

REPUBLICA

ARGENTINA



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCION DE MINAS Y GEOLOGIA

PERU 566

REMIGIO RIGAL
Director Interino

DR. LUIS R. LAMBERT
Subdirector de Geología

BOLETIN N° 60

(N° 18 - S. I. C.)

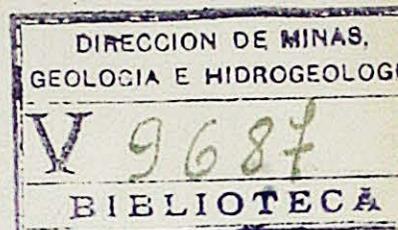
EL CARBON DE LA MINA "LA NEGRA"

VILLA UNION - La Rioja
y su posición tectónica

POR

ARNOLD HEIM

Con 7 figuras y 4 láminas



BUENOS AIRES

1946

INDICE

	<u>Pág.</u>
Posición geográfica y geológica general.....	5
La sucesión estratigráfica en la mina	7
Discusión de la edad.....	7
Los estratos de carbón.....	9
Calidad y condiciones económicas.....	10
Tectónica.....	13
Descripción de algunas rocas metamórficas (por VERENA KULL).....	16
Consideraciones sobre la geología histórica.....	19

CARBON DE LA MINA "LA NEGRA", VILLA UNION, LA RIOJA

Encargado por la Dirección de Minas y Geología de la Nación, visité la región de la mina de carbón "La Negra", del 3 al 6 de mayo de 1944. Mi estada coincidió justamente con la continuación de los trabajos de explotación, que habían sido paralizados anteriormente.

Agradezco al señor ingeniero Francisco Grenard su amable acogida y las atenciones dispensadas.

POSICION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA GENERAL

El pueblo Villa Unión está situado a $29^{\circ}16'S$ y $68^{\circ}12'W$ Gr., en la parte occidental de la provincia de La Rioja, y a 130 km en línea recta al W de la capital de la provincia. Para llegar a la mina "La Negra" desde Villa Unión, debe seguirse la ruta nacional 40 hacia Guandacol en dirección SW hasta el km 22,5. Desde allí, parte la carretera en dirección general NW, llegando en el km 9,5 a la mina.

Geológicamente, la región Villa Unión-Guandacol se halla en el frente occidental de las sierras pampeanas. Al oeste de Guandacol se extienden las sierras con rumbo meridional, caracterizadas por sus pliegues de caliza ordovícica, no conocida al oriente ⁽¹⁾. Al norte de Guandacol, en la sierra de Villa Unión, el terreno carbónico descansa directamente y en discordancia sobre las rocas cristalinas viejas.

(1) Véase mapa geológico 1:500.000 y perfiles de G. BODENBENDER: *Parte meridional de la provincia de La Rioja, y regiones limitrofes*, Anales Minist. Agric., Sec. Geol., Buenos Aires (1912).

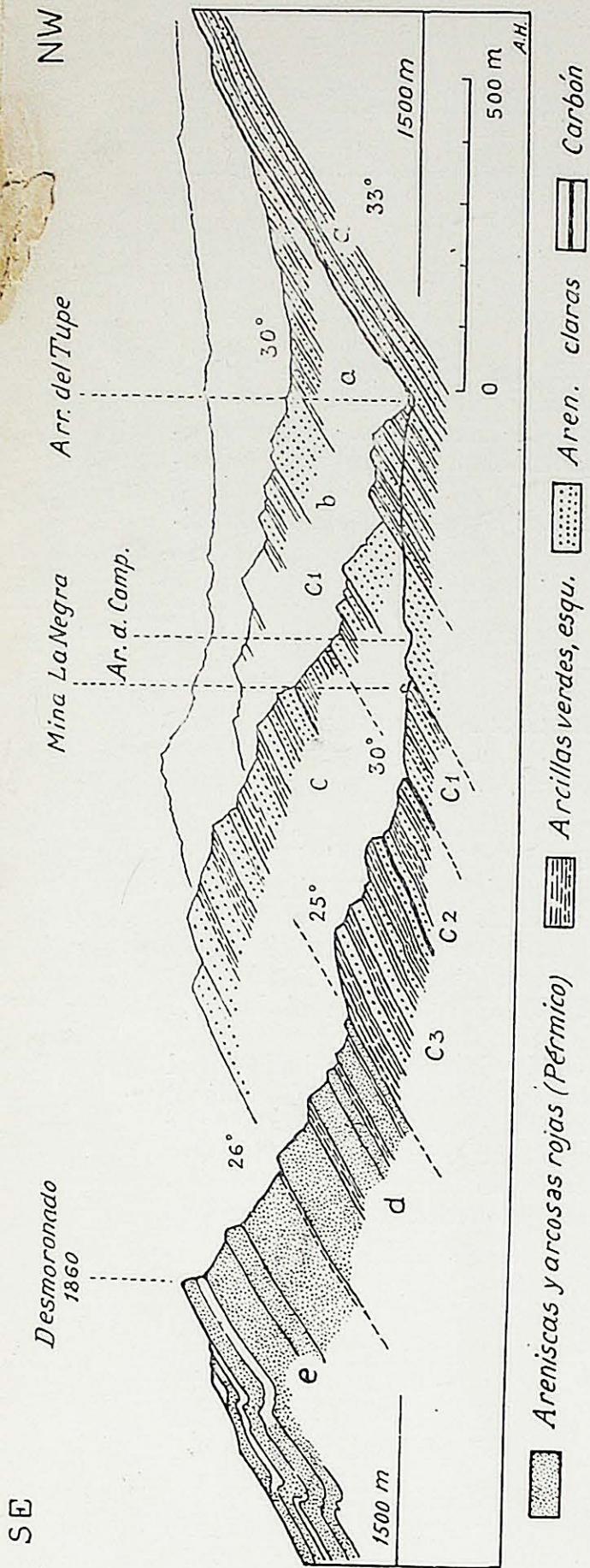


Fig. 1. Perfil general de la mina "La Negra".

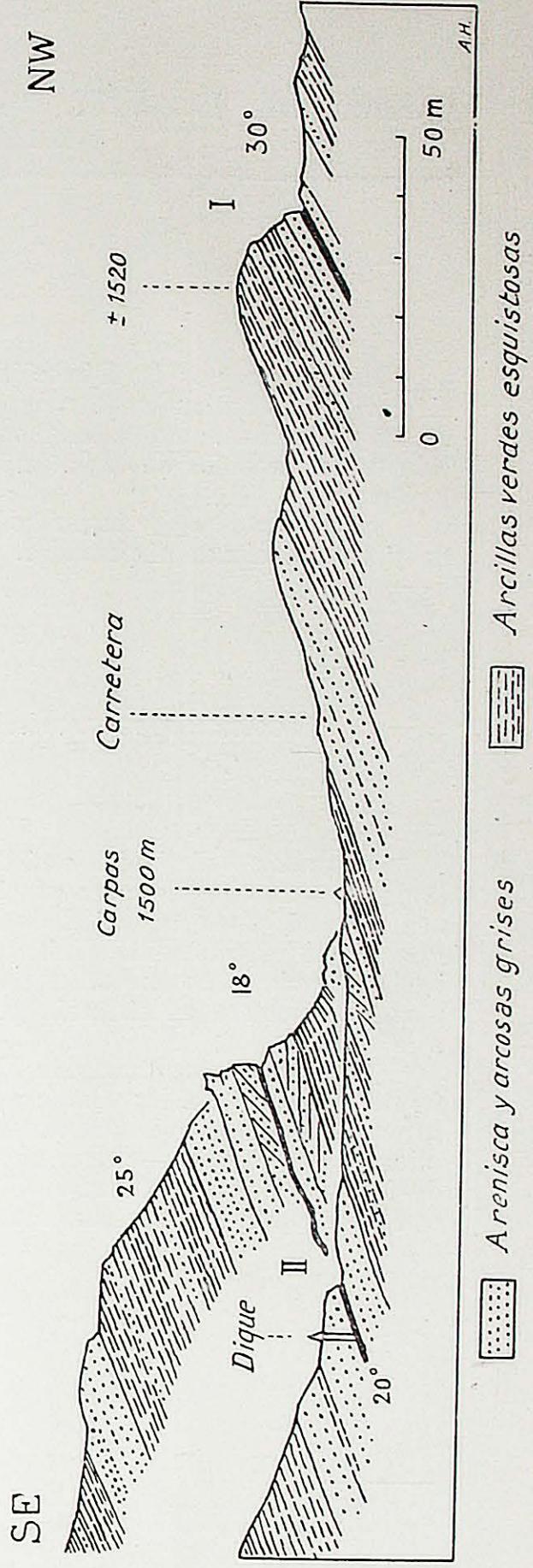


Fig. 2 Perfil especial de los estratos con carbón (c do la Fig. 1).

