión y altura. Estos procesos glaciares cuaternarios constituyen al presente un estadio de marcado retroceso, donde, desde las cumbres mayores, descienden en territorio argentino los ventisqueros hasta cerca de los 3500 m para el gran campo de hielo que se extiende desde el cerro Tupungato hasta el Mesón San Juan, en las cabeceras del río Tunuyán.

Según Reichert (17), la línea de *nevée* establecida para estas altitudes, de acuerdo a Sierves, alcanzaría a los 3300 m para el lado chileno, ascendiendo hasta los 4500 m en los cordones de montaña del lado argentino. Entre los 3500 y 4000 m, en el área que se extiende al S del cerro Bravard, se observan campos de nieve persistente que alcanzan las cumbres del cerro San Juan, una de las crestas divisorias territoriales con la República de Chile. Esta zona corresponde al gran campo de hielo que se desarrolla entre el cerro Tupungato y el ventisquero San Juan.

En algunos sectores próximos al flanco N del cerro Tupungato se observan remanentes de hielo de reducida extensión, con las características a que prolijamente ha hecho referencia Keidel al referirse a la nieve penitente de los Andes argentinos (15,15).

Las zonas detríticas se extienden por los flancos de los cordones montañosos a alturas variables. Según las observaciones de Keidel (15,15), la distribución de los sectores ocupados por el desmoronamiento depende del límite de la vegetación, a la vez que del máximo avance en la pendiente de las faldas de los campos nevados.

Tratándose de zonas fitogeográficamente desérticas, el valor de la vegetación, como factor determinante de la circunscripción de los

campos de detritus, es harto limitado para la región del río Alto Tupungato. En cambio, el límite superior de la zona detrítica guarda más relación con el borde inferior de las ocupadas por las masas de hielo, sobre todo en las proximidades del cerro Tupungato, donde, según hemos visto, es importante la amplitud de los campos de nieve que perduran todo el año, cubriendo un relieve muy extenso.

RESEÑA HISTORICA DE LAS INVESTIGACIONES ANTERIORES

Escasas son las informaciones bibliográficas disponibles, debiendo limitar las correlaciones con las series que se describen en zonas adyacentes, o circunscriptas a un radio determinado, para precisar la estratigrafía regional.

El primer autor que se refiere a un sector próximo al examinado es Darwin (5), quien en 1835 describió en forma general la geología del tramo montañoso de Las Cuevas. Stelzner (22), a fines del siglo pasado, reconoció la misma región junto con el Caletón y Punta de Vacas, publicando sus observaciones en 1885.

Más tarde, Schiller (20) elaboró su perfil de Puente del Inca y en 1912 describe las intrusiones graníticas dentro de los depósitos mesozoicos, quizás de fecha preferentemente jurásica.

En la conocida obra sobre la geología de la Cordillera del Plata publicada por Stappenbeck (21) en 1917, en el límite oriental de la zona estudiada, se hace mención de paquetes sedimentarios y depósitos volcánicos que guardan relaciones litológicas y de posición con las rocas expuestas en el sector investigado por el suscripto. Es de hacer notar que el primer investigador que ascendió al cerro Tupungato fué Reichert (17), quien en el año 1927 alcanza a describir en una forma general la constitución geológica del cerro aludido. Los datos respectivos fueron elaborados por Groeber. Este último autor (11), en 1939, consigna la naturaleza geológica del tramo de cordillera del NW de Mendoza, en el mapa respectivo de escala de conjunto, semejante al que en 1942 presenta Feruglio (6) en la segunda hoja de la compilación general del país en escala 1 : 2.000.000.

En sendos trabajos de tesis Armando (1) y Pascual (16) en 1949, aportan datos geológicos de valor. Ambos autores abordan el estudio del tramo de montaña al W del Tunuyán, sobre el río Palomares en el río Alto Tunuyán, donde describen rocas paleozoicas y eomesozoicas muy similares a las examinadas por el suscripto en el flanco N del cerro Tupungato, como que las zonas investigadas por los nombrados geólogos se extienden poco trecho al S del sector tratado en el presente estudio.

Posteriormente González Bonorino (10) en su perfil geológico de la Cordillera trazado algo al N del área del cerro Tupungato, entre Punta de Vacas y Puente del Inca, donde sobresale al naciente de la junta del río Tupungato con el río Las Cuevas, la relación entre los depósitos paleozoicos y el granito, efectúa una medulosa descripción.

Recientemente Polansky efectuó, para la Dirección Nacional de Industria Minera * un levantamiento geológico de la región situada en las cabeceras del río Tunuyán. Según este autor, el área montañosa que explorara está cubierta por depósitos paleozoicos, rocas graníticas y pórfidos cuarcíferos que, en conjunto, corresponden a afloramientos semejantes a los encontrados en el río Alto Tupungato.

Finalmente, corresponde citar el estudio último de Groeber (12) sobre la Alta Cordillera, complementando su fecunda serie de trabajos relativos a la descripción de la zona que se extiende a lo largo del meridiano 70° desde el N de Neuquén hasta el S de la provincia de San Juan. Para la cuenca imbrífera del río Alto Tupungato, figuran en la obra mencionada algunos datos y croquis del cerro del mismo nombre, pero al generalizar, las descripciones de diversos sectores de la Cordillera Frontal, obtiene elementos de juicio de interés indiscutible para comparar asociaciones de depósitos sedimentarios y zonas efusivas o ígneas, al punto que es también factible establecer correlaciones estratigráficas de carácter regional.

En los mapas geológicos en escala 1 : 500.000, que Groeber adjunta a su texto, figura la distribución comparativamente grande que, en la Cordillera Frontal, tienen las rocas paleozoicas y el hornfels derivado de las mismas, en relación con los cuerpos graníticos asignados por lo común a los primeros tiempos de la Era Mesozoica.

ESTRATIGRAFIA

a) CONSIDERACIONES GENERALES

En la zona estudiada, al N del río Tupungato, existen depósitos sedimentarios de edad pre-mesozoica, sedimentos gruesos conglomerádicos, masas de tobas y lavas de un magma porfírico asignadas al Mesozoico inferior que definen las líneas generales de la estratigrafía local.

Los depósitos premesozoicos, compuestos de esquistos y grauvacas, presentan una variabilidad marcada por el metamorfismo de dislocación y de intrusión granítica, que diversifica el campo de investi-

* Trabajo inédito.

gación petrológica en varios sectores. Fijar la edad de los depósitos más antiguos que afloran en la zona, es limitarse a referirlos al Paleozoico sin posibilidades de encarar una correlación de cierto ajuste. En primer lugar por falta de material paleontológico, en segundo lugar por el estado de alteración de las rocas y finalmente por la carencia de trabajos sistemáticos en comarcas vecinas que permitan efectuar comparaciones, aun de carácter generalizado.

En lo referente al granito, de edad posterior a los depósitos paleozoicos mencionados, es de sugerir para él una edad triásica siempre algo anterior a los más viejos depósitos eomesozoicos, esto es, a las vulcanitas porfíricas que, por extensión al conocimiento que de estas rocas se tiene en áreas cercanas, pueden referirse al Triásico. Constituye la cubierta mesozoica antigua, de gran extensión comparativamente en el ambiente de la Cordillera Frontal y precordillera de la provincia de Mendoza.

