

GEOLOGIA DEL CERRO BOLA ¹

CONTRIBUCIÓN
AL CONOCIMIENTO DE LA TECTÓNICA DE LA SIERRA PINTADA

Por EDUARDO HOLMBERG

INTRODUCCIÓN FISIOGRAFICA

El cerro Bola, situado al sur del río Diamante y del pueblo mendocino 25 de Mayo, departamento de San Rafael, ocupa una posición centromarginal nordeste en la sierra Pintada. Las coordenadas geográficas : Latitud $-34^{\circ}38'46''96$ y Longitud $-68^{\circ}34'53''22$ (IGM.), son las de un punto más o menos central de la ondulada altiplanicie del cerro.

La sierra Pintada, por lo menos en esta región, tiene el carácter de un bloque montañoso complejo en el que predominan las rocas eruptivas y entre las cuales asoman en retazos rocas sedimentarias de distintas edades. Sus últimos ascensos datan del cuaternario inferior al superior.

La traza de la falla del límite oriental se encuentra fuera del área de los mapas adjuntos, pero ha sido mencionada por otros autores (Groeber 1939, mapa). Está cubierta por una espesa masa de sedimentos de aporte fluvial y de cono de deyección, en gran parte productos de la degradación erosiva de la misma serranía y que desde la región del cerro Bola forman una gran rampa que con pendiente sudoeste a nordeste, muere en el río Diamante.

El cerro Bola corresponde a uno de los sectores destacados por erosión diferencial en el borde de este bloque montañoso y constituye por sus caracteres morfológicos un elemento independiente del paisaje.

Este cerro está formado en su parte superior por los restos de un pequeño lacolito irregular de liparita que abraza en parte de su ladera sudeste, a pórfiros cuarcíferos rosados y pardo amarillentos, de dos momentos distintos, siendo el segundo el más antiguo.

¹ Contribución n° 5 de la Dirección General de Industria Minera.

La culminación del cerro es una planicie erodada, por lo cual presenta ondulaciones bastante pronunciadas y está limitada en sus bordes por abruptas bardas e incidida por las profundas gargantas de algunos cañadones. En el punto trigonométrico mencionado antes, tiene una altura absoluta de 1133 m (1140 de altura máxima) y relativa de 200 m respecto al relieve más bajo de su pie.

Las bardas de liparita (fig. 12) son un elemento aislado del relieve que se destacan sobre un heterogéneo conjunto de crestas, colinas y lomas alargadas en distintos sentidos que disminuyen de altura al alejarse del cerro. Las primeras estribaciones de este relieve basal emergen al norte y nordeste del cerro Bola de la cubierta de sedimentos modernos mencionados, mientras desde el oeste al sudeste del mismo cerro se extiende un amplio valle cuyo relieve múltiple lo constituyen lomadas de líneas suaves y poca altura relativa. Tiene una dirección nordeste-sudeste y separa al cerro Bola de las altas bardas del macizo de la Cuesta de los Terneros y cerro La Guardia situados al sudeste y sur (véase hoja 27 c « Cerro Diamante » DMG. 1948).

Las líneas generales de este relieve dependen de la historia tectónica de la serranía y de la distribución de las distintas rocas, desiguales en su resistencia a la erosión.

Al pie del cerro Bola afloran principalmente sedimentos paleozoicos muy plegados (« Estratos del arroyo Pavón ») multicolores, pero de tonos oscuros en general; entre ellos se destacan por sus colores claros las rocas eruptivas que los atraviesan (pórfiros cuarcíferos rosados y blanquecinos).

En el valle occidental se encuentran areniscas y conglomerados de colores claros, predominando el amarillo de las primeras sobre el verde de los segundos (« Areniscas atigradas »); no falta la intercalación de rocas eruptivas en ellas, pero su color claro los confunde con la masa de sedimentos.

Finalmente, sobre el arroyo del Tigre y al oeste tanto como al sudeste afloran tobas de color gris violáceo alternantes con areniscas tobáceas rosadas bastante conglomerádicas (« Tobas y areniscas rosadas »); forman en general bardas abruptas, escalonadas y culminan en el cerro La Guardia, fuera del área de los mapas, al sudoeste del puesto « Los Chañares ».

Tanto en el cerro Bola como en el macizo de la Cuesta de los Terneros, la liparita representa un elemento lítico de gran resistencia.

En la fotografía de la figura 2 pueden advertirse las condiciones generales del relieve al sudeste del cerro Bola hasta la Cuesta de los Terneros.

El relieve de la región del cerro Bola se encuentra en estado maduro. La red de drenaje es compleja y diferenciada, condicionada en general

a las estructuras tectónicas locales (cursos consecuentes primitivos, subsecuentes y resecentes). Pueden concluirse estas condiciones por el análisis de los mapas. En líneas generales, esta red de drenaje con respecto al cerro Bola puede definirse como « radial-anular ».

Los cañadones mayores (arroyos Pavón, Alambre, del Tigre, etc.) han alcanzado el estado de madurez, mientras los menores sólo finalizan

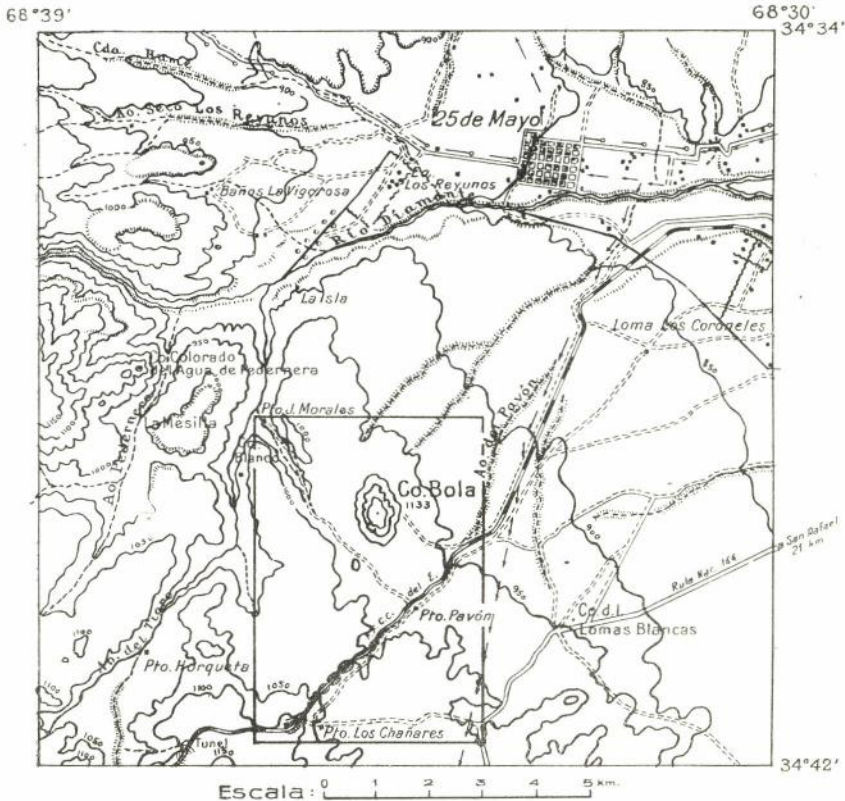


Fig. 1. — Mapa de orientación indicando el área comprendida por el mapa n° 1

la juventud, presentando desniveles en sus cauces tanto por la distinta resistencia de las rocas que han cortado, como por efecto de los últimos ascensos de la región.

Por intermedio del arroyo Pavón y el arroyo del Tigre (único con agua permanente) la región es tributaria del río Diamante, y sus características morfológico-evolutivas coinciden con las de éste, que es el nivel de base general.

El río Diamante corre a la altura de 25 de Mayo, entre tres terrazas fluviales escalonadas a distintos niveles. La primera, frente al pueblo (margen derecha del río), está recubierta por basalto IV recortado y

cubierto por rodados; tiene una diferencia de 50 m con el río actual, mientras la tercera o más inferior, tiene un desnivel apenas de 5 metros.

En la región del cerro Bola se encuentran niveles erosivos que corresponden a esos tres niveles de terrazas mencionados.

Primer nivel. — Desde la base de las bardas liparíticas del cerro hacia el norte, las crestas de las lomas coinciden en un plano inclinado en esa dirección que se continúa con las terrazas de pie de monte marcadas en el mapa n° 1 (terrazas cuaternarias) y cuyo nivel ensambla con el de la primera o más elevada de las terrazas del río Diamante. Equivalentes a este plano pueden distinguirse otros donde hay coincidencia de cúspides. Tienen origen asimismo al pie de las bardas del cerro Bola en una altura entre 1056 y 1036 m y cuya pendiente radial respecto al cerro es bastante pronunciada, ya que a menos de un kilómetro alcanzan la cota 1000. En las direcciones norte a sudeste su disposición es clara, no así desde el oeste hasta el sur del cerro, ya que en el valle que se encuentra en ese rumbo afloran rocas más blandas y que han sufrido una degradación mayor por erosión diferencial (stockwerk).

Los niveles subsiguientes se encuentran encajonados en el relieve sobreelevado correspondiente al primero.

En las proximidades del cerro Bola puede observarse :

Segundo nivel. — Aproximadamente entre 980 y 955 metros: nivel del antiguo cono de deyección del cerro Bola que arrancaba de su ladera sudeste, marcado en el mapa n° 2, y que hoy se encuentra cortado por el arroyo del Alambre y en parte recubierto por sedimentos de igual naturaleza, pero más jóvenes; son equivalentes las terrazas colgadas que se observan en los cañadones del NE. del cerro Bola y las planicies recortadas en la base del mismo cerro, aproximadamente cota 973. Igualmente equivalentes son las planicies recortadas, en el sector situado entre los arroyos Pavón y Alambre al pie de los altos cerros (cota 1000), que se extienden aproximadamente entre las cotas 977 a 950. En la lámina I, figura 1, se observa una pequeña planicie que corresponde también a este nivel.

Tercer nivel. — Tiene muy poca diferencia con el de los cauces actuales de los cañadones. En los arroyos Pavón y Alambre, así como en otros menores, pueden observarse pequeñas terrazas acumulativas (formadas por arenas de grano fino) con uno a dos metros de desnivel respecto al lecho de los arroyos. También existen pequeños desniveles en el perfil de los cañadones cerca de sus desembocaduras, atribuibles a interrupciones por ascenso — aunque de poca importancia — del trabajo normal de las aguas.

A estos niveles es posible añadir otro anterior o punto de partida de la erosión regional: *Nivel cero*, correspondiente a la planicie superior

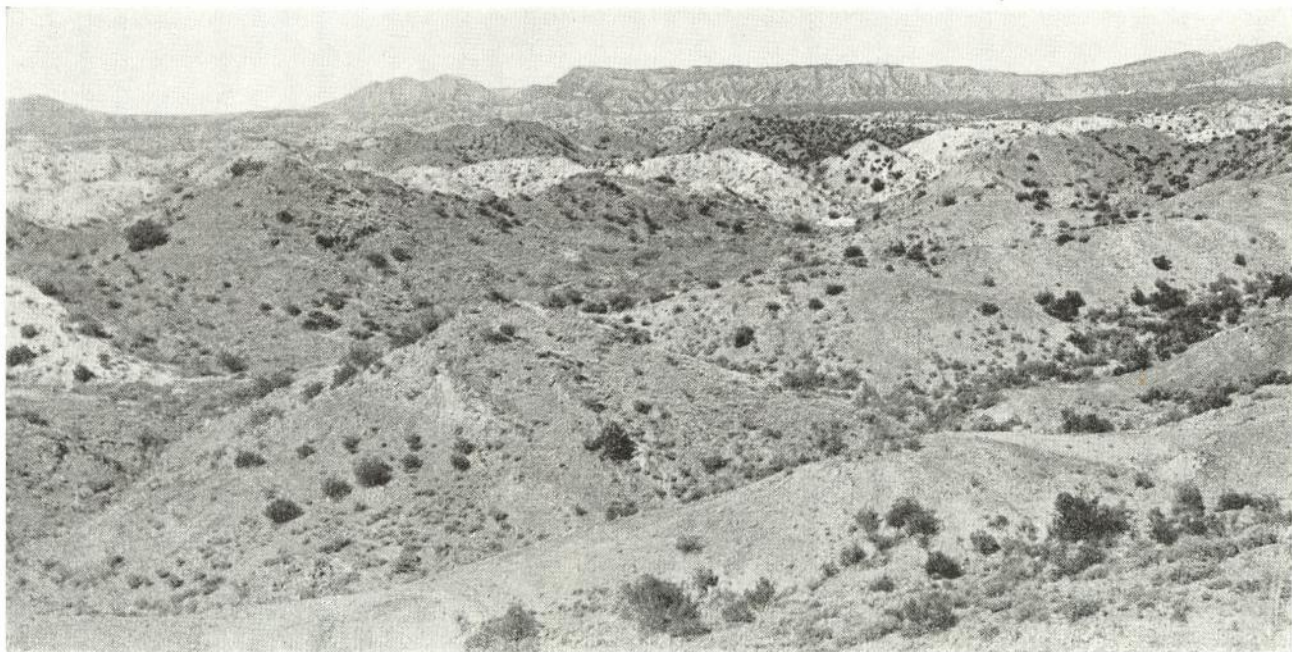


Fig. 2. — Vista hacia el SE desde el cerro Bola. En primer plano, a la derecha, « Estratos Policrómico-carbonosos ». En plano medio, a la izquierda, « Estratos Castaños », entre los cuales se observa una faja blanca de pórfiro cuarífero blanquecino. En último plano, el macizo en la Cuesta de los Terneros, en la que puede observarse el « neck » y los mantos arqueados de liparita.

del cerro Bola, que formó parte de un plano de erosión inclinado al nordeste, ya que el ascenso fué mayor al sudoeste de la sierra Pintada.

Por este motivo el cerro Bola se encuentra a menor nivel que el cerro La Guardia y el macizo de la Cuesta de los Terneros (véase hoja topográfica 27 c « Cerro Diamante » DMG. 1948 y la fig. 2, de este trabajo). Destacaremos la importancia de este plano erosivo al tratar los movimientos terciarios.

FORMACIONES SEDIMENTARIAS

Hemos distinguido cinco conjuntos sedimentarios de distintas edades relativas, pero de dudosa ubicación cronológica, ya que no hemos descubierto fósiles en ellos.

Son en general sedimentos clásticos, algunos de ellos con procesos de diagénesis avanzada, o si se quiere con leve metamorfismo. Los describiremos en el siguiente orden de edades relativas, desde lo más antiguo a lo más moderno :

- a) *Estratos del arroyo Pavón ;*
- b) *Pizarras y areniscas del cerro Blanco ;*
- c) *Areniscas cuarcíticas y micáceas del cerro Blanco ;*
- d) *Areniscas atigradas ;*
- e) *Tobas violáceas y areniscas rosadas.*

a) *Estratos del arroyo Pavón.* — En general podemos describirlos como a un conjunto de areniscas sericíticas y grauvacas alternantes con pizarras arcillosas, en general multicolores. Esporádicamente se encuentra alguno que otro estrato de « siltstone » arcilloso-sericítico.

La presencia de sericita en alta proporción, tanto en los sedimentos arenosos como en las pizarras, podría atribuirse a una diagénesis avanzada o a un metamorfismo leve, pero las secciones de este mineral están distribuidas sin orientación definida. Es común, sin embargo, la presencia de clivajes de fractura, cuyo mayor o menor desarrollo responde a condiciones localizadas de la acción de las fuerzas diastróficas, que han plegado y fracturado a este complejo sedimentario.

Como grauvacas¹ consideramos a los sedimentos arenosos que poseen carácter de microbrechas, es decir, con granos angulosos a subangulosos « plus » fragmentos de rocas de composición variable, desde cuarcitas hasta pizarras u otra roca igualmente poco resistente que demuestren el aporte heterogéneo. Naturalmente, la composición de esos frag-

¹ De acuerdo con la síntesis de las definiciones transcritas y propia de Pettijohn (1943).

mentos depende de la litología de la región de donde proceden los aportes.

El color típico de las grauvacas es el gris, con diversos tonos, pero según opinión de Krynine (1942), no es raro el color rojo y ello depende de las condiciones del medio en el cual se han depositado (oxidante o reductor).

El cemento es en general arcilloso pero los procesos diagenéticos comúnmente lo llevan a una cloritización o sericitización parcial.

En nuestra región predominan las areniscas de granos angulosos y primitivo cemento arcilloso, transformado en sericita parcialmente y con muy poca cloritización, pero algunos grupos de estratos pueden considerarse verdaderas grauvacas, por la presencia de fragmentos angulosos de pizarras.

Se han seguido en detalle en la faja donde afloran (mapa n° 2), que se extiende desde el norte del cerro Bola hasta poco más al sudeste del arroyo Pavón y puesto homónimo, pero han sido citadas rocas muy semejantes para otros lugares de la sierra Pintada por Stappenbeck (1913 y 1934) y Dessanti (1945).

El límite oriental de estos sedimentos probablemente alcance en esta región del cerro Bola hasta la falla marginal de la sierra Pintada, pero es difícil predecir su ubicación, ya que, como hemos mencionado, está cubierta y el borde visible de la serranía es erosivo y no tectónico. El límite occidental de estos estratos es la falla o conjunto de fallas que los yuxtapone a las « Areniscas atigradas ».

Dentro del bloque así delimitado no puede considerarse que constituyan un conjunto homogéneo, pues tienen distintos colores y caracteres estratimétricos diferentes, ya que los espesores relativos de las camadas arenosas y pizarras son variables según el conjunto de estratos que se considere. Por estas razones se han dividido en distintos grupos, denominándolos según el color superficial predominante de los estratos.

Las fallas que cortan al conjunto de estos sedimentos paralelamente a su rumbo, han oscurecido sus relaciones mutuas. Sin embargo existe constante contigüidad entre algunos de ellos, lo que permite suponer relaciones de continuidad stratigráfica, aunque sin que se pueda establecer la sucesión. Otros se presentan formando bloques aislados, con caracteres diferenciales que obligan a separarlos, sin poder establecer en forma definitiva sus relaciones.

Siguiendo estos conceptos, los reunimos en el siguiente cuadro :

A. GRUPOS CONEXOS :

- I. *Estratos violetas.*
- II. *Estratos Policrómico-carbonosos.*
- III. *Estratos castaños.*

B. GRUPOS INCONEXOS :

IV. *Estratos verdes.*

V. *Estratos rojos.*

Este orden no implica edades relativas, que serán discutidas posteriormente. La distribución en el terreno puede advertirse en los mapas y en su descripción nos limitaremos a lo indispensable.

A. GRUPOS CONEXOS. — Tienen una posición central y occidental en la faja de « Estratos del Pavón ». En proporción predominan en ellos las areniscas sericítico-arcillosas sobre las grauvacas. Por su posición central son los que más han sufrido la influencia de las fuerzas tectónicas.

I. « *Estratos violetas* ». — Areniscas sericítico-arcillosas alternantes en forma más o menos regular con pizarras arcillosas. El color de estos sedimentos es violáceo oscuro, algo más claro en las pizarras. Uniformes en estas últimas, es superficial en las primeras, pues el cuerpo de los estratos de areniscas tiene color gris violáceo de tono medio y a veces con manchas irregulares violeta oscuro o zonas de color gris verdoso claro. El espesor individual de las capas de arenisca varía entre 10 y 15 cm, aumentando a veces por soldadura tectónico-plástica de dos o más estratos, con eliminación de las pizarras interpuestas. Grano medio predominante, sin selección; cemento relativamente abundante con alto contenido de sericita y material arcilloso impregnado de limonita.

En las pizarras, la sericita sin orientación definida está acompañada por minerales arcillosos en gran proporción. Presentan localmente clivaje de fractura, paralelo al plano de sedimentación o irregular, bastante desarrollados.

