

REPUBLICA ARGENTINA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA
DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651

BOLETIN N° 126

DESCRIPCION GEOLOGICA

de la

HOJA 15 d, "FAMATINA"

Provincia de

La Rioja

Carta Geológico-Económica de la República Argentina

Escala 1: 200.000

POR

JUAN CARLOS M. TURNER



BUENOS AIRES

1971

REPUBLICA ARGENTINA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA
DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651

BOLETIN N° 126

DESCRIPCION GEOLOGICA

de la

HOJA 15 d, "FAMATINA"

Provincia de

La Rioja

Carta Geológico-Económica de la República Argentina

Escala 1: 200.000

POR

JUAN CARLOS M. TURNER



BUENOS AIRES
1971

MINISTRO DE INDUSTRIA Y MINERIA

Carlos Gerardo Casale

SUBSECRETARIO DE MINERIA

Alfonso Pérez Ghiglia

DIRECTOR NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

Raúl A. Müller

I N D I C E

	Pág.
RESUMEN	9
INTRODUCCION	11
A - Ubicación de la Hoja y área que abarca	11
B - Naturaleza del trabajo	11
C - Investigaciones anteriores	12
GEOGRAFIA	15
A - Fisiografía	15
1. Orografía	15
2. Hidrografía	17
B - Clima	18
C - Suelos y vegetación	19
D - Población e industrias	20
E - Medios de Comunicación y Transporte	21
F - Recursos Naturales, Actuales y Potenciales	22
GEOLOGIA	23
A - Estratigrafía	23
I. Relaciones Generales	23
II. Cuadro estratigráfico	24
III. Descripción de las Formaciones Geológicas	25
1. Precámbrico	25
a) Formación Antinaco	25
b) Formación Paimán (granito porfiroideo)	27
c) Formación Negro Peinado	28
d) Formación Nuñoreo (granito)	30
e) Rocas de dique	31
f) Edad	32
2. Paleozoico	34
a) Carbónico: Formación Agua Colorada	34
Edad	37
b) Pérmico: Formación de la Cuesta	38
Edad	39
3. Mesozoico?	39
Triásico?: Formación del Crestón	39
Edad	41
4. Cenozoico	42
a) Terciario	42
I) Grupo Angulos	42
Formación del Abra (Estratos Calchaqueños)	43
Formación del Buey (Estratos Calchaqueños)	44
Formación El Durazno (Estratos Araucanos)	46
Edad	47
II) Plioceno?: Formación Schaqi (Estratos Araucanos)	47
Edad	48

	Pág.
III) Formación Mogote (dacita)	48
Edad	48
b) Cuartario	49
I) Inferior (Eocuartario)	49
II) Superior	50
III) Reciente y actual	51
B – Estructura	51
C – Geomorfología	61
D – Historia Geológica	68
RECURSOS MINERALES	75
A. Yacimientos metalíferos	75
1. Wolframio	75
2. Cobre	79
3. Oro	82
4. Plomo	84
5. Plata	85
B. Yacimientos no metalíferos	85
1. Baritina	85
2. Carbón	85
C. Rocas de Aplicación	86
1. Calizas	86
2. Ocre	86
3. Material Refractario	87
GFOLOGIA APLICADA	87
RECURSOS DE AGUAS	89
A – Aguas Superficiales	89
B – Aguas Subterráneas	92
DESCRIPCIONES PETROGRAFICAS	
por el Dr. Jorge F. Villar Fabre	97
LISTA BIBLIOGRAFICA	107

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de ubicación de la HOJA 15d, FAMATINA.
2. Mapa de ubicación de los yacimientos de minerales.

CUADROS

- I.
 - a) Datos meteorológicos correspondientes a Famatina
 - b) Datos meteorológicos correspondientes al puesto Agua Clara.
- II. Registro de aforos.
- III. Análisis de agua.

LAMINAS

- I.
 1. Sector del río Blanco y arroyo los Frailes, mostrando la falla entre la Formación Agua Colorada (A) y el Grupo Angulos (B) que pasa por el portezuelo Agua de los Caballos; en el centro y a la derecha las terrazas sobre los sedimentos del Grupo Angulos.
 2. Manifestación de ocre hematítico al oeste del puesto El Tule.

- II.
 - 1. Terrazas en Chilitanca, entre los ríos Amarillo y Achavil.
 - 2. Sedimentos aluviales en el río Amarillo, Corral Amarillo, agua arriba del portezuelo de los Berros, portadores de ocre limonítico.
 - 3. Contactos tectónicos entre las Formaciones Negro Peinado—Agua Colorada y Agua Colorada—El Durazno (Grupo Angulos) en el pie nordeste del cerro Collapotrero. En el plano medio el portezuelo de los Berros.
- III.
 - 1. Extremo septentrional del ramal occidental de la Sierra de Velasco y parte de las Cumbres.
 - 2. Escarpa de falla a lo largo del río de las Vueltas y del Vinigiados, Sierra de Velasco.
- IV.
 - 1. Falla entre el Grupo Angulos, a la izquierda, y la del Crestón, a la derecha. En el río Campanas, al oeste de Santo Domingo.
 - 2. Manifestación de cobre, mina “San Juan”, portezuelo de Santa Rosa.
- V.
 - 1. Vista general del yacimiento de wolframio, mina “Faltriquera”.
 - 2. Casas de la administración y planta de concentración de la mina “Faltriquera”.
- VI. Interpretación gráfica de la deposición de los elementos del Grupo Angulos.
- Perfiles.
- Mapa Geológico-económico de la República Argentina, HOJA 15d, FAMATINA (provincia de La Rioja), escala 1:200.000.

DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA HOJA 15d — FAMATINA

PROVINCIA DE LA RIOJA

R E S U M E N

La Hoja 15d, Famatina, situada en la región centro-occidental de la provincia de La Rioja, comprende un tramo de la Sierra de Velasco y de la pendiente oriental de la Sierra del Famatina. En el presente trabajo se describen sus condiciones económicas y geológicas.

La comarca forma parte de la región semiárida del noroeste argentino, en la cual las aguas superficiales son escasas y generalmente transitorias. El clima es templado cálido en los sectores de poca altitud, mientras que a mayores altitudes se torna más frío. Las precipitaciones son estacionales, durante el verano. En los sectores encumbrados de los cordones son frecuentes las granizadas y nevadas, sobre todo durante la estación cálida. Los suelos por lo general son inmaduros y esqueléticos, pero donde hay agua en suficiente cantidad producen buenas cosechas. En cuanto a la vegetación, la comarca está comprendida dentro de la Provincia Central (Monte), y las cumbres en el ángulo sudoeste, corresponden al sector Andino de dicha provincia.

Su relieve está integrado por tres cordones orientados aproximadamente norte sur, separados por depresiones. En el rincón sudoeste se encuentran las altitudes mayores, que culminan con el cerro La Cunchi, de 4.950 m. En la margen sur de la cuenca oriental están las altitudes menores, de 1.100 m s.n.m. Los diversos cursos de agua de la región pertenecen a tres cuencas imbríferas distintas, a saber: la del río Salado o Colorado en el norte y este; la del río Grande en el sudeste y finalmente la del río Mayuyana en el sur y en el oeste. La red hidrográfica está más desarrollada en el declive oriental de los contrafuertes de la Sierra del Famatina.

Los centros poblados más importantes están ubicados en la depresión occidental, donde se encuentra la localidad de Famatina con 6.000 habitantes. El número total de pobladores no sobrepasa de los 10.000. Los medios de comunicación y transporte están desarrollados medianamente. Dos rutas nacionales, las N° 40 y 75 cruzan la región.

Desde el punto de vista geológico, la región presenta caracteres interesantes. Intervienen en su constitución geológica rocas del basamento cristalino que afloran en las fracciones oriental y central. Está integrado por un complejo metamórfico, en su mayoría migmatitas, junto con esquistos cuarzo-micáceos, filitas, cuarcitas, etc. Las migmatitas deben su formación a la intrusión de un granito porfiróideo.

En la fracción occidental hay un complejo metamórfico, denominado Formación Negro Peinado, constituido por esquistos cuarcíticos, pizarras, filitas, cornubianitas, cuarcitas y, en menor cantidad, calizas. El metamorfismo resultó de la intrusión de rocas ígneas, plutónicas e hipabisales, de la familia granítica en su gran mayoría.

Luego sobrevino un período de denudación que labró la superficie de erosión sobre la cual se apoyan los sedimentos continentales de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta. Los depósitos de la primera comienzan con un conglomerado, siguen luego areniscas de color amarillento y gris, arcosas y lutitas carbonosas. La entidad ha sido asignada al Carbónico, sobre la base de los restos orgánicos de plantas que se han encontrado.

La Formación de la Cuesta (Pérmico) se acumuló tras una breve fase de movimientos con su consiguiente erosión, que originó una discordancia en su base, como se ha observado en la región adyacente al oeste. La Formación está representada por un conjunto potente de conglomerados, areniscas de grano mediano a fino, de color-rojo característico y en el techo por margas y lutitas multicolores.

Al finalizar la deposición de estos sedimentos, entraron en acción movimientos de otra fase del ciclo Variscico (?), que dieron origen a la superficie de denudación sobre la cual descansan los elementos de la Formación del Crestón (Triásico?). El complejo está integrado por sedimentos conglomerádicos, areniscos y piroclásticos, presentando en su base

un banco de tres metros de espesor de un conglomerado sumamente duro. Los clastos que predominan en los conglomerados son de andesita.

Tras una prolongada denudación se acumularon los depósitos del Grupo Angulos (Estratos Calchaqueños y Araucanos — Mioceno, Plioceno). Corresponde a una potente serie sedimentaria, compuesta por areniscas de color pardo rojizo, grisáceo y amarillento blanquizco, de grano variable, con intercalaciones de capas conglomerádicas potentes y de bancos tobáceos, areniscas de grano fino y lutitas yesíferas, con restos orgánicos de pelecípodos pertenecientes a *Corbicula stelzneri* Doering. Las particularidades litológicas permiten diferenciar tres Formaciones dentro del Grupo Angulos.

Los materiales de la Formación Schaqi (Araucanense? — Plioceno?) sólo se han reconocido en la margen occidental del río de los Sauces, próximo al borde septentrional de la comarca motivo de este estudio. Posteriormente tuvo lugar una erupción dacítica, cuyas demostraciones se conservan en el sector occidental de la comarca.

Después de haber actuado movimientos de dos o más fases del ciclo Andico, se acumularon los acarreo cuaternarios, en los cuales se han diferenciado tres entidades. La más remota corresponde a antiguos conglomerados y está integrada por sedimentos pobremente consolidados, en parte limos rojos semejantes a los del Bonaerense. A continuación tuvo lugar un movimiento del ciclo Andico, que dislocó los depósitos que se acababan de acumular. La segunda está compuesta por sedimentos clásticos gruesos, con intercalaciones de bancos de arenas, de limos y de arcillas. Finalmente a la tercera corresponden los acarreo recientes y de hoy día, integrada por rodados, arenas y limos.

La tectónica se expresa en bloques encimados y fracturas inversas. La región presenta estructura en bloque, debida a fallas longitudinales de rechazo de varios centenares y aun miles de metros. Los bloques están caracterizados por su alineamiento meridional. Estructuralmente corresponde a dos provincias geológicas: Sierras Pampeanas en el naciente y Traspampeanas en el poniente.

Se han reconocido movimientos atribuidos a los ciclos del Precámbrico y Caledónico (*latu sensu*) que actuaron sobre los materiales del basamento cristalino y Formación Negro Peinado. Los del ciclo Variscico originaron las discordancias entre las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta y entre ésta y la del Crestón. Finalmente, entraron en acción los movimientos del ciclo Andico, que plegaron, fracturaron y motivaron el ascenso de los bloques.

En lo referente a los *Recursos Minerales*, se mencionan los yacimientos y manifestaciones conocidos de wolframio, cobre, oro, plomo, plata, baritina, carbón y ocre, y se indican guías para futuras exploraciones.