El cuadro estratigráfico local se completa con los sedimentos glaciales y acumulaciones de carácter aluvional de edad cuaternaria y reciente.

b) LOS DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS REFERIDOS AL PALEOZOICO

Los principales asomos de sedimentos paleozoicos están limitados a una faja de afloramientos que se extiende desde el Portezuelo de Santa Clara o del Azufre hasta el borde N-NW del ventisquero del Tupungato, ocupando un sector de más de 10 kilómetros de longitud, con un ancho que oscila entre los 500 a 2000 m, aproximadamente, en proyección planimétrica.

Aguas abajo del río Tupungato, vale decir, en el curso que sigue a la horqueta que forma con el río Vacas, los sedimentos paleozoicos afloran en retazos de extensión reducida a izquierda y derecha, en las laderas próximas al lecho y constituyen los exponentes de rocas más antiguas en la parte más septentrional estudiada.

Estos afloramientos constituyen el contrafuerte occidental de los cordones de montaña que, inmediatamente al poniente, se caracterizan por su directa yuxtaposición conjuntamente con otras rocas del ambiente de la Cordillera Frontal, con los extensos depósitos del Jurásico y Cretácico de la región de los Andes de Mendoza, preferentemente en la cuenca geosinclinal andina. Por este motivo se insiste en la extensión de los mismos. De origen marino en su mayor parte, en dirección al W, ya que constituyen la máxima penetración en esa dirección de los depósitos asignados al Paleozoico por Stappenbeck (21, mapa), en la falda oriental del Cordón del Plata, área en la cual el llamado por el autor *Paleozoico inferior metamorfoseado*, inter-

viene preferentemente en la composición de los cordones de la Cordillera Frontal (en parte precordillera), que se extiende al S del paralelo 33°.

Al N de la zona comprendida en este trabajo González Bonorino (10, 19 lám. I), ha señalado la presencia de grauvacas y esquistos, en parte transformados en hornfels. Forman el basamento de los depósitos integrados por tobas y brechas volcánicas de edad triásica expuestos cerca de Punta de Vacas.

Con carácter muy general la distribución de las rocas paleozoicas de la zona del río Alto Tupungato ha sido consignada por Groeber (11) y Feruglio (6) en los mapas geológicos en escala de conjunto, presentado por ambos autores, respectivamente, en los años 1939 y 1942.

En ambos casos, rocas paleozoicas limitadas a una faja de rumbo longitudinal, presentan marcada extensión al N del cerro Tupungato, participando en una compleja estructura caracterizada por la presencia de intrusiones graníticas. Con anterioridad, el propio Stappenbeck (21) había hecho referencia en su clásico trabajo sobre la Cordillera del Plata sobre éstos.

1. *Distinción de rocas paleozoicas. Facies y edad.* — En la zona investigada, las rocas paleozoicas corresponden a distintas litologías. Predominan esquistos, grauvacas y areniscas de color gris a gris verdoso muy semejantes a las que asoman más al N en la zona del cerro del Plata, acorde con las observaciones de Stappenbeck, (21, 15-16).

En el conjunto de estos sedimentos se advierte con relativa frecuencia la presencia de areniscas cuarcíticas hasta cuarcitas, caracterizadas por colores oscuros, externamente pigmentadas por limonita y marcadamente alteradas en la superficie, de aspecto vítreo y brillante. Ya el mismo Stappenbeck (21) había indicado la presencia de rocas semejantes en la quebrada de la Angostura, en un paraje próximo al cerro del Plata al NW de la comarca del río Alto Tupungato.

Los sedimentos mencionados parecen no contener restos fósiles, por lo menos resultó infructuosa la insistente búsqueda de los mismos en tales estratos, también exentos de material paleontológico en otras áreas de la Cordillera del Plata.

Una característica de los esquistos que merece una mención es la que presentan aquellos que al pie del ventisquero del cerro Tupungato están atravesados por numerosos filones de cuarzo lechoso. Este afloramiento y el que se extiende en el primer afluente derecho del río Tupungato, aguas abajo de la junta con el río Vacas, permiten generalizar la observación de Stappenbeck relativa a la existencia de pizarras y también de grauvacas inyectadas por cuarzo en la parte

superior de la quebrada de las Mulass, en el mismo paralelo del cerro del Plata, un poco al S del paralelo 33°. El mismo autor cita rocas inyectadas por cuarzo para otros sectores de la Cordillera del Plata, entre ellos el llamado Portezuelo Manantiales en un paraje que más al N se aproxima a los afloramientos que componen el relieve de los cordones cercanos al tramo del valle transversal del río Mendoza, no lejos del Km 60 del ferrocarril. Por este motivo puede suponerse que estos esquistos inyectados tienen gran extensión en el área que al S del río Mendoza y hacia el límite con Chile, integra el abrupto relieve del flanco oriental de la precordillera de Mendoza, incluso de las masas de rocas paleozoicas que forman parte de la Cordillera Frontal en el sentido de Groeber.

En la zona vecina al Portezuelo de Santa Clara o del Azufre los depósitos paleozoicos aludidos tienen a lo sumo una potencia de 700 m, pero debe advertirse que la base primaria de estos depósitos no está por lo general expuesta a la observación, exceptuando al N del Portezuelo de Santa Clara, donde sin tratarse de un límite exactamente primitivo, las rocas paleozoicas yacen sobre un cuerpo intrusivo de granito de apreciable extensión. En el límite superior de la mencionada zona se observa en el relieve recortado del techo de las formaciones paleozoicas, el contacto próximo con las vulcanitas porfíricas del triásico.

Al E de la junta de los ríos Tupungato y Plomo, tal como puede verse en el corte geológico IV, aparecen los depósitos paleozoicos intruídos por un cuerpo granítico que está cubierto a su vez por las vulcanitas triásicas.

Tarea difícil resulta asignar la edad relativa de estas capas paleozoicas. Groeber (12, mapa) los refiere directamente al Antracólítico. Idea semejante proporcionan Pascual (16) y Armando (1) para sus respectivas áreas de estudio en el valle del río Alto Tunuyán, apoyando este aserto en el hallazgo de algunos fragmentos de fósiles vegetales que no pudieron determinarse. Polansky¹ advierte haber encontrado en la misma región "restos de algas indeterminables" y señala que los sedimentos observados en dicha comarca, por comparación, pueden ser asignados al Carbonífero, es decir, a un sistema de mucha propagación en otras áreas montañosas de Mendoza y San Juan. Sin embargo, a falta de la pertinente documentación paleontológica, bien puede referirse esta agrupación inclusive al mesopaleozoico. Stappenbeck fijó la edad de estos sedimentos en el Paleozoico inferior (21), 14 y sig.), aunque al referirse a los "estratos de Paganzo" (21, 20 y sig.), describe sendos perfiles caracterizados en su desarrollo por la

¹ Comunicación verbal.

presencia de bancos de arenisca cuarcítica, grauvacas y pizarras arcillosas, que podrían compararse en cierto modo con los sedimentos aquí descriptos.