II. « *Estratos Policrómico-carbonosos* ». — La proporción de areniscas y grauvacas es equivalente, mientras en el conjunto predominan las pizarras arcillosas. La alternancia es irregular así como el espesor de los estratos de sedimentos arenosos, que varía entre 2 y 15 cm como máximo. Los fragmentos contenidos en las grauvacas son de pizarras arcillosas. El colorido no es uniforme: las capas arenosas tienen color anaranjado superficial e internamente son grises claras y oscuras. Las pizarras presentan colores que varían del negro grisáceo al blanco pasando por todos los tonos del gris. Se observan también de color celeste.

El carácter más notable de las pizarras y del cemento de areniscas y grauvacas es la presencia de materia orgánica carbonizada difusa. Su proporción disminuye en las pizarras desde las que tienen color negro a las blancas, que no contienen tal elemento.

Por su irregularidad sedimentaria y su posición constantemente cen-

tral respecto a los otros grupos de estratos, este conjunto muestra en sus rocas los mayores efectos producidos por las compresiones tectónicas, habiéndose desarrollado clivajes de fractura (*shear*), tanto en las pizarras como en los estratos arenosos. Es más notable en las primeras, pero su intensidad tiene carácter local.

III. « *Estratos castaños* ». — En este conjunto sedimentario, por su distinto carácter litológico predominante se distinguen :

a) Areniscas sericítico-arcillosas de grano medio a fino, conteniendo nódulos de pizarras arcillosas, escasos y dispersos. Alternan con pizarras arcillosas entre las que se intercala alguno que otro estrato de silt arcillo-sericítico, a veces con estratificación entrecruzada fina. Los límites de esta sección son francamente irregulares : pasa lateralmente y longitudinalmente a la siguiente :

b) Pizarras arcillo-sericíticas multicolores. Se han comprendido en el grupo por la presencia en ellas de importantes lentes formados por la alternancia de areniscas y pizarras con los caracteres correspondientes a la sección anterior.

Las areniscas de ambas secciones tienen un espesor variable entre 10 y 20 cm, mucho menos en las pizarras. En la sección *b* no se ha pretendido medir el espesor de las capas de pizarras, ya que en ellas se encuentra muy desarrollado el clivaje de fractura.

Las areniscas tienen color superficial que varía del pardo obscuro al claro, siendo el color interno gris claro a gris amarillento. En las pizarras hay colores del negro al blanco, al que se añaden los grises azulados y verdes grisáceos. La presencia de materia orgánica carbonizada difusa, abundante en las pizarras negras, acerca estratigráficamente este grupo de estratos al anterior.

B. GRUPOS INCONEXOS. — No existen relaciones aparentes entre ellos ni con los anteriores, si bien en ambos se afirma la predominancia del carácter de grauvas de los sedimentos arenosos. Coinciden también en su estratimorfía general.

Considerados desde el punto de vista mecánico-tectónico son conjuntos sedimentarios bastante rígidos.

IV. « *Estratos verdes* ». — Grauvas de grano medio a fino, con fragmentos de pizarras arcillosas, dispersos en forma rala. Color verde obscuro superficial y gris verdoso interno ; alternan en forma regular con pizarras arcillosas verde obscuro a negro verdoso. Los espesores de las capas de grauvas varían entre 7 cm a 1 m, pero puede considerarse a los de 30 cm como el término medio común. Los de menor espesor se encuentran agrupados en general formando bancos de 2 a 3 m, donde alternan con capas mayores de pizarras. En general, el espesor de estas últimas no sobrepasa los 20 cm.

Localmente se encuentra muy desarrollado el clivaje de fractura, especialmente en las pizarras (puesto de los Baños del cerro Bola).

V. «*Estratos rojos*». — Misma descripción que para el grupo anterior, del que se diferencian por el color rojo ladrillo de sus grauvacas. Este color varía desde un rojo ladrillo (algo más oscuro en la superficie) a un rosado grisáceo. No faltan algunos estratos con sectores internos irregulares de color gris verdoso claro. Alternan con pizarras rojas a rosadas, entre las cuales pueden presentarse intercalaciones de «siltstone». En una de esta rocas, estudiada microscópicamente se observó que la impregnación ferruginosa del estrato era producida por goethita.

Se observa en las pizarras clivaje de fractura en general poco desarrollado e irregular.

b) «*Pizarras y areniscas del cerro Blanco*». — Se observan estos sedimentos en un pequeño afloramiento, en el cerro Blanco, el que está en las proximidades del puesto Morales sobre el arroyo del Tigre. (Véase mapa n° 1 y figura 1).

Predominan en estos sedimentos las pizarras arcillo-sericíticas de color gris azulado claro muy clivadas, tanto que son papiráceas en su espesor. Intercalados en forma muy espaciada se observan delgados estratos de areniscas sericíticas, cuyo espesor no alcanza a los 10 cm. Tienen color superficial rojizo anaranjado; internamente son gris claro con grano medio a fino.

En líneas generales se parecen a los «Estratos policrómico-carbonosos» descritos anteriormente, por el color de sus estratos de areniscas, aunque difieren en la uniformidad del color de las pizarras.

Estos sedimentos del cerro Blanco forman el núcleo de un anticlinal cuyos estratos exteriores son:

c) «*Areniscas cuarcíticas y micáceas del cerro Blanco*». — Areniscas cuarcíticas de color blanco a rosado y areniscas lajosas de grano fino, amarillentas y bastante micáceas. Se disponen en gruesos bancos de un metro a dos de espesor; individualmente los estratos no sobrepasan los 30 cm.

Ambos conjuntos de sedimentos han sido representados en el perfil n° 1, figura 7.

Es probable que exista sucesión estratigráfica entre ambos; sin embargo los hemos separado por sus diferencias litológicas, ya que lo exiguo del afloramiento de las primeras impide juzgar con claridad las relaciones.

d) «*Areniscas atigradas*». — Depositado discordantemente sobre los «Estratos del arroyo Pavón» y sobre las «Areniscas cuarcíticas del

cerro Blanco», este complejo sedimentario aflora en la ladera sudeste del cerro Bola, dentro de pórfiro euacífero rosado, debajo de un manto intrusivo de pórfiro cuarcífero blanco amarillento y dentro de pórfiro cuarcífero pardo amarillento. Su posición es superior a los «Estratos violetas». Donde ocupan mayor extensión es en el valle de relieve múltiple al oeste y sudeste del cerro Bola (mapa n° 1).

Dos coloraciones priman en esta formación: el amarillo y el rojizo borra de vino. Los sedimentos con estas coloraciones se distribuyen en bandas o en núcleos con límites netos y responden a la menor o mayor proporción de arcillas conteniendo óxido de hierro. Una de las más notables, es la que se observa al este del cañadón que desemboca al lado del puesto Morales en el arroyo del Tigre.

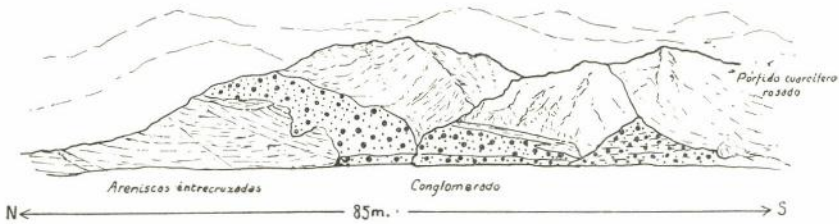


Fig. 3. — Conglomerado en posición transgresiva sobre arenisca. Plano de sedimentación irregular. Arroyo Pavón, 600 m aguas arriba del puesto.

En su composición petrográfica entran las areniscas, areniscas arcólicas y areniscas conglomerádicas y conglomerados; nótese la ausencia absoluta de arcillas en estratos aislados, pero tienen alguna que otra intercalación de silt arcillo-arenoso y micáceo.

Las areniscas que constituyen las bandas o núcleos borra de vino son muy conglomerádicas y es frecuente el pasaje a verdaderos conglomerados. En el conjunto amarillo predominan las areniscas, con alguna que otra intercalación de conglomerados verdosos. El color amarillo varía del grisáceo pálido a canario vivo. Los rodados de los conglomerados se encuentran pulidos y su tamaño no excede en general al de un puño. Éstos son de composición petrográfica muy variable, pues se observan micacitas, dioritas anfibólicas, areniscas cuarcíticas, etc., pero predominan en ellas rodados de areniscas y grauvacas muy semejantes a las de los «Estratos del arroyo Pavón».

Su estratimorfía es muy irregular; la estratificación entrecruzada y la rápida sucesión de erosión y deposición simultáneas, son fenómenos comunes en ellas, al que puede unirse la deformación producida por los ciclos diastróficos que han intervenido (hercínicos y terciarios).

Un ejemplo de esta irregularidad sedimentaria lo obtenemos en el arroyo Pavón a 600 metros aguas arriba del puesto. Lo hemos esquematizado en el dibujo de la figura 3. Nos encontramos en una faja de

areniscas amarillas. El conglomerado transgrede sobre una superficie irregular de erosión.

Aguas arriba del puesto Morales, en el arroyo del Tigre, un grupo de estratos irregulares de areniscas amarillas se disponen encima de un conjunto de areniscas conglomerádicas borra de vino (véase fig. 4), aparentemente es una discordancia erosiva, simultánea y contemporánea (ambiente deltaico?), donde ha habido una interrupción de la deposición y su reanudación en un medio de condiciones diferentes (ambiente lagunar?), de sedimentos correspondientes a las « Areniscas atigradas ».

Una de las características más notables de estos sedimentos es la poca alteración que presentan los feldespatos, carácter que contrasta con la alteración de los mismos minerales en las rocas eruptivas que los intruyen y por ende son más modernas. En una de las muestras se encontró sanidina fresca; la muestra corresponde a una arcosa. La descripción resumida es la siguiente:

Color rosado, se distinguen minerales félicos por su color más oscuro dentro del conjunto de la roca. Grano fino.

Componentes: Cuarzo, oligoclasa ácida y básica, sanidina, andesina ácida, biotita, calcita, hematita. Los granos son angulares a subangulares, dominando el cuarzo, siguiéndole la oligoclasa. La anidina es límpida. El cemento es calcítico o de cuarzo según sectores.

e) «*Tobas violáceas y areniscas rosadas*». — Las « Areniscas atigradas » están recubiertas discordantemente al oeste y sudoeste (mapa nº 1) por un potente complejo tobáceo arenoso con espesor mucho mayor de 2.000 metros, de los cuales el mapa mencionado sólo abarca una pequeña parte.

Predominan en el conjunto las tobas arenoso-micáceas, las que poseen color gris violáceo a lila claro, dispuestas en gruesos bancos cuyo espesor varía entre 15 a 20 metros como máximo. El valor del buzamiento no sobrepasa los 15° y su dirección no es uniforme.

Se observa en esta formación la interestratificación de areniscas rosadas en gruesos bancos lentiformes de gran extensión lateral y que llegan a un espesor equivalente y aún mayor a los de las tobas. En algunos puntos se suceden alternativamente con éstas, en otros las reemplazan lateralmente, como al norte del puesto Los Chañares, pero no con engranaje, sino superponiéndose, de acuerdo a su sedimentación lentiforme. Todo el conjunto es marcadamente irregular en su estratimorfía. Las areniscas rosadas tienen estratificación entrecruzada, comúnmente de tipo torrencial. Las variaciones en el diámetro de los granos son también irregulares, así como las intercalaciones lentiformes de conglomerados.

Es común en la región donde afloran las tobas, un escalonamiento

bastante marcado, originado por la erosión de los gruesos bancos que las integran (véase fig. 4). Pero a pesar de este aspecto erosivo contienen numerosas intercalaciones con distinto carácter que desvirtúa su aparente homogeneidad.

Un perfil tomado de arriba a abajo en la barda sur (mapa n° 1) a unos mil metros al SW del puesto Los Chañares aclarará este concepto :

a) 15 m. Tobas areno-micáceas amarillo rojizo, grano mediano a grueso.

b) 3 m. Conglomerado tobáceo; rodados redondeados de areniscas verdosas. Cemento con igual carácter que el horizonte anterior.

c) 1,60 m. Igual composición que en a) pero de color gris a grisáceo-violeta oscuro. Alternan capas de 30 a 40 cm con grano mediano y otras finísimas con material arcilloso.

d) 1,50 m. Material tobáceo de grano grueso, con lentes de aglomerado.

e) 1,40 m. Material tobáceo grueso con fragmentos rojizos de pizarras arcillosas. Alternan materiales finos y gruesos en una especie de estratificación poco marcada.

f) 4 m. Conglomerado brechoide de pizarras arcillosas y areniscas. Lentes de material tobáceo puro. Cemento en general tobáceo. Color violáceo oscuro.

g) 15 m. Toba de grano grueso, sin estratificación aparente. Dispersos gran cantidad de pequeños fragmentos de pizarras arcillosas.

h) 30 m. Toba fina, con numerosas secciones de biotita euhedral esparcidas en el conjunto y relativamente espaciadas. En parte tapado por derrumbe.

El espesor en conjunto de estos sedimentos es de 71,50 m : sólo representa una de las bardas que se escalonan hacia el sudoeste y oeste. Tal vez en este escalonamiento hayan intervenido fallas, pero las observaciones no fueron extendidas a mayor área que la del mapa n° 1.

Es interesante destacar la composición mineralógica de estas tobas donde también se encuentran secciones de sanidina.

Se han observado : *cuarzo* : subangular a redondeado (por transporte écuáo) ; *biotita* : muy abundante en toda la toba de la región. Euhedral, algo cloritizada en partes ; *andesina ácida* : en secciones euhedrales y en perfecto estado de conservación ; *sanidina* : en escasas secciones ; *moscovita* : en escasas secciones ; *zircón* : accidental ; material fino vítreo y arcilloso en partes.

Probablemente estas tobas pertenezcan a un magma andesítico, con aporte de cuarzo por los agentes de sedimentación a expensas de sedimentos o rocas eruptivas anteriores.

La edad de este conjunto está fijada por el hecho de que al oeste del Puerto Los Chañares han sido atravesados por un neck y diques de porfirita melánica (Serie porfirítica supratríasica de Groeber).

La posición discordante del conjunto de «Tobas y areniscas rosadas» sobre las «Areniscas atigradas» no es muy clara, ya que ambas formaciones sedimentarias han sido deformadas por los plegamientos terciarios (véase capítulo de tectónica) que han armonizado sus rumbos, pero la inclinación de las tobas no sobrepasa los quince grados, mientras las «Areniscas atigradas» llegan a veces a valores superiores a los sesenta grados, valores imposibles como originales aunque se considere su estratificación entrecruzada torrencial. Otros motivos de confusión son el depósito de las tobas sobre las superficies denudadas de los estratos, caso en que aparecen en pseudoconcordancia (véase fig. 4), pero



Fig. 4. — Areniscas arcóicas amarillas sedimentadas irregularmente sobre areniscas conglomerádicas borra de vino. Gran banco de tobas triásicas en pseudoconcordancia sobre ellas.

siempre es posible observar irregularidades en el plano de sedimentación. El otro factor que induce a dudas es la intercalación de tobas dentro de las «Areniscas atigradas», como se observa sobre el arroyo del Tigre a 1.400 m al SSW del puesto Morales (mapa n° 1).

En estas «lenguas» de intercalación, los materiales sedimentarios de las tobas están enriquecidos por elementos de las «Areniscas atigradas»; no se observan planos de estratificación y el ambiente de sedimentación aparentemente ha sido turbulento, correspondiendo al aporte de gran cantidad de materiales, sedimentados inmediatamente. Por la observación en el terreno, llegamos a la conclusión de que se trataba de redeposiciones en cursos de agua o en surcos labrados en la superficie expuesta a la erosión de las «Areniscas atigradas». Otro detalle que apoya esta presunción es que esas intercalaciones sedimentarias, hacia el oeste, se unen al espeso conjunto de sedimentos tobáceos que consti-

tuye la serie (mapa nº 1). Por otra parte, las « Areniscas atigradas », en la base del cerro de pórfiro cuarcífero que se levanta al este del puesto Morales, tienen mucho mayor altura que los cerros formados de tobas que se encuentran al oeste del puesto. Como describiremos posteriormente no sólo es posible considerar su discordancia, sino que antes del depósito de las tobas haya mediado una fase de movimientos hercínicos postpérmicos.

EDAD DE LAS FORMACIONES SEDIMENTARIAS

En la sierra Pintada, la única formación sedimentaria fosilífera conocida hasta la fecha corresponde al Carbonífero del arroyo el Imperial, donde Dessanti (1945 *a* y *b*) descubrió la fauna de *Syringothyris Keideli* Harrington. Por otra parte, esta región está alejada de la que nos ocupa y estos sedimentos no tienen equivalente en ella, causa por la cual no nos referiremos a ellos. En cambio, este autor ha podido determinar (1945 *a*, mapa) que nuestras « Areniscas cuarcíticas del cerro Blanco » corresponden al Carbonífero y por comunicación personal (1948) ha ampliado esta edad a los sedimentos que hemos separado como « Pizarras y areniscas del cerro Blanco » ubicados en el núcleo de ese cerro. Estos sedimentos tienen gran semejanza con los « Estratos policrómico-carbonosos » (Estratos del arroyo Pavón), ya que unos y otros poseen el mismo tipo de areniscas grisáceas en delgados estratos intercalados entre pizarras arcillo-sericiticas, lo cual hace posible una edad carbonífera para los « Estratos del arroyo Pavón » que ya Stappenbeck insinúa en 1934 al incluir a este conjunto de sedimentos en sus « Estratos de Paganzo inferiores incluyendo carboniano? » juntamente con los sedimentos que hemos denominado « Areniscas atigradas ». En este último concepto diferimos, ya que ambos grupos están separados por una discordancia y consideramos que las « Areniscas atigradas » son pérmicas.

Por otra parte, aunque alejada de nuestra región, en la Cordillera del Viento existen sedimentos fosilíferos muy parecidos a nuestros « Estratos verdes ». Por su fauna, el doctor Leanza (1945-4) considera posible una edad carbonífera para aquéllos.

Dessanti describe (1945 *a*, p. 10) « ... arcillo-esquistos gris verdosos hasta negruzcos ... » (pizarras arcillosas ?) y más adelante en el mismo trabajo, transcribe una carta de Feruglio referente a un banco de pizarras negras, situado debajo del banco de conglomerado brechoide fosilífero (p. 12) « ...creo pueda aceptarse que las capas en estudio pertenecen al Carbonífero y que probablemente son coevas de las de Leoncito Encima, que Harrington refiere al Carbonífero inferior... »

En todas las descripciones de Dessanti referentes al Carbonífero puede leerse que las pizarras negras son comunes dentro del ambiente de la sierra Pintada, y he podido observar personalmente en el río Atuel la presencia de pizarras arcillosas papiráceas multicolores que este autor incluye en los sedimentos del Carbonífero inferior.

Es mi opinión que los «Estratos del arroyo Pavón» corresponden probablemente al Carbonífero, tal vez al Carbonífero inferior.

El autor citado los separa de aquel conjunto, incluyéndolos en su basamento precarbonífero (1945 *a*, p. 8). Sin embargo, en este basamento precarbonífero, el autor precitado incluye rocas con muy distinto grado de metamorfismo, que podrían representar terrenos de muy diversas edades. La existencia del Carbonífero poco plegado, discordante sobre terrenos muy plegados, podría indicar movimientos intercarboníferos semejantes a los descritos por Heim en Barreal (1945).