LA SUCESION ESTRATIGRAFICA EN LA MINA

En el perfil de W a E de la mina "La Negra" he encontrado la siguiente serie estratigráfica (FIG. 1):

- a) 200 metros de areniscas gris-verdosas, finas, bien estratificadas, intercaladas por arcillas arenosas, inclinadas $30-33^\circ$ hacia el E 30° S.
- b) 100 metros de arcosas arenosas verde-claras, en bancos gruesos, inclinados $28-30^\circ$ hacia el E 30° S.
- c) 500-600 metros, serie del carbón, caracterizada por areniscas y arcosas intercaladas por arcillas esquistosas verdes, a veces oscuras:
 - c¹: 80 metros, piso inferior, areniscas con arcosas gruesas en la parte superior.
 - c²: 80-100 metros, piso medio, con dos estratos de carbón de 0,5-0,9 metro cada uno, intercalados en areniscas y arcosas grises con mica, en parte con estratificación diagonal. Intercalaciones de arcillas esquistosas verdes oscuras. Inclinación $20-30^\circ$ hacia el SE (FIG. 2). En el techo del carbón II (FIG. 4) hay plantas fósiles.
 - c³: 130-150 metros, piso superior, arcosas gris-claras y areniscas, alternando con arcillas verduscas, pasando a rojizas en el límite superior. Inclinación $20-25^\circ$ hacia el SE.
- d) 200 metros más o menos, de areniscas rojo-claras con bandas más claras, intercaladas por estratos arcillosos verduscos.
- e) 250 metros de areniscas y arcosas rojo ladrillo con fragmentos de ortosa, que en partes se asemejan mucho a un granito fino.

DISCUSION DE LA EDAD

Esta larga serie *a-e*, de más de 1.500 metros de espesor, corresponde a los "Estratos de Paganzo" de BODENBENDER. Ya desde lejos se distingue una serie de areniscas claras y una roja. La primera pasa a la segunda por la serie *d* con areniscas rojizas que

aún incluyen arcillas esquistosas verdosas de la misma facies de la serie *c*.

En cuanto a la serie *c*, que incluye los estratos de carbón, no hay duda respecto a su edad, gracias al interesante trabajo fitopaleontológico de J. FRENGUELLI (1). Este autor describe sus hallazgos de la mina de carbón "El Tupe" que parece ser el nombre anterior de la mina "La Negra". Junto con el carbón, FRENGUELLI ha coleccionado, descrito y representado *Rhacopteris ovata* (Mc Coy) Walk. *Rhacopteris circularis* Walk. y *Calamites peruvianus* Goth. Estas determinaciones y la comparación con yacimientos con la misma flora de otras partes del mundo, han permitido a FRENGUELLI determinar con precisión la edad, como "final del Carbónico inferior", caracterizada por la flora de *Rhacopteris*.

Constituyendo la parte media (*c*) del "Paganzo inferior" en la serie de "La Negra", las subdivisiones *a-b* de nuestro perfil, FIG. 1, deben corresponder también al Carbónico inferior, mientras que la serie *d* puede representar el Carbónico superior, equivalente al Pensilvánico norteamericano.

El límite preciso entre el Carbónico y Pérmico queda incierto. Litológicamente, no pude trazar ni una discordancia ni una discontinuidad regional. Parece haber sido una sedimentación terrestre continua desde el Carbónico inferior hasta el Pérmico incluido, bajo la influencia de permanente hundimiento tectónico.

(1) J. FRENGUELLI, "*Rhacopteris ovata*" en el "Paganzo I" de Villa Unión, La Rioja, Rev. Mus. La Plata, nueva serie, t. II, Sec. Geol (1943).

LOS ESTRATOS DE CARBÓN

Correspondientes a las Figs. 1-4 se distinguen dos estratos superpuestos de carbón, que afloran, separados entre sí por una distancia horizontal de 150 metros.

El banco I, intercalado en arcosas gruesas con ortosa y areniscas tiene 60 cm de espesor, y está inclinado 30° hacia el SE. Fué abierto sobre una distancia de 80 m en la dirección del rumbo y no fué conocido aún a mayor distancia. Como se ha indicado en la Fig. 3, el rumbo es SW, mientras que el rumbo del estrato II es más hacia el WSW. Al W y al S del afloramiento I hay también una irregularidad en la inclinación, acompañada probablemente por una falla. Queda la posibilidad de que pudiera ser una repetición tectónica del estrato II.

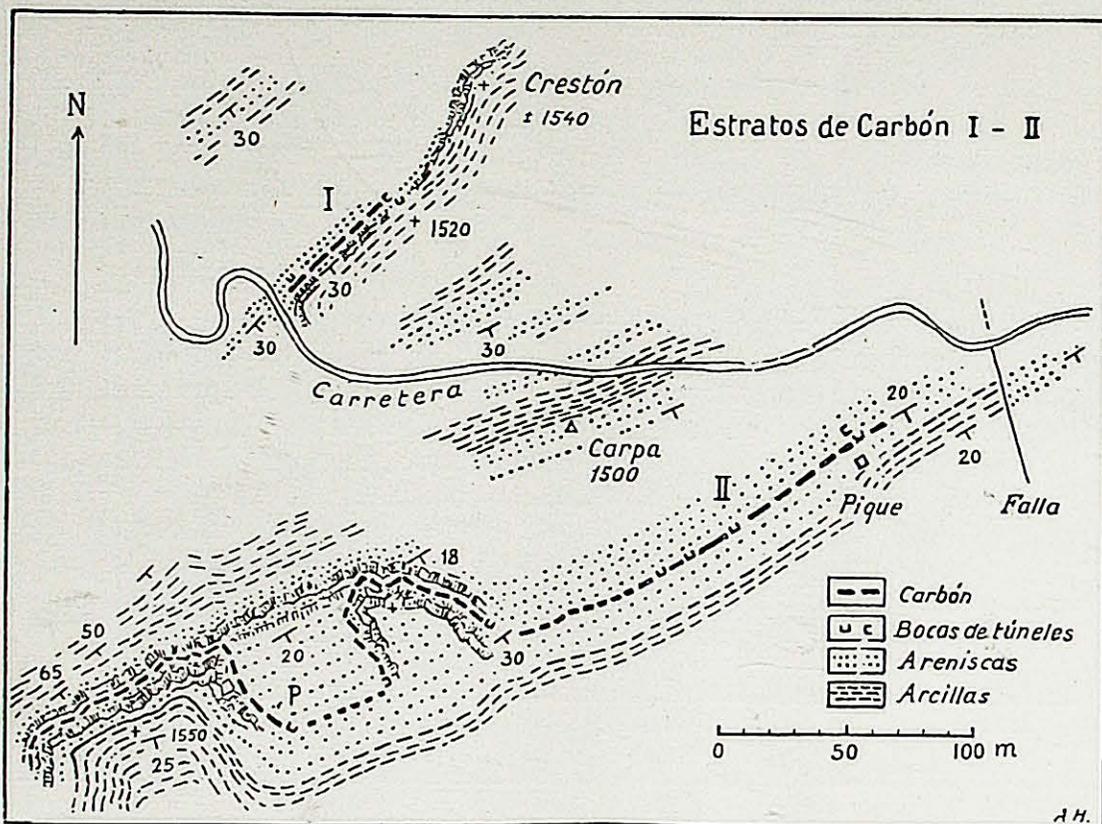


Fig. 3. Croquis de la situación de los bancos de carbón.

El banco II varía de 65-86 cm de espesor (LÁM. II.). En el lugar de la FIG. 4, contiene dos intercalaciones de piedra arenosa, de 1-3 cm cada una, que se separan fácilmente en la explotación. La parte inferior de 30 cm es la más pura. En el estrato del techo (FIG. 4) he coleccionado algunas plantas, entre otras, *Calamites peru-*

vianus Goth., especie del Carbónico inferior, amablemente determinada por el Dr. J. FRENGUELLI.

Como demuestran las FIGS. 2 y 4, el estrato de carbón está intercalado en un banco de unos 20 metros, o más, de arenisca y arcosa compacta, gris, con estratificación diagonal encima y debajo del carbón.