La definición de la edad geológica más exacta de las capas paleozoicas queda, pues, reservada al éxito de investigaciones futuras y lo que es más, al hallazgo de formas fósiles determinables que apoyen concretamente estas ideas.

2. *Hornfels*. — En la distinción de las rocas paleozoicas de la zona conviene aludir a la presencia de los hornfels que asoman exclusivamente en la ladera oriental del río Alto Tupungato, entre el Portezuelo de Santa Clara y la junta de dicho río con el río del Plomo. La roca mencionada aparece en forma saltuaria en dicho sector limitado al N y al S por rocas graníticas de extensión comparativamente menor que el del propio hornfels. Esta roca paleozoica es semejante, al parecer, a aquellas que Stappenbeck (21, 14-20) ha reunido en su llamado *Paleozoico inferior metamorfoseado*. Según éste, el área ocupada por las rocas paleozoicas metamorfoseadas presentan marcada distribución en el ambiente de la Cordillera del Plata y alcanzarían a extenderse al flanco NE del cerro Tupungato, precisamente en el área del Portezuelo de Santa Clara, que coincide con el borde SE de la superficie estudiada.

Sobre la ladera oriental del mencionado río, las masas de hornfels ocupan la parte más baja de la misma y el rumbo general de los cuerpos metamorfoseados guardan cierto paralelismo al rumbo andino, esto es, de N a S, con cierto predominio en la estructura geológica regional. Por este motivo, los afloramientos de hornfels son relativamente angostos y en su mayor parte están directamente recubiertos por rocas volcánicas del triásico, aunque en algunos casos, el contacto con estas vulcanitas se debe a la presencia de fracturas tal como ocurre en el borde N del afloramiento austral, extendido en la proximidad del Portezuelo de Santa Clara. En dicho lugar (perfil geológico II), el hornfels se encuentra en contacto primario con el granito, es decir, *contacto de intrusión* y se yuxtapone a masas de pórfiro cuarcífero del triásico mediante una fractura de rechazo apreciable.

El corte geológico III, donde la capa de hornfeld muestra una transición hacia abajo a las grauvacas y esquistos paleozoicos, puede apreciarse cómo hacia arriba el mencionado depósito está cubierto normalmente por las rocas volcánicas del triásico. En el extremo N de la serie de cuerpos aflorantes de hornfels, el límite entre éste y el granito del sector de la junta del río Tupungato con el río del Plomo es bien claro y todo el macizo de la roca ígnea contrasta a la distancia con

el afloramiento de hornfels, caracterizado éste por sus colores más oscuros.

En conjunto, el hornfels de la zona estudiada se destaca por una marcada regularidad en su masa, debida muy probablemente a la intensa acción térmica que ha llegado a transformar el sedimento primitivo en una roca córnea, abriantada, de fractura concoidal, de tonos oscuros y llegando hasta el pardo negro en algunos casos. En estos depósitos se advierte que ha sido borrado todo indicio de sedimentación primitiva.

En suma, puede decirse que el hornfels del flanco N del cerro Tupungato, como en otras comarcas próximas a la Cordillera del Plata y de la región del cerro Descabezado, conforme a lo anticipado por Stappenbeck (21, 14 y sig.) para el conjunto que según hemos visto denominara, Paleozoico inferior metamorfoseado, es comparativamente muy extenso, como también lo son los afloramientos de rocas graníticas relacionadas directamente con los sedimentos de alteración que han sido mencionados.

c) EL TRIÁSICO

1. *El granito.* — En la zona que se extiende desde el río Mendoza hacia el S, Stappenbeck (21), Borrello (4) y recientemente Rossi (19), entre otros autores, han hecho referencia a la presencia de granito desde el extremo S de la Sierra de Uspallata, incluyendo el cerro Cacheuta, en varios sectores de la Precordillera de Mendoza, hasta el ambiente de la Cordillera Frontal, para donde el primero de los nombrados ha consignado la existencia de diversos stocks graníticos de distribución irregular y dimensión variable en las diversas áreas de la pendiente oriental de la zona del cerro Tupungato y la Cordillera del Plata.

En la zona del río Alto Tupungato los cuerpos graníticos que afloran, están situados preferentemente en la ladera oriental, existiendo empero un afloramiento aislado en la margen opuesta que resulta ser el más extenso de todos los examinados.

En el área del Portezuelo de Santa Clara o del Azufre existen dos macizos contiguos de granito rojo, rodeados de rocas paleozoicas, el hornfels y en parte por las vulcanitas triásicas (corte geológico II) hallándose los dos afloramientos divididos por una vaguada que, desde aquel portezuelo, desciende al valle profundo del río Tupungato, aguas abajo de la junta con la quebrada de la Bajada. En este lugar el granito presenta a la observación macroscópica un aspecto de roca fresca de color rosado a pardo rojizo, dura, coherente, en la que se

aprecian a ojo desnudo cristales de cuarzo, feldespatos rosados y biotita, de textura granular y estructura maciza. Presenta una fractura irregular y no ha sido afectado por los agentes meteóricos.

De acuerdo al grano, presentan semejanzas con los granitos que Stappenbeck (21) y otros autores han referido para la zona de la Cordillera del Plata. En lo que se refiere al afloramiento que aparece en la margen opuesta, aproximadamente en la misma latitud, podemos anotar las mismas características que para los anteriores. Sin embargo, en este último lugar, es más evidente la estructura porfírica que presentan los granitos del flanco N del cerro Tupungato y a veces algo más intensa la coloración rosada a rojiza que se advierte en estas rocas plutónicas, con respecto a los otros afloramientos graníticos de la región.

En dirección N, asoma, en medio de rocas paleozoicas y depósitos vulcaníticos triásicos (corte geológico IV). Se observa en dicho sector el granito con un tono de conjunto gris verdoso a gris claro y sin tendencia a la estructura porfírica ya mencionada. Además en este afloramiento es evidente que el grano de la roca es más pequeño que en los casos anteriores, lo que aumenta las diferencias al comparar los dos tipos de granito reconocidos.

En algunas áreas ocupadas por rocas graníticas cerca del río Mendoza, ya Stappenbeck (21), 33 y sig.), expuso datos referentes a los cambios de coloración, incluso al tamaño de los granos y también a la presencia de fenocristales de feldespato; pero quien suministra datos recientes sobre la distribución de rocas graníticas en el borde S de la precordillera de Mendoza, es Rossi (19), reconociendo en Cacheuta, a ambos lados del río Mendoza, la existencia de granodioritas y granitos entre los cuales aparecen afloramientos de hornfels de reducida extensión. (19, 23). Una característica semejante fué mencionada por Borrello (4), para la zona del cerro del Médano en el área limítrofe entre la Cordillera Frontal y la precordillera de Mendoza, sobre el río homónimo, debiendo señalarse que es relativamente frecuente la distinción de magmas graníticos y granodioríticos en la zona que se extiende desde el cerro del Plata hacia el Sur, en la que está comprendida incluso la del río Alto Tupungato que se describe.