En nuestra región el metamorfismo no ha alcanzado un grado importante y la inclusión en ese basamento de las «Estratos del arroyo Pavón», junto con los esquistos de Punta del Agua (véase Groeber, 1939, pp. 171-172), nos parece algo improbable, ya que el único carácter que los acerca, es su intenso plegamiento. Como trataremos de demostrar posteriormente en el capítulo referente a la tectónica, la fisonomía tectónica actual les ha sido impuesta después del depósito de las «Areniscas atigradas», cuya edad pasaremos a considerar.

Las «Areniscas atigradas» han sido consideradas por Stappenbeck (1934), junto con los «Estratos del arroyo Pavón» como «Estratos de Paganzo incluyendo carboniano?». Ya hemos indicado nuestra diferencia de opinión. La discordancia de las «Areniscas atigradas» es evidente, ya que han recubierto a los sedimentos carboníferos del cerro Blanco y a los «Estratos del arroyo Pavón», aparte de que los rodados contenidos en sus conglomerados tienen la composición litológica de ambos conjuntos sedimentarios.

Las «Areniscas atigradas» han sido atravesadas por rocas eruptivas antiguas, cuya menor edad no sobrepasa probablemente al Triásico superior (Pórfiros cuarcíferos rosado, blanco y pardo amarillento; porfiritas) y la mayor no es inferior al Pérmico superior.

Están además superpuestas discordantemente por el potente conjunto de las tobas violáceas y areniscas rosadas de muy probable edad triásica.

Ante la evidencia de su posterioridad al carbonífero del cerro Blanco y su antecendencia al triásico tobífero, sólo queda la posibilidad de su edad pérmica. Esta opinión está confirmada también por la comunicación verbal del doctor Groeber, quien las equipara a las areniscas con plantas descriptas por Nessosi (Tesis Museo de la Plata; inédita) a las que se refiere en el capítulo de Geología de la obra sobre las aguas mine-

rales de San Juan, próxima a aparecer. Utiliza para denominar a estos sedimentos el sugerente adjetivo de «atigradas», describiéndolas como areniscas amarillas y grisáceas del Pérmico.

Por estos motivos y por la participación de las «Areniscas atigradas» en movimientos tectónicos importantes, las consideramos de una probable edad pérmica. No existe seguridad al respecto, ya que no hemos encontrado fósiles en ellas.

Se han descrito los caracteres de la discordancia basal de los sedimentos denominados «Tobas violáceas y areniscas rosadas». Aparentemente esta discordancia es la consecuencia de los probables ascensos y erosión subsiguiente a los movimientos que describiremos como hercínicos. Sin embargo, las «Areniscas atigradas» sólo tuvieron el papel de una cubierta relativamente pasiva, razón por la cual consideramos que no se pueden encontrar los caracteres indiscutibles de una discordancia angular, donde sedimentos poco o nada plegados, descansan sobre terrenos fuertemente perturbados por movimientos tectónicos.

Por otra parte, es conocida la gran extensión de la discordancia basal del Triásico y la composición predominantemente piroclástica de éste. La presencia del neck y de diques de porfirita magnetífera dentro del conjunto de «Tobas y areniscas rosadas» al oeste del puesto los Chañares (mapa n° 1), correspondientes posiblemente a la serie supratriásica de Groeber, nos acerca al concepto de que los sedimentos que nos ocupan pertenecen al Triásico inferior.

Resumiremos en un cuadro los conceptos cronológicos expresados anteriormente. Naturalmente que este cuadro reviste el carácter de hipótesis, ya que la falta de fósiles en nuestros terrenos no permite mayor seguridad en la asignación de las edades :

Tobas violáceas y areniscas rosadas	Triásico inferior
Discordancia	
Movimientos hercínicos de plegamiento y ascenso	
Areniscas atigradas	Pérmico ?
Discordancia	
Movimientos Prepérmicos ?	
Areniscas cuarcíticas y micáceas del cerro Blanco	} Carbonífero (Dessanti)
Pizarras y areniscas del cerro Blanco	
Estratos del arroyo Pavón	Carbonífero ?

Rocas eruptivas. — Con la excepción del basalto IV, efusivo frente al puesto Morales en el arroyo del Tigre, las rocas eruptivas de la región del cerro Bola son intrusivas hipoabisales, correspondiendo en su mayor parte a magmas ácidos. Muy alteradas con texturas difusas y algunas de ellas con reemplazos pseudomórficos. El grado de alteración de sus feldespatos contrasta, como lo hicimos notar anteriormente, con el buen estado de estos minerales en las rocas sedimentarias que intruyen.

Correspondiendo a los magmas ácidos, se han distinguido varios pórfiros cuarcíferos de distintas edades relativas, y una liparita. Coinciden en la escasez de fenocristales de cuarzo, mineral que se encuentra principalmente como constituyente de la pasta. Los pórfiros cuarcíferos presentan fenocristales de plagioclasas reunidos en grupos de varios individuos (glomérulos porfiríticos) de uno a dos milímetros de diámetro, mientras la pasta está constituida por una base de ortosa dispuesta en campos de distinta orientación óptica, pero sin solución de continuidad. La distribución densa de pajuelas de sericita y cuarzo microlítico enmascaran esa ortosa fundamental.

A un magma mesosilíceo corresponden dos porfiritas cuyos afloramientos son pequeños. Están situados al norte y oeste del puesto Los Chañares. Finalmente, citaremos meláfiro olivínico y basalto, como correspondientes a un magma básico. Sus afloramientos son de restringida superficie: el primero se encuentra sobre el Pavón, el segundo sobre una meseta frente al puesto Morales.

Pórfiros cuarcíferos. — El pórfiro cuarcífero más antiguo tiene un color pardo amarillento sucio. Ha sido intruído por los pórfiros cuarcíferos más modernos. Por esta circunstancia y a causa de la erosión que los ha separado, sus afloramientos son discontinuos y están aislados entre sí. Esta roca se encuentra en un cerro alargado situado al sur del cerro Bola y del arroyo del Alambre; en un afloramiento alargado de N a S en la ladera este del cerro Bola; al norte del mismo cerro, continuándose desde allí en el largo y angosto cerro que termina al este del puesto Morales. Tal vez primitivamente hayan formado estos afloramientos, una masa continua arqueada de NW a SW, con su convexidad mirando al NE.

En el primero de los afloramientos citados, o sea al sur del cerro Bola, la roca tiene un color pardo amarillento sucio, pero en algunos lugares se observan bandas irregulares y serpenteantes de uno a dos metros de ancho y color rojo oscuro por mayor impregnación ferruginosa. En partes, la impregnación ferruginosa se ha efectuado irregularmente y sus efectos se han traducido en bandas más o menos difusas o concéntricas de un color pardo amarillento oscuro. Se observan también venas y venillas de cuarzo y sílice hidratada, acompañadas por calcita, que se ramifican lateral y longitudinalmente, penetrando en el cuerpo de la roca. Siguen el eje del cerro con una alineación bastante marcada NW a SE. Como en el extremo nordeste del cerro esta roca ha sufrido la intrusión de pórfiro cuarcífero blanquecino, podemos suponer que ésta haya sido la causa de la cuarcificación epigénica del pórfiro cuarcífero pardo amarillento. En este pórfiro se encuentran incluidos grandes bloques de las « Areniscas atigradas ».

La roca ha sufrido aplastamiento y se han desarrollado planos de clivaje orientados según el eje del cerro, es decir de NNO a SSE. Sin em-

bargo, esta roca, examinada microscópicamente, no muestra extinción ondulada en las secciones de sus feldespatos, ni es visible una estructura de mortero.

Predomina el cuarzo como componente. Se encuentran fenocristales de andesina ácida en grupos de varios individuos (glomérulos porfíricos) y muscovita (secundaria?); en la pasta predominan las pajuelas de sericita, cuarzo microlítico y limonita granular muy distribuída por todo el conjunto. En los bordes de las preparaciones pudo determinarse que la ortosa forma la base donde se encuentran distribuídos estos minerales.

En el afloramiento situado al norte del cerro Bola se ha desarrollado un clivaje bien marcado, cuyos planos verticales tienen dirección SSO a NNE.



Fig. 5. — Contacto del Pórfiro pardo-amarillento y la Liparita. Acantilados del Cº Bola sobre las cabeceras del arroyo de los Baños. Vista al NO.

El afloramiento de pórfiro cuarcífero pardo amarillento de la ladera este del cerro Bola, se halla en contacto con liparita; el contacto no es neto y puede observarse sobre las cabeceras del arroyo de los Baños que existe una banda transicional donde el pórfiro ha tomado un color pardo grisáceo en partes y morado en otras. En una muestra extraída de esta banda y estudiada microscópicamente, se observó la presencia de sanidina conteniendo limonita granular, mientras en la liparita pura, la sanidina es limpia, sin impurezas. La limonita granular se encuentra formando parte de la pasta normal del pórfiro pardo amarillento, razón por la cual consideramos que la sanidina es un mineral incorporado posteriormente, por inyección liparítica.

En la figura número 5 puede observarse en forma esquemática la disposición de las rocas en distintas zonas entre el pórfiro cuarcífero pardo amarillento y la liparita pura.

Pórfiro cuarcífero blanquecino: El pórfiro cuarcífero blanquecino intruye al pórfiro cuarcífero pardo amarillento, en el cerro situado al sur del arroyo del Alambre como hemos mencionado, con lo cual se halla demostrada su posterioridad.

Al denominarlo hemos hecho referencia a su color predominante blanquecino, aunque se observan afloramientos donde la roca es de tono amarillo y en otros presenta bandas irregulares y manchas flamiformes de un color rojo intenso. En su composición mineralógica predomina el cuarzo, le sigue la ortosa y sericita. Como en los otros pórfiros la plagioclasa (oligoclasa ácida), ha cristalizado en grupos de varios individuos (glomérulos porfíricos), que se destacan por su color rosado (contienen impurezas limoníticas) sobre el fondo blanquecino de la pasta. La ortosa se dispone en campos con límites difusos, de distinta orientación óptica pero sin solución de continuidad.



Fig. 6. — Foto tomada a 385 m al SSW del Pto. Baños del C° Bola con dirección SW. Contactos irregulares de pórfiro cuarcífero blanquecino y sedimentos del grupo de los «Estratos Castaños».

Los afloramientos de este pórfiro están distribuidos principalmente en una faja que tiene dirección NO-SE, desde el sudeste del cerro Bola, hasta más allá del arroyo Pavón. Intruye a los «Estratos del arroyo Pavón» y a las «Areniscas atigradas». Los detalles pueden observarse en los mapas adjuntos.

Uno de estos grupos de afloramientos se destaca en el plano medio de la fotografía de la figura 2, como una larga faja de tono claro que cruza el paisaje. Corresponde al primero de los afloramientos mayores de pórfiro cuarcífero blanquecino, cuya ubicación y dirección NE-SO puede verse en el mapa número 2, al norte del arroyo del Alambre y al sudeste del cerro Bola. Su dirección es más o menos concordante con el rumbo de los estratos, de los cuales, dentro del pórfiro han quedado núcleos donde se mantiene sin perturbación apreciable el rumbo e inclinación

de ellos, previsible de acuerdo a las estructuras generales. El margen norte de esa masa intrusiva ha sido cortado por el cañadón donde se ha tomado con dirección sudoeste la fotografía de la figura 6.

Las masas claras que se observan en ella corresponden al pórfiro cuarcífero blanquecino, que al intruir los «Estratos castaños» lo han efectuado en forma irregular, probablemente por tratarse del margen de la masa eruptiva. En este sector — aunque este detalle no puede observarse en la fotografía — como en las márgenes de muchos otros cuerpos intrusivos, puede advertirse que el mecanismo elemental es el de «sill» y diques, pero que al continuar los aportes de las magmáticas, ésta ha penetrado por las grietas de los estratos, uniéndose «sills» de distintos niveles entre sí y también con los diques, formando cuerpos de tamaño variable y morfología más o menos irregular, cuya enumeración, bajo una clasificación definida, sería larga e innecesaria por los numerosos detalles y excepciones que tendríamos que presentar. Por el aspecto de los afloramientos, aparentemente el movimiento de la roca invasora se ha efectuado lateralmente en mayor proporción que desde la profundidad.

Es evidente que la roca ha tenido baja temperatura y poca cantidad de calor, debido a la reducida masa de sus afloramientos, pues no se observan fenómenos de metamorfismo provocados por ella, pero sí brechas de arrastre, donde se encuentran mezclados fragmentos de rocas de la caja: areniscas y pizarras impregnadas de cuarzo y cementados por el pórfiro cuarcífero; a menudo éste afecta formas estrelladas con prolongaciones penetrantes que se difunden dentro de esos fragmentos. En muchos «sills», el pórfiro cuarcífero se encuentra reemplazando lateralmente a las pizarras; las que se mantienen en contacto con la roca invasora. La irregularidad de esos contactos y la cuarcificación que presentan las pizarras en su cercanía, parece establecer que la intrusión fué acompañada por una impregnación cuarzosa previa de las rocas. Si de alguna manera debemos concretar los caracteres generales de la intrusión, diremos que ha procedido por impregnación y asimilación.

Este pórfiro cuarcífero, en la región estudiada tiene caracteres residuales correspondientes al margen superficial de un cuerpo intrusivo de grandes dimensiones y cuya definición se encuentra fuera de nuestros alcances por falta de observaciones, aunque hemos entrevisto la gran extensión que cubre esta roca al sudeste y este de la región estudiada.

Suele encontrarse esta roca en los núcleos de anticlinales y sinclinales (véase fig. 7), o interpuesta en distintas estructuras tectónicas (pliegues columnares), pero en todos los casos han sido respetadas las estructuras, y los estratos se encuentran a uno y otro lado de los cuerpos intrusivos intermedios, con sus rumbos coherentes sin perturbaciones.

Sobre el arroyo Pavón, a 300 m al NNE del puesto, el corte de las

Hacia abajo esta brecha se divide en dos ramas con menor espesor, las que curvándose van a coincidir a menor nivel con las brechas de destrucción (¿tectónicas?) que presentan los estratos de la pared marginal del terraplén.

En el centro del dibujo se observa un núcleo de pórfiro cuarcífero sobre el cual los estratos tienen una forma arqueada coincidente con la forma del núcleo del pórfiro. La roca intrusiva no presenta fluidalidad ni otra característica que permita resolver el modo de su penetración. Asimismo, en el detalle representado en la parte superior izquierda del dibujo, se observa la roca en el núcleo de un sinclinal. Su movimiento de invasión debe de haberse efectuado de arriba hacia abajo. En el terreno nada permite resolver cómo ha entrado, no hay fluidalidad ni señales de aplastamiento en la roca intrusiva; los estratos tampoco han sido perturbados.

Nuestra impresión es que el singular mecanismo de esta intrusión se debe a que la roca penetró efectuando la digestión parcial de los terrenos en un momento en que éstos se encontraban sujetos a compresiones tectónicas. Ambos procesos se favorecieron mutuamente. La reducida cantidad de calor aumentó las posibilidades del plegamiento plástico (véase el capítulo de tectónica); las compresiones tectónicas, a su vez, ayudaron a la roca invasora a penetrar en las estructuras en formación. Por la mayor presión, pudo llevarse a cabo a baja temperatura, la impregnación y digestión de los terrenos.

En los afloramientos del pórfiro cuarcífero blanquecino se observa clivaje, en general paralelo a la dirección de los afloramientos o a sus márgenes, pero mucho menos desarrollado que en el pórfiro cuarcífero pardo amarillento. Se ha marcado con signo especial en el mapa n° 2, pero sólo en algunos lugares.

Pórfiro cuarcífero rosado: Sus afloramientos se encuentran aislados entre sí y forman grandes masas coherentes al este del arroyo del Tigre, donde ha intruído al pórfiro cuarcífero pardo amarillento; en la ladera sudeste del cerro Bola, donde es intrusivo en el pórfiro pardo amarillento y en el blanquecino; al sur del puesto Pavón también intruye al pórfiro blanquecino y finalmente al norte del puesto « Los Chañares », donde se encuentra en un afloramiento alargado y arqueado.

Los grandes afloramientos de esta roca en el norte y el que se encuentra al sur del puesto Pavón están sobre el trazo de fallas, sin que hayan sido afectadas por ellas; por la forma de esos afloramientos, se puede sacar la conclusión de que los movimientos tectónicos que describiremos más adelante no han tenido influencia sobre su intrusión.

Este pórfiro cuarcífero tiene un color rosado claro a rosado obscuro; bastante alterado, tiene en algunos de sus afloramientos un color superficial amarillento. En el asomo que se encuentra al norte del puesto

de « Los Chañares » se observa una gran proporción de los fenocristales de biotita cloritizada que se presenta en secciones idiomorfas de dos milímetros de diámetro. En forma muy general la roca presenta siempre la misma proporción baja de fenocristales de cuarzo; algo mayor en las secciones de oligoclasa ácida, que como en los otros pórfiros que hemos descrito se presenta en grupos de cristales (glomérulos porfiríticos); en la pasta, la ortosa da un esbozo de textura granular al haber cristalizado en campos de distinta orientación óptica. La concentración de pajuelas de sericita y microlitas de cuarzo, en parte enmascara esta textura. Parcialmente se observan verdaderas micropegmatitas ya que el cuarzo se dispone en ojos isoorientados sobre la base de ortosa.

Este pórfiro, como hemos indicado, es intrusivo en los pórfiros blanquecino y pardo amarillento.

Liparita: Esta roca constituye la mayor parte del cerro Bola, en su sector centro-nordoste. Dentro del área estudiada y representada en el mapa n° 1 no hay otro afloramiento de esta roca.

La liparita del cerro Bola presenta fractura concoidal, es sonora al martillo y tiene un color variable entre un rojo vivo a un gris obscuro, a veces algo amarillento. Los componentes son: cuarzo, sanidina, oligoclasa ácida y básica, biotita, calcita y accidentalmente un granate (observación de seis preparaciones). Los fenocristales de cuarzo son escasos y como en todas las rocas de la región las plagioclasas han cristalizado en grupos de varios individuos; la pasta está constituida principalmente por cuarzo microlítico.

Porfiritas: Las porfiritas, muy alteradas, tienen composición mineralógica y posición distintas: una de ellas, « Porfiritita anfibólica », está alojada en las « Areniscas atigradas ». Es un dique compuesto, situado a 600 m al SO del puesto Pavón. La primera roca consolidada en los bordes ha sido arrastrada por la segunda intrusión. En la primera predominó un anfíbol (¿ hornblenda ?) reconocible por el perfecto idiomorfismo de sus secciones, posteriormente reemplazado pseudomórficamente por calcita y limonita. En la segunda penetración, la roca tiene biotita como mineral fémico; la plagioclasa es en ambas oligoclasa básica a andesina ácida, en general muy alterada; el magma de la segunda penetración ha introducido también algo de cuarzo.

La roca tiene un color pardo violáceo de tono medio. El dique tiene bordes ondulados, un kilómetro de longitud y un ancho de veinte metros.

La segunda porfiritita corresponde a un neck y diques anexos, ubicados en sedimentos triásicos a 2000 m al oeste del puesto « Los Chañares » (mapa n° 1). Es una porfiritita magnetífera con alto contenido de magnetita. Este mineral proporciona a la roca un color negro y peso específico elevado. Los fenocristales de plagioclasa son de oligoclasa

básica, las microlitas de la pasta de andesina ácida. No contiene minerales fémcicos, aunque la magnetita tal vez se haya originado en minerales desaparecidos de este tipo.

Meláfiro olivínico : El meláfiro olivínico se presenta como un pequeño dique incluido en pórfiro cuarcífero blanquecino. Está situado sobre el arroyo Pavón, casi en el límite nordeste de los mapas.

La roca está muy alterada, con aporte hidrotermal de cuarzo y calcita. La olivina sólo se reconoció por el idiomorfismo de sus secciones, ya que está reemplazada totalmente por iddingsita.