En materia de *Recursos de Aguas*, se tratan los cursos permanentes y transitorios, además de exponer brevemente las posibilidades de alumbrar agua en el valle de Antinaco. Se adjunta con el informe un cuadro con 12 análisis de agua.

En *Descripciones Petrográficas*, se transcriben las descripciones de muestras de rocas, resultantes del estudio realizado por el doctor Jorge F. Villar Fabre.

INTRODUCCION

La Hoja 15d, Famatina abarca fracciones de dos Sierras importantes de la provincia de La Rioja, la de Velasco y la del Famatina, esta última, en tiempos pasados, de gran importancia económica por los minerales que de ella se extraían.

En la parte septentrional y oriental de la comarca, el agua es bastante escasa, contrastando con las condiciones en el curso medio y superior del río Amarillo. A mayor altitud en los cordones montañosos, las condiciones generalmente son algo mejores, por la abundancia de agua y pastos, sobre todo en la Sierra de Velasco.

El estudio de la comarca se comenzó por razones de interés económico, ya que se conocían manifestaciones de minerales, como, por ejemplo, wolframio, al norte y al poniente de la localidad de Famatina; de minerales de cobre en los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina; aluviones auríferos, como los de "La Mariposa", etc.; baritina, ocre, etc. Desde el punto de vista geológico, tiene también su interés, ya que en la comarca afloran varios complejos cuyas relaciones estratigráficas son de importancia para la interpretación de la geología de La Rioja.

Durante el mes de febrero de 1954 se desempeñó como ayudante el señor Sergio Archangelsky, alumno geólogo agregado a esta Comisión. En las tareas de gabinete colaboraron el doctor Jorge F. Villar Fabre, con su estudio de los cortes microscópicos de las rocas, y la señorita A. Morrone, con el dibujo definitivo de los perfiles.

A. Ubicación de la Hoja y área que abarca

La comarca motivo de este informe se encuentra ubicada en el centro-oeste de la provincia de La Rioja, comprendiendo parte de la Sierra de Velasco y de los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, según puede verse en el mapa de ubicación (Fig. 1). Para su mejor delimitación se dan las coordenadas geográficas: entre 28°30' y 29°00' de latitud sur y 67°00' y 67°45' de longitud oeste de Greenwich.

El límite norte pasa aproximadamente por Famalilao, Las Cumbres y Durazno; el este por la pendiente oriental de la Sierra de Velasco; el límite sur por el mogote La Pampa, portezuelo Mal Paso, Guandacol, El Pastoso y La Caldera; el oeste pasa por Los Arenales, cerro Agua de la Falda, Huaico Hondo, cerrito Blanco, Las Tres Juntas, cerros de los Loros y del Potrero Seco. El límite norte está a unos 48 km en línea recta de Tinogasta, mientras que el límite sur dista unos 19 km de Chilecito.

El área que abarca la Hoja es de 4.058 km² y consta de 73 km de este a oeste por 55 km de norte a sur.

B. Naturaleza del trabajo

El levantamiento geológico se llevó a cabo en dos campañas. La primera

de abril a junio de 1948 y la segunda de febrero a abril de 1954, en total cinco meses de trabajo de campaña. En este intervalo se procedió a la recolección de muestras, el reconocimiento de los yacimientos minerales y la anotación de datos geológicos, sobre cuya base se preparó el presente informe y el mapa correspondiente.

Como base topográfica se contó con un mapa en escala 1:100.000, levantado por los topógrafos de esta Repartición, señores Arsainena, Pusch y Valero, quienes llevaron a cabo sus trabajos de campaña en los años 1938-1941, 1952-1954. La labor por ellos realizada es digna de encomio y fue uno de los factores que influyeron en el buen desempeño de esta Comisión Geológica.

El método de levantamiento empleado fue el expeditivo, sobre la base de perfiles transversales a la estructura regional. La mayor parte del recorrido tuvo que efectuarse a lomo de mula, ya que los pocos caminos aptos para vehículos automotores están circunscriptos a los valles. Sólo hay un camino que entra en la sierra, como se verá en la parte correspondiente a *Medios de Comunicación y Transporte*. Las condiciones climáticas permiten trabajar durante todo el año en la mayor parte de la comarca; en el verano dificultan la tarea los temporales con sus lluvias torrenciales, de poca duración, mientras que la temperatura elevada en los valles, es otro inconveniente que se agrega.

Para poder llevar a cabo un estudio en esta comarca es imprescindible contar con una buena tropa, pero el ganado mular es más bien escaso. La falta de pastos naturales es casi total en el pie oriental de los contrafuertes de la Sierra del Famatina y en la ladera occidental de la Sierra de Velasco. En la cadena de Paimán y el resto de los contrafuertes de la Sierra del Famatina, la falta no es total, aunque los pastos son bastante escasos. En cambio, en la parte alta de la Sierra de Velasco el pasto es muy abundante, en vegas extensas. En los meses de julio a noviembre, el pasto natural prácticamente ha desaparecido. Para la manutención de la tropa es necesario adquirir grano, el cual se puede conseguir en Famatina o más fácilmente en Chilecito.

Las aguadas y vertientes, no siempre con agua, crean otro problema, siendo a menudo necesario interrumpir o cambiar de itinerario por la falta del indispensable líquido.

C. Investigaciones anteriores

La provincia de La Rioja, y, dentro de ella, la Sierra del Famatina, desempeña un papel muy importante en la historia minera de la República Argentina. Sus metales, principalmente el oro y la plata, eran conocidos y extraídos en épocas precolombinas. En la segunda mitad del siglo XIX, y a comienzos del siglo XX, la Sierra del Famatina fue visitada por numerosos mineros. Entre éstos, han dejado informes, Rickard, Hoskold y Hünicken.

El primero que exploró esta comarca con inquietudes geológicas según se tenga noticias, fue Martín de Moussy (1860, I, Lám. XXX), quien realizó un reconocimiento con fines más bien geográficos, ya que los datos geológicos que aporta son muy reducidos.

Stelzner (1885 y 1923) recorrió esta región en febrero y marzo de 1872, con el objeto de realizar estudios geológicos, publicando sus resultados años más tarde, luego de su regreso a Alemania. Estudió las rocas cristalinas antiguas, asignándolas al Arcaico, y las areniscas y lutitas con restos de plantas. Fundado en el estudio de estos fósiles, consideró los sedimentos portadores como del Rético.

Pocos años después, Brackebusch (1891) lleva a cabo exploraciones geológicas en las Sierras de Velasco y del Famatina.

Bodenbender, en 1909, estudia gran parte de la región occidental, publicando el correspondiente informe con su mapa geológico (1916 y 1922). Considera los esquistos, pizarras, etc. (en el presente informe denominados Formación Negro Peinado) como del Cámbrico—Ordovícico, y las rocas graníticas (Formación Ñuñorco) como del Ordovícico. Propone la denominación de Estratos Famatinenses (Formación del Crestón) para sedimentos equiparables con los que consideró como Paganzo III en el sur de la provincia de La Rioja (Bodenbender, 1911 y 1912). Describe sedimentos fosilíferos como del Cretácico superior o Terciario inferior, que en el presente trabajo se asignan a la parte media del Grupo Angulos (Estratos Calchaqueños), es decir, Mioceno.

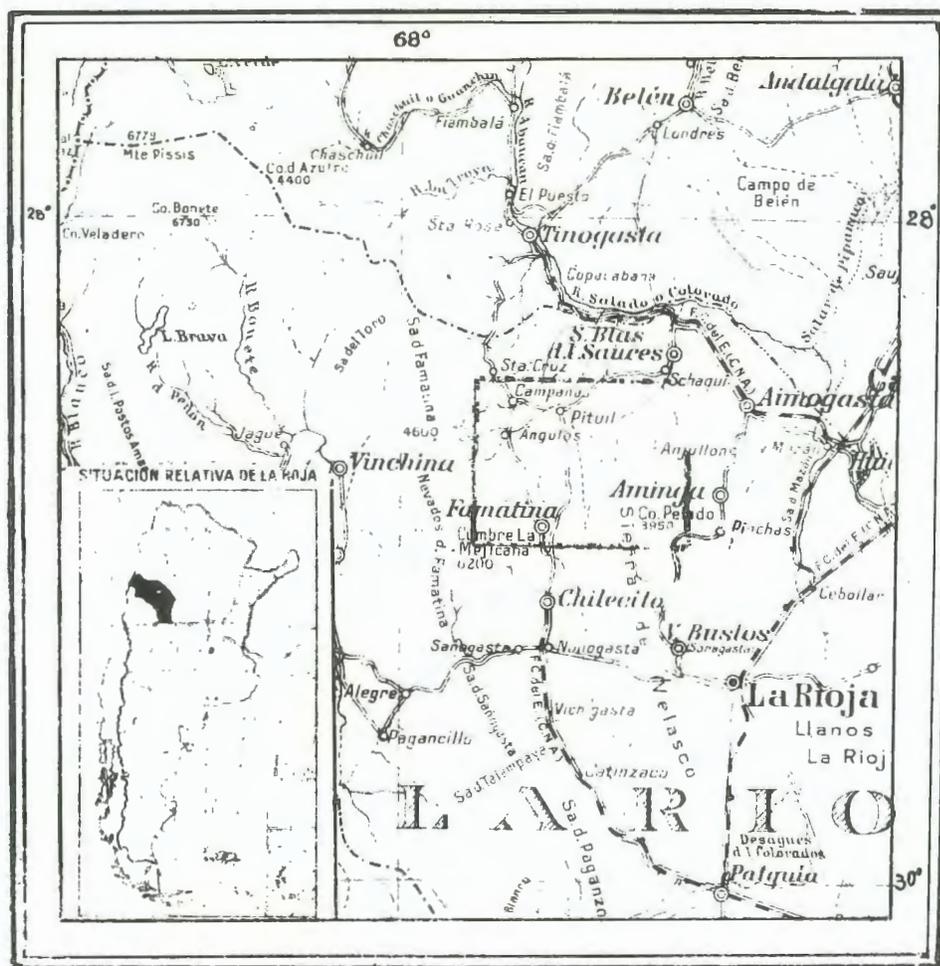


Fig. 1. Mapa de ubicación de la HOJA 15d, FAMATINA, escala 1:2.500.000

Una interesante publicación minera debida a Viteau (1910) trae un breve resumen de la constitución geológica del rincón sudoeste de la región, conjuntamente con el estudio de numerosas minas de la Sierra del Famatina.

Posteriormente Penck (1920) pasa por la localidad de Angulos y menciona haber observado una morena al oeste de dicho paraje (tomado de Keidel, 1922). Se trató de ubicarla pero sin éxito.

Sobral (1921) realiza una excursión por el portezuelo Santa Rosa y el río Amarillo, y da a conocer detalles de índole geomorfológica; recoge datos con los cuales presenta un estudio que se refiere principalmente al proceso geológico que actuó en el transporte de los grandes bloques existentes en los valles de Antinaco y Famatina, llegando a la conclusión que el agente fue la soliflucción. Además, menciona los conglomerados y brechas del río Amarillo.

En 1924 aparece un nuevo trabajo de Bodenbender, en el cual relaciona sus observaciones de la Sierra del Famatina con las efectuadas por Penck y él al oeste de Fiambalá. En esta publicación rectifica algunos conceptos emitidos anteriormente. Afirma que los Estratos Calchaqueños de Penck (1920, pág. 153) son equivalentes a sus Estratos Famatinenses (Bodenbender, 1922 pág. 39; 1924, págs. 410, 440 y 468) y que estos últimos no corresponden al Paganzo III. Además, que los Estratos de la Puna de Penck (1920, pág. 175) son idénticos a sus Estratos Calchaqueños (Bodenbender, 1912, pág. 111; 1922, pág. 49 y 1924, págs. 451 y 458).