Con referencia a la edad de las plutonitas, habría que recordar las opiniones que diversos investigadores han vertido en el transcurso de la exploración de estas regiones andinas.

Así, Backlund, se ha referido al hecho de que estos procesos magmáticos corresponden a un ciclo supratriásico, vale decir, retiene. Sin embargo, este ciclo magmático, más antiguo en verdad, si bien de ningún modo puede ser premesozoico, cabe fijar aproximadamente su edad en el Triásico inferior a medio, toda vez que los depósitos

triásico-retienses de las series típicas de Mendoza, por ejemplo Potrerillos y Cacheuta, próximos al ambiente de la Cordillera del Plata, no están afectadas por las intrusiones de referencia.

Al N de la zona estudiada, masas de rocas graníticas y granodioríticas afloran entre el río Colorado y el río Tupungato, al E y W de la localidad de Punta de Vacas, acorde con los datos suministrados por González Bonorino (10, lám. I). Este autor alude preferentemente a granodioritas paleozoicas, expuestas en la base de las grauvacas y esquistos, en parte transformadas en hornfels, que están localizadas en la quebrada Penitentes, cerca de la base de la serie mesozoica del geosinclinal andino.

Según Polansky¹, el granito que asoma en las cabeceras del río Alto Tunuyán tendría también edad triásica y, de acuerdo con sus últimas investigaciones, guardaría relación cronológica con los pórfidos cuarcíferos y sus derivados formados en el transcurso de dos ciclos de acción magmática intrusiva y extrusiva.

Los granitos del ciclo triásico podrían, finalmente, ser descriptos como "stocks", de acuerdo con la nomenclatura de Daly, en vista de que estos cuerpos intrusivos, que han penetrado discordantemente en las rocas paleozoicas, presentan una superficie menor de 100 km².

2. *El conglomerado de Santa Clara.* — En el extremo S-SE del área examinada, en las nacientes del río Tupungato, afloran, al poniente del portezuelo de Santa Clara, bancos de un conglomerado rojo violado hasta el azul violado, discordantemente expuesto sobre las grauvacas y esquistos del Paleozoico (corte geológico I).

Se caracteriza por estar formado por cantos angulosos y rodados de areniscas, areniscas cuarcíticas y, en menor cantidad, fragmentos procedentes de las grauvacas y esquistos, en todos los casos de edad paleozoica. Trozos de cuarzo lechoso derivados de las venas encajadas en los esquistos y grauvacas, alternan en la deposición de la masa poligénica, caracterizada a su vez por el tamaño irregular de sus cantos, variables desde el volumen de una nuez hasta el de un puño y mayores.

La mátrix es una arenisca gruesa, fuertemente cementada. El depósito ha sido originado en una pequeña cuenca, cuya longitud visible es de unos 250 m en su rumbo, denotando acuñaamiento en sus extremos N y S, direcciones hacia las cuales desaparece el conglomerado de referencia, cubierto por las lavas de pórfiro cuarcífero del triásico.

Presenta una potencia máxima de 80 a 100 m en su parte central y recubre en discordancia de ángulo marcado a las rocas paleozoicas.

¹ Comunicación verbal.

Por el carácter de su sedimentación, este conglomerado puede compararse a un depósito de cono de deyección, esto es, en parte, un fan-glomerado semejante a los que han sido descritos para otras series triásicas de la Precordillera de Mendoza.

Ya Harrington (13, 15 y sig.), al describir la geología de las sierras de Villavicencio y Mal País, en la Precordillera del N de Mendoza, hizo referencia a aquellos conglomerados que, en la quebrada de las Pircas, se sobreponen a estratos plegados por debajo de las rocas de la serie porfirítica de la serie triásica.

Otro dato relativo a la presencia de rocas conglomerádicas de un tipo muy semejante al conglomerado de Santa Clara, se debe a Fort (7), quien al referirse a la geología del pie oriental de la Cordillera del Plata ha descrito bancos de un sedimento grueso psefítico, formado por grauvacas, cuarcitas, cuarzo lechoso, esquistos, reunidos por un cemento arenoso. El conglomerado mencionado por este geólogo tiene, como el de Santa Clara, coloración abigarrada, dominando exteriormente los tonos subidos del rojo. Al compararlo con el conglomerado de las Pircas de Harrington, Fort se adhiere a la idea de que el depósito por él descrito tenga una edad pérmica.

El conglomerado del Portezuelo de Santa Clara, que hemos comparado con el de la quebrada de las Pircas, de Villavicencio y Mal País, es, en todo caso, anterior al fan-glomerado rojo de Potrerillos descrito por Borrello (4), puesto que estos depósitos sedimentarios recubren a las vulcanitas triásicas integradas por pórfiros cuarcíferos y porfiritas de la sierra de Uspallata.

Finalmente debe destacarse la importancia que presenta el conglomerado del Portezuelo de Santa Clara en relación a la tectofacies de los depósitos triásicos en el área del río Alto Tupungato. En efecto, los referidos conglomerados señalan, desde el punto de vista estructural, un ascenso de los viejos macizos de montaña que constituyeron área de denudación para el origen de estos depósitos torrenciales. Al mismo tiempo, por el hecho de yacer estos depósitos gruesos en discordancia de ángulo marcado sobre su base, es obvio que a los movimientos de ascenso precedieron movimientos compresivos en un lapso cuya duración no puede determinarse sino con una aproximación posible. Así, el hiatus producido por no haberse sedimentado probablemente el Paleozoico superior y las porfiritas triásicas, debe ser considerable en el tiempo. Pero la laguna estratigráfica no puede circunscribirse, puesto que las capas paleozoicas no presentan fósiles que permitan determinar su edad, y asimismo estériles resultan los conglomerados descritos y las rocas que se sobreponen a los mismos, que serán consideradas a continuación.

3. *Las Vulcanitas.* — La mayor parte del relieve de montaña que por la falda N del cerro Tupungato se extiende hasta el río del Plomo, a ambos lados del río Tupungato, está ocupada por rocas volcánicas de tipo ácido correspondientes a las llamadas vulcanitas triásicas.

Esta asociación de rocas, según es sabido, es un complejo de tobas y lavas procedentes de las vastas efusiones comozoicas, de gran extensión en diversos parajes de la Precordillera de Mendoza y de la Cordillera Frontal, donde, de acuerdo con los datos aportados por diferentes investigadores, además de los pórfiros cuarcíferos, intervienen en la composición de la aludida cubierta mesozoica, porfiritas y otras rocas de magmas más ácidos, a veces de origen extrusivo y filoniano, como acontece cerca del área estudiada en las vecindades del valle del río Mendoza, donde es mejor conocida la composición de los depósitos triásicos en la región limítrofe entre la precordillera y la Cordillera Frontal.