Basalto IV : Frente al puesto Morales hay una colada de este basalto encajonado en el relieve, que es equivalente a la que corona la primera terraza, es decir, la más antigua del río Diamante frente a 25 de Mayo. La roca es negra, a veces algo grisácea con amígdalas calcíticas.

Para establecer con bastante exactitud la edad de rocas intrusivas, es necesario que se encuentren recubiertas en discordancia por rocas sedimentarias que posean poca diferencia de edad respecto a las rocas sedimentarias intruídas; caso que no se encuentra en la región. Trataremos de establecer más o menos exactamente la sucesión de las distintas rocas, en base a caracteres y similitudes petrográficas; naturalmente que la cronología así establecida, tendrá el carácter de hipótesis de trabajo.

El pórfiro cuarcífero rosado es posterior a los pórfiros cuarcíferos pardo amarillento y blanquecino por haberlo intruído. Por la misma causa, podemos determinar que el pórfiro cuarcífero blanquecino es posterior al pardo amarillento.

Un dique de meláfiro olivínico atraviesa al pórfiro cuarcífero blanquecino en el afloramiento de esta roca que se encuentra sobre el arroyo Pavón (últimos afloramientos del NE), por lo cual su posteridad es evidente.

Quedan por determinar las relaciones de la porfirita anfibólica y de la porfirita magnetífera cuyos afloramientos se encuentran respectivamente: el primero a 600 m al sudoeste del puesto Pavón, el segundo a 2000 m al oeste del puesto « Los Chañares ».

Como hemos descrito anteriormente, el dique de porfirita anfibólica ha tenido dos tiempos de penetración, siendo el magma de la segunda intrusión algo más ácido que el de la primera, ya que ha introducido cuarzo y biotita. Esta composición mineralógica puede indicar contemporaneidad con la intrusión del pórfiro cuarcífero rosado, que aflora en las cercanías y que posee elevada proporción de biotita, por lo cual la primera roca de este dique sería anterior al pórfiro cuarcífero rosado.

La porfirita anfibólica y el meláfiro olivínico tienen la similitud que les proporciona su grado de alteración y los reemplazos pseudomórficos que han sufrido en sus minerales fémcicos. El anfíbol del primero reem-

plazado por limonita y calcita; la olivina del segundo por iddingsita. Tanto la porfrita como el meláfiro han recibido secundariamente aporte del cuarzo. Por estas razones consideramos a las porfiritas y al meláfiro olivínico, levemente anteriores al pórfiro cuarcífero rosado, pero dentro del mismo ciclo eruptivo.

Están de acuerdo estos conceptos con lo observado por otros autores (véase Groeber, 1939), que los ciclos eruptivos comienzan con rocas más bien básicas y terminan con intrusiones ácidas.

Por la presencia de sedimentos del terciario superior discordantes sobre el plano de erosión que en otros lugares de la sierra Pintada corta a la liparita, se llega a la conclusión que esta roca corresponde al terciario y probablemente al mioceno inferior. Como este mismo plano de erosión es equivalente al que corta los mantos de liparita de la Cuesta de los Terneros (fig. 2) y la de la parte superior del cerro Bola, le asignamos también a la liparita de este cerro la misma edad terciaria.

Con carácter de hipótesis y de acuerdo con las razones anteriores y las expuestas en las descripciones individuales de los distintos pórfiros cuarcíferos, exponemos el siguiente cuadro, relacionando nuestras rocas con los ciclos eruptivos establecidos por el doctor Groeber (1939).

Erupeiones cuaternarias.....	Basalto IV.
Erupeiones terciarias (Miocénicas?)..	Liparita del C° Bola.
Erupeiones supratriásicas.....	{ Pórfiro cuarcífero rosado.
	{ Meláfiro olivínico.
	{ <i>Porfiritas</i> .
Erupeiones permo-triásicas.....	{ Pórfiro cuarcífero blanquecino.
	{ Pórfiro cuarcífero pardo-amarillento.

Aclaraciones al mapa n° 2: Hasta el momento no ha sido indispensable una aclaración del método de representación de las estructuras utilizado en el mapa n° 2, ya que los distintos conjuntos de afloramientos de rocas sedimentarias y eruptivas pueden distinguirse fácilmente por sus rastras respectivas, pero las líneas negras del mapa n° 2 son un elemento de expresión muy poco usado en los mapas estructurales y es necesario efectuar una breve explicación antes de entrar de lleno a la descripción tectónica de la región.

Estas líneas representan la dirección de estratos o grupos de estratos condicionados al relieve, es decir, la expresión topográfica de su rumbo. No corresponde entonces estrictamente con éste que se ha representado en partes, con su signo clásico de rumbo e inclinación. Considerando la red de drenaje y las cotas aisladas, puede tenerse una idea bastante aproximada del relieve que raramente tiene una altura relativa mayor de treinta metros.

La inclinación de los «Estratos del arroyo Pavón» en general oscila entre 60° y 80°, causa por la cual la diferencia entre las líneas repre-

sentativas de la dirección condicionada al relieve y el verdadero rumbo (dirección horizontal) es inapreciable en muchos casos.

En partes se ha completado la representación del relieve con signos indicativos de la dirección y buzamiento de los ejes de pliegues, así como la inclinación de los planos axiales.

El método de representación con líneas de la dirección de estratos y otras estructuras ha sido recomendado por Balk (1937, p. 150), aunque no se conocía su explicación cuando se procedió al relevamiento del mapa, causa por la cual las omisiones de datos numéricos puede representar una leve falla que puede subsanarse en general, con la observación de los perfiles y su correlación con las estructuras relevadas.

En las líneas de corrimientos y fallas, se ha indicado el sentido de la inclinación de los planos de falla y no el labio descendido.

ENSAYO DE INTERPRETACIÓN TECTÓNICA

Nuevas observaciones realizadas en febrero de 1948 obligan a modificar algunas de las interpretaciones tectónicas regionales, enunciadas en nuestra tesis (Holmberg, 1946). Sin embargo, el trabajo de referencia se mantiene en su carácter descriptivo de detalles, de los cuales en el presente ensayo sólo utilizaremos los más indispensables.

El relieve dentro del área estudiada está constituido en general por lomadas y cerros de poca altura relativa, causa por la cual faltan en ella los grandes cortes naturales que permitan observar con amplitud en la vertical los contactos tectónicos de los distintos grupos sedimentarios. Este inconveniente se ve compensado por la ausencia de cubierta, circunstancia que ha permitido la representación de los afloramientos con toda su extensión en los mapas adjuntos.

Considerando las estructuras en los mapas 1 y 2 observamos que al este, sudeste y sur del cerro Bola, en la faja de « Estratos del arroyo Pavón », las estructuras paralelas a subparalelas respecto a los estratos, tienen un marcado rumbo noroeste a sudeste, mientras al norte y nordeste del mismo cerro, el rumbo de los estratos es en general de este a oeste, coincidente también con el de las estructuras (bloque sobrecurrido de los « Estratos Verdes »). Estas estructuras deben haber sido producidas por movimientos sucesivos que corresponden al ciclo hercínico, movimientos que han afectado también a las « Areniscas atigradas » (pérmico).

La superposición del segundo movimiento al primero está indicado por un pequeño afloramiento de los « Estratos Violetas » al norte del cerro Bola ; por la brecha tectónica visible en el arroyo de los Baños del cerro Bola ; por el desplazamiento de las estructuras y de paquetes de

estratos «Castaños y Policrómico carbonosos» en las cercanías del mismo arroyo (vértice del bloque de los «Estratos Verdes»); por las fallas de rechazo horizontal que se observan al sur del vértice del bloque de los «Estratos Verdes» y finalmente por los pliegues de charnela vertical a subvertical, similares a los descritos por Arnoldo Heim (1935 p. 637-638) bajo el nombre de «pliegues columnares» y plegamiento columnar al conjunto. Responden en nuestra región al deslizamiento longitudinal de los estratos sobre sí mismos (especialmente en el sector al pie del cerro Bola, cabeceras del arroyo de los Baños).

Trataremos de demostrar que simultáneamente a estas acciones se produjo la transformación de un infraescurrimiento primitivo en un sobreescurrimiento (por ruptura) del bloque de los «Estratos del Arroyo Pavón» sobre las «Areniscas atigradas». Este pasaje está señalado por una falla del rechazo horizontal, representada en los mapas al sur del cerro Bola, detalle que coincide en parte con los conceptos de Lovering (1932).

Creemos necesario hacer algunas consideraciones teóricas que aclararán nuestros puntos de vista al referirnos a las estructuras por compresión.

En un sistema rígido en equilibrio, las fuerzas que actúan en un sentido determinado son equilibradas por fuerzas iguales y opuestas que constituyen la reacción del sistema sobre el que inciden esas fuerzas (principio de acción y reacción).

Aplicando este principio a los terrenos y estructuras geológicas — que no representan sistemas rígidos y que poseen diverso grado plástico — debe establecerse que al producirse estructuras tectónicas entre el punto o puntos de origen de las fuerzas actuantes y la zona de reacción, se produce una absorción de energía para que esas estructuras puedan producirse, causa por la cual esa reacción tiene menor intensidad que las fuerzas originarias de los movimientos.

En esos dos movimientos sucesivos, las fuerzas del segundo de ellos, si actúan sobre estructuras preformadas, producirán modificaciones que estarán en razón directa a su intensidad e inversa a la resistencia que presenten dichas estructuras. Si estas fuerzas actúan paralelamente a la línea de acción de las primeras, es evidente que acentuarán la fisonomía tectónica anterior, produciendo replegamientos o fracturaciones. El primer caso estará en razón directa de la plasticidad que exista en ellas y al disminuir progresivamente ésta, aumentarán las posibilidades de la fracturación. Si aumenta la temperatura por causas diversas (intrusiones, como es el caso de la región) o la temperatura es alta por la posición en profundidad, la plasticidad aumentará notablemente. En cambio, si las líneas de acción de estas nuevas fuerzas forman ángulo con la de las primeras, las modificaciones inducidas dependerán indudablemente

del valor de ese ángulo y de la reacción de los terrenos, la cual provocará el sucesivo desdoblamiento de estas fuerzas en sus componentes. Éstas producirán estructuras diversas según sea su orden (1º, 2º, 3º, etc.) en la descomposición, actuando con intensidad cada vez más débil, cuanto mayor sea aquél.

Un carácter constante será la acomodación e inclusión de las estructuras antiguas en las nuevas direcciones de dislocación. Al referirse a dos movimientos sucesivos estudiados en perfil, Nadai (1931 p. 302, fig. 370) dice: «.....it is noticeable that a portion of one layer is almost completely enclosed by the distorted portion of the other.» («Layer» referido a fajas de estructuras). Es decir, que las estructuras del segundo movimiento ha incluido deformando, a las del primero.

Al tratar los movimientos de formaciones geológicas, debe tenerse en cuenta el peso de los terrenos suprayacentes o sistema inerte. Si este peso es suficiente para equilibrar las fuerzas ascensionales, se producirán estructuras inferiores a ellos (infracorrimientos), ya que actuará únicamente la componente horizontal, pero si las fuerzas acumuladas a un nivel inferior — como las de un resorte ajustado — pueden vencer la resistencia vertical, se producirán estructuras de fractura cuyo ángulo será tanto más cercano a los noventa grados cuanto menor sea la resistencia del bloque superior. Los sobreescurrecimientos representarían entonces, un estadio intermedio; la cubierta ha sido vencida, pero su actuación ulterior impide la continuidad del movimiento vertical y establece el predominio de la componente horizontal.

Estos conceptos explican por qué los sobreescurrecimientos en muchos casos tienen raíces verticales o cercanas a la vertical.

Movimientos hercénicos. — La superposición de las « Areniscas atigradas », tanto como las « Areniscas cuarcíticas » carboníferas, como sobre los « Estratos del Arroyo Pavón » presupone la existencia de movimientos hercénicos ascensionales previos al depósito de aquellos sedimentos, que permitieron la eliminación por erosión de las areniscas cuarcíticas carboníferas de su posible superposición a los « Estratos del Arroyo Pavón ». Ya hemos mencionado que en las « Areniscas atigradas » entran materiales correspondientes a uno y otro conjunto sedimentario.

Incluimos estos movimientos en las primeras fases del ciclo hercénico. Tal vez se hayan producido algunas estructuras de plegamiento, pero el diastrofismo posterior o ha borrado sus huellas o ha acentuado estructuras preformadas a tal punto que es imposible caracterizarlas. Por otra parte, es demasiada coincidencia que las estructuras visibles actualmente tengan tan estricto ajustamiento con el rumbo de los estratos para que el plegamiento de éstos no sea simultáneo con la tectónica de fallas y corrimientos.

Por estas razones llegamos a la conclusión de que los principales mo-

vimientos que establecieron la fisonomía tectónica de la región se produjeron con posterioridad al depósito de las «Areniscas atigradas».

Estos sucesos tomaron previamente el carácter de infracorrimiento, es decir, los «Estratos del Arroyo Pavón» se deslizaron por debajo de las «Areniscas atigradas», siendo facilitado este movimiento por la presencia del plano de menor resistencia representado por la superficie de discordancia.

Quedan pocos indicios de este primer movimiento, ya que ha sido modificado y enmascarado por las compresiones posteriores.

Uno de los afloramientos indicativos de aquella estructura anterior

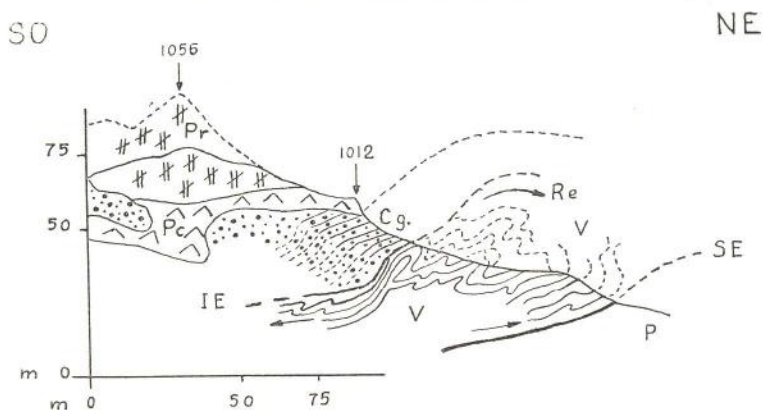


Fig. 8. — Ladera SE del C° Bola. Relaciones de los conglomerados («Areniscas Atigradas») y los «Estratos Violetas». Pr, Pórfiro cuarcífero rosado; Pc, Pórfiro cuarcífero blanquecino; Cg, Conglomerados esquistosos; V, «Estratos, Violetas»; P, «Estratos Policrómico-carbonosos»; IE, Infracorrimiento; Re, Rechazo por reacción; SE, plano de sobreescorrimiento.

puede observarse a mitad de faldeo de la ladera sudeste del cerro Bola, representado en perfil en la figura 8.

Las areniscas y conglomerados de las «Areniscas atigradas» descansan en ángulo bastante agudo sobre los «Estratos Violetas». No existe brecha intermedia, pero los conglomerados muestran un intenso aplastamiento con acomodación de los planos de clivaje (muy desarrollado) a la superficie del contacto. Tienen estos planos un rumbo magnético N 2° W y una inclinación de 26° al occidente. La estructura de los «Estratos Violetas» es de plegamiento muy ajustado, sin llegar a la isoclinalidad. Los planos axiales tienen inclinación al occidente.

Siguiendo por la ladera del cerro Bola hacia el norte, aunque se pierde el contacto directo de estos sedimentos, por la interposición de pórfiro cuarcífero pardo amarillento, se advierte que los «Estratos Violetas» se levantan topográficamente y están plegados en anticlinales y sinclinales volcados al oriente.

Terminan en la ladera de uno de los cañadones que forman las cabe-

ceras del arroyo de los Baños. Allí están en contacto con « Estratos Verdes ». Los conglomerados siguen en posición superior, como se pudo determinar por los pequeños afloramientos que se encuentran dentro del pórfiro cuarcífero pardo amarillento.

Este plegamiento se explica por la resistencia que opuso el bloque de las « Areniscas atigradas » a la continuidad del movimiento del bloque subyacente, produciendo un rechazo hacia el este de las estructuras. Está corroborada esta hipótesis por los movimientos diferenciales de los paquetes de estratos que se efectuaron hacia el este mediante fallas inversas en las proximidades de este contacto (véase perfil 2, página 348), mientras que alejándose de este paraje, pero en la misma región, se observan corrimientos cuyos planos tienen pendiente al nordeste, es decir que los movimientos se efectuaron de NE a SW por el predominio del empuje oriental. Existe acción del bloque de los « Estratos Verdes »

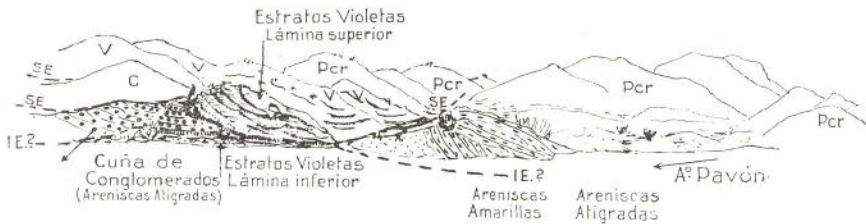


Fig. 9. — Vista al SE. Cuña de conglomerados de las « Areniscas Atigradas » entre dos láminas de « Estratos Violetas »; SE y IE, planos de sobreescorrimiento e infraescorrimiento; C, « Estratos Castaños »; V, « Estratos Violetas »; Pcr, pórfiro cuarcífero rosado.

cuyos movimientos modificaron las estructuras previas, pero, como puede observarse en el mapa n° 2, es fácilmente caracterizable su influencia.

Otro punto donde existe la evidencia del primitivo infraescorrimiento es en el arroyo Pavón, a 350 m al sudeste del puesto homónimo, donde se observa una cuña de conglomerados entre dos láminas de « Estratos Violetas » y que hemos representado en perspectiva en la figura 9 para que sea posible observar los sucesivos sobreescorrimientos de los « Estratos Castaños » y « Estratos Violetas » (lámina superior).

El contacto de la cuña de conglomerados con las láminas superior e inferior de los « Estratos Violetas », es una brecha de poco espesor (10 a 20 cm), pero en realidad todo el conglomerado de la cuña muestra las señales de un intenso aplastamiento y brechación. No se ha desarrollado clivaje de fractura porque los efectos han sido de arrastre y no de compresión dirigida. Las areniscas amarillas del grupo de las atigradas que se encuentran a la derecha del cañadoncito central, han sido quebradas por arrastre; es difícil que este efecto haya sido producido por la lámina superior de los « Estratos Violetas », ya que poco aguas arriba de la desembocadura de ese cañadón, puede observarse que descansan

en franco sobreescurrimiento sobre areniscas, pertenecientes también a las «Areniscas atigradas». Tampoco es posible la existencia de fallas inversas, ya que el movimiento de las areniscas amarillas debería haberse efectuado hacia la izquierda del dibujo, caso que se considera imposible por las estructuras visibles en el dibujo y en el mapa n° 2.

La interpretación que efectuamos de este afloramiento es que la lámina inferior de los «Estratos Violetas» al moverse aprovechando la debilidad de la superficie de discordancia, arrastró a las areniscas, produciendo su fracturación y los segmentos de estratos acompañaron a ese movimiento. Posteriormente se produjeron los sobreescurrimientos de los «Estratos castaños» y de la segunda lámina de «Estratos Violetas».