Bravo (1934) aporta datos someros sobre la mina del Mogote del río Blanco y de los aluviones auríferos del río homónimo.

Años después, Groeber (1940) lleva a cabo una rápida recorrida por gran parte de la comarca estudiando principalmente los sedimentos del Terciario, y hace conocer sus resultados mediante un breve informe acompañado de un mapa geológico en escala 1:1.000.000.

Harrington, entre los años 1941 y 1943 recorre una parte de la zona occidental de la comarca. Sus observaciones permanecen inéditas, con excepción de una breve mención en un trabajo de 1942. Gentilmente facilitó su mapa geológico al autor.

En 1945, Borrazás y Tognón estudiaron un pequeño sector en ambas márgenes del río Chaschuil, al oeste de la localidad de Angulos, como trabajo final de tesis. El primero se dedicó a los sedimentos correspondientes a los Estratos Calchaqueños (Grupo Angulos en el presente informe) y el segundo a los Estratos de Paganzo II (Formación de la Cuesta) y Estratos Famatinenses (Formación del Crestón).

Russo (1946) lleva a cabo un estudio geológico del sector al oeste de la localidad de Famatina y al sur del río Amarillo, del cual se ha extractado parte de lo expuesto en Formación Negro Peinado.

En 1949, Stoll (1963) estudia los yacimientos del Mogote del río Blanco.

Otros trabajos de índole minera, y lógicamente circunscriptos a áreas muy reducidas, son los de Lanefors y Wässman (1930), Gerez (1933), Fernández Aguilar (1942) y De Vito (1949).

de Alba (1954) da a conocer sus estudios en la región al sudoeste, correspondiente a la Hoja 16c, Villa Unión.

El autor trata en conjunto la provincia geológica en forma resumida (Turner, 1962a) y da a conocer la estratigrafía de la comarca (Turner, 1962b). Posteriormente se publica la memoria descriptiva correspondiente a la comarca adyacente al poniente (Turner, 1964).

G E O G R A F I A

A — Fisiografía

1. Orografía

Desde el punto de vista fisiográfico, la comarca se puede considerar dividida en elevaciones y depresiones; ambas entidades son meridianas. Las menores altitudes se encuentran en el centro-sur de la región, donde comienzan con 1.100 m s.n.m. y se elevan hacia el oeste hasta alcanzar los 4.950 m en el cerro la Cunchi, ya casi en el límite occidental de la comarca. Al naciente, las pendientes de las elevaciones son abruptas, mientras que al poniente son algo más suaves y sus cimas relativamente de más fácil acceso. La unidad orográfica principal de la región es la Sierra de Velasco. Las líneas estructurales dominan la orografía y constituyen la base para la articulación de la red de avenamiento.

En un perfil de este a oeste, queda al naciente la alta Sierra de Velasco, de 55 km de largo y 30 km de ancho dentro de la comarca. La dirección general del cordón es nornordeste-sudsudoeste. Al norte de la latitud de Antinaco el cordón comienza a ramificarse, para constituir dos filos desiguales: el del este es el principal y continúa por largo trecho hacia el norte, mientras que el del oeste es secundario y gradualmente pierde altitud a medida que se aproxima al límite septentrional de la comarca; este último desaparece bajo los depósitos aluviales a los dos o tres kilómetros de traspasar el límite. La Sierra de Velasco está limitada al naciente por la depresión de Aimogasta-Pinchas y al poniente por el valle de Antinaco.

La línea de cumbres de la Sierra de Velasco está poco disectada; sus altitudes disminuyen del centro, aproximadamente, hacia los extremos. El cordón culmina en el cerro El Cotao con 4.257 m s.n.m. Hacia el norte se tiene la cumbre Irucho, de 4.230 m, el cerro Negro de 3.900 m y la loma Baya de 3.200 m. Hacia el sur, igualmente disminuyen las altitudes, teniendo los cerros El Melao 4.240 m s.n.m., Alto Secadal 4.100 m y El Pelado 4.000 m. Como se advierte la disminución de altitud es de unos 250 m en 17 km de longitud, en su tramo austral. En cambio, hacia el norte, la disminución en altitud es algo más del doble, unos 1.250 m en 40 km de distancia.

Entre el cordón principal y su ramificación occidental, en la parte noreste de la comarca está la depresión denominada Las Cumbres.

Al oeste y paralelamente a la Sierra de Velasco, se extiende una amplia depresión meridiana, el valle de Antinaco. Es una depresión amplia que en el norte se dilata aun más, alcanzando un ancho máximo de 33 km. Desagua hacia el norte por medio del río Pituil y otros, mientras que hacia el sur su cauce principal es el río Mayuyana. Desde la latitud de Pituil hasta la quebrada de Capayán (límite sur de la comarca), hay un desnivel de 140 m, en una distancia de 50 km, mientras que entre Pituil y el límite norte, el desnivel es de 50 m en una distancia de cinco kilómetros.

La cadena de Paimán, cordón largo y estrecho de dirección nornoroeste-sudsudeste que nace en Campanas, delimita por el poniente a esta amplia

depresión. Corresponde a un cordón de rocas graníticas y migmatitas de 50 km de longitud (dentro de la comarca) y de 15 km de ancho en su fracción septentrional y cinco kilómetros en su tramo austral, término medio; donde alcanza su ancho máximo de 20 km es en La Aguadita, al avanzar hacia el poniente hasta adosarse con el cordón de los Ramblones, que a su vez es parte integrante de la cadena de Paimán.

Al norte de La Aguadita, la cadena de Paimán está delimitada por una depresión de superficie irregular, mientras que hacia el sur la depresión ya es un surco meridiano bien neto, el valle de Famatina. Este tiene 25 km de largo y un desnivel de 700 m en ese tramo. La depresión septentrional, prolongación del valle de Famatina, como ya se ha expresado, es de superficie irregular, presentando ocasionalmente portezuelos y lomadas constituidas por acarros del Cuartario.

Esta línea de valles longitudinales y portezuelos está delimitada al poniente por los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina; en el norte entran por unos siete kilómetros en la comarca, aumentando gradualmente hacia el sur, hasta alcanzar 18 km en el límite austral. En el norte son fillos con dirección nornordeste-sudsudoeste, con excepción del filo oriental, y en el sur prácticamente meridianos, o ligeramente desviados hacia el nordeste.

De norte a sur y de este a oeste los fillos principales son los siguientes: cerro de Santo Domingo con 2.630 m, cerro del Potrero Seco y su prolongación austral, Filo de los Loros, ambos por encima de la curva de los 2.600 m. Al oeste de Angulos se tiene el cerro del Abra con 2.100 m, que al norte del río Chaschuil se conoce con el nombre de Alto de los Loros y al sur del río Blanco se denomina Filo Colorado. Esta es la lomada cuya dirección no concuerda con el rumbo de las demás. Presenta dirección nornoroeste-sud-sudeste. Entre esta línea de cerros y el filo de los Loros al oeste, se tiene el cordón de Alaniz, que al sur del río Chaschuil se conoce con el nombre de filo de Alaniz. En el ángulo abierto hacia el sur, formado entre estos fillos divergentes, aparece una serie de lomas y "planchadas" menos elevadas que los cordones delimitantes. Así se tiene El Cimarrón de 2.750 m, algo más al oeste las pampas Seca y Pelada. El mogote del Río Blanco sería el nudo de estas elevaciones menores, correspondiendo a una chimenea dacítica de la cual parten diques de dacita que llegan hasta el río Chaschuil.

Al poniente de la localidad de Famatina está la pendiente oriental de la sierra de igual nombre, constituida por un conjunto de serranías o fillos, que en términos generales se orientan según el meridiano y que penetran mucho más en la comarca que en el norte. Está caracterizada por su mayor extensión, por su menor declive y una configuración orográfica algo complicada, debida a su amplia red de avenamiento. Los cordones desaparecen en el norte en la zona de valles transversales de Chilitanca o algo más allá todavía, en la cañada del Medio. El filo más oriental corresponde a la Loma Colorada o cerro del Carrizal, de 2.390 m. Hacia el poniente le sigue el filo integrado por los cerros Corrales, Faltriquera, Alto Ciénaga (3.382 m), Ñuñorco 3.976 m, y Caldera de 4.400 m. Este cordón es una ramificación del filo de los Bayos, mientras que la cadena más al poniente, integrada por los cerros de la Cunchi (4.950 m), Los Arenales y Collapotrero de 3.500 m, es un desprendimiento del filo de La Mejicana. Finalmente se tiene la línea constituida por los cerros Agua de la Falda y de la Casa Blanca como terminación septentrional del filo Azul (Hoja 15c). Del Ñuñorco hay un desprendimiento hacia el naciente, correspondiendo al cerro de la Falda Grande de 3.700 m. Están unidas mediante una meseta de poca amplitud, la Hoyada. El filo cerros de la Faltriquera y Corrales se continúa hasta la cañada Verde, por medio de las lomas de los Pocitos. Como se observa en el mapa, los fillos aumentan de altitud de naciente a poniente, comenzando con 2.390 m (Loma Colorada) para alcanzar los 4.950 m (La Cunchi).

2. Hidrografía

De acuerdo con las condiciones climáticas generales y con la orografía, la red hidrográfica ha alcanzado más desarrollo en las pendientes orientales, mientras que en las occidentales, abruptas y secas, está muy poco perfeccionada; hasta los ríos más importantes tienen poco caudal.

Los diversos cursos de agua de la comarca pertenecen a tres cuencas imbríferas distintas, a saber: la del río Salado o Colorado, la del río Grande y finalmente la del río Mayuyana. El río Salado o Colorado pasa por Alpasinche y Aimogasta para desembocar en Desagües del río Salado; todas estas localidades están en comarcas vecinas, como también el río Salado. El río Grande pasa por Villa Bustos y La Rioja, para infiltrarse poco al naciente de esta última localidad. El río Mayuyana desagua en los Bajos de Santa Elena. Aproximadamente el 50 % del área de la comarca pertenece a la cuenca imbrífera del río Salado o Colorado. Al río Grande corresponde la menor superficie. Los ríos siguen valles longitudinales en la parte media de la Sierra de Velasco y transversales en sus laderas. En el resto de la comarca son más bien transversales, aunque el curso superior del río Amarillo es longitudinal. Los grandes rasgos del sistema hidrográfico se adaptan al cuadro estructural.

Las aguas que pertenecen a la cuenca imbrífera del río Salado o Colorado surcan la parte septentrional de la comarca. La ladera oriental de la Sierra de Velasco es avenida por varias quebradas, con agua en su curso superior, que la pierden en cuanto llegan a los terrenos sedimentarios de su pie; las más importantes son las siguientes, de norte a sur: de Anjullón, Los Molinos, Anillaco, de Aminga, de Pinchas y Agua Blanca. Todas son tributarias del río de la Punta, afluente de la margen derecha del río Salado o Colorado.

En el tramo medio de la Sierra de Velasco, varios cursos de agua se dirigen de sudsudeste a nornordeste, y al unirse constituyen el río de los Sauces. Los más importantes son: Vallecito, Vinigiados, Grande, Casa de Piedra, y Las Vueltas. Ya en la pendiente este de la Sierra del Famatina, los ríos son de recorrido mayor y más caudalosos; de norte a sur son el Campanas, el Chaschuil y el Blanco. Estos dos últimos se juntan en la localidad de Angulos y de ahí hacia el naciente se denomina río Chañarmuyo o Pituil. Tienen sus cabeceras en la parte alta de la Sierra del Famatina, en el área abarcada por la Hoja 15c.

El río Campanas recorre sedimentos continentales del Mesozoico y Terciario; un afluente importante es el arroyo Manzanito; al desembocar en la llanura, se dirige al nordeste, hacia el río Salado o Colorado. El Chaschuil, en las Tres Juntas recibe dos afluentes, el Cachiyuyo y el del Cajón; al salir de la serranía, fluye por las mesadas al oeste de Angulos hasta juntarse con el río Blanco. Este último pasa por el pie sur y este del mogote del Río Blanco, con dirección nordeste hasta la localidad de Angulos, donde después de unirse al río Chaschuil, atraviesa la cadena de Paimán, en dirección sur-norte, para luego seguir hacia el este-nordeste. Otros ríos menores son el de Famalialao y el de los Talas.