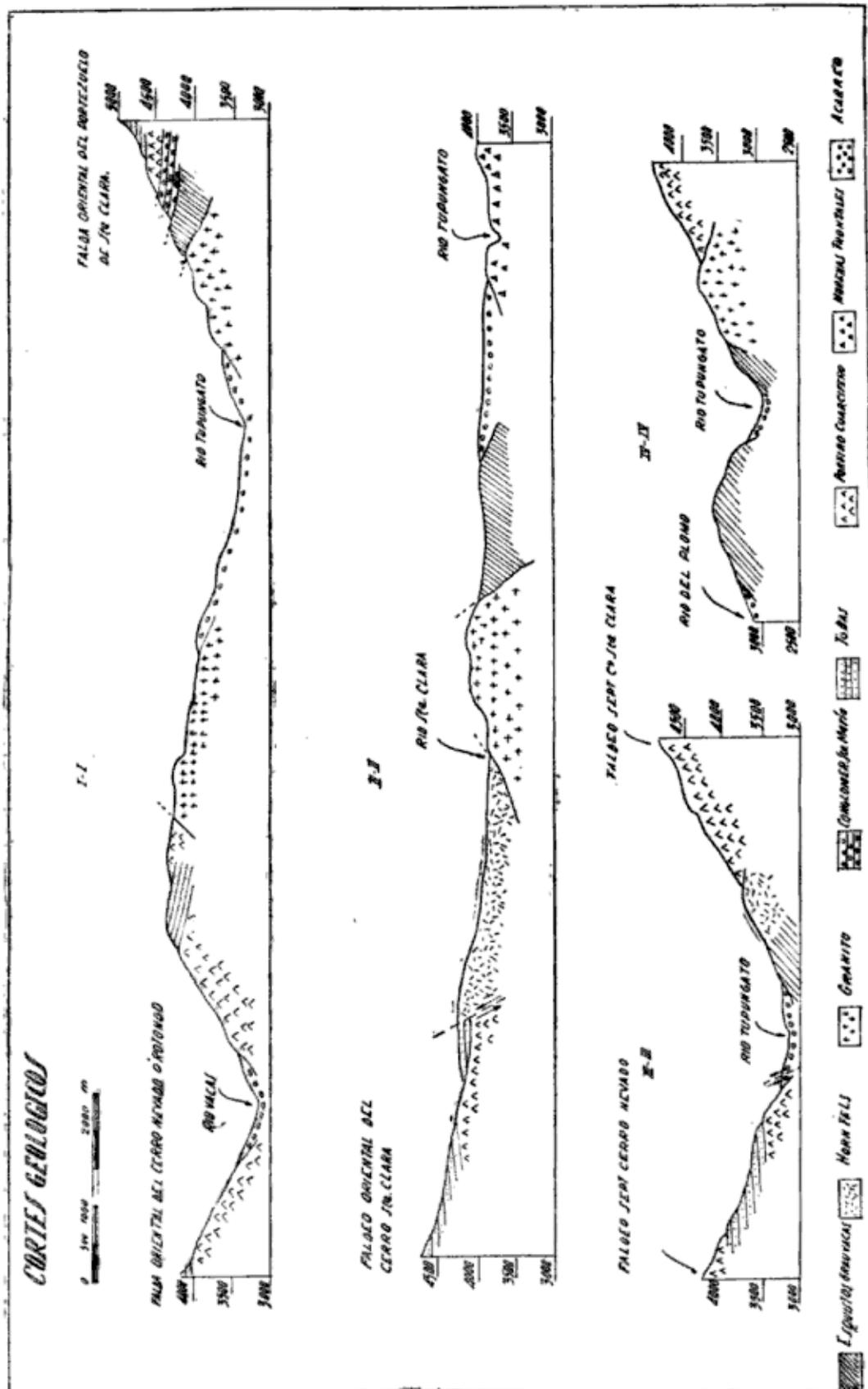
Según González Bonorino (10, 19), los depósitos triásicos en la zona del río Colorado, en el ambiente de la Cordillera Frontal al naciente de Punta de Vacas, formados por tobas y brechas volcánicas con "sills" de diabasa, se extienden cerca del Zanjón Amarillo, discordantemente encima de rocas paleozoicas deformadas y alteradas por procesos intrusivos, a los que se hizo mención en el capítulo precedente.

El referido autor ha representado (10, lám. I) la misma cubierta triásica encima de las aludidas rocas paleozoicas entre el río Colorado y el río Tunuyán, y hacia el poniente indica que las rocas triásicas mencionadas se extienden hasta la margen derecha de la quebrada Penitentes, más allá del km 151 del ferrocarril trasandino (FNGSM).

Al NW de la zona estudiada, en el borde de la precordillera y en el ambiente austral de la sierra de Uspallata, Borrello (4), y precedentemente Stappenbeck (21), han descripto los pormenores de la cubierta triásica, integrada por rocas porfíricas y porfiríticas, a ambos lados del río Mendoza. Este último consigna en la falda oriental de la Cordillera del Plata la presencia de rocas volcánicas triásicas con marcado predominio de porfiritas, desde el río Mendoza en dirección al S hasta un paralelo que coincide aproximadamente con el que pasa por el Portezuelo de Santa Clara, en el borde meridional del área cubierta.

En ambas laderas del río Tupungato, desde el flanco septentrional del cerro homónimo hacia el N, el relieve áspero de las cumbres más altas que descienden hacia el N y el E está ocupado por masas de rocas porfíricas singularmente expuestas a la observación geológica.

A causa de la composición litológica el relieve de los cordones de montaña formados por rocas procedentes de las vulcanitas triásicas,



está elaborado por la erosión en forma irregular, como que saltan a la vista las crestas de las rocas más duras, esto es, los pórfiros cuarcíferos compactos, de resistencia mucho más marcada que aquellos niveles en que predominan las tobas que regularmente se intercalan entre las lavas de pórfiro cuarcífero, tal como se ha representado (ver cortes geológicos I, II y III).

Las rocas volcánicas triásicas se destacan por sus colores rojo violados de conjunto a veces hasta pardo rojizos y contrastan con las otras rocas más antiguas por su textura en gruesos bancos.

Habiéndose advertido que, en la composición de estas rocas volcánicas triásicas intervienen tobas y lavas, queda dicho por anticipado que esta compleja asociación es semejante a la de la cubierta triásica de la precordillera de Mendoza, donde en muchas secciones típicas de la sierra de Uspallata está comprobado su singular espesor de conjunto.

En la margen derecha del río Alto Tupungato, esto es, en la pendiente occidental del cordón de Santa Clara, la cubierta volcánica presenta una sucesión en parte alternante de tobas y lavas de tipo ácido. En el corte geológico II, de traza longitudinal y casi paralelo al valle del río mencionado, está representada la extensión de la cubierta mesozoica y sus relaciones con las rocas paleozoicas del flanco N del cerro Tupungato. En dicho perfil puede observarse la relación que presenta el complejo de tobas sobre el pórfiro cuarcífero yuxtapuesto por fractura en dirección al S, contra las rocas paleozoicas descriptas como hornfels.

Mientras que las masas de pórfiro cuarcífero, intrusivos y extrusivos, presentan una coloración regular rojo carne hasta rojo violado los depósitos piroclásticos del mismo magma que se intercalan entre aquellas se caracterizan por presentar coloraciones abigarradas y sucesión de bancos de tobas multicolores como fácilmente se observa en el sector de la quebrada de la bajada y preferentemente en la ladera oriental de la quebrada del río del Plomo, donde tobas y lavas de pórfiro se extienden a las cumbres del cerro Nevado o Redondo, recubriendo grauvacas y esquistos paleozoicos de coloración distinta y relieve de elaboración dispar con respecto a su cubierta triásica.