Si se sigue el contacto de los «Estratos del arroyo Pavón» con las «Areniscas atigradas» (mapa n° 2), desde este afloramiento hacia el noroeste, se observa en los lugares desprovistos de pórfiro cuarcífero interpuesto, que los «Estratos Violetas» descansan sobre las «Areniscas atigradas». Aparentemente se trata de un sobreescurrimiento. Se llega así a un afloramiento de «Estratos Violetas» situado al pie de la ladera sudeste del cerro Bola, que señala el punto máximo del desplazamiento de las estructuras hacia el sudoeste. Si se sigue el plano de falla de rechazo horizontal que lo limita al NW (véase mapa n° 2), en dirección al ENE se alcanza la ladera del cerro Bola, donde se ha mantenido la estructura de infraescurrimiento que hemos descripto. *La falla de rechazo horizontal señala entonces el pasaje del infraescurrimiento — por ruptura de la cubierta —, a un sobreescurrimiento*, ya que esa falla coincide con el desplazamiento hacia el sudoeste de todas las estructuras en un movimiento de abanico que va disminuyendo de importancia hacia el sudeste o sea hacia el arroyo Pavón.

Es posible considerar que simultáneamente con el desplazamiento de los terrenos hacia el sudoeste, a causa del sobreescurrimiento indicado por la falla del rechazo horizontal del sudeste del cerro Bola, se producía el sobreescurrimiento del bloque de los «Estratos Verdes». Los detalles tectónicos que ligán ambos sobreescurrimientos son las fallas de rechazo horizontal que se observan al sur del vértice sudeste del bloque mencionado y que afectan especialmente a los «Estratos Castaños». En su primera parte seguramente indican un desplazamiento hacia el sur de los «Estratos Castaños» tal vez por empuje y arrastre del mismo bloque de los «Estratos Verdes», pero una de ellas con dirección NE-SW se une a la falla de rechazo horizontal del sudeste del cerro Bola, correspondiendo al sector donde los «Estratos Castaños» tienen un marcado rumbo NE-SW (mapa n° 2), detalle que establece una conexión evidente entre ambos sobreescurrimientos. La distinta dirección en que se han producido ambos, ya que el bloque de los «Estratos Verdes» se ha movido principalmente con sentido N-S, mientras las estructuras del sud-

este del cerro Bola indican movimientos de NE a SW, puede atribuirse a descomposición de fuerzas ante la resistencia de estructuras pre-existentes con rumbo NNW a SSE formadas durante el movimiento primitivo de infraescurrimiento. Esta dirección de las primitivas estructuras se obtiene considerando el afloramiento de la ladera del cerro Bola (fig. 8) con el que se encuentra sobre el arroyo Pavón (fig. 9), lugares donde se han conservado los indicios del primitivo infraescurrimiento.

Sin embargo, las estructuras visibles en el bloque de los « Estratos Verdes » tienen distinto rumbo según el lugar que se considere, ya que en el vértice sudeste de este bloque los pliegues tienen ejes con dirección NW-SE, mientras al norte del cerro Bola (mapa n° 1) el rumbo de los estratos es marcadamente este a oeste; tal vez esta distinta estructura del bloque tenga origen en su posible intervención en el primitivo infraescurrimiento, siendo posteriormente desplazado hacia el sur con un movimiento curvo de NE a S, coincidente con el momento del sobre-escurrimiento como hemos indicado en párrafos anteriores.

La posterioridad de este movimiento está sin embargo indicada por su contacto con « Estratos Violetas » al norte del cerro Bola y por estar superpuesto a « Estratos Castaños » y a los « Estratos Policrómico-carbonosos » en la región del arroyo de los Baños del cerro Bola, en los cuales su empuje ha producido diversos fenómenos de brechación y arrastre visibles en su margen.

Describiremos algunos detalles que permiten establecer sin lugar a dudas la influencia del movimiento del bloque de los « Estratos Verdes » sobre las estructuras de los estratos mencionados. Los detalles que se observan en el margen de este bloque son los siguientes: *a* brecha tectónica en los « Estratos Policrómico-carbonosos »; *b*, arrastre y curvatura de secciones de los « Estratos Castaños » y « Policrómico-carbonosos ». La descripción *in extenso* de estos detalles puede verse en Holmberg, 1946, páginas 100-105 (Tesis).

a) Brecha tectónica: En el lecho del arroyo de los Baños del Cerro Bola a 150 m, al WSW, en línea recta del puesto, se observa en planta una brecha tectónica compresional que afecta a los « Estratos Policrómico-carbonosos ». La brecha se presenta esquistosa, con rumbo general N 76° E, de 100 m de largo por 10 m de ancho, con inclinación general al NNW.

Corresponde a un banco de pizarras negras con intercalaciones de delgados estratos de grauwacas grises de 2 a 5 cm de espesor. En la brecha las pizarras han sido compactizadas y laminadas; el clivaje de fractura tiene planos irregularmente curvos. Las pizarras han tomado aspecto de filitas. Por los deslizamientos internos se han roto numerosos estratos de grauwacas contenidos en las pizarras y por el roce sobre ellas han producido polvillo intermedio que, coloreado posteriormente por óxido de

hierro, da a la brecha un aspecto listado. Estos movimientos se han traducido también por pequeñas fallas de rechazo horizontal de bajo ángulo respecto a los estratos afectados. Un de ellos tiene un rumbo $N 42^{\circ} E$, y su plano está inclinado al SE, aproximadamente 80° .

En el margen norte de la brecha, en posición inferior y casi en contacto con el bloque de « Estratos Verdes » hay un lente de areniscas que posee estructura de plegamiento columnar, es decir, el estrato se ha deslizado sobre sí mismo acumulándose en el centro con un doble pliegue de ejes subverticales, mientras los extremos distales corresponden



Fig. 10. — Arroyo de los Baños, vista al SW. Al fondo las bardas del cerro Bola ; en primer plano, la brecha tectónica.

al estrato simple. Buza al NW en ambos extremos, mientras los planos axiales de los pliegues centrales los hacen al SW y NE.

Un aspecto general de la brecha puede advertirse en la fotografía de la figura 10, donde el lente de arenisca descrito se encuentra en primer plano, a la derecha. Las diaclasas que en él se observan son posteriores a su movimiento.

La roca en su aspecto macroscópico no es brechoide sino « amasada », atravesada por venillas serpenteantes de cuarzo, sin sistema general de penetración, la cual probablemente se ha producido en forma simultánea con los movimientos internos del estrato. Examinada microscópicamente, revela una estructura de mortero parcial, ya que en partes ha recrystalizado el cuarzo y ha existido aporte por acción hidroter-

mal. Parte de los granos mayores de cuarzo tienen extinción ondulada.

Señala la brecha por sus detalles, dos movimientos principales: el primero compresional, con sentido norte-sur, perpendicular al rumbo de la brecha; el segundo se caracteriza por los deslizamientos longitudinales de los estratos; se ha efectuado con una dirección este a oeste aproximada. Estas direcciones están de acuerdo con los movimientos del bloque de los «Estratos Verdes», cuyos pliegues tienen ejes NW-SE en el vértice que corta el arroyo de los Baños, mientras son casi E-W al norte del Cerro Bola, es decir, se ha producido un efecto «de pinza» dentro de su concavidad (mapa n° 2).

b) *Curvatura y desplazamiento de paquetes de estratos*: Siguiendo a la brecha, se observa en el mapa n° 2 que forma un arco, ya que su dirección primeramente es hacia el WNW y luego al SW. Este arco es atribuible al empuje N-S del bloque de los «Estratos Verdes» sobre la anterior estructura de los «Estratos Policrómico-carbonosos» los cuales han sido desplazados de su posición original. En la sección del arco que posee rumbo SW, se pierde el anterior carácter de brecha compresional típica, dando lugar a fenómenos de plegamiento columnar y sobreincumbente (Lám. II, fig. 1), índices de un sentido norte sur de acumulación y del empuje occidental. En la concavidad del arco sobre el cañadón del sur que integra el arroyo de los Baños, puede observarse en el mapa n° 2 un conjunto de estratos que han sufrido plegamiento columnar, cuyo rumbo general es norte-sur y su buzamiento oeste. Al este y casi en contacto con estos estratos, los pliegues están acostados, como puede observarse en la fotografía n° 1 de la lámina II, y no poseen carácter de pliegues columnares.

Los «Estratos Castaños» que se encuentran encerrados entre el bloque de los «Estratos Verdes» y arco de los «Estratos Policrómico-carbonosos», muestran estructuras en los dos sentidos, es decir, de este a oeste y de norte a sur.

El vértice dirigido hacia el sur del bloque de los «Estratos Verdes» está rodeado de paquetes de estratos desplazados de sus posiciones originales por el empuje. Corresponden a los «Estratos Castaños y Policrómico-carbonosos». En el perfil n° 2 se ha figurado parte de ellos, en posición inferior a la estructura de plegamiento del vértice SE perteneciente al bloque de los «Estratos Verdes».

Uno de estos paquetes no representados en el perfil, puede observarse en la lámina II, figura 2. Su posición es paralela al vértice del bloque de los «Estratos Verdes», tiene rumbo NE a SO y corresponde a «Estratos Castaños», en contacto al SE con «Estratos Policrómico-carbonosos», también desplazados (derecha de la fotografía).

Nos referiremos a la disposición del pórfiro cuarcífero como un argumento más para afirmar que el desplazamiento hacia el sudeste de las

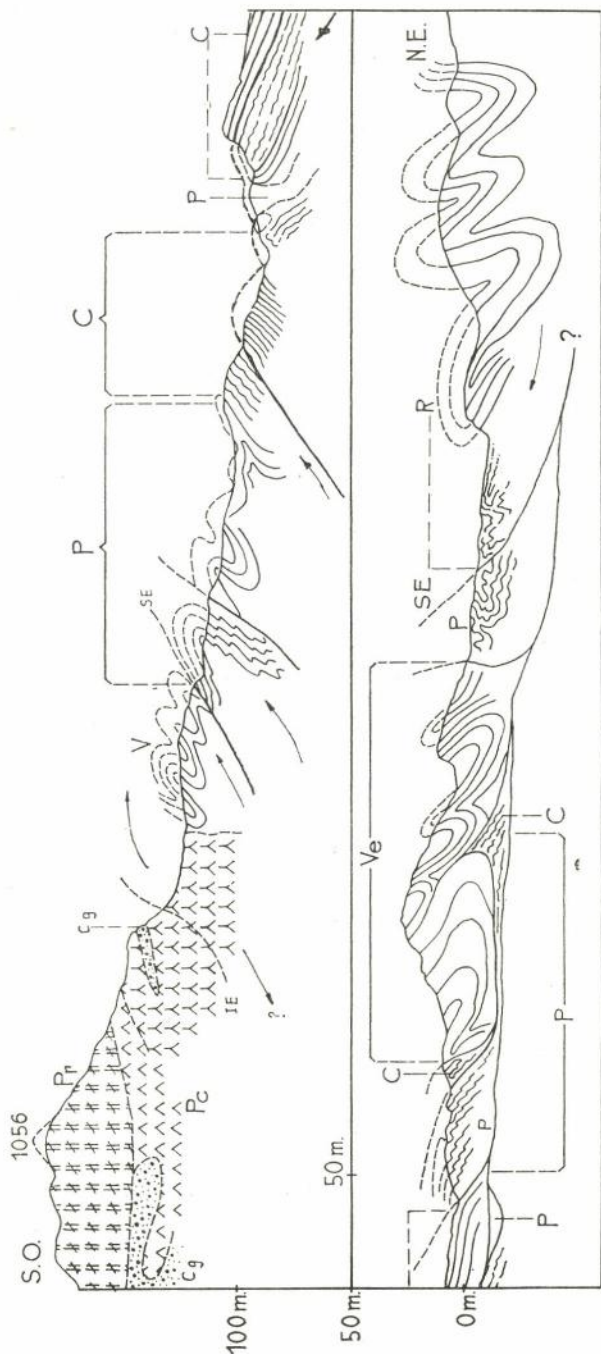


Fig. 11. — Perfil 2, eg. Conglomerados verdosos de las « Areniscas Atigradas » ; P_r , Pórfiro cuarífero rosado ; P_c , Pórfiro cuarífero pardo amarillento ; V , « Estratos Violetas » ; P , « Estratos Policrómico-Carbonosos » ; C , « Estratos Castaños » ; V_e , « Estratos Verdes » ; R , « Estratos Rojos » ; SE , So-brecurrimientos.

estructuras y del sobreescurrecimiento de los « Estratos del Pavón » es simultáneo con los movimientos del bloque de los « Estratos Verdes », asimismo como los fenómenos de plegamiento columnar.

Este tipo de plegamiento se observa en toda la región de las estructuras centrales y es el probable resultado de la combinación de fuerzas en distintos sentidos.

La inclusión de esta estructura en los movimientos hercínicos ha sido posible por la disposición de los afloramientos del pórfiro cuarcífero blanquecino. Ya hemos expuesto las razones por las cuales consideramos que esta roca penetró en un estado semiplástico durante el plegamiento. Si hacemos abstracción de los detalles menores de sus asomos, advertimos que de manera general forman en su conjunto un anticlinal alargado de eje SE-NO. Es evidente, dado su estado plástico, que las fuerzas que provocaron la fracturación general, sólo pudieron acumularlo por cuanto no ofrecía resistencia. En la región situada al este del cerro Bola su disposición es concomitante con las estructuras arqueadas que allí se observan como resultado de las compresiones del bloque de los « Estratos Verdes », mientras al sudeste del mismo cerro, donde predomina la dirección NW-SE, su estructura, como hemos descrito, es paralela a ella en sentido general, pues si analizamos sus detalles podemos observar que también se amolda a los deslizamientos longitudinales de los estratos, sin que en ningún caso puedan observarse brechas tectónicas, sino brechas de arrastre, inherentes a la intrusión, como hemos descrito. En algunos casos se observan laminaciones, pero son el producto de la alteración diferencial de las bandas de fluidalidad y responden a distinta textura y proporción mineralógica. Hay también zonas de clivaje posiblemente desarrolladas por compresiones locales en el momento de su penetración.

Es difícil que haya sido importante el efecto mecánico de su penetración, ya que las estructuras de los terrenos en general no están desplazadas en sentido lateral cual hubiera sido el efecto de la intrusión, sino que tienen una dirección determinada y en general contraria a la que pudiera esperarse en esas circunstancias.

Pasaremos a analizar las estructuras del sur del cerro Bola, que son el resultado de la « expansión » general, al ser vencida la resistencia del bloque inerte de las « Areniscas atigradas ».

Comparando esta región con la que se encuentra al este del cerro Bola, uno de los primeros detalles que salta a la vista es la duplicación de las fajas de afloramientos de los « Estratos Violetas » y la gran superficie ocupada por los « Estratos Castaños »; los « Estratos Policrómico-carbonosos » sólo asoman en delgadas fajas por erosión de estructuras formadas en los « Estratos Castaños » que los superponen. Estas características están provocadas por los sobreescurrecimientos múltiples,

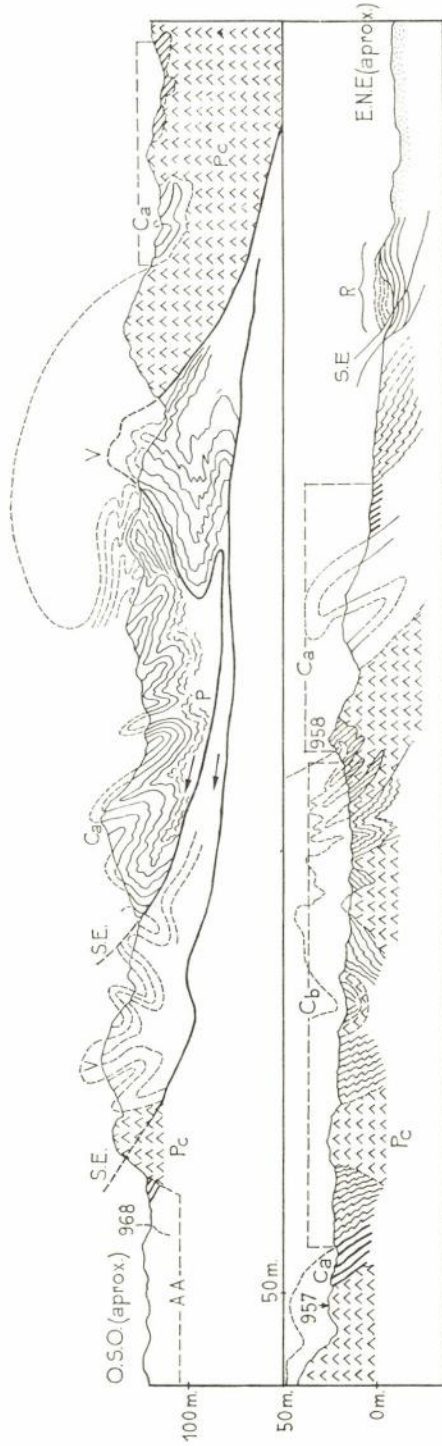


Fig. 12. — Perfil nº 3 al Sur de cerro Bola y norte del arroyo Pavón. AA « Areniscas Atigradas »; Pc, pórfiro cuarcífero blanquecino; V, « Estratos Violetas »; Ca y Cb, « Estratos Castaños » en facies de areniscas sericítico arcillosas y pizarras arcillosas; SE, Sobrescurrimientos.

cuyos planos tienen una dirección general arqueada de NNE a SSE con la convexidad orientada hacia el oeste, es decir, hacia el punto donde el avance ha sido mayor. En general estos planos se inclinan hacia el nordeste. Se observan también fenómenos de acumulación en la cota 1000, donde los « Estratos Castaños » han avanzado por plegamiento sobre sí mismos, como si sus niveles inferiores hubiesen quedado detenidos. Este detalle lo hemos representado por proyección en el perfil n° 3, figura 12.

El mecanismo de estos movimientos sin embargo no es claro. Por la forma y extensión de las fajas de afloramientos, se llega a la conclusión de que las escamas o paquetes de estratos se han movido irregularmente unos con respecto a otros y aun respecto de sí mismos. Muchas veces se reconocen estructuras que responden a movimientos previos de ascensos y luego de avance, tal vez por la influencia de la sobrecarga; en otros casos, como lo muestra el perfil anterior, la estructura representada sólo es posible si ha existido un movimiento previo de las láminas actualmente inferiores con respecto a las superiores, que a su vez posteriormente han avanzado recubriendo al conjunto. Tal es el caso de los corrimientos de « Estratos Castaños » y « Estratos Violetas » en el sector del puesto Pavón. Puede llegarse a esta conclusión si se compara el perfil anterior con los mapas y con la figura 9.

En esa misma figura, como hemos descripto, se observa que los conglomerados de las « Areniscas atigradas » han sido recubiertos por los « Estratos Castaños », luego, éstos y aquéllos por una lámina de « Estratos Violetas » sobreescurrada.

Corresponde este sector a un margen donde se han conservado estructuras del primitivo infracorrimiento, pero frente al puesto Pavón, en la barranca izquierda del arroyo hay un relicto de areniscas magnetíferas en uno de los planos de sobreescurrimiento, justamente donde se adelgaza la faja de « Estratos Violetas » y en posición superior a éstos como se observa en la figura 13.

El aspecto general de las estructuras de plegamiento y fractura, donde ha sido incluido este relicto, puede advertirse en la fotografía de la lámina I y su interpretación en el perfil inferior (perfil 4).

Demuestra este relicto que las « Areniscas atigradas » formaron parte de la cubierta general en este sector y que fueron arrastradas y levantadas en el momento de los sobreescurrimientos, siendo posiblemente eliminadas por erosión, ya que en la región no hay remanentes de estos sedimentos sobre los « Estratos del arroyo Pavón », fuera de los afloramientos que se encuentran en las laderas del cerro Bola, donde fueron preservadas de la destrucción por la cubierta de rocas eruptivas.

En los planos de fallas del sector situado al este del cerro Bola, no hemos encontrado relictos de las « Areniscas atigradas », pero es presumible que hayan constituido una cubierta general.