Las aguas pertenecientes a la cuenca imbrífera del río Grande tienen sus nacientes en el rincón sudeste de la comarca, al sur de los cerros El Melao y de los Venados. Estas aguas fluyen hacia el sur y sudeste. El cauce principal es el río Real Viejo.

La cuenca imbrífera del río Mayuyana desagua gran parte de la pendiente oriental de la Sierra del Famatina y casi toda la ladera occidental de la Sierra de Velasco. Los cursos de agua del declive oeste de la Sierra de Velasco son de poca importancia, mereciendo nombrarse la quebrada de la Schapaña.

La cadena de Paimán no tiene ningún río importante, siendo digno de mención el de Tazo Quebrada o río Paimán.

La arteria principal, no sólo de esta cuenca sino de toda la región, es el río Amarillo, que tiene sus cabeceras en el sector de los nevados, dentro de la comarca vecina al poniente. En realidad debería denominarse río del Marco, por ser éste el de mayor caudal y tener sus nacientes en la sierra encumbrada, pero, como el río Amarillo, aunque de menor caudal y recorrido, impone su color a las aguas, se le conoce con ese nombre. La cuenca del río Amarillo está formada por el río Achavil, el del Marco con el del Volcancito, y el río Amarillo. Todos los demás afluentes y tributarios son de importancia secundaria. En El Durazno se junta el río del Marco con el Amarillo y en Corrales se le une el río Achavil. Desde esta última localidad el río se dirige hacia el este para en Carrizal girar hacia el sur y finalmente en Guandacol o un poco más al sur, cambiar de rumbo para atravesar la cadena de Paimán, de oeste a este. El recorrido del río Amarillo es semejante a una S contorneando el filo de la Caldera Ñuñorco Faltriquera, caso análogo al del río del Marco.

La divisoria de aguas entre esta cuenca y la del río Salado o Colorado, en el valle de Antinaco, pasa poco al sur de Pituil. En la Sierra de Velasco, la divisoria de aguas corresponde a la línea de cumbres del filo occidental.

Por último, los cursos de agua que bajan de la Falda Grande y alrededores constituyen el río Agua Negra, que se dirige hacia el sur, internándose en la comarca adyacente, y finalmente desagua en los bajos de Santa Elena, es decir, corresponde a la cuenca imbrífera del río Mayuyana.

B — Clima

La comarca está comprendida dentro de la región de clima continental, templado cálido, semiseco, característico del noroeste argentino. La parte alta de la Sierra de Velasco en el nacimiento, como el filo de la Cunchi Collapotrero en el poniente, gozan de clima más parecido al de la región andina. Constituyen islas climáticas dentro de la región semiárida del noroeste argentino. En el verano se comportan como condensadores de humedad. El factor decisivo para el clima, para la vida de sus habitantes y para la formación morfológica de la región, es el viento del este, portador de humedad durante el estío.

Faltan casi por completo antecedentes meteorológicos de esta comarca; por consiguiente, no se puede aportar detalles precisos sobre el clima de la región, pero pueden aplicarse los datos de Chilecito y Tinogasta. Las únicas observaciones meteorológicas disponibles son las correspondientes a precipitaciones. Debido a la diferencia de altitud entre los valles y las cimas de las sierras y como consecuencia de ésta, hay distintos climas, pudiéndose considerar que existen dos sectores climáticos, uno de los valles y elevaciones menores, de clima benigno y otro más riguroso, en las cumbres de las sierras.

De las cinco regiones climáticas en que se divide el país, según Davis (1910), la zona en estudio se halla comprendida dentro de la región Andina. Esta se caracteriza como desierto seco, donde llueve ocasionalmente. A partir de la cota de 2.500 m para arriba, el aspecto mejora un poco, teniendo las laderas y mesetas una cubierta vegetativa, bastante rala por cierto.

La temperatura durante el día es generalmente alta en el verano, sobrepasando los 35°C, debido a la intensa insolación; en cambio, en las altitudes la temperatura diurna es siempre baja, a consecuencia del viento que sopla casi constantemente. Las alturas son las que están expuestas a mayores contrastes de temperatura, no solamente por sus variados niveles, sino por las fluctuaciones bruscas que acompañan el cambio de viento de norte a sur. En el

invierno, en los valles se goza de una temperatura agradable, y aun calurosa, pero en las cumbres es riguroso, bajando a pocos grados sobre 0° , mientras que en la noche desciende a varios grados bajo 0° . Las amplitudes térmicas diurnas son considerables durante el verano y más aun en el invierno. Se producen como consecuencia de la baja humedad y cielo despejado, debido al calentamiento rápido durante el día y el enfriamiento en la noche.

Las heladas son habituales durante seis meses del año y casi diarias entre mayo y agosto.

Con respecto a los vientos, los más frecuentes soplan del norte y del sur; estos últimos predominan en el invierno. Los del oeste comienzan a soplar después del mediodía. El viento del norte, el zonda, con características de *foehn*, por ende descendente, es ocasional, seco y caliente y de vez en cuando huracanado. Este, junto con el del oeste, son secos y ardientes en los valles, donde queman la vegetación durante el verano. Los vientos son más comunes en la primavera, y a veces huracanados, sobre todo en las altitudes mayores. En el valle de Antinaco hay vientos locales que soplan cerro arriba durante la mañana y cerro abajo por la tarde, debido a las grandes diferencias de relieve en un espacio bastante reducido. En las cumbres dominan los vientos fríos del oeste y del noroeste.

La comarca se caracteriza por la excesiva falta de humedad del aire. Las precipitaciones son muy escasas, irregulares y estacionales, produciéndose casi todas durante el verano, en los meses de noviembre a marzo, por lo general en forma de aguaceros breves y fuertes. En los meses restantes las precipitaciones son excepcionales y de poca monta. En el invierno se producen contadas nevadas en las partes altas, donde suelen también ocurrir durante el verano. Las precipitaciones nivales son más frecuentes en el verano que en el invierno. Las laderas orientales reciben más agua que las occidentales.

Un gran inconveniente para la economía regional es el granizo en el verano, con sus consiguientes perjuicios en la agricultura y fruticultura. Las condiciones climáticas generales son favorables para cultivos de oasis. Sólo a veces heladas tardías y el zonda, y de vez en cuando también lluvias durante el período de la maduración de las uvas, causan daños.

La mejor temporada para realizar estudios en esta comarca está comprendida entre los meses de mayo y octubre. "En el verano la inestabilidad del tiempo es mayor, debido al calentamiento general, caracterizándose por la continua condensación de nubes alrededor de las altas cumbres, mientras que la estación del invierno se caracteriza por el predominio de los vientos fríos y secos." (Rohmeder, 1943).

C — Suelos y Vegetación

Los suelos en la parte serrana por lo general son del tipo esquelético, grises. El horizonte húmico está mal desarrollado o no lo está, con excepciones, como en las vegas o en lugares donde los valles se ensanchan.

En cambio, en las amplias depresiones se encuentran suelos con evolución edafogénica y agronómicamente más adecuados para diversos cultivos, tanto por la protección de los cerros, como por la presencia de agua que permite su riego.

En el valle de Antinaco el suelo es arenoso y está relacionado íntimamente con los médanos depositados en esos parajes. En otros lugares, hay un manto de rodados mezclado con material arenoso. En determinados sitios, los "bañados", donde se concentra el agua, el suelo es aprovechado para cultivos.

Las aguas del río Amarillo han podido formar un suelo agronómicamente

apto para la agricultura, dando lugar al desarrollo del pueblo de Famatina Carrizal y de algunas poblaciones situadas más arriba (Las Gredas, Escaleras, Corrales), concentradas cada una en una extensión de pocas cuadras de naciente a poniente, sobre las riberas del río.

La vegetación es xerófila, como consecuencia del clima. Las formaciones arbustivas dominan en los bajos y parte inferior de las laderas, siendo reemplazadas hacia arriba por pastos duros mezclados con formas de porte similar. O sea, el carácter de la vegetación está determinado por arbustos y subarbustos, junto con tola, yareta y cuerno en las alturas.

De acuerdo con la clasificación de Castellano y Pérez Moreau (1944), la región está comprendida en la provincia Central (Monte) y las cumbres en el sector Andino de dicha provincia, con los siguientes tipos de vegetación: Híemifruticeta, Siccideserta, Mobilideserta, Rupideserta, etcétera.

La vegetación en general, prescindiendo del tipo andino, propio del sector alto, es más rala a medida que se avanza hacia el norte. Los árboles están delimitados por la cota de 2.000 m, predominando el algarrobo blanco, el visco, el tala, el chañar y la retama. La zona donde más desarrollada se encuentra la vegetación arbórea es el valle de Antinaco. En la parte al norte de Famatina, en el valle homónimo, la vegetación ha sido talada para combustible. A lo largo de los cursos de agua como en las quebradas de Potrerillos, Trancas, Visco, etc., la vegetación arbórea penetra en los contrafuertes de la Sierra del Famatina hasta la cota de 2.200 metros.

Debido a la escasez de agua, predomina una vegetación xerófila con notable abundancia de plantas espinosas y escasez de plantas anuales. Corresponde a un matorral, más o menos denso, de arbustos y subarbustos, mezclados con árboles del mismo tipo ecológico, siendo una vegetación abierta o discontinua. Sin embargo, en los declives de los cerros, como al norte de Famatina, los arbustos constituyen una vegetación más bien cerrada, que dificulta el tránsito. Predominan las leguminosas, como chañares, algarrobos, etc. Abundan ejemplares de garabato, jarilla, molle, brea, tramontana, pichana, cachiuyo, etc. En cuanto a cactáceas, son muy abundantes las pencas en los amplios campos y se han observado cardones al poniente de la cadena de Paimán.

En el sector Andino, caracterizado por la ausencia total de árboles y el dominio de plantas muy bajas, rastreras, enanas y en rosetas, como asimismo las plantas en cojín (yareta y cuerno), la vegetación es igualmente abierta y discontinua. En las vegas, ciénagas y en puntos favorecidos de los valles, la vegetación es continua y en estos lugares se pueden encontrar arbustos, aunque pequeños, como tola. Predominan las plantas de la familia de las comuestas.

D — Población e Industrias

La comarca posee numerosos centros poblados, agrupados en las dos depresiones meridianas. La localidad más importante es Famatina, cabecera del departamento homónimo, con 6.000 habitantes. Le sigue Pituil con 1.200 habitantes y luego Campanas, que con los "suburbios" de Santo Domingo y Famalilao suma 1.000; Carrizal y los villorrios agua arriba a lo largo del río Amarillo, totaliza 350; Angulos 250, como las poblaciones en la depresión entre el cordón principal de la Sierra de Velasco y su ramal occidental (Tuyuvil, Suriyacu, etc.); Antinaco y Chañarmuyo poseen unos 100 habitantes cada uno.

Como se puede apreciar, la depresión occidental está poblada más densamente que el valle de Antinaco, debido primordialmente a la mayor abun-

dancia de agua. En las serranías, el panorama cambia por completo, dado las alturas considerables, los valles en su mayor parte muy estrechos, el declive rápido y la vegetación herbácea especialmente muy escasa. Por consiguiente, no puede extrañar la suma escasez de poblaciones. Entre el pie de la serranía y los 2.500 a 3.000 m, variando según el lugar, se extiende una franja muy pobre en pasto, lo que impide la radicación de puestos. Además, como los valles son muy estrechos, no hay tierra suficiente para dedicarla a la agricultura, aunque hubiera agua, que por lo general no la hay. Arriba de los 2.000 m no hay cultivos de alguna extensión y sólo se encuentran puestos de cabras y ovejas y, de vez en cuando, ganado vacuno, aunque éste por lo general se encuentra a mayor altitud. Los puestos suman en total 13 en la Sierra de Velasco, tres en la cadena de Paimán y 10 en la parte occidental de la comarca. En general las poblaciones son del tipo de oasis.