En el corte geológico III, está expuesta la sección triásica que corresponde a las dos laderas del cerro Tupungato, a corta distancia comparativamente con su junta con el río del Plomo. En el perfil de referencia puede observarse que, por la fractura que coincide con el valle del río Tupungato, sólo el lado occidental de la quebrada ofrece a la observación la intercalación de tobas entre masas de pórfiro cuarcífero, que faltan hacia el E, vale decir, en la ladera opuesta. Este hecho no se debe solamente a la fractura en sí, sino también a la

circunstancia comprobada para la zona del río Alto Tupungato de que, las intercalaciones de sedimentos piroclásticos en medio de las rocas porfíricas masivas y que corresponden a magma extrusivo, pertenecen a niveles discontinuos en su rumbo, así como en el sentido vertical. Esta característica puede observarse en cualquiera de las secciones a las cuales puede extenderse la investigación sistemática de las rocas triásicas en todo el flanco N del cerro Tupungato y sus alrededores, examinados para los fines de esta tarea.

La parte inferior de la serie de rocas volcánicas triásicas, encima del conglomerado de la misma edad o bien sobre las masas de granito o sedimentos paleozoicos, comienzan en el área aludida con los pórfiros cuarcíferos. Ello indica que en el comienzo de la deposición y formación de estas rocas ha habido predominio de la intrusión y extrusión de lavas con respecto a la formación de sedimentos piroclásticos, *a posteriori* de los cuales se han repetido las efusiones y muy probablemente las intrusiones, junto con las nuevas efusiones de pórfiro cuarcífero, extensas en forma pronunciada en esta área y en otras aledañas a la Cordillera Frontal, preferentemente hacia el E y el N.

La serie de vulcanitas triásicas presentan en la parte superior del río Tupungato considerable espesor de conjunto. Si bien el verdadero techo de la formación no puede establecerse sino hasta aquella parte elevada de las cumbres mayores, es dable suponer que la potencia, superior a 1.500 m, corresponde a las vulcanitas triásicas que integran el relieve en el cerro Santa Clara y cerro Redondo, al E y W del río Tupungato, donde dichas rocas aparecen con una típica textura en bancos muy gruesos de posición casi subhorizontal.

De este sector se han extraído muestras que macroscópicamente revelan a una roca fresca, dura, coherente, de color rosado, en la que se destacan fenocristales pequeños de cuarzo y feldespato (en tamaños que llegan al milímetro), dentro de una pasta. La fractura es irregular, no habiendo sido afectada en forma profunda por los agentes meteóricos.

Al considerar la posición cronológica de las rocas que corresponden a las vulcanitas triásicas, representadas por tobas y lavas de un magma porfírico, hay un hecho incuestionable que permite aproximarnos a su relación de edad, con respecto a los otros depósitos volcánicos y los de la serie sedimentaria del triásico y triásico-retiense de la zona meridional de la precordillera de Mendoza, y algunos sectores de la Cordillera Frontal al SE del río Mendoza.

Sabemos por los estudios de Stappenbeck (21) y Borrello (4) que en las zonas vecinas al valle diagonal del río Mendoza las rocas porfíricas suceden a las rocas porfiríticas que en muchas partes caracteri-

zan el desarrollo de la cubierta comesozoica en diversos sectores de la sierra de Uspallata. Borrello (4) al describir el fanglomerado rojo de Potrerillos, advierte que estos depósitos del triásico yacen discordantemente y en forma transgresiva sobre las porfiritas y los pórfiros que se extienden aguas abajo de la estrechura del Salto, en el borde austral de la sierra de Uspallata.

Por el hecho de que en la precordillera queda definida la antigüedad relativa de las rocas porfíricas, con respecto a las porfiritas de la cubierta volcánica y a los fanglomerados rojos de la sucesión triásico-retiense, los pórfiros cuarcíferos y sus derivados de la comarca del alto valle del río Tupungato deben asignarse a aquella fracción del tiempo triásico anterior al noriense, tal vez dentro del carniense, edad fijada por Groeber (12, 236 y mapa) para las vulcanitas triásicas de Mendoza y Neuquén, en la base de los depósitos geosinclinales de los Andes Argentinos y a las cuales reúne en el piso Choyoilitense.

La carencia de fósiles en las tobas y en los sedimentos piroclásticos, ricos en restos vegetales en otras zonas, sólo permiten aproximarnos a distinguir la referida edad prenoriense para la serie porfirítica del río Alto Tupungato. Pero su distribución en el tiempo comesozoico puede variar de región a región, si nos atenemos a detalles menores de relaciones estratigráficas, incluso a su considerable potencia que, si bien está acorde con la naturaleza y origen de estos depósitos, representa una serie de marcado desarrollo para esta limitada zona de la Cordillera Frontal.

d) CUATERNARIO

En la cuenca imbrífera del río Alto Tupungato, el cuaternario está caracterizado por el desarrollo de los depósitos morénicos, terrazas fluviales y aluviones modernos.

En las laderas de los cordones montañosos extensos dentro del área estudiada, el escombros de falda constituye depósitos de carácter detrítico parcialmente distribuidos en las partes del valle de constitución apropiada, y en general de roca blanda. Para este último caso el desarrollo de los campos detríticos tiene importancia, de acuerdo a la mayor o menor pendiente de la pared de los valles.

En la parte encumbrada del área S del sector cubierto por el levantamiento geológico al pie del ventisquero del cerro Tupungato se conserva una acumulación de morenas frontales, parcialmente elaboradas por la acción torrencial moderada y asimismo cortada, casi en su parte media, por el curso superior del río Tupungato. Estos sedimentos morénicos constituyen los únicos remanentes que atestiguan

el desarrollo pronunciado de las glaciaciones cuaternarias en esta zona montañosa que pertenece al ambiente de la Cordillera Frontal.

Ya Stappenbeck (21, 44), describió los fenómenos glaciales correspondientes a la Cordillera del Plata y al tratar una de las zonas próximas a nuestra región advierte que en la quebrada de Santa Clara, donde los ventisqueros han tenido un desarrollo importante, se mantenían a la fecha de sus investigaciones, unos 40 años ha, en algunos sectores, ventisqueros colgantes limitados por el retroceso glacial.

En ambas laderas del valle del río Alto Tupungato y en los cursos de los valles tributarios al mismo, como en el caso de los ríos del Plomo, Vacas y de la Bajada, se alzan cuatro niveles de terrazas cuyo talud retrocede gradualmente por efectos de la erosión fluvial. La tercer terraza representa una destrucción más acentuada, ya que estos depósitos de acarreo no ofrecen resistencia, en la mayoría de los casos, dada su limitada cementación y consolidación.

En las partes estrechas de los valles las terrazas que corresponden al segundo y hasta el tercer nivel, están sometidas a una destrucción más intensa en relación con aquellas de las partes ensanchadas del río Tupungato.