He recorrido el estrato II, desde el pique hasta unos 350 metros hacia el SW, en la pared de arenisca. Allí donde termina el afloramiento, el carbón no tiene más que 30-40 cm, mientras que el estrato esquistoso de encima ha aumentado de 0,3 a 0,8 metros. Buscando el carbón II aún más allá, he hallado un lugar a un km más o menos al SW de las casas de la mina. Ahí, el carbón, intercalado en arenisca con rodados, y probablemente perteneciente a la continuación del estrato II, está constituido solamente por 65 cm de arcilla arenosa con un estrato de 10 cm de carbón, además de pequeñas guías. La inclinación es de 35-40° hacia el SE.

Hacia el NE, el estrato de carbón II está cortado por una falla de dirección NNW (FIG. 3). Más allá, sobre esta dirección, no se ha vuelto a encontrar el carbón. Este banco no puede continuar más que hasta la roca metamórfica de La Espuelita, es decir, sólo un kilómetro al NE del pique.

CALIDAD Y CONDICIONES ECONOMICAS

El carbón de la mina "La Negra" I y II es de color negro puro. Está tan aplastado que, cerca de la superficie, no pude sacar una muestra entera de tamaño normal. Se trata de un carbón semibituminoso. Según el ingeniero Fr. Grenard, los análisis hechos anteriormente dan un contenido medio de ceniza de 20 %, y 6.000-6.500 cal/g.

Los nuevos análisis efectuados en los Laboratorios Químicos de la Dirección de Minas y Geología en muestras coleccionadas por el autor han dado el siguiente resultado:

Muestra del	Humedad %	Cenizas (sobre carbón seco) %	Azufre (sobre carbón seco) %	Poder cal. sup. (sobre carb. seco)
Estrato I calidad media	4,42	22,26	2,78	6508 cal/g
Estrato II calidad media	3,33	35,35	0,53	4864 cal/g
Estrato II parte mejor	1,33	13,03	0,34	7225 cal/g

Según el ingeniero Grenard, ya han sido extraídas aproximadamente 1.000 t de carbón de los dos afloramientos indicados en la Fig. 3. De éstas, 600 fueron mandadas a Buenos Aires y otra parte a Córdoba.

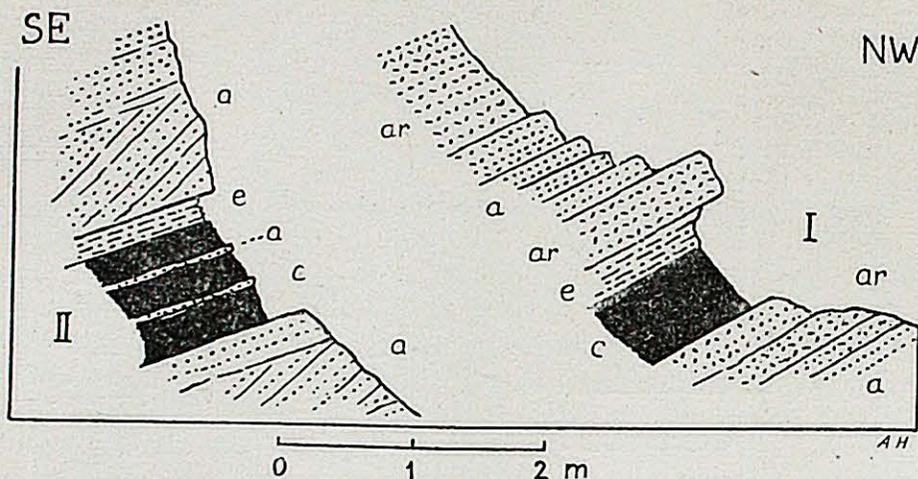


Fig. 4. Detalles de los bancos de carbón.

Con relación al aspecto económico, se comprende que los estratos del carbón, de segunda clase, de pequeño espesor y extensión, permiten una explotación provechosa solamente en tiempos de guerra. En mayo de 1944, según el ingeniero Grenard, los gastos por tonelada fueron los siguientes:

Producción en la mina.....	\$ 30,—
Transporte por camión a Nonogasta (123 km).....	„ 20,—
„ „ F. C. de Nonogasta a Buenos Aires (1120 km).....	„ 40,—
	<u>\$ 90,—</u>

Precio de venta en Buenos Aires (mayo 1944) \$ 110 a 120,—
 „ del carbón de Cardiff, Inglaterra, o de
 Durban, Africa, primera clase, en 1938 \$ 25 a 34,50.

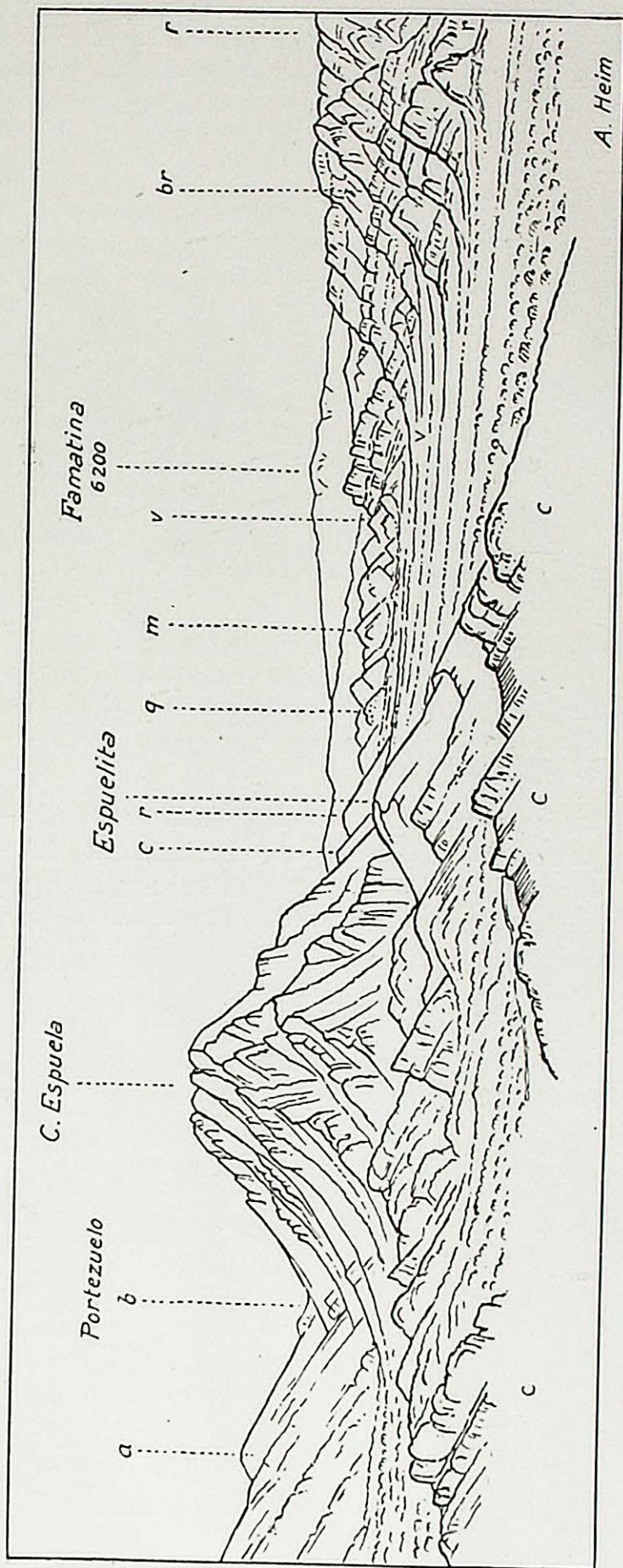


Fig. 5. El cerro Espuela y la sierra Roja de Villa Unión, desde "La Negra" hacia el N 20° E. a b c: subdivisiones del Carbónico (compárese Fig. 1); r: areniscas rojas (Pérmico), con banda clara tufacea br; v: arcillas verdes en la base de las areniscas rojas sobrepuetas a m, serie cristalina metamórfica verde inyectada por q, filón de cuarzo. El cerro Espuela y La Espuelita están formados por la roca verde oscura, inyectada por granito rojo ("migmatita"). Compárese con Fig. 7.