Las industrias de la región son de índole agrícola-ganadera y minera. La agricultura es la base de la economía, sobrepasando en valor monetario a la ganadería y minería en conjunto. Años atrás, cuando se explotaban las minas del Famatina, la mayor parte de la población tenía su sostén principal en la minería, pero, como esta industria tuvo un rápido declive debido a factores adversos, llegando hasta la paralización total, la pobreza entró en las casas. Como consecuencia, se produjo la emigración de numerosos habitantes y aun de familias enteras. Posteriormente, al incrementarse la agricultura, se operó una recuperación.

Los cultivos, en lugares donde el suelo es apto y el agua más o menos suficiente, se realizan en la terraza inferior, constituida por materiales aluviales, finos y mixtos, a lo largo de los cursos de agua, como, por ejemplo, los ríos Campanas y Amarillo. Los pobladores se dedican con preferencia al cultivo de la alfalfa, durazneros, vid, nogales (Santo Domingo), tomates, comino (Chañarmuyo), trigo, maíz, hortalizas (Antinaco). La alfalfa se enfarda y transporta a Chilecito para su venta. El maíz y trigo se cultivan para el "gasto de la casa", aunque este sistema está decayendo, por antieconómico, debido al bajo rendimiento. Los duraznos, secados al sol, son vendidos como orejones. La uva en su mayor parte se destina a las bodegas de Chilecito y con el sobrante se obtienen pasas. Ultimamente ha tomado gran impulso el cultivo de tomates, tanto como para consumo, comercialización e industrialización.

En segundo término, figura la ganadería, principalmente la cría de ganado vacuno, ovino y caprino. Este último se cría con preferencia en los sectores de menor altitud, donde los pastos son más escasos, pero abundan los arbustos. El ganado ovino pasta en las laderas medias, mientras que el ganado vacuno medra por lo general en las cumbres, sobre todo en la Sierra de Velasco.

Desde unos años atrás se ha notado una merma continua en el ganado de toda especie, debido en gran parte a la sequía de los años 1947-1950 y a la emigración de la población pastoril a los centros poblados. Hoy día es muy escaso el personal dispuesto a cuidar la hacienda en la sierra. La cría de yeguarizos y mulares es prácticamente nula.

La minería, que anteriormente llegó a tener primacía en la economía regional, ha decaído por completo. Ultimamente ha vuelto a surgir, pero con menor intensidad. Trabajan unas 100 personas en este ramo de la industria.

Otra industria que se puede mencionar es la tejeduría doméstica, hoy en franco tren de desaparición.

E — Medios de Comunicación y Transporte

La red carretera está desarrollada medianamente, en concordancia con el relieve del terreno y la densidad de la población. Por de pronto, no llega nin-

guna línea férrea, por más que se conoce un proyecto de muchos años atrás, de unir Chilecito con Famatina. Los dos factores previamente mencionados varían en sentido opuesto. Al aumentar el relieve montañoso, disminuye la densidad de la población, mientras que las mayores concentraciones de habitantes se encuentran precisamente donde el relieve es menor, pero siempre ligado con la disponibilidad de agua. Por consiguiente, los caminos para vehículos automotores han sido trazados por las partes más bajas, o sea, siguiendo los valles o depresiones; como éstos son longitudinales, los caminos lo son también. Así tenemos en la pendiente oriental de la Sierra de Velasco la ruta nacional N° 75; más al poniente, la ruta nacional N° 40 recorre el valle de Famatina, pasando por La Aguadita para continuar por la depresión Angulos Campanas. Entre las dos rutas mencionadas, al naciente de la cadena de Paimán, en el valle de Antinaco, hay un camino secundario.

De Campanas parte un camino hacia Pituil, donde empalma con el camino del valle de Antinaco, para continuar hacia el naciente, hasta Schaqui (Hoja 14d). Antinaco está unido por medio de un camino natural con la red principal. Otro camino natural pone en comunicación a Tuyuvil y demás vecindarios con los centros poblados.

Una línea telegráfica que parte de Chilecito (Hoja 16d), cruza la comarca; pasa por Pituil y continúa hacia Schaqui desprendiendo previamente un ramal a Famatina.

El sector montañoso debe ser recorrido a lomo de mula, para lo cual hay numerosas sendas cuyo estado de tránsito es muy variado. Así el de las de la Sierra de Velasco, es muy poco satisfactorio, en parte debido a lo abrupto del cerro y en parte a que son poco transitadas. La cadena de Paimán se recorre fácilmente a mula, como asimismo la porción de la Sierra del Famatina que abarca la comarca. En esta última, las entradas obligadas son a lo largo de los valles principales, como ser, ríos Campanas, Chaschuil, Blanco y Amarillo. A lo largo de la última quebrada, va el camino a las minas de "La Mejicana". Otro camino a las minas pasa por el portezuelo Santa Rosa; antiguamente era muy transitado, cuando funcionaba en El Totoral un establecimiento metalúrgico, cuyos restos todavía se pueden observar. La senda a lo largo de la quebrada del río Amarillo tenía mucha importancia cuando trabajaba un establecimiento metalúrgico en Corrales.

Las sendas tienden a deteriorarse, sin que haya preocupación por repararlas, en gran parte debido al poco interés y además a que disminuye la población en el cerro.

F — Recursos Naturales, Actuales y Potenciales

Los recursos naturales de la región son escasos, reduciéndose a agua, leña en las depresiones y pastos en las altitudes. El agua se aprovecha para riego de cultivos. La leña se utiliza como combustible.

Los campos de pastoreo, por lo general buenos, se encuentran en las pendientes medias y altas de las sierras, donde la humedad es mayor. Durante los meses de verano, estación de las lluvias, se cubren de pastos tiernos. Estos se mantienen en las partes altas, aunque naturalmente más escasos, al través del invierno. Los campos admiten una explotación algo más intensa que la actual. En la parte alta de la Sierra de Velasco, las vegas, amplias, son muy apropiadas para el ganado vacuno, aunque no aprovechadas al máximo en la actualidad.

G E O L O G I A

A. ESTRATIGRAFIA

I. Relaciones Generales

La estratigrafía de la comarca es relativamente sencilla, dominando amplios afloramientos integrados por rocas metamórficas y graníticas. Las Formaciones sedimentarias precuarterias cubren una superficie reducida. Por lo general no se presentan afloramientos principales, sino en asomos aislados, numerosos, de poca extensión y potencia reducida.

Intervienen en la constitución geológica de la comarca sedimentos pelíticos metamorizados (Formación Negro Peinado) e inyectados (Formación Antinaco) por rocas graníticas (Formaciones Paimán y Ñuñorco), que cubren la mayor parte de la comarca. Se sustenta la opinión que los granitos de la Sierra de Velasco y cadena de Paimán, por un lado, y los de la Sierra del Famatina, por el otro lado, corresponden a dos fases de desarrollo magmático independientes.

Sobre este basamento se apoyan sedimentos continentales, correspondientes a las Formaciones Agua Colorada (Carbónico), conglomerados, arcosas, areniscas y lutitas, por lo general de colores blanquecinos o amarillentos, de la Cuesta (Pérmico), conglomerados y areniscas, de color rojizo característico, y del Crestón (Triásico?), conglomerados y sedimentos areniscosos y tobáceos, de colores morado y pardo oscuro. El Terciario está representado por los elementos del Grupo Angulos (Estratos Calchaqueños y Araucanos), de las Formaciones Schaqui (areniscas) y Mogote (dacita). Finalmente se tienen los acarreo del Cuaternario, diferenciados en tres entidades.

II - CUADRO ESTRATIGRAFICO

	Edad	Nombre	Litología	Espesor en m.	
CENOZOICO	CUARTARIO	Actual y reciente	arcillas, arenas y rodados clásticos gruesos, areniscas, limos y arcillas, brechas.		
		Superior	----- Discordancia -----	conglomerados, areniscas y mantos de grava.	250
		Inferior	Bonaerense	limos y arcillas rojas	50
	TERCIARIO	Plioceno	----- Discordancia -----		
			Formación Mogote	dacita	
		Mioceno	----- Discordancia -----		
			Formación Schaquí (Estratos Araucanos?)	conglomerados y areniscas	20
			Grupo Angulos { Formación El Durazno (Estratos Araucanos) Formación del Buey (Estratos Calchaqueños) Formación del Abra	conglomerados, areniscas tobáceas y tobas areniscas, arcillas y lutitas conglomerados, arcosas y areniscas	1.500 200 800
	MESOZOICO	TRIASICO?	----- Discordancia -----		
		Formación del Crestón	conglomerados, areniscas y tobas	2.400	
PALEOZOICO	PERMICO	Formación de la Cuesta	conglomerados, areniscas, lutitas y margas	800	
	CARBONICO	----- Discordancia -----			
PRICAMBRICO	CARBONICO	Formación Agua Colorada	conglomerados, arcosas, areniscas y lutitas	800	
		----- Discordancia -----			
	PRICAMBRICO	Formación Nuñorco	rocas de dique		
		Formación Negro Peinado	ectinitas, esquistos, pizarras, filitas, cornubianitas, etc.		
PRICAMBRICO	----- Discordancia -----				
	Formación Paimán	granitos porfiroideos			
		Formación Antinaco	ectinitas, esquistos más o menos inyectados y migmatitas		

III. Descripción de las Formaciones Geológicas

1. PRECAMBRICO

Las rocas que se reseñarán a continuación, corresponden a lo que generalmente se acostumbra denominar "basamento cristalino", o sea, un conjunto de rocas ígneas, metamórficas y mixtas. En este caso el basamento cristalino está integrado por cuerpos graníticos y rocas afines y esquistos cuarzo-micáceos, filitas, micacitas, cuarcitas, cornubianitas, etc., en partes fuertemente inyectadas por material granítico. El término granítico se empleará en sentido amplio, con sus correspondientes séquitos de filones aplíticos y pegmatíticos o de otro tipo según el caso.

En los dos tercios orientales, o sea, la fracción correspondiente a la Sierra de Velasco y cadena de Paimán, afloran las rocas de mezcla, aquí denominadas Formación Antinaco, y rocas graníticas, correspondientes a la Formación Paimán. El contacto entre estas dos entidades es gradual, correspondiendo a un pasaje sin límite marcado, aunque en el mapa no se ha podido representar como tal. Estos cuerpos graníticos, acompañados por cubiertas amplias del manto sedimentario metamorfozido, asoman en dos fracciones más o menos paralelas. La primera corresponde a la Sierra de Velasco y la segunda a la cadena de Paimán.

En la fracción occidental, o sea la de los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, afloran sedimentos metamorfozados, integrantes de la Formación Negro Peinado, juntamente con rocas graníticas y sus séquitos de filones, en el presente trabajo denominados Formación Ñuñoreo. Las rocas ígneas intrusivas son de carácter ácido, con excepción de algunos diques lamprofídicos.

a) Formación Antinaco

Este complejo está constituido por migmatitas, esquistos más o menos inyectados y cuerpos de granito migmatítico; vale decir, es una entidad integrada por sedimentos metamorfozados con penetración de material ígneo, que ha dado lugar a esquistos inyectados, en los cuales el aporte magmático ha llegado a ser tan profuso, que constituye la mayor parte de la roca. Estas rocas, con abundante inyección cuarzo-feldespática, se denominan migmatitas en el presente trabajo. El pasaje del granito a la migmatita es transicional. A menudo se notan restos semiasimilados de la roca metamórfica dentro de la masa "granítica". Las migmatitas son del tipo homogéneo, y se reconocen tanto embrequitadas como anatexitas (Jung y Roques, 1952). Por embrequitadas se entienden rocas mixtas que conservan la estructura esquistosa, mientras que el término anatexita se reserva más bien para los granitos migmatíticos.