El valle actual del río Alto Tupungato y del río Vacas se caracterizan por presentar una variable anchura, según los tramos de los cordones de montaña y la constitución geológica. Así puede observarse el zigzagueo del lecho vivo en medio de un cauce asimétrico que conserva en trechos aislados un escalón de terraza muy joven de poca altura con respecto al nivel de las aguas en estiaje. El río del Plomo, en cambio, ofrece un valle ancho, donde desemboca en el río Tupungato frente al refugio "Taguas", parcialmente rellenado con el aporte de aluviones procedentes de la vasta red de desagüe de este río, en el área situada al poniente de la zona estudiada.

Debe señalarse para el caso, que el aporte de las aguas es más abundante por el río del Plomo que por el valle del río Tupungato. En consecuencia, el eje hidrográfico principal coincidiría con el mencionado río del Plomo, cuya red de desagüe es mucho más amplia, pues colecta las aguas de diversos tributarios en un área de montaña de considerable extensión al E y al S del cordón Chorrillos, fuera del área abarcada en estas investigaciones.

Entre los depósitos preactuales faltan los médanos y las acumulaciones de origen lacustre, debiendo limitarse la descripción final de los terrenos cuaternarios a los mencionados depósitos de faldeo, es decir, a los escombros de ladera que, por desagregación de las áreas denudadas se acumulan localmente en las crestas empinadas en tránsito a los fondos de los valles, hacia donde son transportados por la vía torrencial en forma periódica e irregular.

Los escombros de falda se encuentran prácticamente en todas las laderas de montaña y ocupan concavidades elaboradas por la deilación o la erosión de arrastre que los mismos torrentes forman en el relieve.

El detrito de falda cubre extensamente el relieve de los cerros próximos a la falda N del cerro Tupungato, donde en ellos predomina el constituyente comparativamente más blando de las tobas triásicas.

El espesor de los campos detríticos es variable. También fluctúa el tamaño y forma de los cuerpos hacinados, pero en todo caso los fragmentos menores tienden a aproximarse a los fondos de los valles, habiéndose notado en algunos casos en estas masas de acarreo actual, la existencia de bloques muy grandes procedentes de sitios de relieve o de las mismas cumbres, situados a corta distancia en el borde superior de los campos detríticos.

En el área cubierta por el presente estudio no afloran rocas volcánicas cuaternarias. Empero estas rocas tienen extensión, sobre todo más al S, donde integran el cuerpo encumbrado del cerro Tupungato. Ha sido Groeber (12) quien recientemente proporcionara datos acerca de la constitución litológica de dicho cerro. Sobre su base, integrada por rocas paleozoicas, se alza colmado por acumulaciones liparíticas. Dicha cima es, en verdad, un centro eruptivo de vastas proporciones.

Depósitos volcánicos y sedimentos acumulados por la acción de los procesos glaciales caracterizan en suma el paisaje del cuaternario, en la latitud del cerro Tupungato, donde aún se prolonga profusamente la extensa estructura de la Cordillera Frontal.

TECTONICA

a) LA ESTRUCTURA TECTÓNICA EXPUESTA

Al examinar el mapa geológico de Stappenbeck (21, 37 y sig.) para la Cordillera del Plata, llama la atención el hecho de que toda la extensa área en el flanco oriental de dicha cordillera, incluso el faldeo E del cerro Tupungato, Descabezado y Cuchilla Colorada, compuesta por rocas paleozoicas y masas intrusivas de granito, no estén afectados de fracturación. Dicho investigador, al referirse a la tectónica de esa comarca, admite que la estructura principal y en conjunto corresponde a un pliegue de caída hacia el E, con fallas e imbricaciones hasta sobreescurrecimientos en algunos sectores. Groeber (12, mapa) marca al naciente del meridiano 70° una fractura regional para la zona occidental del cerro Tupungato en pleno ambiente de la cordillera del geosinclinal, señalando González Bonorino (10), al N de la zona estudiada, una fractura de importante rechazo en el sector del km 151.

En suma, las condiciones estructurales son relativamente sencillas, pudiéndose advertir solamente la existencia de grandes fracturas regionales en determinadas áreas, precisamente distantes de la cuenca imbrífera del río Alto Tupungato. En este sector, dentro del ambiente del flanco N del cerro Tupungato, coincidiendo con el valle del río homónimo, corre por la zona estudiada y con rumbo meridional ligeramente desplazado de WNW a ESE, una fractura longitudinal casi paralela a la indicada por Groeber, para la zona geosinclinal aludida en un párrafo anterior de este capítulo.

Esta falla corre al W del refugio "Taguas", corta al parecer el tramo inferior del río del Plomo y se dirige casi directamente al S con ligera inflexión cerca de la junta del río Tupungato con la quebrada de la Bajada. Con respecto a esta falla interpretamos que el bloque inferior corresponde al lado occidental, estimándose un rechazo variable más pronunciado hacia el N, donde tendría un resalto de 300 a 500 m.

Una falla longitudinal de poco rechazo, que en parte coincide con la remoción del límite del viejo contacto entre el granito y las rocas paleozoicas (corte geológico IV), se observa al E del refugio "Taguas" y no lejos del valle del río Tupungato, entre ambos conjuntos de rocas que forman la base de las vulcanitas triásicas. En cambio, una fractura de rumbo transversal se extiende a ambos lados del río Tupungato, aguas abajo de su junta con la quebrada de la Bajada. (corte geológico II). En el mapa geológico de la cuenca imbrífera del río Alto Tupungato hemos indicado las relaciones que se derivan de esta fractura en lo que respecta al contacto de los hornfels con las vulcanitas triásicas en la margen derecha del río mencionado.

Sin duda puede asegurarse que la falla citada corresponde a una fracturación neoterciaria hasta cuaternaria, como que la propia estructura tectónica condiciona la evolución de la hidrología local, en la parte que corresponde al valle longitudinal del río Tupungato.

Precedentemente aludióse a la circunstancia de que la discordancia separaba las capas del basamento paleozoico de los depósitos de vulcanitas triásicas. La angularidad del contacto advierte la dislocación de las capas paleozoicas según veremos, mientras que la cubierta eozóica casi subhorizontal presenta un débil buzamiento regional hacia el E.

En las rocas paleozoicas han sido medidos valores de inclinación que oscilan entre los 20 y 65°, en la zona de las cabeceras del río Alto Tupungato, al S del paralelo del portezuelo de Santa Clara. Al NE del ventisquero del cerro Tupungato las rocas paleozoicas buzan en dirección al SE, que en general puede considerarse buzamiento regional para todas las rocas de esta edad, con 60° de inclinación.