TECTÓNICA

La tectónica de la mina "La Negra", según FIG. 1, parece ser muy sencilla. Se trata de un perfil estratigráfico continuo, con inclinaciones de 18-34° hacia el SE o ESE con pocas variaciones locales. Pero los alrededores presentan aspectos muy sorprendentes.

Vamos a investigar primero el flanco sureste. Ya en el pie oriental del pico El Desmoronado, los estratos de arenisca roja están intensamente plegados en detalle (FIG. 6). Luego, más al SE, aparece una espuela baja de sólo unos 100-150 m sobre la llanura. Ya desde lejos se distingue a media altura, una banda horizontal, verde oscura. Vista de cerca, se observa que está compuesta por una roca básica intercalada en pórfido rojo. El conjunto llega a unos 5 m. Esta banda se extiende hasta el pie del Desmoronado, con una longitud de 1,5 km aproximadamente. Encima de la banda eruptiva, igualmente en posición horizontal, descansa una arenisca de color rojo ladrillo, apenas diferenciable de la yaciente.

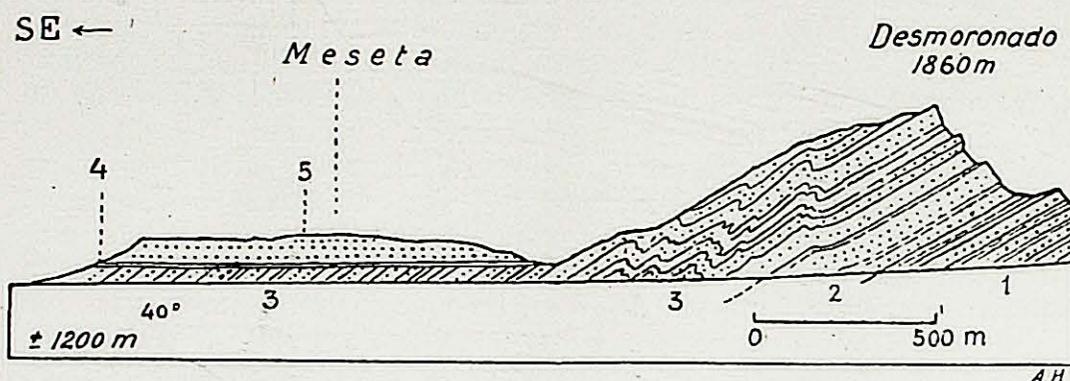


Fig. 6. Flanco SE del cerro Desmoronado, al lado del camino a la mina "La Negra". 1: Carbónico superior productivo; 2: areniscas rojizas; 3: areniscas y arcosas rojo ladrillo (Pérmico); 4: banco verde oscuro basáltico intercalado en pórfido rojo; 5: arenisca roja.

La edad de esta sorprendente transgresión es un problema a resolver por nuevas y más amplias observaciones. Posiblemente se trate de una invasión de lavas con acumulación posterior de areniscas triásicas.

La transgresión mencionada es aún más extraordinaria porque en su lado norte se extienden altas sierras de arenisca roja inclinadas al SE hacia la ruta nacional 40 de Villa Unión, sin vestigios de una transgresión parecida.

Dirijámonos ahora desde la mina "La Negra" hacia el NE. A un kilómetro y medio se alza una montaña negra con dos picos, en forma de pirámide con crestas irregulares, llamada cerro Espuela, que se halla rodeada en tres lados (NW, SW y SE) por estratos permo-carbónicos sin que éstos se muestren perturbados en sus posiciones

normales, con inclinaciones de 20-30° hacia el SE (FIG. 5; LÁMS. I, 1; III, 1). El cerro se levanta, por lo tanto, como una península entre las formaciones sedimentarias. Además, en la prolongación sur del cerro Espuela, sólo a unos 600 m al NE del carbón II e inmediatamente al NW de la carretera, se eleva la Espuelita, una loma negra de la misma formación. Allí, la roca negra y su contacto con la aureola de areniscas carbónicas (subdivisión *c*) están bien expuestos. La roca que forma la Espuelita es particular, constituida por bandas oscuras verduscas con numerosas intercalaciones rojas. Esta "estratificación" tiene una posición vertical o casi vertical, con rumbo N 20° E. A primera vista, he considerado las rocas como metamórficas cristalinas inyectadas "lit par lit" por un magma granítico. La inyección granítica se confirma efectivamente por la presencia de vetas del mismo magma que atraviesan la "estratificación".

El contacto con las areniscas superpuestas se presenta con discordancia neta. En detalle, el límite es irregular. A veces se distinguen espejos de fricción en el basamento, o perturbaciones locales en el contacto con las rocas de la envoltura.

Ya desde cierta distancia se ve que el cerro Espuela está formado por las mismas rocas cristalinas, distinguiéndose con el prismático también la "estratificación" casi vertical.

Seguimos luego la carretera un kilómetro hacia el NE, desde donde entramos hacia el norte en el ancho valle hasta el lado SE del cerro Espuela. En este valle sobresalen del aluvión unas rocas rojas pérmicas, y al pie del cerro Espuela, areniscas claras del Carbónico, piso *c*, ambas con la misma inclinación hacia el ESE. El piso *c* se apoya discordantemente sobre la "migmatita" vertical (FIG. 5).

A la izquierda, y al norte del cerro Espuela, entramos en la quebrada de la Espuela, situada unos 3 km al NNE de la mina. Observamos primeramente que la "migmatita" está cortada por erosión y que sigue al norte de la quebrada, constituyendo una sierra de altura creciente. Al pie de ésta, he notado por primera vez una arenisca dura, verdosa, con rodados y bloques angulosos, incluyendo granito rojo, superpuesta a la "migmatita" con superficie erodada. La "migmatita", que tiene el mismo aspecto que la de la Espuelita, está constituida por roca metamórfica verdosa con bandas verticales de granito a veces esquistoso, y con rumbo N 10° E (FIG. 7).

Penetrando en la quebrada de la Espuela en dirección NW, después de haber pasado el corte a través de la "migmatita", se reconocen las areniscas de la parte inferior de la serie carbónica de la mina "La Negra". Se presentan en posición normal como al lado de la mina, inclinadas de 25-30°, y en comunicación directa con las de la mina por el portezuelo en el lado NW del cerro Espuela (FIG. 5 y 7). No he visto el contacto preciso con la "migmatita". No puede tratarse de una falla común, pues no continúa en la región de la mina.

El basamento del Carbónico, que queda debajo de la superficie en el lado de la mina, está ampliamente descubierto en la quebrada de la Espuela en forma de un conglomerado adosado a la "migmatita". Este conglomerado es parecido a una *tilita*. Contiene rocas muy diferentes, algunas perfectamente rodadas, así como otras angulosas, pero con intercalación de arenisca estratificada. En vano he busca-

do rodados estriados. Más al NW este conglomerado se eleva y se presenta claramente acumulado en bolsas de erosión dentro de la "migmatita", y debajo de la arenisca carbónica (Fig. 7). La estrecha conexión de la tilita con la arenisca superpuesta determina su posición estratigráfica en la parte más baja del Carbónico inferior.