La superposición constante de las « Areniscas atigradas » sobre los « Estratos Violetas » parece establecer que estos últimos estratos corresponden a los más superiores de los « Estratos del arroyo Pavón », como ha podido conjeturarse por las descripciones de los detalles, ya que hemos admitido que el plano de discordancia facilitó el infraescorrimento. Esta superposición puede advertirse en las figuras n^{os} 8, 9 y 13; sin embargo, las relaciones de los « Estratos Violetas » con los « Estratos Castaños » y « Estratos polierómico-carbonosos » no resultan claras si se hace la comparación de la región situada al este del cerro Bola (perfil 2) con la que se encuentra al sur del mismo cerro (perfil 3).

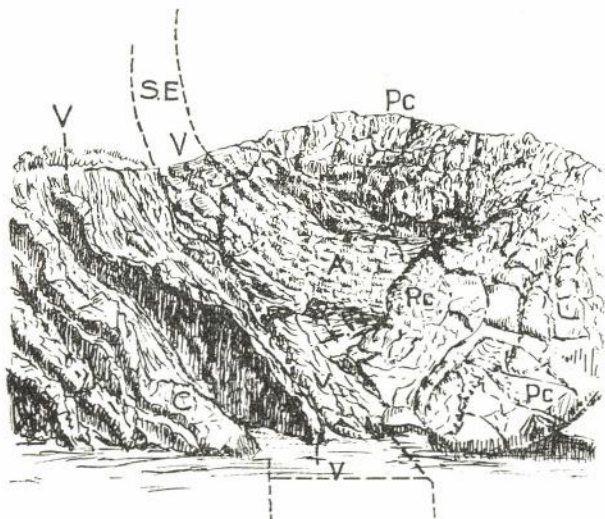


Fig. 13.— Afloramiento frente al puesto Pavón. Vista al norte según fotografía. Altura 4 m. C, « Estratos Castaños »; V, « Estratos Violetas »; Pc, Pórfido cuarífero blanquecino; A, Resto de areniscas magnetíferas (« Areniscas Atigradas ») entre los planos de sobreescorrimento : SE).

En la última de las regiones han predominado los sobreescorrimientos; las láminas sobreescorridas se han movido hacia el occidente y es lógico suponer que sedimentos más antiguos hayan podido recurrir a los « Estratos Violetas », aparentemente más jóvenes. Los « Estratos polierómico-carbonosos » aparecen en los núcleos de los anticlinales erodados de los « Estratos Castaños » y aparentemente son anteriores a éstos. ¿Cómo explicar entonces su interposición entre los « Estratos Violetas » y « Estratos Castaños » en la región al este del cerro Bola ?

Debemos recordar que las estructuras en este sector (perfil 2) obedecen a fenómenos de acumulación por plegamiento y fracturación producidos durante el infraescorrimento de los « Estratos del arroyo Pavón » por debajo de las « Areniscas atigradas »; estructuras que son el resultado de un empuje nordoriental (acción) combinado con la resistencia opuesta por el bloque inerte de las « Areniscas atigradas » (reacción); resis-

tencia que tuvo probablemente un carácter gravitacional (sobrecarga) y friccional.

Nuestra interpretación del modo cómo se formaron las estructuras actualmente visibles en este sector, es la siguiente :

Al ser detenidos los horizontes superiores del bloque activo inferior (« Estratos Violetas ») probablemente por fricción directa y continuando el empuje nordoriental, el primer efecto previsible es el plegamiento interno y la elevación de la cubierta en el punto de menor resistencia (anticlinal complejo de su ladera sudeste del cerro Bola, fig. 8). El posible anticlinal frontal así formado seguramente habrá estado acompañado por un sinclinal ubicado más al oriente, del cual los « Estratos Violetas » formarían la parte interna. Al continuar el avance hacia el sudoeste de los horizontes inferiores de esta estructura en formación, probablemente el sinclinal se fué cerrando cada vez más transformándose en un sinclinal acostado, muy agudo, mientras el anticlinal volcábase hacia el nordeste sobre esta estructura inferior, sumando su peso al de la sobrecarga ya existente de las « Areniscas atigradas » levantadas.

Los « Estratos Castaños » y « Estratos Polierómico-carbonosos », de acuerdo a la sucesión estratigráfica que hemos aceptado, formarían el núcleo del anticlinal volcado y la charnela del sinclinal acostado.

Al continuar el probable movimiento de avance de los horizontes inferiores que constituían este primitivo sinclinal, éstos se vieron detenidos seguramente por una resistencia frontal, pero no ya por un bloque inerte, sino por la acumulación simultánea de los sedimentos que constituían el núcleo del anticlinal y la charnela del sinclinal, produciéndose entonces su ruptura y movimiento en el único sentido posible, es decir, con dirección oblicua hacia arriba y atrás con respecto al empuje nordoriental, causa por la cual se produjeron las fallas inversas indicadas en el perfil n° 2. Los « Estratos Polierómico-carbonosos » que formaban parte del núcleo del anticlinal y la charnela (vértice) del sinclinal acostado, por ruptura en ese punto al seguir el movimiento hacia arriba y al oriente, se intercalaron entre los « Estratos Violetas » y los « Estratos Castaños ». De acuerdo con las estructuras actualmente visibles, es probable que los « Estratos violetas » del anticlinal superior hayan efectuado en este momento su movimiento hacia el NE. La aparente desaparición de los « Estratos Violetas » del sector más al este puede explicarse por su estrangulación en el núcleo del sinclinal, recubiertos por estratos más inferiores durante la formación de estas estructuras de rechazo y por el sobrecurrimiento hacia el sudoeste de los « Estratos Castaños », sumado a los movimientos generales de desplazamientos de estructuras, producidas simultáneamente con el sobrecurrimiento del bloque de los « Estratos Verdes ».

El bloque de los « Estratos Rojos » tiene una estructura de plega-

miento en general simple; los ejes de los pliegues tienen un buzamiento al NW y SE, observándose que la mayor parte de ellos están volcados hacia el SW, pero que no faltan tampoco pliegues acostados (perfil 2) y erectos.

El plano de falla que los yuxtapone a los «Estratos Policrómico-carbonosos» ha sufrido movimientos de deslizamiento longitudinal, produciéndose su curvatura y el plegamiento columnar en los estratos del contacto. Los «Estratos Rojos» por su mayor espesor y resistencia se han quebrado, mientras las grauvacas de los «Estratos Policrómico-carbonosos» que se encuentran dentro de pizarras arcillosas han podido plegarse sin romperse, como se observa en la lámina II, figura 3.

Alejándonos de la región del cerro Bola observamos en el cerro Blanco (mapa n° 1), situado al sur del puesto Morales y cortado por el arroyo del Tigre, que las areniscas cuarcíticas carboníferas poseen asimismo estructura de plegamiento. Afloran en una longitud de 1200 metros y un ancho aproximado de 600. La estructura es claramente visible en su centro donde la erosión ha puesto al descubierto el núcleo del cerro. Puede establecerse que corresponde a un anticlinal complejo volcado al NE y cuya ala nordoriental se ha replegado en pequeños pliegues muy ajustados, acostados y cuyas charnelas se incurvan hacia abajo. El eje general de este plegamiento forma un arco cuya convexidad mira al SW. En el ala occidental del pliegue, la estructura es simple, su inclinación es elevada, aumentando hacia abajo; sobre ella se apoyan areniscas conglomerádicas de las «Areniscas atigradas». Como no media brecha en este contacto, es previsible que no hayan existido movimientos de deslizamiento de unas sobre otras, el proceso ha sido simplemente de empuje al producirse el plegamiento. En el mapa n° 1 se observa que el ala nordoriental presenta una pequeña convexidad dirigida al NE; en este lugar el contacto de las areniscas cuarcíticas carboníferas con las «Areniscas atigradas» es una brecha donde se mezclan bloques de areniscas cuarcíticas y segmentos de estratos de areniscas («Areniscas atigradas»), orientados estos últimos «hacia el macizo de areniscas cuarcíticas», mientras que el conjunto de areniscas borra de vino que siguen al NE, tienen una inclinación de 80° hacia esa dirección, como ha sido representado en el perfil n° 1, figura 14; hacia el noroeste la posición es adosada, no existiendo brecha intermedia, y la estructura del cerro aparentemente es la de un anticlinal simple, mientras que al sudeste de la región central del cerro, las «Areniscas atigradas» tienen pendiente hacia el cerro, habiendo sufrido torsión. Allí las areniscas cuarcíticas carboníferas descansan sobre las «Areniscas atigradas».

En el núcleo del pliegue se encuentran las pizarras arcillosas gris azuladas, con sus delgadas intercalaciones de areniscas grisáceas. Afloran debajo de un banco de areniscas cuarcíticas que forma la ceja del

cerro y están cortadas por la erosión de un talud abrupto donde no se puede apreciar su estructura. Como en los pliegues pequeños que se encuentran al NE, ellas no aparecen en los núcleos; puede considerarse que se han mantenido en una estructura anticlinal simple, ya que por su mayor plasticidad es fácil que hayan sido eliminadas por compresión de los estratos más rígidos de areniscas cuarcíticas o bien que éstas por esta misma causa hayan sido elevadas a mayor altura en el momento de la compresión, pero siempre debe considerarse como un plegamiento disarmónico.

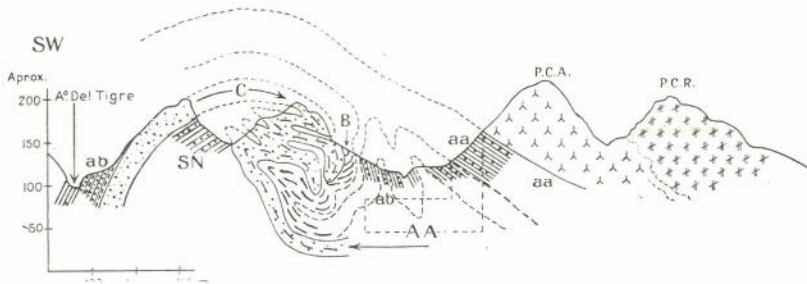


Fig. 14. — Perfil a través del cerro Blanco. P. C. R., pórfiro cuarcífero rojo; P. C. A., pórfiro cuarcífero amarillento; AA, Areniscas atigradas; aa, areniscas amarillentas, ab, areniscas borra de vino; C, cuarcitas probablemente carboníferas; SN, sedimentos nucleares. B, brecha tectónica.

En el perfil, la estructura de las cuarcitas carboníferas ha sido observada, mientras que la de las « Areniscas atigradas » ha sido interpretada, ya que faltan cortes apropiados para su observación directa. Es evidente, sin embargo, que estos sedimentos han intervenido en los movimientos; los fenómenos de brechación parcial, la torsión de los estratos, visible en las barrancas del cañadón longitudinal, y finalmente, el distinto buzamiento de los estratos, que es elevado en las cercanías del cerro de sedimentos carboníferos, pero disminuye hasta los 30° en la base del cerro de pórfiro cuarcífero situado al frente y al nordeste del cerro que nos ocupa, son detalles bastante indicativos para permitir la reconstrucción que hemos adelantado. No existe contacto directo entre estos sedimentos y los que hemos tratado en las cercanías del cerro Bola, pero advertimos en el mapa n° 1 que la dirección de su estructura es subparalela a la del borde del bloque de los « Estratos del arroyo Pavón ». Esta estructura es atribuible por similitud a fenómenos tectónicos semejantes, es decir a un empuje inferior por debajo de las « Areniscas atigradas » que rodean al cerro de cuarcitas y que han sido levemente afectadas. Han constituido una cubierta rígida y una sobrecarga. El empuje inferior, la resistencia y peso del conjunto suprayacente, provocaron la formación del pliegue con su pared sudoccidental casi vertical y la sobreincumbencia de los pequeños pliegues en su concavidad nordeste (véase perfil n° 1).

Movimientos terciarios : Si examinamos el mapa n° 1 se observa que el conjunto de afloramientos de los « Estratos del Arroyo Pavón », las distintas rocas eruptivas y las tobas y areniscas triásicas, forman una elipse en relieve más o menos cerrada, en cuyo centro asoman a menor nivel las « Areniscas atigradas ». Por las observaciones realizadas fuera del área relevada hemos podido comprobar que esta disposición periférica de las tobas triásicas está de acuerdo a su inclinación ; al oeste y a igual latitud del puesto Morales las tobas se inclinan hacia el oeste, mientras al sur del puesto « Los Chañares » su pendiente es hacia el sur. Forman además estos sedimentos bardas escalonadas cuyo frente mira en sentido contrario a la pendiente de los bancos que las constituyen la cual es periclinal respecto al valle central donde afloran las « Areniscas atigradas », como hemos indicado.

Estas características coinciden con las que podrían esperarse en el relieve elaborado por la erosión de un anticlinal, razón por la cual admitimos su existencia y a cuyo eje le asignamos una dirección aproximada NNO-SSE. Creemos que esta estructura es terciaria, aunque es difícil establecer en cuál de las fases de este ciclo diastrófico se ha formado. Al tratar de efectuarlo acudiremos nuevamente a los detalles geomórficos generales de la sierra Pintada, ya enunciados al comienzo de este trabajo.

Podemos establecer que los últimos movimientos ascensionales de la sierra Pintada son posteriores al Pleistoceno ya que la primera barranca del río Diamante frente a 25 de Mayo está coronada por basalto IV recortado por erosión ; su desnivel con el río actual apenas alcanza a 50 m. Aguas arriba de este punto y ya en el interior de la serranía, corre el río Diamante por un valle encajonado, donde se observan también a distintos niveles las terrazas producto de la erosión *per saltum* efectuada por el río, el cual tiene un desnivel aproximado de 250 m respecto a los bordes superiores del cajón, los que corresponden al nivel de la altiplanicie mencionada anteriormente como el coronamiento de la sierra Pintada. Sobre este planalto, que es una penillanura levantada, en otros lugares de la sierra Pintada se encuentran sedimentos del Terciario superior (Miopliocenos, comunicación verbal del doctor P. Groeber, 1948).

A la misma penillanura corresponde el plano erosivo que corta los mantos de liparita en la Cuesta de los Terneros (fig. 2), ya en las proximidades de la región que estudiamos, por lo cual consideramos como posible que el primitivo plano erosivo inclinado al nordeste del cual formó parte el cerro Bola (véase introducción) haya sustentado también sedimentos miopliocenos,

La liparita intrusiva del cerro Bola casi en el centro de la región relevada, exige la preseneia de una cubierta más o menos importante, pro-

bablemente constituida por las tobas triásicas y tal vez por sedimentos terciarios; sedimentos eliminados posteriormente por la erosión, cuyo resultado final fué la elaboración de la penillanura mencionada. Ésta es evidentemente posterior al arqueamiento de los mantos intrusivos de liparita del macizo de la Cuesta de los Ternereros (fig. 2), pues los corta en el punto donde presentan mayor convexidad.

La curvatura de esos mantos difícilmente puede ser atribuida al mecanismo de intrusión; puede deberse, en cambio, a un plegamiento relacionado con la estructura de anticlinal observada en los sedimentos permotriásicos. Es posible también considerar a este plegamiento como la causa inicial del ascenso por el cual fué posible la elaboración de la penillanura tantas veces mencionada, cuya edad debe ser anterior al mioceno superior. Es bien conocida la extensión, en Neuquén y Mendoza, de la penillanura que se produjo a raíz de movimientos del Oligoceno y Mioceno inferior, que si bien produjeron el ascenso general de bloques por fracturación, no faltó tampoco el plegamiento (aunque de líneas suaves) en la región extrandina. Por otra parte, en estos movimientos de la sierra Pintada ha sido involucrada la liparita cuyo carácter de roca ácida la incluye en el ciclo neogeno de Groeber (1939, p. 186), tal vez correspondiendo al mioceno inferior. En consecuencia, podemos considerar que la liparita y el plegamiento pueden ubicarse cronológicamente desde el Mioceno inferior al Mioceno medio, dejando parte del Mioceno medio y superior para la erosión de las estructuras y el depósito del Mioceno superior sobre este plano erosivo, procesos que pueden haberse efectuado simultáneamente.

ANTECEDENTES Y RESUMEN

Antecedentes. — La Sierra Pintada se encuentra en el departamento de San Rafael, provincia de Mendoza. Su nombre se debe posiblemente a Burckhardt y Wehrli quienes en 1900 la describieron brevemente como una pequeña cadena de montañas que surge de la pampa con veinte leguas de largo y siete de ancho. En su extremidad septentrional cerca de las Peñas distante de la cadena principal de los Andes 25 km, mientras se aparta al sudeste 60 km. (Tiene un rumbo SSE a NNE).

Podemos añadir que corresponde a una montaña compleja de bloque, rejuvenecida por ascensos del cuaternario superior. Geomorfológicamente considerada, se encuentra en las etapas erosionales de la primera madurez.

La diversidad de rocas eruptivas que se encuentran en ellas fué reconocida en líneas generales por Burckhardt y Wehrli (1898), por la que asignaron a esta sierra la denominación de «Kuppengebirge» (montaña

de antiguas cimas volcánicas). A estas referencias siguieron trabajos de índole general, especialmente de Keidel y Groeber, pero sólo citan a esta serranía como un elemento secundario, sin ocuparse mayormente de ella.

Los trabajos de detalle se inician con los de Stappenbek (1913). Este autor, en el mapa de este trabajo, sin marcar límites definidos, ubica grauvacas, pizarras, pórfiros cuarcíferos, etc. En el mapa de un trabajo posterior: 1934, escala 1: 100.000, abarca gran parte de la sierra Pintada. Correlaciona los estratos de la región del cerro Bola como «Estratos de Paganzo» superiores e inferiores. Los primeros o «Estratos de Paganzo inferiores incluyendo Carboniano?» corresponden a los conjuntos sedimentarios que hemos denominado «Estratos del arroyo Pavón» y «Areniscas atigradas»; en su segundo grupo o «Estratos de Paganzo superiores» incluye nuestras «Tobas violáceas y Areniscas rosadas». El mapa a que hemos hecho referencia, aunque expeditivo, muestra ya un panorama bastante completo de la heterogeneidad de la sierra Pintada. En el texto insinúa la complicada estructura tectónica que puede observarse en ella, pero el mapa no registra detalles de esa índole.

Groeber (1939) señala a la sierra Pintada como región de cobijaduras hercínicas constituídas por sedimentos supra e infrapaleozoicos.

Dessanti (1945 *a*), en su mapa expeditivo 1: 100.000 delimita las áreas donde afloran sedimentos antiguos en los que incluye los que hemos distinguido como «Estratos del arroyo Pavón» y los sectores donde afloran los terrenos carboníferos. Dessanti aporta el fundamental descubrimiento de los primeros fósiles que se conocen de la sierra Pintada: 1945 *a* y *b*. Corresponde a la fauna del *Syringothyris keideli* (Carbonífero).

Por nuestra parte hemos relevado geológicamente un pequeño sector de 51 km² en la región del cerro Bola, cerro que se encuentra ubicado en el margen erosivo centro-nordoriental de la sierra Pintada, al sur del río Diamante y de la villa 25 de Mayo (fig. 1). Los resultados obtenidos han sido expuestos *in extenso*, pero los resumiremos a continuación:

Resumen: Se han distinguido varios conjuntos sedimentarios, en general de dudosa ubicación cronológica, ya que no contienen fósiles, pero por similitudes litológicas con terrenos de la sierra Pintada y de otras regiones (cordillera del Viento, región de Santa Clara en San Juan, etc.) se han ubicado desde el Carbonífero inferior hasta el Triásico inferior.