La Formación aflora en dos comarcas: la primera y más grande, constituye la mayor parte de la Sierra de Velasco; la segunda se encuentra en la cadena de Paimán.

La roca metamórfica originaria (pre-migmatización) o sea la ectinita (Jung y Roques, 1936) correspondía a un conjunto de esquistos cuarzo-micáceos, filitas, micacitas y cuarcitas, que aflora en dos localidades en la cadena de Paimán, que posteriormente fue migmatizado profundamente. La impregnación de las ectinitas por aporte magmático ácido varía en intensidad, pudiéndose observar todos los pasajes de esquistos cuarzo-micáceo, filita y micacita a migmatita. El aporte magmático va desde la inyección nodular moderada,

pasando por la inyección venosa, hasta la formación de migmatitas típicas, junto con granitos migmatíticos normales y porfiroideos. Las zonas de igual intensidad de inyección se disponen en fajas paralelas, de dirección noroeste-sudeste, de acuerdo con el rumbo de los esquistos. No se puede dar un perfil completo por las interferencias debidas a las fracturas.

La inyección de tipo nodular está poco desarrollada, algo más abundante es la inyección venosa, pero la inyección difusa fuerte predomina ampliamente. La proporción de material inyectado varía bruscamente (caso de Anjaya), por lo cual se encuentran fajas relativamente poco modificadas, discontinuas, y cuya composición se aproxima en parte a un esquistos cuarzo-micáceo o a una micacita, al lado de fajas completamente migmatizadas. En la pendiente occidental de la cadena de Paimán, al naciente de Angulos, quebrada Paimán y sector entre morro del Pozo Verde y Carapunco, la inyección es de menor intensidad, conservándose parte de la cubierta metamórfica (ectinitas).

Al poniente de la cumbre de Aminga, aflora una micacita granatífera, sin signos visibles de haber actuado en ella la intrusión granítica; pero, en contacto con esta roca, se observa otra que presenta una ligera inyección venosa, en la cual además, las hojuelas de biotita están orientadas. El afloramiento dista unos 700 m del de granito magmático. Otra micacita, pero con nódulos escasos, dispersos, se extrajo entre el portezuelo del Mal Paso y el mogote homónimo, mientras que al naciente del puesto Real Viejo aflora una roca que corresponde a una micacita de grano fino, constituyendo bancos de poco espesor, intercalados en el granito migmatítico.

La faja de inyección nodular está muy poco representada, encontrándose remanentes aislados, como, por ejemplo, en la margen derecha del arroyo las Vueltas, al sur de Amuschina, donde se observa una metacuarcita micácea con inyección nodular incipiente y un esquistos cuarzo-micáceo, con fuerte inyección nodular, cuyos nódulos feldespáticos tienen hasta 3 centímetros de longitud. En Los Ramblones, curso inferior de la quebrada del Wólfram, hay esquistos cuarzosos con nódulos de cuarzo y feldespato, de dimensiones de hasta un centímetro. El esquistos cuarzo-biotítico que se observa en Anjaya, presenta principios de inyección nodular, distinguiéndose nódulos de cuarzo (escasos) y de feldespatos (abundantes) de hasta un centímetro de largo y además milonización. En la pendiente occidental del cerro Potrerillos, al naciente de la localidad de Angulos, se presentan esquistos cuarzo-micáceos, unos sin aporte y otros con inyección nodular incipiente, junto con filita y unos bancos de metacuarcita, en parte feldespática. Los nódulos se manifiestan como cristales aislados o en agregados, de forma generalmente oval achatada o alargada, anhedrales, de tamaño variable entre 1 y 3 cm, con su diámetro mayor comunmente orientado según el plano de foliación de la roca. Por incremento de estos nódulos, se pasa a otra roca de textura granosa porfiroidea: el granito migmatítico.

Rocas de mezcla con pasajes de inyección nodular a venosa, son relativamente más abundantes. Las venas son en su gran mayoría del tipo concordante, es decir, siguen los planos de foliación; las del tipo discordante, muy escasas, siguen generalmente una trayectoria irregular; el pasaje de uno a otro tipo es visible en varias localidades. No se ha observado la textura *lit par lit* o arterítica (según Sederholm) debida a las venas gruesas y repetidas. Tanto al naciente como al poniente de la localidad de Antinaco, afloran micacitas con inyección concordante con la foliación. Los nódulos de feldespato potásico, de hasta cuatro centímetros de largo, están intercalados entre venas de cuarzo. En la cadena de Paimán, en el cerrito Negro, como en el extremo sudeste de las lomas de la Mesada, se observó esquistos cuarzo-micáceo con venillas de hasta tres milímetros de potencia. Al naciente de Angulos afloran esquistos cuarzo-micáceos y micacitas con inyección venosa.

Las migmatitas del tipo gnéisico, rocas intermedias entre inyección venosa intensa y granitos migmatíticos, corresponden a esquistos cuarzo-micáceos o micacitas fuertemente inyectados, en los cuales más del 60 % corresponde a aporte feldespático con porfidoblastos de ortosa, pero se conserva, siquiera como vestigios, la alineación de la ectinita. Los porfidoblastos, de dimensiones excepcionalmente mayores de 10 x 5 cm, se presentan con caras bien desarrolladas y orientadas.

Finalmente se tienen los granitos migmatíticos o anatexitas, de textura porfiroidea, con porfidoblastos de cuarzo y feldespato, en un agregado microcristalino de cuarzo, feldespato y mica. Esta última, también representada en forma de nidos que reúnen individuos mayores, corresponde a una facies más profunda.

b) Formación Paimán

A esta entidad pertenecen las rocas graníticas que afloran en la Sierra de Velasco y en la cadena de Paimán. En la primera constituye la pendiente oriental y la mayor parte de la elevación en su tramo septentrional. En la cadena de Paimán, asoma esporádicamente en su ladera occidental, desde la latitud de Tazoquebrada hacia el norte.

En general, es de composición bastante homogénea, predominando un granito de tipo porfiroideo, cuya coloración varía desde el gris hasta el rosado. El granito porfiroideo de la Sierra de Velasco, tramo sur, presenta fenocristales de ortosa y plagioclasa, de hasta cinco centímetros de largo por uno y medio de ancho, en una masa constituida esencialmente por cuarzo y biotita. La fluidalidad es dificultosamente visible. Cerca del límite oriental de la comarca, el granito presenta fenocristales más pequeños, con cierta tendencia a uniformar su grano. El cerro de Aminga está integrado por un granito de color rosado fuerte, de grano homogéneo, distinguiéndose cuarzo, ortosa (muy abundante), plagioclasa y biotita. Al naciente se vuelve a encontrar el granito porfiroideo, de color gris, con fenocristales de ortosa y plagioclasa, cuyas dimensiones son semejantes al del sur de la comarca. En el tramo norte de la Sierra de Velasco, aflora un granito porfiroideo de color grisáceo en el filo y rosado en la pendiente occidental. En la parte alta del cordón asoma una variación de textura equigranular, de color rosado.

El granito de la cadena de Paimán es muy semejante al de la Sierra de Velasco, predominando el del tipo porfiroideo. Esta roca, de color gris rosado a gris verdoso, de grano mediano a fino, se observa en el cerro Potrerillos, pendiente occidental, y en la entrada de la quebrada Chañarmuyo; aunque considerado equigranular, presenta en algunas muestras pequeños fenocristales y que, en comparación con el otro granito, justifican su clasificación como granito de grano mediano.

Los cuerpos graníticos sintectónicos se caracterizan por su forma alargada y concordante con la foliación de la roca de caja y su íntima relación con la migmatización de los esquistos cuarzo-micáceos y micacitas. En longitud sobrepasan el kilómetro y en ancho los 200 m, ateniéndose a los cuerpos observados. Por lo general, muestran fenómenos de cataclasis, que, en algunos casos, llegan hasta milonitas. Han sido observados como asomos pequeños en los tres cordones orientales de la Sierra de Velasco. También se han encontrado en la cadena de Paimán, aunque en número muy limitado. De límites por lo general indefinidos, en ocasiones su composición corresponde a la de una tonalita. La mayoría son de grano mediano a fino, de color rosado gris oscuro (tonalita) y de composición similar al cuerpo granítico principal.

Los diques de aplita y pegmatita se cruzan en todas direcciones, sin una orientación preferida; su espesor, variable, oscila entre 20 y 25 cm y su potencia máxima alcanza a 50 cm. Los de pegmatita presentan granos de iguales dimensiones, tanto en el borde como en el centro. A veces se alcanza a distinguir en el centro una concentración de granos de mica, en forma de faja o lista. Las hojuelas de mica están bien desarrolladas, no así los granos de cuarzo y feldespato. Algunos de estos diques contienen turmalina con su desarrollo prismático típico; en unos pocos casos, aparecen en la pegmatita concentraciones de mica interesantes económicamente, pero ésta se manifiesta en tipo de cola de pescado, en la actualidad sin valor industrial. Las vetas de cuarzo "ahumado", abundantes, desarrollan espesores entre 5 y 20 centímetros.

Algunos petrógrafos opinan que el granito no es ígneo sino metamórfico.

c) Formación Negro Peinado

La entidad está integrada por esquistos, pizarras, filitas, cornubianitas y, en menor cantidad, por cuarcitas y calizas. Los elementos de esta Formación dan lugar a afloramientos amplios en el rincón sudoeste de la comarca donde prácticamente constituyen el 70 % de las rocas que asoman.

Las rocas metamórficas provienen de sedimentos que corresponden a un tipo litológico de origen pelítico de carácter homogéneo. Las ectinitas más abundantes son esquistos, pizarras y filitas, de grano muy fino, con mucha foliación, y un color que varía del gris azulado al gris oscuro. Sus componentes principales son: sericita, biotita y magnetita. En la quebrada del Visco se observa granate, que constituye nódulos de uno a dos milímetros de diámetro. Corresponden a la facies de esquistos verdes.

Tanto al naciente como al poniente del filo Faltriquera Ñuñorco, en su tramo austral, se distingue un alto grado de metamorfismo, destacándose una zona interior de metamorfismo térmico, integrado por cornubianita, de poco espesor, con inyección de granito, mostrando fenómenos de transición y, otra exterior, constituida por pizarras y filitas, en parte nodulosas. Estas rocas afloran en toda la pendiente oriental hasta la Loma Colorada, donde asoma nuevamente la cornubianita. Asimismo aparecen modificaciones locales, debido a un metamorfismo secundario, producido por las rocas de dique.

El pasaje de un tipo de roca a otro se puede estudiar en el sector de las quebradas del Chiñe y del Estanque (al sur y al oeste de Las Gredas). Se observan lentes de material de descomposición de aspecto y de granulometría arenosa de 6 a 7 cm de largo por un centímetro de ancho, intercaladas entre los planos de foliación de las filitas: estas lentes aumentan poco a poco de tamaño y en unos tres metros se pasa de la filita a la pizarra. En el curso medio de la quebrada las Trancas, se puede ver la variación en el metamorfismo seguido por los sedimentos pelíticos, como el grado de metamorfismo alcanzado. Corresponden a rocas de color azulado a gris negruzco, de grano fino, escasamente visible con lupa la textura granosa original, observándose únicamente pequeños granos de cuarzo.

En el tramo inferior de la quebrada de la Calera asoman filitas lustrosas de color gris verdoso, con vetas de cuarzo, semejantes a las de la quebrada las Trancas.

Remontando la quebrada de la Calera, desde la puerta de La Ovejería hasta el puesto del Molle, se observan filitas que pasan insensiblemente a cornubianita más hacia el oeste. En el puesto del Molle, aproximadamente, comienzan a aumentar los diques de rocas eruptivas. Al poniente del filo Faltriquera Ñuñorco afloran esquistos cuarcíticos, pizarras y filitas, pero se

caracterizan por un mayor contenido de piritita, sobre todo en el rincón sudoeste. La piritita imparte a las rocas metamórficas un color amarillento, que con cierta posición del sol se asemeja a un tinte bronceado oscuro, como ya lo hiciera notar Bodenbender (1922). Las rocas metamórficas afloran hasta más allá del límite occidental de la comarca.