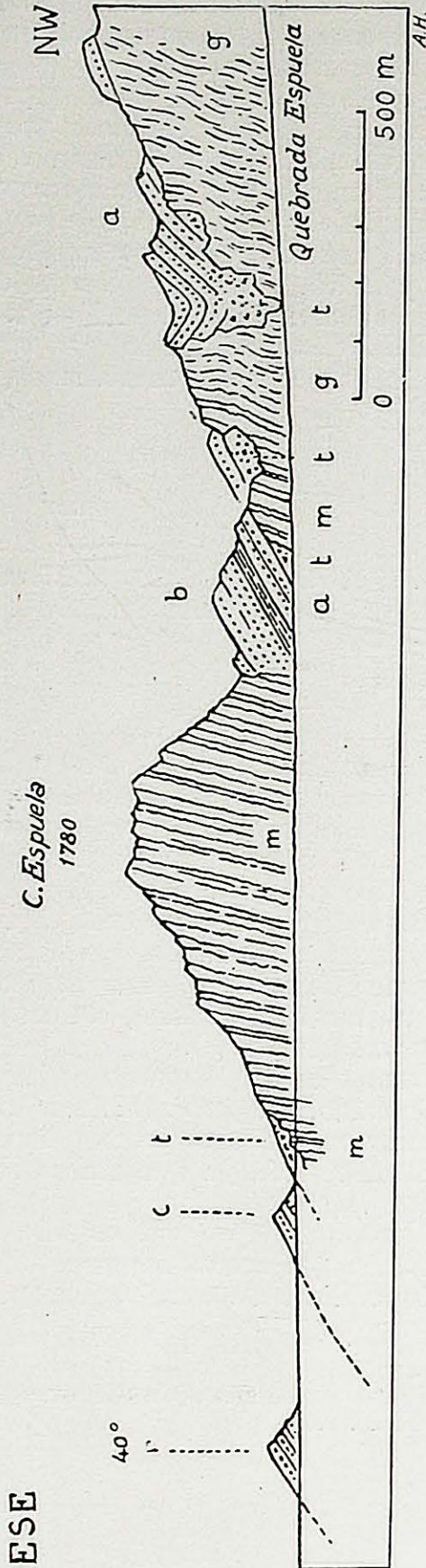


Fig. 7. Perfil de la quebrada de la Espuela, a 3-4 km al NNE de "La Negra". g: ortogneis granfítico con muscovita, gris blanquecino, atravesado por vetas blancas, rojas y negras de cuarzo, apita y anfíbolita; m: "migmatita" de roca verde "estratificada" por vetas verticales de granito rojo, más o menos esquistoso, de rumbo NNE; t: tilita con conglomerado y arenisca, en bolsas del basamento; a-b: areniscas del Carbónico, parte inferior; c: parte superior; d: arenisca roja, Pérmico.

Más al interior de la quebrada, al NW de la "migmatita", el Basamento Cristalino se presenta en forma de gneis granítico gris blanquecino y granito muscovítico, bandeado y atravesado por numerosas vetas de cuarzo, de aplitas blancas y rojas, y de lamprófiros anfibólicos. El rumbo permanece NNE. En el lecho del río he hallado también rodados de micacita granatífera. Sería muy interesante efectuar un estudio petrográfico detallado de estas rocas cristalinas metamórficas, probablemente del Precámbrico, que constituyen el núcleo más viejo de las sierras argentinas.

Salimos ahora de la quebrada de la Espuela para ir una legua más al NE, donde la cuenca aluvial está coronada por una serie de lomitas agudas, verdes y blancas, con inclinación de las vetas de 35-45° al ENE. A primera vista esta serie aparece como si fuera el basamento estratigráfico normal de las areniscas rojas que forman una cresta alta. Realmente la formación roja parece representar la parte baja de la serie colorada pérmica, con arcillas verdes en la parte inferior, correspondiente a la subdivisión *d* de la FIG. 1. Pero el basamento, de gran extensión, está constituido por rocas cristalinas verdes, bandeadas e inyectadas por vetas cuarcíticas (FIG. 5).

DESCRIPCION DE ALGUNAS ROCAS METAMORFICAS POR VERENA KULL

Tres de las muestras estudiadas (N^{os} 21, 21 A y 22 A) proceden del cerro de la Espuelita (véase FIG. 5). Según el Dr. Heim (pág. 14), este cerro está formado por una roca particular, constituida por bandas negras verduscas con numerosas intercalaciones rojas. Las considera como rocas metamórficas inyectadas "lit par lit" por un magma granítico, y denomina a todo este conjunto brevemente como "migmatita". Esta denominación solamente es utilizada para significar un conjunto heterogéneo de rocas metamórficas con inyecciones más o menos visibles de un magma granítico, sin considerar la acepción originaria del término migmatita ⁽¹⁾.

Con las escasas muestras de que dispongo es imposible efectuar un estudio petrográfico detenido, a fin de establecer una relación petrológica entre las diversas rocas; sólo es posible hacerlo, en cierto modo, con las muestras 21 A y 22 A, ya que ambas son rocas gnéissicas inyectadas por material aplítico.

A estas razones se debe que el presente estudio se limite sólo a una descripción petrográfica que deberá ser ampliada posteriormente con un reconocimiento detallado de esta región, petrográficamente tan interesante.

(1) Véase V. KULL, *Estudio petrográfico-geológico de la región de Alta Gracia, Córdoba*, Dir. Gen. Min. y Geol., Bol. N° 56 (1944), Buenos Aires.

Anfibolita (Muestra N° 21, LÁM. IV, 1).

Descripción macroscópica. Roca de esquistosidad bien visible, constituida por anfíbol verde negruzco, que da el color al conjunto, y un mineral blanquecino indeterminable.

Descripción microscópica. El componente esencial es *anfíbol*. Se presenta en secciones xenoblásticas, de color verde claro, y con pleocroísmo poco notable. En muchos individuos hay numerosas inclusiones de ilmenita, que por lo general se encuentran agrupadas en el centro de la sección, asemejándose a la estructura de "schiller", tan común en los piroxenos. Podrían considerarse como un relicto de éstos, ya que probablemente el anfíbol se ha originado por uralitización del piroxeno durante el metamorfismo regional. El anfíbol, que por sus caracteres puede ser clasificado como *hornblenda*, ha sufrido posteriormente una acción hidrotermal, que se traduce por pasajes a un anfíbol incoloro, cuyas propiedades corresponden en parte a una *tremolita*. También presenta inclusiones grandes de *magnetita*, originadas probablemente por la desferrización del anfíbol. En esta roca, otro elemento importante es la *escapolita*, que se presenta en pequeñas escamas; es un producto secundario y proviene de la alteración de la *plagioclasa* que ha desaparecido casi por completo, quedando sólo muy pequeños restos indeterminables. La escapolitización de la plagioclasa es un proceso posterior al metamorfismo regional, debido a acciones neumatolíticas. Otro componente abundante es el *granate*, que se encuentra comúnmente rodeando las cavidades ocupadas por la escapolita, pero también como inclusión dentro de éstas y dentro del anfíbol. Este mineral debe ser considerado como formado durante el metamorfismo regional. La estructura es granoblástica, con paralelismo en la distribución de los componentes.

La desferrización del anfíbol y la escapolitización del feldespato deben ser atribuibles al magma granítico que ha inyectado las rocas metamórficas de La Espuelita.

Gneis con inyección aplítica (Muestra N° 21 A).

Descripción macroscópica. El esquisto cristalino, gris oscuro, de textura granosa, poco esquistosa, está atravesado por numerosas guías y vetas aplíticas rosadas delgadas. Cerca de los contactos se observa un enriquecimiento en biotita.

Descripción microscópica. La estructura granoblástica y en parte cataclástica del esquisto *cuarzo-oligoclásico-biotítico* ha sido modificada por la aplita, especialmente por procesos de disolución y recristalización, acompañada por penetraciones de *feldespato potásico (microclino)*, *cuarzo secundario* y formación de *mirmequitas*. Uno de los efectos más notables de la inyección aplítica se puede observar en la *biotita*. Esta no solamente ha sido desferrizada y cloritizada, sino que sus paquetes están completamente deshechos en finas escamas, las que se hallan entremezcladas con pequeños granos de *cuarzo secundario*. El *granate*, bastante abundante en esta preparación, debe ser considerado como formado durante el metamorfismo regional.

Aplita (Muestra N° 22 A).

Descripción macroscópica. La muestra estudiada corresponde a un pequeño filón rosado, de grano fino, denso, inyectado en la roca gnéisica arriba descripta.

Descripción microscópica. Constituída esencialmente por *cuarzo* y *microclino*. El primero es algo cataclástico, presenta extinción ondulada y, en ciertos lugares, efectos de redisolución, observables también en el feldespató potásico. En cantidades escasas hay *oligoclasa ácida* (15 % An) y mica. Esta última está muy desferrizada y parece proceder del esquisto atravesado por la aplita. En los feldespatos se observa *calcita* y *sericita* como productos de alteración. La estructura es panalotriomorfa.

Hornfels bandeado escapolítico diopsídico (Muestra N° 22).

La roca que corresponde a la muestra N° 22 procede del punto *m* de la figura 5. Está constituída principalmente por *escapolita*, *cuarzo*, *diópsido* y *calcita*, siendo difícil decidir si por lo menos parte del cuarzo ha sido introducida posteriormente por inyección. La forma alargada de muchos cristales de cuarzo, así como el bandeado, parecen indicar la influencia de una cierta presión, lo cual no puede ser confirmado con el estudio de una sola muestra aislada.

Descripción macroscópica. Roca gris verdosa clara, de grano fino a mediano, irregular, atravesada por delgadas guías de cuarzo, que en partes se agrupan formando pequeñas intrusiones, visibles ya a distancia (FIG. 5, LÁM. III, 2).