Los sedimentos más antiguos considerados con dudas como del carbonífero inferior, tienen muy leve metamorfismo. Han sido denominados «Estratos del arroyo Pavón» y corresponden a un conjunto de grauvacas y areniscas arcillo sericíticas alternantes en forma más o menos regular con pizarras sericítico arcillosas multicolores: violetas, verdo-

sas, negro grisáceas a blancas, pasando por todos los tonos del gris, etc. Las pizarras negras contienen materia orgánica carbonizada difusa en el cuerpo de la roca. En las grauvacas y areniscas predomina internamente el gris con variaciones de tono y el rojo. Superficialmente presentan distintos colores que se distribuyen en distintos sectores, estando esa localización de los distintos colores de acuerdo también a diferencias estratimétricas de los conjuntos de estratos y a la distinta proporción de areniscas y grauvacas entre sí y con relación a las pizarras. Por estas causas se han separado en distintos grupos bajo la denominación de « Estratos » y luego el nombre referente al colorido superficial ; así se han distinguido cinco grupos : « Estratos : Violetas, Castaños, Policrómico-carbonosos, Verdes y Rojos ».

Para la distinción del carbonífero superior (del cerro Blanco, fig. 1 y mapa n° 1) nos hemos basado en datos aportados por Dessanti (1945 a y 1948, comunicación verbal). Estos sedimentos están constituidos por areniscas cuarcíticas blancas y rosadas ; areniscas micáceas amarillentas y pizarras arcillosas gris azuladas con escasas intercalaciones de estratos delgados de areniscas gris plomo.

Estos sedimentos no están en contacto con los « Estratos del Arroyo Pavón » y por lo tanto se ha admitido la existencia de movimientos tectónicos (primeras fases del ciclo hercínico) previos al depósito del pérmico : « Areniscas atigradas ». Estos sedimentos han recibido aportes de los conjuntos carboníferos anteriores. Son areniscas arcóicas amarillas y amarillo grisáceas, con intercalaciones irregulares de conglomerados verdes. Entre las areniscas amarillas se observan fajas y núcleos de bastante importancia de areniscas arcillosas y conglomerados de color borra de vino. La sedimentación en general del conjunto ha sido francamente irregular, predominando la estratificación entrecruzada.

Luego de la sedimentación del Pérmico se produjeron movimientos tectónicos de plegamiento y fracturación (movimientos hercínicos), a los que siguió la sedimentación del Triásico discordante, constituido por una espesa serie (más de 2.000 m) de tobas arenosas violáceas con intercalaciones lentiformes de gran extensión lateral de areniscas rosadas y conglomerados. En las tobas no faltan las intercalaciones de capas conglomerádicas pero de poca importancia relativa. Tanto las tobas como las areniscas rosadas están estratificadas en gruesos bancos que recortados por erosión forman bardas escalonadas ; a veces éstas por la reunión de varios bancos alcanzan alturas de quince a veinticinco metros y su conjunto forma cerros de formas caprichosas y de más de doscientos metros de altura (fuera del área relevada).

Distintas rocas eruptivas intruyen estos terrenos y han sido separadas por diversos motivos en series eruptivas más o menos equivalentes a las del doctor Groeber : Infratriásica : dos pórfiros cuarcíferos ; Supra-

triásica: un pórfiro cuarcífero (rosado), dos porfiritas y un meláfiro olivínico; cuaternaria: basalto (única efusiva).

En la interpretación tectónica de las estructuras que presenta la región, se ha tratado de aplicar el principio físico de «acción y reacción» al mismo tiempo que los conceptos de Nadai sobre las características de dos movimientos sucesivos.

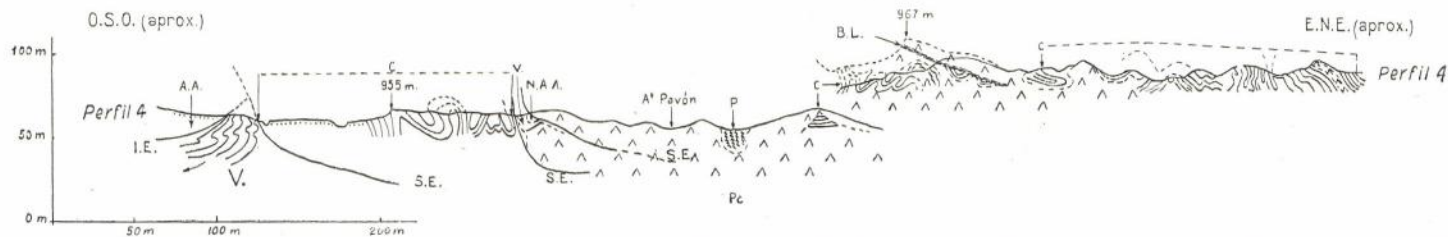
El aspecto general que actualmente presentan los terrenos, especialmente los «Estratos del arroyo Pavón», es de fracturación (más o menos paralela al rumbo de los estratos) ligada a un intenso plegamiento.

Al este y en las proximidades del cerro Bola, las estructuras son de fallas diversas cuyos planos tienen inclinación hacia el sudoeste mientras más al este predominan los sobreescurrecimientos con sus planos inclinados al NE (perfil 2).

Al sur y sudeste del cerro, la estructura general es de sobreescurrecimientos múltiples o estructura de escamas. Los planos se inclinan al NE. El pasaje de una estructura a otra está señalada por una falla de rechazo horizontal ubicada al sur del cerro Bola, mediante la cual los terrenos han sufrido un desplazamiento hacia el sudoeste, sobreescuriéndose los «Estratos del arroyo Pavón» sobre las «Areniscas atigradas».

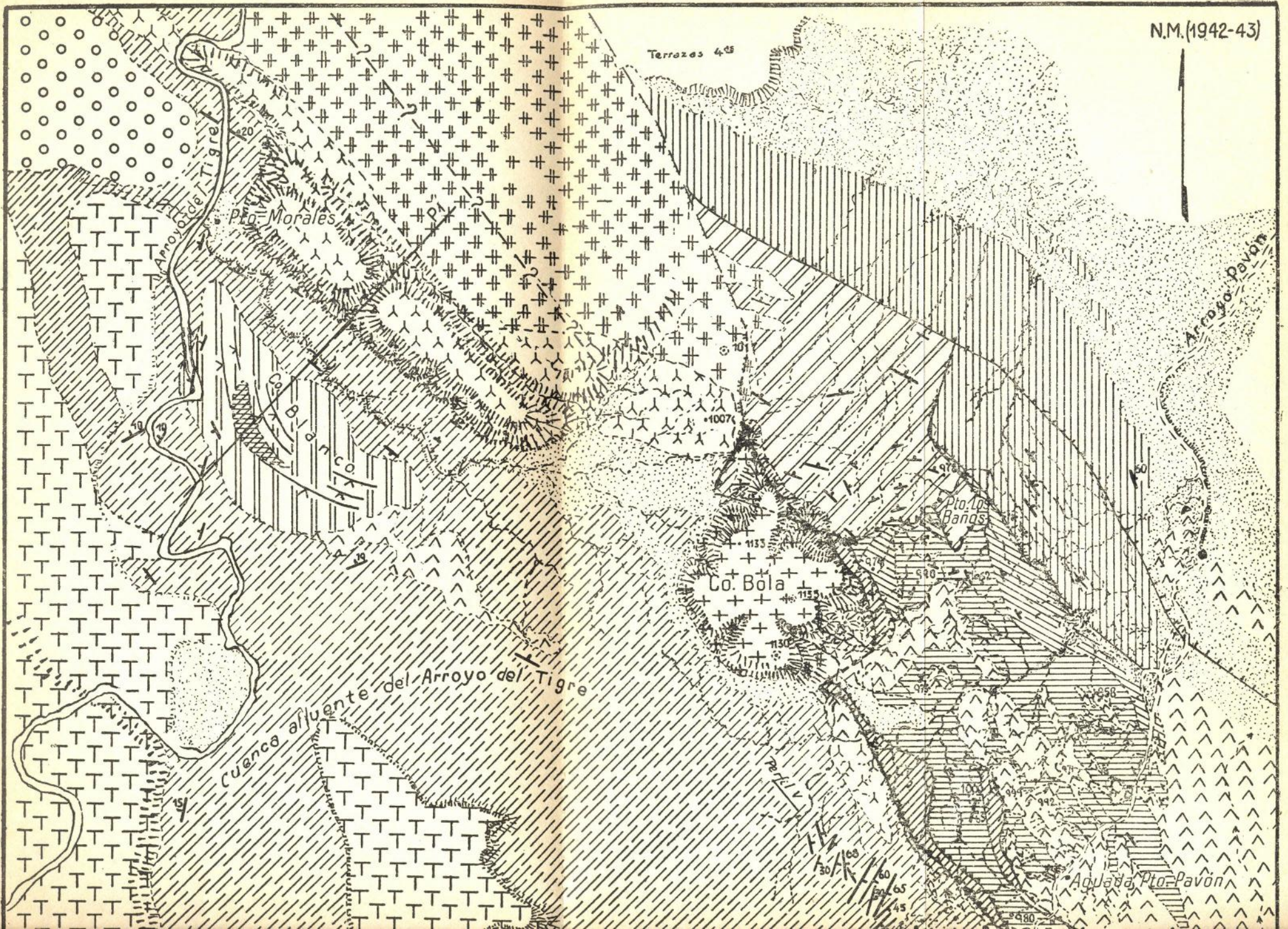
Por la presencia de esta falla de rechazo horizontal y de dos afloramientos donde las «Areniscas atigradas» en facies de conglomerados se encuentran en contacto tectónico sobre los «Estratos del arroyo Pavón», pudo llegarse a la conclusión que estas diferentes estructuras en distintos sectores respecto al cerro Bola, responden a que en los primeros momentos se produjo el infraescurrecimiento de los «Estratos del arroyo Pavón» por debajo de las «Areniscas atigradas». Posteriormente, por ruptura de la cubierta inerte de estas últimas, se produjo el sobreescurrecimiento de los «Estratos del Arroyo Pavón» al sur del cerro Bola, acompañado seguramente al nordeste de este cerro por el sobreescurrecimiento del bloque de los «Estratos Verdes», con movimiento N-S aproximado. Esta estructura es claramente visible y el margen de este bloque está bordeado por fenómenos de brechación, compresión y arrastre de paquetes de estratos de los «Estratos Castaños» y «Policrómico-carbonosos».

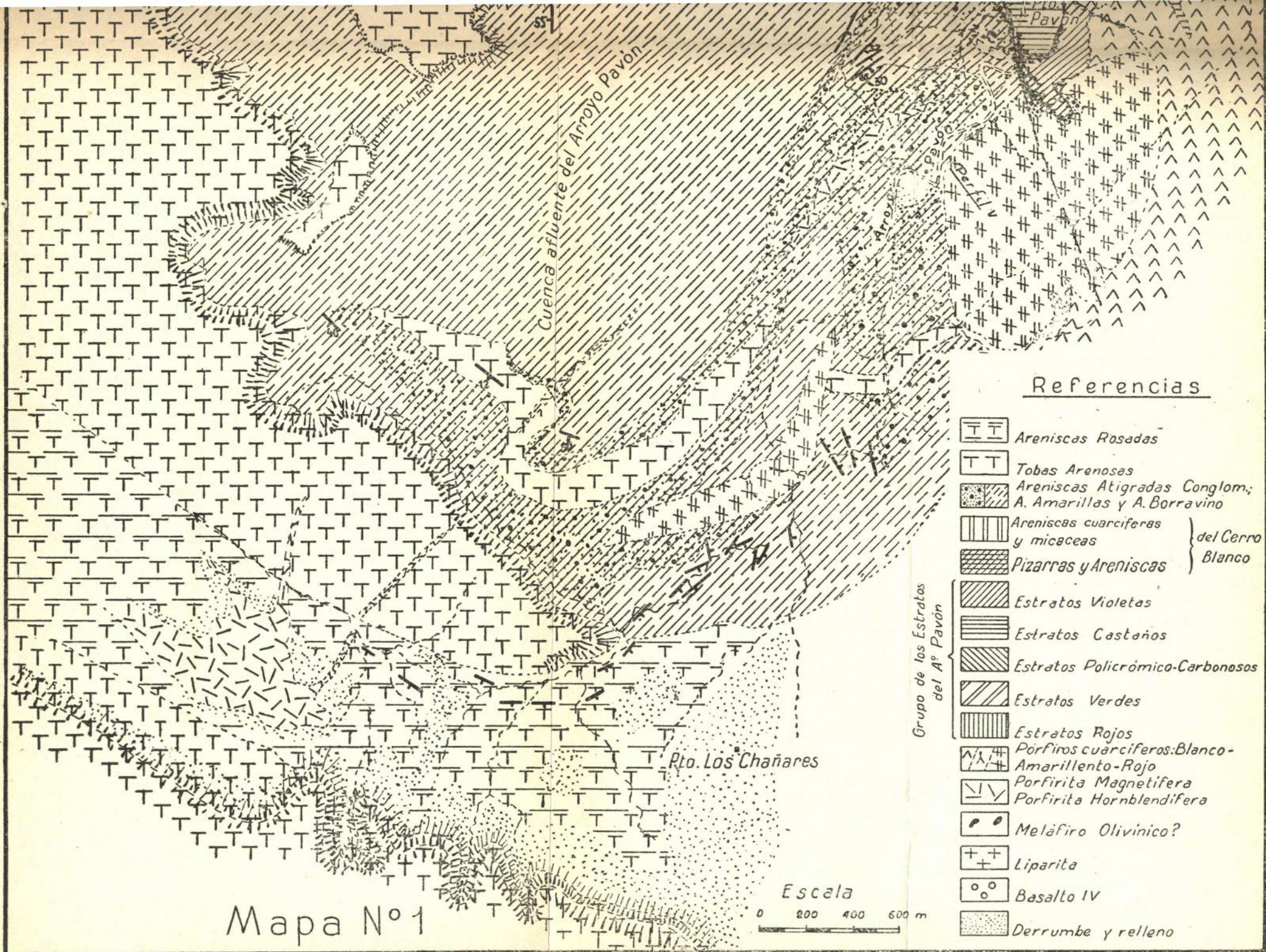
Se ha reconocido también una estructura de plegamiento posterior al depósito del Triásico y que ha afectado a la liparita de la Cuesta de los Terneros (fig. 2); plegamiento que por razonamiento basado en argumentos geomorfológicos se ha ubicado en el Terciario dentro del lapso que se extiende entre el Mioceno inferior y el Mioceno medio, ya que la penillanura que forma el nivel superior de la Sierra Pintada ha recibido sedimentos miopliocenos cuyos remanentes se observan en la actualidad en algunos lugares de esta serranía (comunicación verbal del doctor Groeber y por observaciones de Dessanti, 1945 a).



1. Vista al NW (anterior al Cruce del F. C. a Malargüe). El puesto del plano medio de la fotografía es el Pto. Pavón. En último plano a la izquierda, cerros mesetiformes de « tobas-arenosas violáceas » (Triásico), luego « Areniscas atigradas » (Pérmico) en cerros achatados que forman grandes masas en el relieve, apenas incididas. En el plano medio « Estratos Castaños » plegados y a la derecha de la barranca los afloramientos de pórfiro cuarcífero con el núcleo de arenisca magnetífera. El cerro cónico del centro de la lámina (claro) es de pórfiro cuarcífero como los cerros de la derecha y los afloramientos de rocas claras en el A. Pavón. Al fondo asoma parte superior del Cerro Bola. 2. Perfil nº 4. Corresponde al ambiente de la fotografía anterior. AA : « Areniscas Atigradas » ; V, « Estratos Violetas » ; C, « Estratos Castaños » ; N.A.A, Núcleo de areniscas magnetíferas (exagerado) ; Pc, Pórfiro cuarcífero blanquecino ; B. L, Brecha laminar ; I/E, Infraescurrimientos.

N.M.(1942-43)





Mapa N° 1

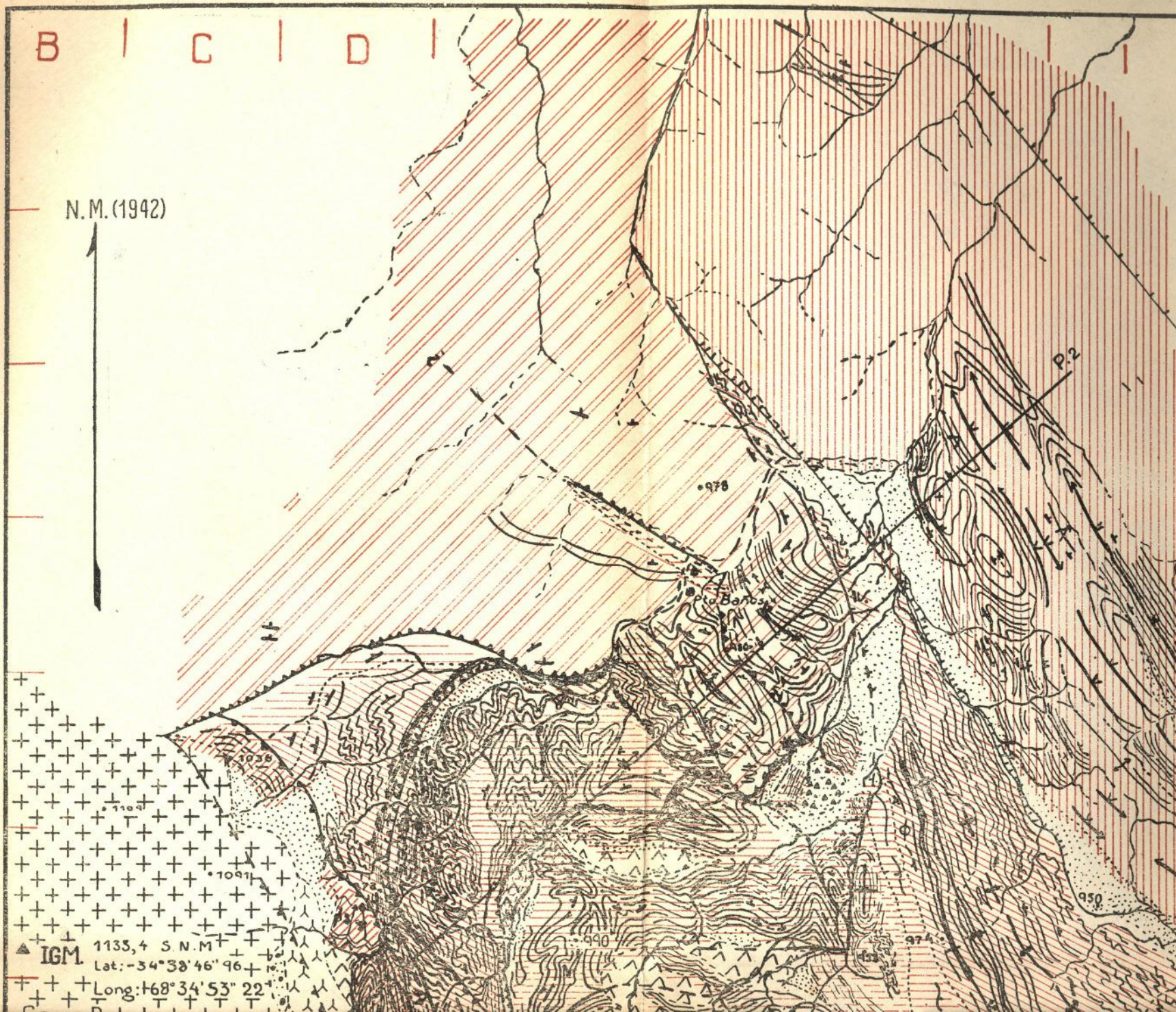
Referencias

- Areniscas Rosadas
- Tobas Arenosas
- Areniscas Atigradas Conglom.;
A. Amarillas y A. Borravino
- Areniscas cuarcíferas
y micáceas
- Pizarras y Areniscas
- Estratos Violetas
- Estratos Castaños
- Estratos Policrómica-Carbonosos
- Estratos Verdes
- Estratos Rojos
- Porfirios cuarcíferos: Blanco-
Amarillento-Rojo
- Porfirita Magnetífera
- Porfirita Hornblendífera
- Meláfiro Olivínico?
- Liparita
- Basalto IV
- Derrumbe y relleno