La cornubianita aflora en varias fajas, siempre rodeando los pequeños plutones graníticos y, por lo general, el contacto es normal. Entre la loma Colorada y Pumaquebrada asoma una cornubianita de color pardo rojizo por meteorización y negruzco o gris azulado en fractura fresca. La roca se rompe muy fácilmente al golpearla, consecuencia de la tectónica. La faja que se extiende desde el portezuelo de Santa Rosa en el norte hasta el límite austral de la comarca, pasando por Bayos del Rodeo, está integrada por una cornubianita bandeada, de color oscuro, de grano muy fino, muy dura, con fractura concoidea, pudiéndose observar una serie de listas equidistantes muy delgadas y paralelas al bandeo. En la cima del cerro Ñuñorco y más al sur, la cornubianita es de color gris negruzco a gris azulado, de textura granosa muy fina, no bandeada.

Al poniente de la quebrada de las Gredas, afloran rocas de color amarillento a amarillo rosado, con venillas que dan la impresión de lineación, por estar dispuestas paralelamente. Tienen mucho cuarzo, tanto que se consideran como cuarcitas; la mica está prácticamente ausente.

En la quebrada de la Calera, en la localidad homónima, a unos tres kilómetros agua arriba del puesto la Ovejería, aparece una intercalación de caliza cristalina granulosa, de color blanco a gris blanquecino, de grano mediano a grueso. Su formación se debe a lentes calcáreas intercaladas en el sedimento arcilloso original. La caliza ha sufrido fuerte metamorfismo y está recristalizada enteramente. Entre filitas y caliza hay una franja intermedia donde se observan interpuestas entre los planos de foliación, pequeñas lentes calcáreas, que aumentan de espesor hacia el centro hasta predominar totalmente.

La caliza, de rumbo N 70°O, inclinación de 75°SO y espesor de unos 80 m, solamente aparece en la margen derecha de la quebrada; no se le ha observado en las quebradas inmediatamente al norte y al sur, pero, según Viteau (1910), asoma esporádicamente en la región contigua al sur. Bodenbender (1922) menciona un pequeño retazo en la quebrada El Salto, agua abajo de la mina "San Juan".

Al poniente de la loma Colorada afloran filitas y filitas con nódulos de cordierita (*knottenschiefer*). Estas últimas integran una faja estrecha de dirección norte-sur aproximadamente, paralela a la quebrada de las Gredas. El sector donde el afloramiento se presenta mejor para su estudio está ubicado entre la quebrada Agua del Chiñe y la del Salto. La faja se encuentra interpuesta entre filitas que asoman tanto al este (quebrada de las Gredas) como al oeste (quebradas Agua Blanca y Faltriquera). Es decir, al metamorfismo regional se ha sobreimpuesto el térmico y, por consiguiente, los minerales regionales son reemplazados por otros propios del contacto: cordierita.

Las filitas con nódulos de cordierita son rocas de color gris claro a gris azulado, foliadas y muy enriquecidas en elementos micáceos. Los nódulos de cordierita son abundantes, grandes, de hábito prismático y están orientados con el eje mayor en el plano de la foliación y paralelo a la lineación.

El rumbo predominante de las rocas metamorfizadas es el noroeste, presentándose fuertemente plegadas y contorsionadas, y agregándose al metamorfismo dinámico el metamorfismo de contacto. Se hallan atravesadas por un sinnúmero de diques de pórfido cuarcífero y lampróvido, que atraviesan también al granito. Pero estos diques se encuentran poco deformados, cortando los pliegues y contorsiones de las pizarras, filitas, etcétera.

d) Formación Ñuñorco

Se considera que las rocas plutónicas que afloran en la fracción occidental de la comarca, pertenecen a una misma fase intrusiva, con un plutón principal del cual se desprenden apófisis; el conjunto se tratará como una sola entidad: la Formación Ñuñorco. El plutón no es homogéneo; las rocas graníticas presentan diferencias entre sí, sea por su color, sea por el tamaño de su grano como por su composición. Por lo general, todas tienen aspecto fresco, aunque en determinadas localidades se presentan algo descompuestas, casi siempre debido a causas tectónicas. Su color varía desde el blanco grisáceo hasta el rojo, el tamaño de su grano desde el mediano grueso hasta el fino. Asimismo se observan diferencias en la composición entre un afloramiento y otro. En el cerro de la Falda Grande y en la base oriental del Ñuñorco, aflora granito hornblendífero biotítico, mientras que en la loma Colorada es aplítico. El granito corresponde a un cuerpo apotectónico, ya que no hay indicios de granulación ni de deformación en la roca ígnea, hechos que inducen a pensar que la intrusión fue posterior al plegamiento.

La intrusión en el manto de la Formación Negro Peinado se manifiesta claramente en las laderas del cerro de la Falda Grande, donde en inmediato contacto con el granito hay una zona de roca córnea con inyecciones graníticas y en transición a la cual siguen las filitas ya reseñadas en páginas anteriores. El contacto granito-cornubianita es neto y corresponde a una línea ondulada. En otras partes el contacto es tectónico.

A continuación se reseñarán los distintos tipos de rocas que integran la Formación Ñuñorco.

I) Granito. El cuerpo granítico principal (granito hornblendífero biotítico) aflora desde las proximidades de las Cuevas de Noroña hacia el sudeste, prolongándose más allá del límite austral de la comarca. La composición mineralógica del plutón no es uniforme en todo su afloramiento, como se expondrá a continuación.

El granito hornblendífero biotítico es de color rosado claro, macizo, holocristalino, de grano fino a mediano, integrado por cuarzo, ortosa, plagioclasa (albita-oligoclasa) y minerales félicos (hornblenda y biotita). Predomina la ortosa sobre los demás minerales. Como no es una roca enriquecida en componentes micáceos, no se han desarrollado estructuras del estado fluidal.

En la quebrada de la Batea se recolectó una muestra que resultó ser una tonalita. Se trata de una roca de color gris verdoso claro, compacta, holocristalina, de grano fino a mediano, distinguiéndose cuarzo, ortosa, plagioclasa (oligoclasa) y minerales félicos (hornblenda y diópsido); predomina la plagioclasa sobre la ortosa. La muestra extraída en el puesto Aspajos, también de tonalita, muy similar a la anterior, es de color gris oscuro y se diferencia de ella por su contenido de biotita; asoma en las apófisis de composición semejante a la del plutón principal y aflora en el sector de las quebradas Aspajos y El Rayo y aun más al naciente.

Entre el puesto El Durazno y el portezuelo de los Berros, asoma un pequeño retazo de granito hornblendífero biotítico, con diferenciación en granodiorita que ha soportado fuertes compresiones.

II) Granito aplítico. Al poniente de Carrizal y al sur del río Amarillo, aflora en larga faja una roca de color rosado, que resultó ser granito aplítico. Constituye la loma Colorada y demás elevaciones australes, y desaparece por causas tectónicas unos 500 m al sur de la quebrada la Calera. El afloramiento, de rumbo nornoroeste, tiene 13 km de longitud y un ancho máximo de dos kilómetros. Al este está delimitado por una falla que lo separa del acarreo Cuartario inferior, como se puede observar en la margen derecha de la que-

brada la Calera. La fractura es visible desde la quebrada la Rinconada (entre las quebradas Potrerillos y Totoral); al norte está cubierta por acarreo reciente; su límite oeste es también tectónico.

El granito aplítico, de color rosado claro, con puntos negros brillantes, es de textura granosa y de grano mediano a fino. Sus componentes principales son cuarzo, ortosa, microclino, plagioclasa (andesina) y biotita. Al sur del Totoral es netamente aplítico, de grano fino y está cubierto por arcosas (producto detrítico *in situ*). El pasaje entre uno y otro es prácticamente insensible, ya que las arcosas conglomerádicas, formadas exclusivamente a expensas de la aplita, se confunden fácilmente con ella.

III) *Microgranodiorita*. Esta roca constituye un reducido afloramiento al poniente del de granito aplítico, del cual está separado mediante una falla. Asoma entre la loma Colorada al norte y la quebrada la Rinconada al sur, en una longitud de unos cinco kilómetros y un ancho, más o menos uniforme, de 500 m. El límite oeste en parte es normal, en contacto con cornubianita, y en parte tectónico, entre Pumaquebrada y quebrada la Rinconada.

El afloramiento está constituido por una roca de color gris oscuro, de textura granular, con cuarzo en individuos pequeños, ortosa, microclino, plagioclasa (andesina) y biotita, como componentes principales. Corresponde a una roca de cristalización intermedia entre plutónica e hipabisal, con la asociación mineralógica de una granodiorita.

IV) *Apófisis pegmatítica*. En la quebrada las Trancas, al poniente del puesto homónimo y muy próximo al límite austral de la comarca, se encuentra una apófisis de naturaleza pegmatítica. Esta se separa de la apófisis oriental de granito hornblendífero biotítico, y el contacto entre ambos cuerpos es neto, suponiéndose que sea una fractura, aunque sin pruebas para poderlo demostrar.

La roca es de color rosado claro, de textura granosa y de grano grueso, reconociéndose individuos de cuarzo, ortosa y biotita como componentes principales.

e) *Rocas de dique*

Las rocas de dique que atraviesan a los elementos de las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco son muy numerosas y variadas. La longitud de los diques oscila entre 2 y 3 km, con un ancho máximo de 100 m. Por lo general, están orientados de nornoroeste a sudsudeste. Los diques, en determinadas localidades, como por ejemplo, el tramo superior de la quebrada de la Calera, están muy juntos unos a los otros, es decir, no se distribuyen uniformemente en la comarca. Se tornan más numerosos a medida que se aproxima al plutón. Al cruzar las rocas metamórficas de la Formación Negro Peinado, hay coincidencia entre el rumbo del dique y el de la foliación de las pizarras y filitas. Son intrusiones del tipo concordante. Los diques más comunes son simples, pero se han reconocido también filones compuestos. Esto es más frecuente en los diques con rocas mesosilícicas, presentándose pórfidos dacíticos, andesitas y lamprófidos; estos últimos corresponden a la etapa final de efusión. En ninguna parte se ha observado el paso de un dique a roca sedimentaria más reciente que de la Formación Negro Peinado.

I) *Aplita*. Se han coleccionado muestras de rocas de dique que corresponden a aplita, en la quebrada Faltriquera y en el portezuelo de Santa Rosa. Por lo general constituyen diques de potencia cercana al metro, pero en el portezuelo de Santa Rosa el espesor se eleva a unos 10 m. La aplita es de color amarillento claro, con pocos fenocristales de cuarzo y plagioclasa (albita) en

pasta compacta, holocristalina, microgranular. Diques de este tipo de roca son más bien escasos y atraviesan con preferencia a las rocas metamórficas.

II) *Pórfido granodiorítico*. En la cumbre del cerro Ñuñorco, como en otras dos localidades, hay diques integrados por una roca compacta, de textura porfídica y de color pardo claro. La pasta es holocristalina, granular, y permite distinguir fenocristales de tamaño mediano que no sobrepasan los cinco milímetros de longitud, correspondientes a cuarzo, ortosa, plagioclasa (oligoandesina) y un mineral fémico alterado, reconocible por sus manchas verdosas.