Descripción microscópica. Está formada por *escapolita*, *diópsido*, *cuarzo*, *calcita*, *biotita* y *titanita* (LÁM. IV, 2). Los dos minerales que predominan son la *escapolita* y el *cuarzo*. La primera se presenta en secciones alotriomorfas, con bordes irregulares, a veces algo carcomidos; con frecuencia las superficies están cubiertas por un material de alteración, fibroso, pardo amarillo, indeterminable. El *cuarzo*, en individuos alargados, irregulares, tiene extinciones débilmente onduladas y líneas de fracturas. El *diópsido* se presenta en secciones redondeadas a alargadas, algunas débilmente idiomorfas, de color verde bastante intenso. Las secciones más idiomorfas son las que se observan en la *calcita* y *titanita*. En la preparación también se encuentran algunas inclusiones de *magnetita*.

CONSIDERACIONES SOBRE LA GEOLOGÍA HISTORICA

De toda la región, los gneises y micacitas granatíferas son los más viejos y originariamente más profundos, y debe preguntarse si no pertenecerán a estribaciones del viejo escudo brasileño. En segundo lugar, hay que mencionar las "migmatitas" del tipo Espuela. Aun cuando erigidas verticalmente, el último metamorfismo parece ser ígneo por inyección. Realmente las vetas graníticas no muestran, en general, ninguna compresión de sus minerales. Es difícil imaginarse el mecanismo de tal metamorfismo por inyección, que transforma a una roca metamórfica cristalina, de origen sedimentario, en una "migmatita" formada por vetas tan finas y regulares, intercaladas en partes hasta por milímetros. Parece que primeramente la roca sufrió una transformación por presión lateral y que fué inyectada posteriormente.

Es evidente que las rocas cristalinas fueron elevadas en forma de sierras y profundamente erodadas, pues las cavidades están llenas con rocas detríticas que pueden corresponder a una tilita glaciaria. Esta, por encima, parece pasar a las areniscas que forman la base del Carbónico descrito. No se ha conservado ningún vestigio de la fase marina cálida, que en las proximidades de Guandacol, a no más de 20 km al SW, se revela en la potente caliza ordovícica.

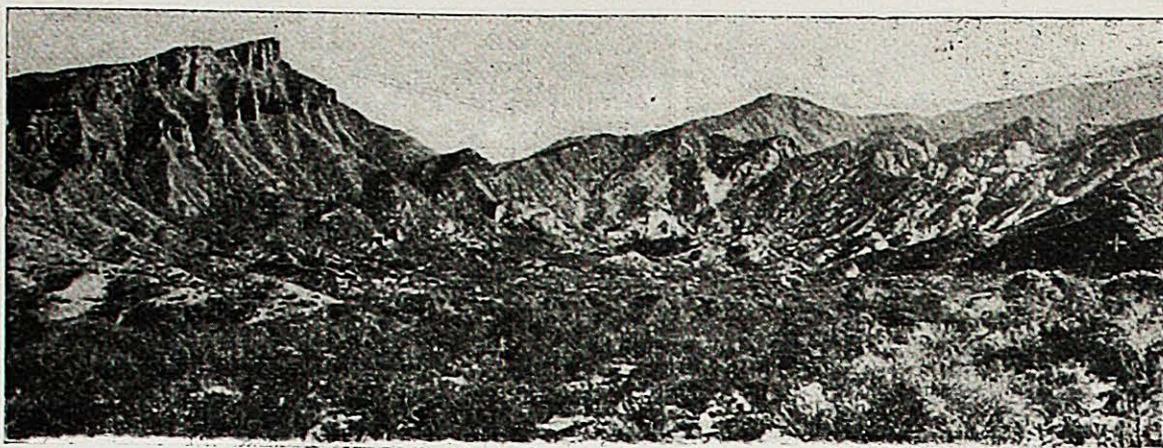
Toda la masa de sedimentos de "Paganzo", de 1,5 km o más de espesor, debe haber sido acumulada en la superficie terrestre durante un hundimiento paulatino de la corteza.

No voy a extenderme acerca de la discordancia descrita en la pág. 14 y representada en la FIG. 6, antes de haber recorrido toda su extensión. Debe ser difícil explicarla sin aceptar una fase de erección y regresión durante el Mesozoico.

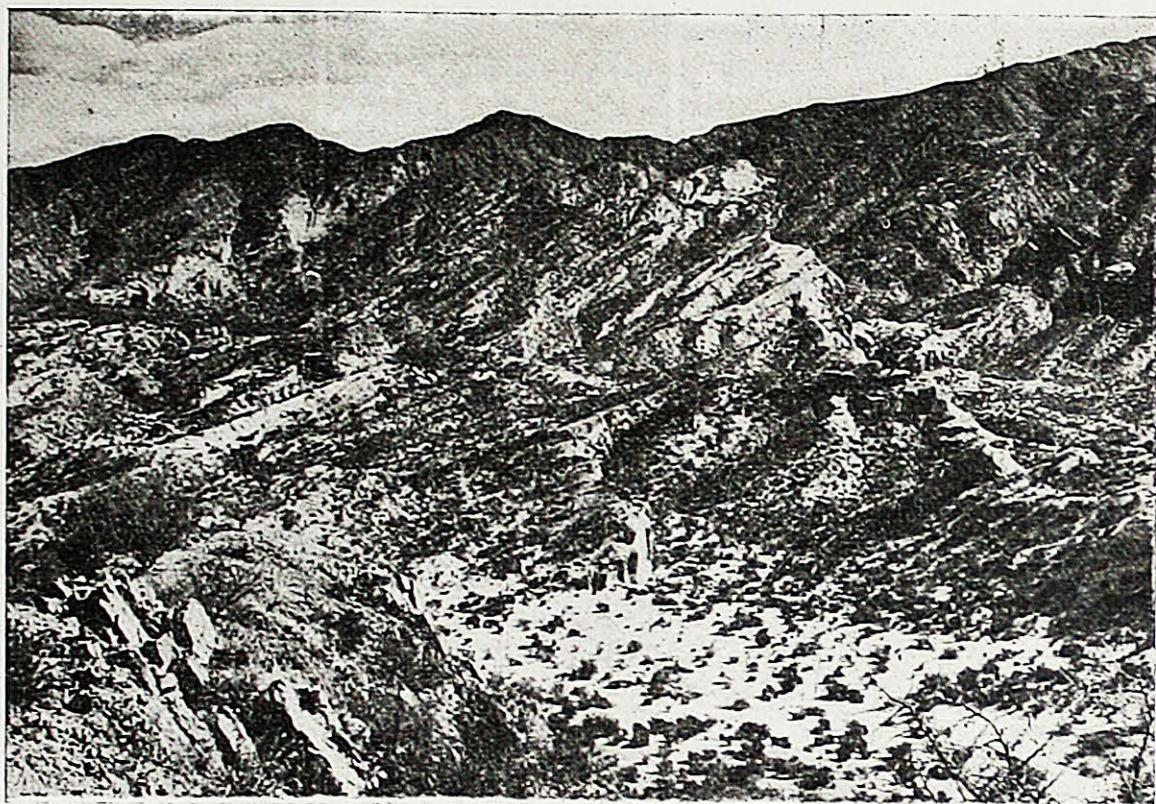
Según BODENBENDER, el Terciario en el valle del río Vinchina (Lomas de Villa Unión) está superpuesto concordantemente al Mesozoico. Debe concluirse, pues, que la erección de toda la región, después de la primera erección de las rocas cristalinas, es principalmente terciaria o aún más reciente. Pero queda un problema incomprendible. ¿Cómo se pudo elevar el cerro Espuela a través del Permo-Carbónico sin perturbarlo? ¿Fueron depositados esos sedimentos alrededor del cerro preexistente, que emergía como península de la superficie de acumulación? Si ésta fuera la solución correcta, deben de existir lugares donde se presenten derrumbes de "migmatita" incluidos en las areniscas de contacto.

Esta región, entre Villa Unión y Guandacol, presenta tantos aspectos y problemas geológicos diversos, que merecería un levantamiento topográfico en escala 1:50.000 y un estudio geológico detallado.