En la margen opuesta del río y hacia las nacientes, las capas llegan a hundirse con 50° en dirección casi S, frente al mismo portezuelo de Santa Clara. En este sector, la ligera variación de la dirección del buzamiento y rumbo de las capas está condicionada por las intrusiones graníticas, fenómeno que, en cambio, no es tan pronunciado hacia el N, donde las pizarras y grauvacas, menos inclinadas en relación, están cubiertas en cobijadura por el granito del sector del refugio "Taguas". En esta margen como en la izquierda del río Tupungato, cerca de la junta con el río del Plomo, las capas paleozoicas presentan inclinaciones que varían entre los 15 y 18° . Valores semejantes han sido obtenidos en la medición del buzamiento del asomo expuesto sobre la margen derecha del río Tupungato, aguas abajo de su junta con el río Vacas. En lo que se refiere a la cubierta de rocas volcánicas del triásico, aparte de su inclinación regional hacia el naciente, se observan en determinados lugares del río Alto Tupungato abovedamientos muy suaves, que muy probablemente corresponden a sus propias condiciones de deposición y consolidación más que al flexionamiento de su estructura, debido al ajuste y plegamiento regional.

b) EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DEL ÁREA ESTUDIADA

Las rocas paleozoicas, el granito y los depósitos triásicos están comprendidos entre etapas de movimientos tectónicos definidos, cuya interpretación y descripción podrían permitirnos sintetizar de manera escueta la evolución estructural de este sector de la Cordillera Frontal, en la zona próxima al borde del geosinclinal de los tiempos mesozoicos de los Andes del N de Mendoza.

En esta zona no conocemos el yaciente de los asomos paleozoicos, puesto que las raíces de estos troncos de montaña no están expuestos a la observación. Estos depósitos corresponden a facies geosinclinales plegadas que, en la fase tectorogénica fué erigida muy probablemente en montaña de altura considerable, hacia el término de los tiempos paleozoicos, aunque como consecuencia de los movimientos de la era hercínica han sufrido pliegues, repliegues y fracturas. A lo largo de estas últimas es dable suponer que tuvieron lugar posteriormente las intrusiones graníticas del triásico inferior. En esta época los movimientos epirogénicos de edad kimmeriana elevaron a cierta altura el complejo de rocas paleozoicas y graníticas existentes. De su denudación proceden los elementos que integran las camadas de sedimentos gruesos del conglomerado del portezuelo de Santa Clara o del Azufre.

Al término de la sedimentación muy breve del conglomerado alu-

dido, siguieron las extrusiones de rocas ácidas procedentes de un magma liparítico, en cuyo desarrollo alternan la formación de sedimentos piroclásticos, intercalados en una serie espesa de típica naturaleza volcánica muy extendida dentro y fuera del ambiente de la Cordillera Frontal de Mendoza.

Al finalizar dichas efusiones no se registraron acontecimientos estructurales ni de otro orden geológico, hasta el final del Mesozoico y comienzo del Terciario, en que se inició el ascenso y abovedamiento en masa de la cubierta triásica, con la consecuente deformación y fracturación del basamento paleozoico en la forma en que muy claramente lo representara González Bonorino (10, figura 2).

La elevación gradual de estos cordones de montaña desde el comienzo de los tiempos eogenos, ha persistido hasta la actualidad, en que se registra una marcada elevación de los bloques montañosos de los Andes, acaso favorecida por la desglaciación del manto de hielo cuaternario, de pronunciada extensión y potencia en toda el área andina del país.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ARMANDO, V., *Observaciones geológicas en la Alta Cordillera de Mendoza. Dto. de Tunuyán entre el río Palomares y el cordón de Marmolejo al N del río Tunuyán*. Tesis del Museo de La Plata, n° 153 (inédito), 1949.
2. BEDER, A., *Mineral de hierro en Potrerillos y en Cacheuta*. Mendoza. Publ. n° 6. Dir. de Minas y Geol. e Hidrología. Bs. As., 1925.
3. BODENBENDER, G., *Devono y Gondwana en la Rep. Arg.* Bol. Ac. Nac. de Ciencias de Córdoba. XV. Entregas 2 y 3., 1897.
4. BORRELLO, A. V., *Estratigrafía y tectónica del Triásico-cretácico en los alrededores de Potrerillos*. (Prov. Mendoza). Tesis del Museo de La Plata, n° 32., 1942 (inédita).
5. DARWIN, Ch., *Geological observations in coral reefs, volcanic islands on South America, being the geology of the voyage of the Beagle, etc.* London, 1946.
6. FERUGLIO, E., *Mapa geológico de la región W del meridiano 62° entre los paralelos 32° y 42°*. Escala 1 : 2.000.000. Dir. Gen. de Y P F. 1943. Bs. As.
7. FORT, A., *Estudio de las condiciones estratigráficas y tectónicas del pie oriental del Cerro del Plata (Mendoza)*. Tesis. Córdoba, 1944 (inédita).
8. FOSSA MANCINI, E., *Acerca de la naturaleza volcánica del Aconcagua*. Rev. Asoc. Geol. Arg. II, n° 4. Bs. As., 1947.
9. FRENGUELLI, J., *Estratigrafía y edad del llamado Rét'co en la Argentina*, GAEA, VIII. Bs. As., 1948.
10. GONZÁLEZ BONORINO, F., *Geologic cross-section of the Cordillera de los Andes at about parallel 33 L. E. (Argentina-Chile)*. Geol. Soc. of America. Bulletin Vol. 61. 17-26. 2 fig. enero 1950.
11. GROEBER, P., *Mapa Geológico de Mendoza*. Physis. XIV, 1939.
12. — *La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'*. Rev. Museo Arg. de Ciencias Nat. "Bern. Rivadavia", 1, n° 5, 1951.

13. HARRINGTON, H. Y DEBENEDETTI, *Investigaciones geológicas en las sierras de Villaviciencio y Mal País*. Min. Agr., Dir. Min. y Geol. Bol. n° 49, 1941.
14. KEIDEL, J., *Las estructuras de corrimientos paleozoicos en la sierra de Uspallata (Mendoza)*. Physis. XIV, 1939.
15. — *Sobre las nieves penitentes de los Andes Argentinos*. Min. Agr., Dir. Min. y Geol. XII, n° 4. 81. 8 lám. Bs. As., 1918.
16. PASCUAL, R. *Observaciones geológicas en la Alta Cordillera de Mendoza, Dto. de Tunuyán entre Mesón San Juan y río Palomares del W del Alto río Tunuyán*. Tesis del Museo de La Plata. N° 150 (inéd.), 1949.
17. REICHERT, F. *La constitución geológica del cerro Tupungato*. Bol. Ac. Nac. Ciencias. XXX. 321-325. Bs. As. 1927.
18. — *La exploración de la Alta Cordillera de Mendoza*. Circ. Milit. Bibl. del Subof. Bs. As. 1929.
19. ROSSI, J. J. *El stock compuesto de Cacheuta*. (Prov. Mendoza). Rev. Soc. Arg. Geol. II. N° 1. Bs. As. 1947.
20. SCHILLER, W. *La Alta Cordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Arg. VIII. N° 5. Sec. Geol. Mineral. y Min. Bs. As. 1912.
21. STAPPENBECK, R. *Geología de la Falda Oriental de la Cordillera del Plata*. An. Min. Agr. Sec. Geol. Mineral. y Minería. XII. N° 1. Bs. As. 1917.
22. STELZNER, A. *Beitrage zur Geologie und Palaontologie der Argentinischen Republik*. I. Geologischer Teil Cassal. 1885. (Versión castellana en Ac. Ac. Nac. Ciencias Córdoba, VIII).