Grupo de los Estratos
del A° Pavón

del Cerro
Blanco

Escala
0 200 400 600 m



N.M. (1942)

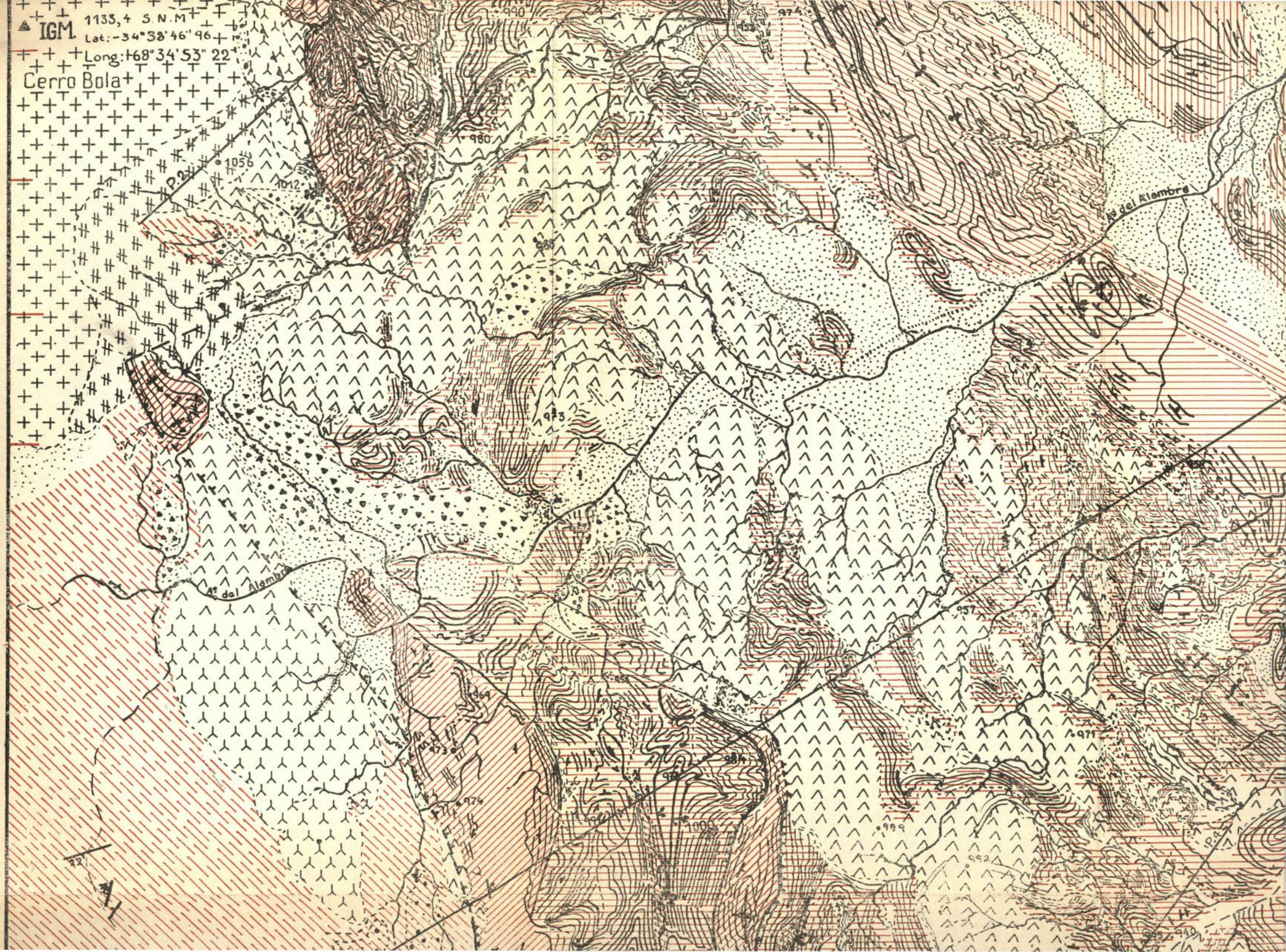
B | C | D | E

IGM 1135, + S.N.M.
Lat: -34°38'46" 96
Long: +68°34'53" 22'

IGM 1133, + S N M +
Lat: -34° 38' 46" 96

Long: +68° 34' 53" 22

Cerro Bola



REFERENCIAS TECTÓNICAS



Rumbo de conjuntos de estratos



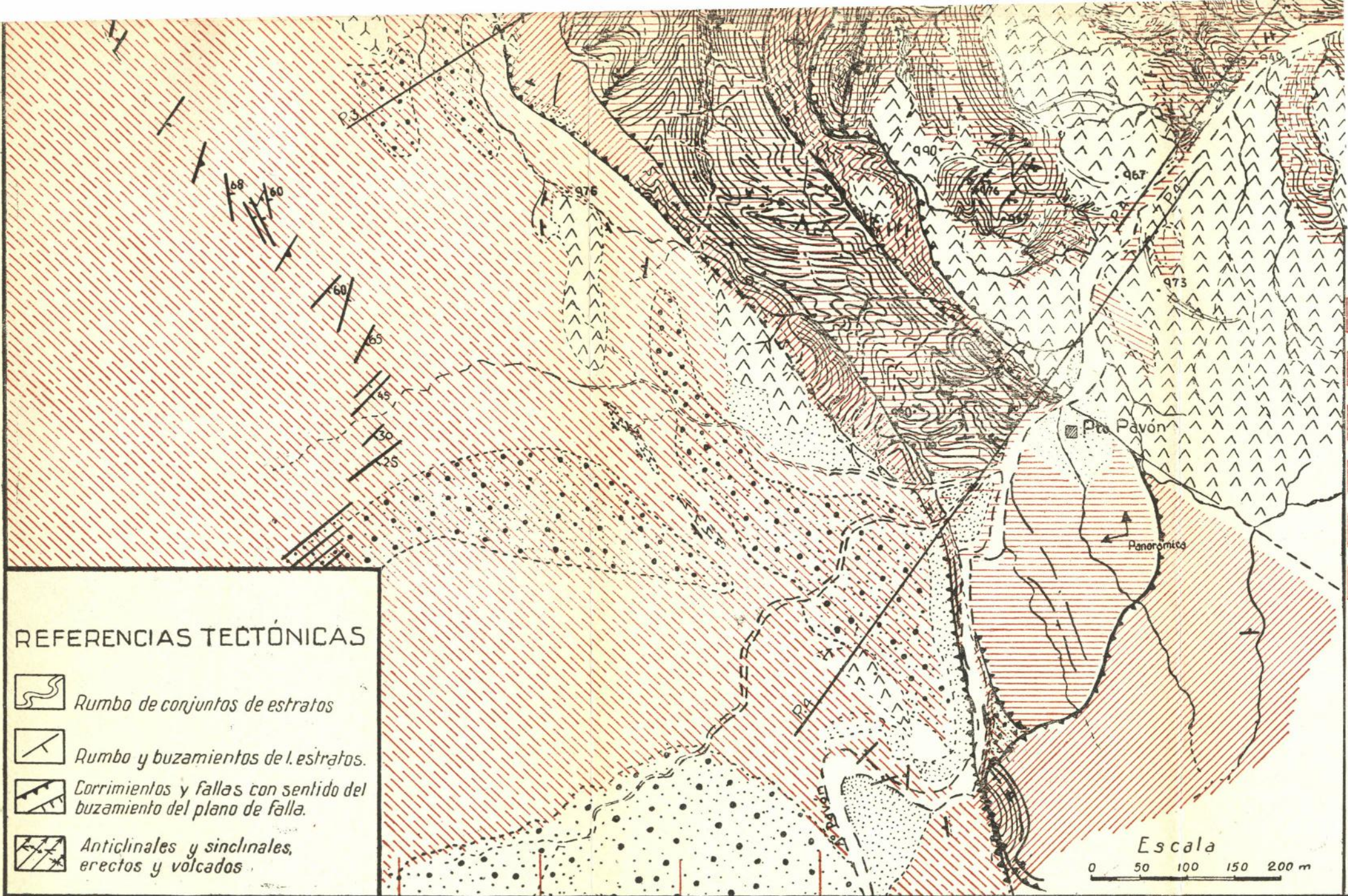
Rumbo y buzamientos de l. estratos.



Corrimientos y fallas con sentido del buzamiento del plano de falla.



Anticlinales y sinclinales, erectos y volcados.



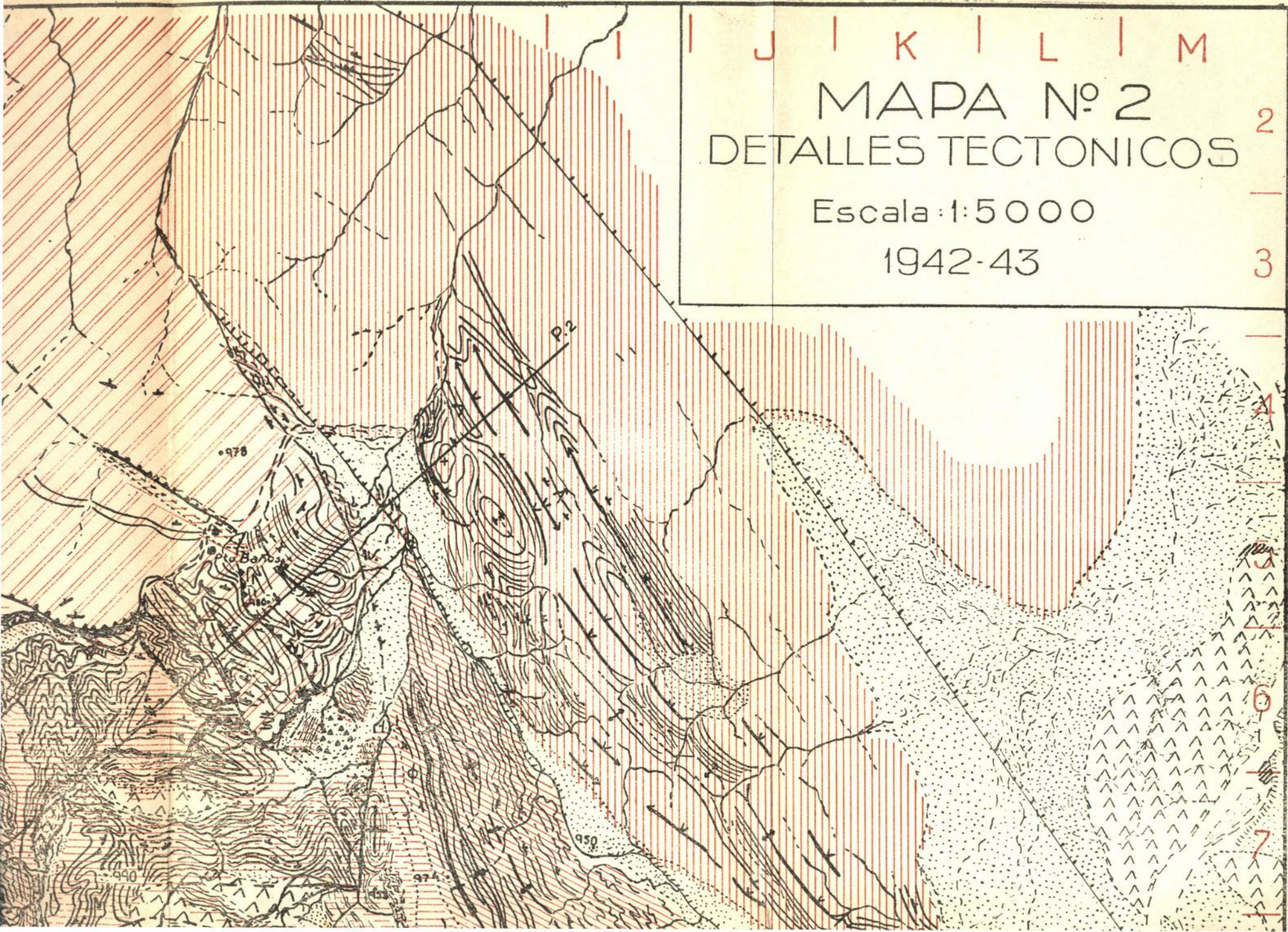
Escala

0 50 100 150 200 m

J | K | L | M
MAPA Nº 2
DETALLES TECTONICOS

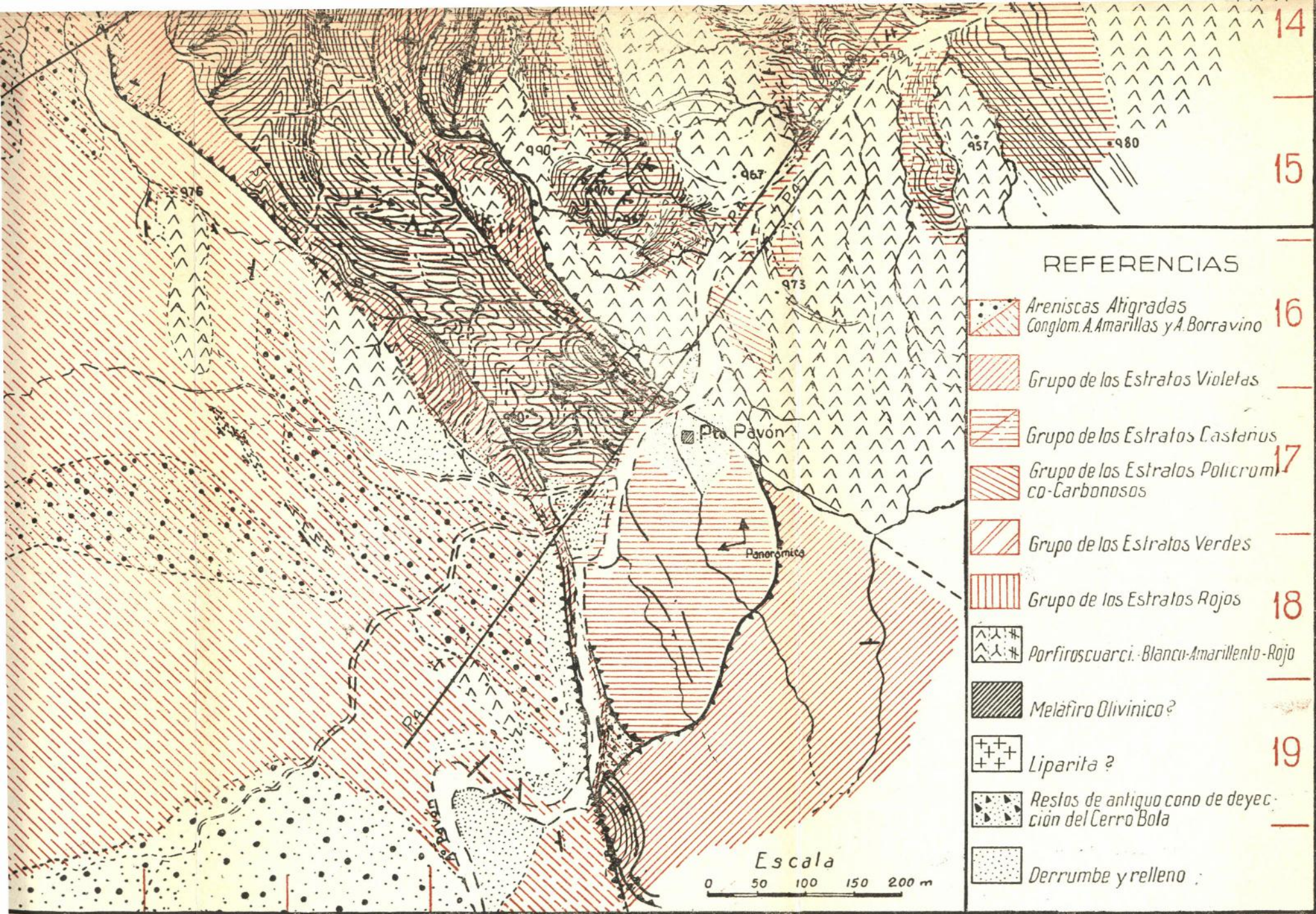
Escala : 1:5000

1942-43





8
9
10
11
12
13
14
15



REFERENCIAS

- Areniscas Atigradas*
Conglom. A. Amarillas y A. Borravino

16
- Grupo de los Estratos Violetas*
- Grupo de los Estratos Castaneos*
- Grupo de los Estratos Policromos-Carbonosos*

17
- Grupo de los Estratos Verdes*
- Grupo de los Estratos Rojos*

18
- Porfiroscuarci: Blanco-Amarillento-Rojo*
- Melafiro Olivínico?*
- Liparita?*

19
- Restos de antiguo cono de deyección del Cerro Bola*
- Derrumbe y relleno*

Escala
0 50 100 150 200 m

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS DE EL TEXTO

- BALK, R. 1937. *Structural behaviour of igneous rocks*. Mem. Geol. Soc. Am., n° 5.
- DESSANTI, R. N. 1945 a. *Informe geológico preliminar sobre la Sierra Pintada, San Rafael, Mendoza*. (Inédito : Y. P. F. y D. M. G.).
- 1945 b. *Sobre el hallazgo del Carbónico marino en el Arroyo El Imperial de la Sierra Pintada, San Rafael, provincia de Mendoza*. Notas del Museo La Plata, Geol., X, n° 42.
- GROEBER, P. 1939. *Mapa Geológico de Mendoza*. «Physis», XIV, 171-220.
- 1948. *Rasgos geológicos : Aguas minerales de la provincia de San Juan* (en prensa).
- HEIM, A. 1935. *The cupriferos pyrite ores of Huelva, Spain - A tectosketch*. Copper Resources of the World, XIV Internat. Geol. Congr., I, 635-648.
- 1945. *Observaciones tectónicas en Barreal, Precordillera de San Juan*. Rev. Mus. La Plata, Geol., II, 267-286.
- HOLMBERG, E. 1946. *Estudio Geológico-estructural de la región del Cerro Bola, San Rafael, provincia de Mendoza*. (Inédito : Tesis Fac. C. E. F. N. y D. M. G.).
- KRYNINE, P. D. 1942. *Differential sedimentation and its products during one complete geosynclinal cycle*. An. 1^{er}. Congr. Pan-Am. de Ing. de Min. y Geol., Geol., I, 535-561. S. de Chile.
- LEANZA, A. F. 1945. *Braquiópodos carboníferos de la quebrada de la Herradura, al NE de Jachal, San Juan*. Notas del Mus. La Plata, Paleont., X, n° 86.
- NÁDAI, A. 1931. *Plasticity, a mechanics of the plastic state of matter*. New York & London.
- PETTLJOHN, E. J. 1943. *Archean sedimentation*. Bull. Geol. Soc. Am., LIV, 925-972.
- STAPPENBECK, R. 1913. *Apuntes hidrogeológicos sobre el sudeste de la provincia de Mendoza*. D. M. G., Bol. Ser. B, n° 6.
- 1934. *Geología de la Montaña de San Rafael*. (Inédito : Y. P. F.).
- WEHRLI, L. et BURCKHARDT, C. 1898. *Rapport préliminaire sur une expedition géologique dans la Cordillère Argentinno Chilienne entre le 33° et 36° lat. Sud*. Rev. Mus. La Plata, VIII, 374-388.
- WEHRLI, LEO, 1900. *Coup d'oeil général et introduction géographique* 5-20 in BURCKHARDT, C. 1900. *Profils géologiques transversaux de la Cordillère Argentinno Chilienne*. An. Mus. La Plata.