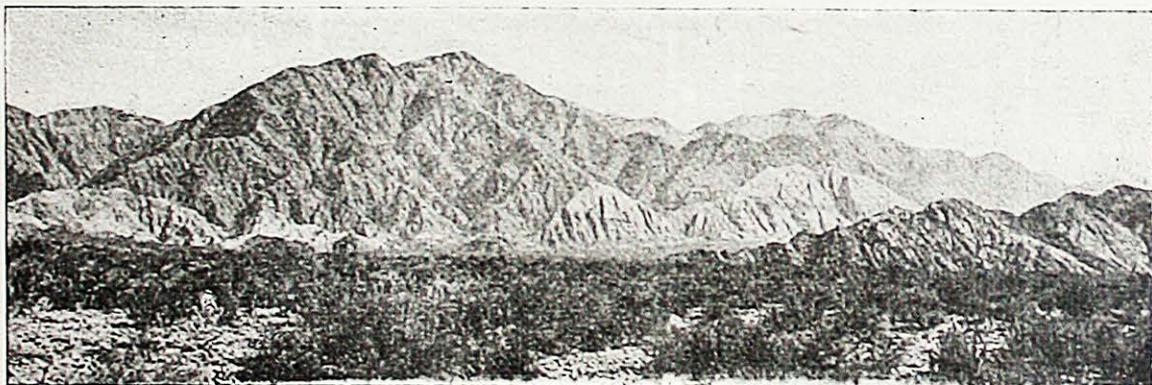
El presente trabajo, resultado de un rápido reconocimiento, sólo debe ser considerado como un esbozo para futuros estudios geológicos en esta interesante región.



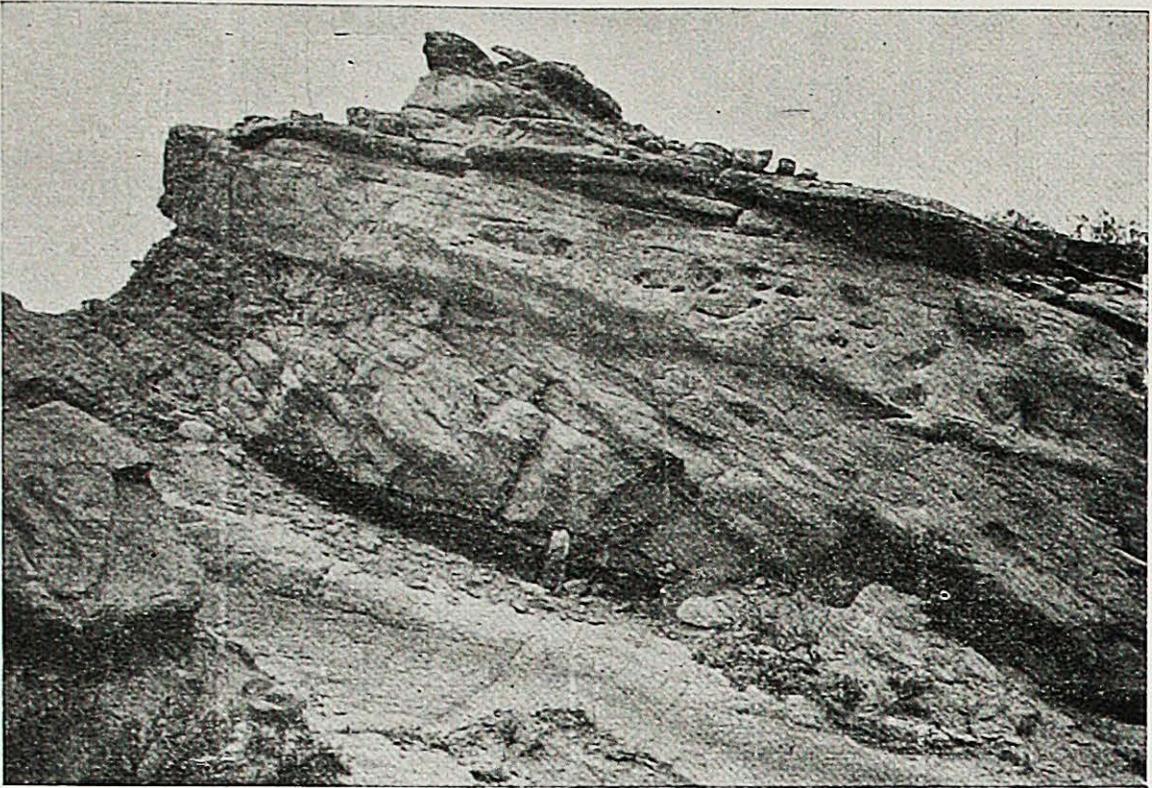
1. Serie Permo-carbónica de "La Negra", vista del NE. A la izquierda, el cerro Desmoronado, 1860 m de areniscas rojas pérmicas. A la derecha, el carbónico con areniscas blancas. En el fondo, la sierra cristalina; enfrente. + La Espuelita.



2. La serie carbónica de la mina "La Negra", cubierta en el fondo, izquierda, por areniscas rojizas. Parte media izquierda, la arenisca que incluye el estrato II de carbón →. En primer plano, a la izquierda, "migmatita" de La Espuelita. Vista hacia SW.



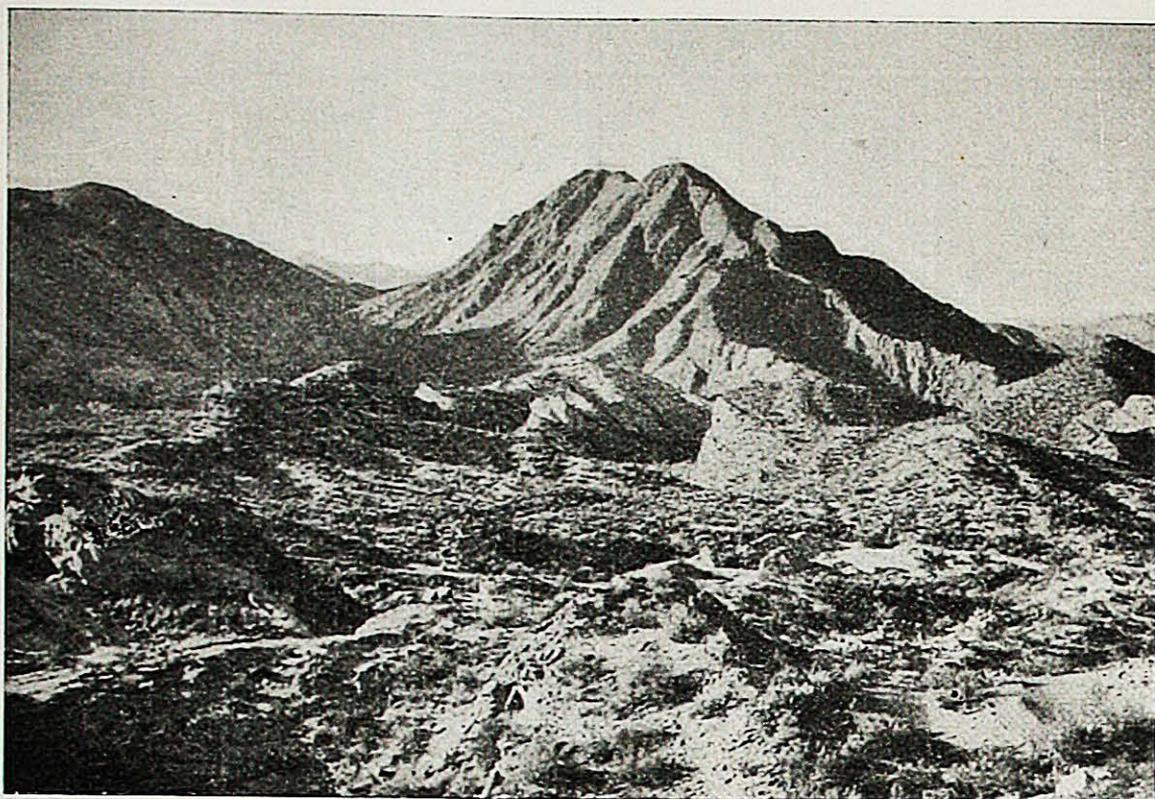
3. Sierra cristalina al S de la mina "La Negra", vista desde la carretera hacia el W. En el plano medio, arenisca blanca, carbónica; a la derecha, arenisca roja pérmica, ambas erigidas hacia el cristalino.



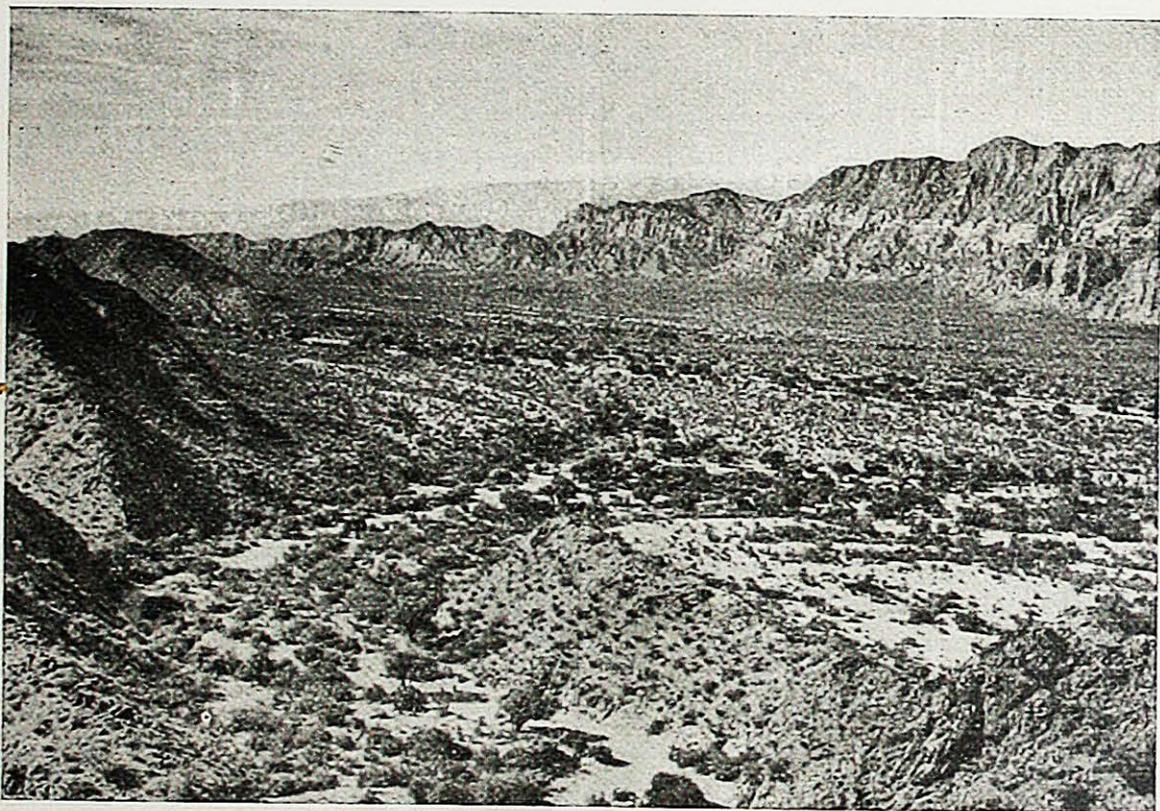
1. Estrato de carbón II, incluído en arenisca blanca con estratificación diagonal. Vista hacia el NE desde el punto P de la FIG.3 en el texto. Mina "La Negra", Villa Unión.



2. Mina "La Negra", Villa Unión, estrato II. Techo y base del carbón corresponden a cabeza y pies del obrero. Se distinguen intercalaciones delgadas de arenisca. En el techo, la banda arcillosa micácea con plantas fósiles, cubierta por arenisca micácea con estratificación diagonal. Vista hacia el N desde el punto P de la FIG.3 del texto.

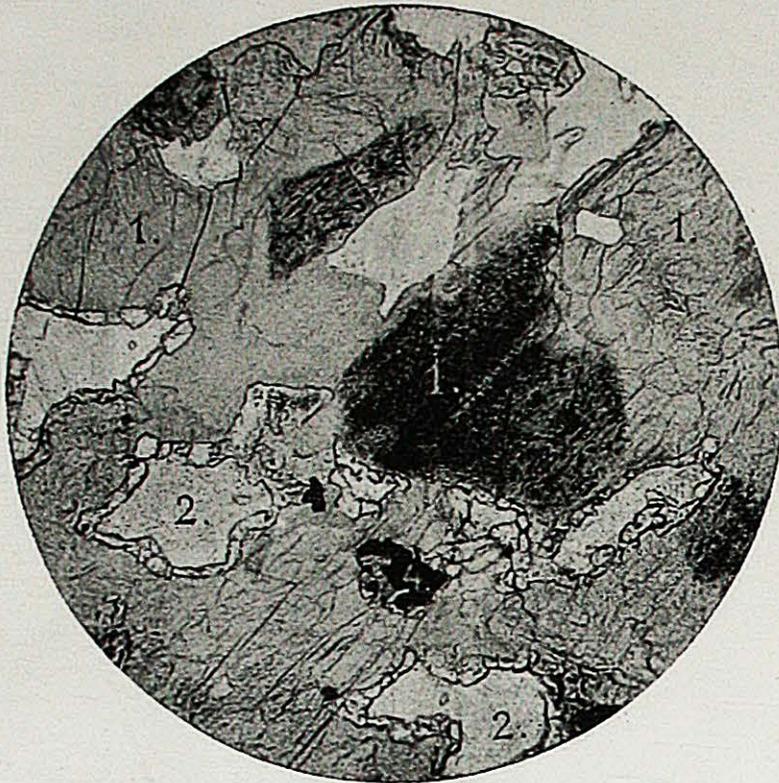


1. El cerro de la Espuela, 1780 m, de "migmatita", visto en dirección NNE. Desde el fondo, a la izquierda (portezuelo), se extiende por delante, alrededor de La Espuela, la serie carbónica, siempre con inclinaciones a la derecha (SE) de 20-30°. En el extremo derecho, La Espuelita. Compárese con FIG. 5.

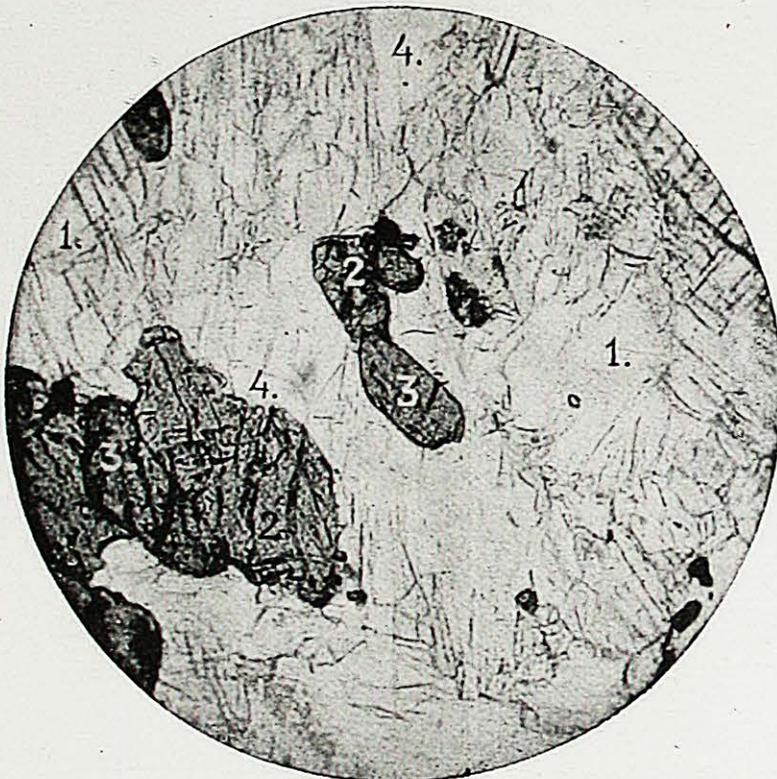


2. El valle al NE de la mina "La Negra", visto desde La Espuelita hacia el NE. Al fondo, la cima nevada del Famatina, 6200 m (macizo cristalino). A la derecha, una de las tres sierras de areniscas rojas con una banda clara (pérmica). A la izquierda y debajo, rocas metamórficas verdes inyectadas por cuarzo. Enfrente, arenisca de la serie con carbón.

Fotos A. Heim



1. Anfibolita (*Cerro de La Espuelita, Villa Unión; x 44, sin analizador*).
1: hornblenda; 2: escapolita; 3: granate; 4: magnetita.



2. Hornfels (*M. 22; punto m de la FIG. 5; x 44, sin analizador*).
1: escapolita; 2: diópsido; 3: titanita; 4: cuarzo.

*Es propiedad de la Dirección de Minas
y Geología de la Nación.
Prohibida su reproducción.*

Terminó la impresión de esta obra el 15 de noviembre de 1946.