III) *Pórfido cuarcífero*. Diques de este tipo de roca son numerosos. Al nacimiento del filo Faltriquera Ñuñorco, muestran colores gris oscuro, caramelo y pardo morado, pasta de textura gruesa, con fenocristales de cuarzo y feldespato. Al poniente del filo mencionado, son también abundantes, pero de mayor longitud que los del nacimiento. En la pendiente occidental del filo Collapotrero Los Berros Arenales, se destacan como listas claras subparalelas, contra el color oscuro de esquistos cuarcíticos y pizarras. Los pórfidos cuarcíferos son de color caramelo a pardo amarillento. El granito está atravesado por diques verticales, de color rosado amarillento y pasta afanítica, con fenocristales de cuarzo y feldespato, asociación mineralógica de un pórfido cuarcífero.

IV) *Pórfido dacítico*. En la quebrada del Toro, al sudeste del portezuelo de Santa Rosa, se observaron unos diques constituidos por una roca de color rosado claro, de textura porfídica, pasta afanítica densa. Sus fenocristales son de dimensiones medianas, su longitud no sobrepasa los siete milímetros y se reconocen como tales granos de cuarzo, plagioclasa (oligoandesina) y mica.

Otro ejemplar fue coleccionado en la Peña Negra del río Amarillo, donde constituye un dique compuesto, de unos 30 m de potencia: el pórfido dacítico integra los costados y el lamprófidio la parte central.

V) *Andesita*. A unos 300 m de la desembocadura de la quebrada Faltriquera en el río Amarillo, se observó un dique diferenciado, de andesita en las márgenes y lamprófidio en el centro.

VI) *Lamprófidio*. Roca de diques medianamente abundantes que por lo general cortan oblicuamente a los estratos de la Formación Negro Peinado. Cuando se presentan en el granito siguen dirección norte-sur y ocasionalmente este-oeste (casos de diques entre El Durazno y el portezuelo de los Berros). La roca es de color verdoso oscuro, de grano fino, con textura porfídica incipiente. Se manifiestan tanto en diques simples como compuestos. Los primeros en ocasiones contienen nódulos y rosetas de epidoto bien cristalizado en prismas gruesos y largos.

En el dique compuesto de la Peña Negra del río Amarillo, mencionado al tratar el pórfido dacítico, el lamprófidio presenta grano muy fino, afanítico, en las márgenes, y grano mediano en la franja central. Son sus componentes esenciales hornblenda y andesina y los accesorios diópsido y magnetita, resultando, por lo tanto, una spessartita diopsídica.

Los diques de lamprófidio son rectos, sin metamorfizar, parecerían indicar que la deformación de los elementos de la Formación Negro Peinado es anterior a la intrusión del lamprófidio.

f) Edad

Las Formaciones reseñadas precedentemente se asignan al Precámbrico, pero aclarando que las dos primeras se consideran más antiguas que las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco.

El basamento cristalino de las Sierras Pampeanas y, por ende, el de la Sierra de Velasco, ha sido atribuido tanto al Precámbrico como al Paleozoico inferior,

por carecerse de datos concretos que permitan dilucidar la edad. Stelzner (1885), uno de los primeros en estudiar estas Sierras, incluyendo la de Velasco, consideró a las rocas de las Formaciones Antinaco y Paimán como pertenecientes al Arcaico. Este término, en esos años, incluía tanto al Precámbrico como al Paleozoico inferior de hoy día. Bodenbender (1912) era de opinión que las rocas metamórficas de la Sierra de Velasco, tramo sur, deben asignarse al Precámbrico o al Cámbrico, mientras que la intrusión granítica, según él, tuvo lugar en el Paleozoico inferior. Al estudiar el Nevado del Famatina, incluyendo la cadena de Paimán, Bodenbender (1922, pág. 34) atribuyó al Cámbrico-Silúrico los esquistos cuarzo-micáceos, filitas nodulosas, etc., de la Formación Antinaco. Con respecto a la intrusión granítica, Bodenbender (1922, pág. 34) expresa que ocurrió en el Cámbrico-Silúrico. Sin embargo, en la página siguiente (Bodenbender, 1922, pág. 35) asigna la intrusión granítica al Permo-Carbónico "en consideraciones al carácter especial del Paganzo". Pastore (1932), al referirse a las Sierras de Córdoba, considera que las rocas metamórficas e ígneas en general son del Paleozoico inferior. Para Groeber (1940) y Keidel (1947) los materiales de las Formaciones Antinaco y Paimán deben incluirse en el Precámbrico. De acuerdo con las ideas prevalecientes en la actualidad, tanto las rocas de la Formación Antinaco como las de Paimán, son atribuidas al Arqueozoico (González Bonorino, 1950 b).

Respecto a las rocas de las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco, Stelzner (1885) las consideró como pertenecientes al Arcaico. Bodenbender (1922, pág. 34) era de opinión que las rocas, tanto metamórficas como graníticas, que afloran en la cadena de Paimán y en los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, debían ser asignadas al Cámbrico-Silúrico.

Groeber (1938, pág. 480) opina que en la Sierra del Famatina no sólo aflora el Paleozoico inferior, sino que hay también basamento cristalino. Con respecto a las rocas intrusivas, comenta que el macizo del Ñuñorco sería el único granito paleozoico en la región. En su trabajo de 1940, incluye tanto a las ectinitas como a las intrusivas en el Paleozoico inferior.

Las ideas sustentadas por Harrington (1942), concuerdan con las de Bodenbender, pero posteriormente modifica su parecer, considerando al complejo metamórfico, conjuntamente con la intrusión granítica, como del Proterozoico (Harrington, 1956).

Para Keidel (1947) las rocas metamórficas y el granito serían del Precámbrico. Esto no está manifestado explícitamente, pero se desprende al observar sus figuras 8 y 10 y al leer el texto.

Posteriormente, de Alba (1956, pág. 78) comunica el hallazgo de restos orgánicos, trilobites, en rocas semejantes y en continuidad con las de la Formación Negro Peinado, que están en contacto normal con el granito. Para dicho autor la intrusión granítica es postremadociana y la Formación Negro Peinado tremadociana.

El autor, al reconocer parte de la región en que afloran las rocas metamórficas de la Formación Negro Peinado, es decir, al poniente (Sierra del Famatina) y al norte (Sierra de Narváez) no ha observado ningún contacto normal de dichas rocas con los sedimentos fosilíferos del Ordovícico; el contacto siempre es tectónico: falla. Por esta razón no ha sido posible decidir si los sedimentos fosilíferos son continuos con las ectinitas, o si corresponden realmente a dos Formaciones distintas. El aspecto petrográfico no da la impresión de que los sedimentos del Ordovícico (Turner, 1958 y 1960) hayan sido metamorfizados; además, las ectinitas constituyen bancos de 2 a 3 cm de espesor, sin alternancia de estratos con bancos más potentes, como se ha observado en los elementos asignados al Ordovícico.

Más al norte en la región de la Sierra de Narváez, se ha observado (Turner,

1953 y 1958) que los sedimentos fosilíferos del Llanvirniano inferior descansan discordantemente sobre rocas graníticas. Se trata del mismo granito que aflora en las proximidades de la Cuesta de Miranda, ya que se puede seguir desde una localidad a la otra sobre la base de los afloramientos marcados en las Hojas 13b, 14c, 15c, 15d y 16c. El autor no cree que el granito haya sido intruido entre el Tremadociano y el Llanvirniano.

Otra circunstancia que contribuye a inducir en la creencia de que son dos entidades distintas, es el rumbo general de ambos complejos. En las Formaciones precámbricas éste es noroeste, mientras que los sedimentos ordovícicos presentan rumbo nordeste indefectiblemente, salvo variaciones locales donde se observan pequeños pliegues. Si las rocas metamórficas fueran del Paleozoico inferior, deberían presentar fósiles en alguna localidad, ya que su conservación en sedimentos metamorfozados es bien conocida.

Recordando lo expuesto por Groeber (1938, pág. 480), considerando la observación de de Alba (1956, pág. 78) y las del autor en la comarca de Chaschuil (Turner, 1958), las rocas graníticas de la Formación Ñuñorco podrían ser atribuidas al Paleozoico inferior, postremadociano, ya que es posible que este granito sea distinto del granito del cordón del Famatina, aunque no se han observado indicios que comprueben este hecho. El único inconveniente reside en la presencia de minerales de wolframio en la pendiente este de los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, precisamente en la zona de transición entre las Sierras Pampeanas y las Traspampeanas. Es sabido que en el noroeste argentino, los minerales de wolframio sólo se encuentran en la Sierras Pampeanas y en las zonas de transición (minas "Faltriquera" y "El Chaco", esta última al oeste de Vichigasta), dejando de lado la región cordillerana. Las minas que se acaban de mencionar se presentan con ganga de cuarzo, caso idéntico al de los depósitos de la Sierra de Velasco, mina "El Cantadero" (Angelelli, 1950, pág. 113). La presencia de este mineral induce a pensar que los sedimentos metamorfozados que lo contienen son más antiguos que la fase pegmatítica de la intrusión que tuvo lugar en las Sierras Pampeanas. Linares (1961, págs. 214-215), sobre la base de la relación plomo-uranio, en muestras provenientes de yacimientos en veta, de la mina "San Victorio", Sañogasta (comarca contigua al sur), ha llegado a la conclusión que la mineralización uranífera ha tenido lugar en el Devónico inferior.

Por consiguiente, sobre la base de las consideraciones expuestas precedentemente, se asignan las rocas metamórficas de la Formación Negro Peinado, junto con las rocas graníticas de la Formación Ñuñorco, al Precámbrico. Ambas entidades se consideran más jóvenes que las Formaciones Antinaco y Paimán. No se descarta la posibilidad de que algunos de los plutones menores que afloran en la fracción occidental de la comarca puedan corresponder a intrusiones del Paleozoico inferior. (1)

2. PALEOZOICO

a) Carbónico: *Formación Agua Colorada*

La Formación está integrada por sedimentos continentales, conglomerados, arcosas, areniscas y lutitas, generalmente de colores blanquecinos o

1. Según Caelles (comunicación verbal, 1971) dos dataciones radimétricas de muestras de roca granítica de la comarca (una de la Sierra de Velasco y la otra de la Sierra del Famatina) indican que el último acontecimiento térmico tuvo lugar entre el Ordovícico superior y el Silúrico inferior, inclusive.

amarillentos. Corresponden al Piso I de un potente complejo que Bodenbender (1911, pág. 47) denominó "Estratos de Paganzo". El Piso I posteriormente fue denominado "Estratos de Umango" por Keidel (1922, pág. 227). Ultimamente, Frenguelli (1944, pág. 224) propuso una nueva terminología, subdividiendo el Piso I de Bodenbender, en "Estratos de Guandacol" para la fracción inferior y "Estratos de El Tupe" para la superior. En el presente trabajo se denominará Formación Agua Colorada, siguiendo la nomenclatura empleada en la región contigua al oeste (Turner, 1964) a un complejo de sedimentos continentales, integrado por conglomerados, arcosas, areniscas de grano grueso a fino y lutitas carbonosas. Estos sedimentos son homólogos con los del Piso I de los "Estratos de Paganzo" de Bodenbender. Desde el punto de vista económico, son portadores de mantos carbonosos, de dudoso valor en la actualidad.

Los sedimentos se encuentran únicamente en la parte occidental de la región. El afloramiento más oriental aparece en la quebrada de Paimán, delimitado por fallas que lo separan de las migmatitas de la Formación Antinaco, mientras que el contacto con los esquistos y filitas de la misma Formación es normal. Poco más al poniente, en la desembocadura de la quebrada Aguadita, se observan dos o tres remanentes de esta Formación, que afloran debido a la tectónica. Los restantes asomos están en los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina. Un reducido retazo se encuentra al occidente del cerro del Molle. En el borde occidental de la comarca, al oeste del puesto El Tule, se presentan estos sedimentos en una faja angosta, que se prolonga hacia el sur en forma continua hasta el portezuelo de los Berros. Desde esta localidad hasta el límite austral de la comarca asoman esporádicamente, indicando las líneas tectónicas. Este afloramiento es la continuación austral de los sedimentos que afloran al poniente del cerro del Molle. A lo largo de la quebrada las Gredas y en la continuación austral de dicha línea hidrográfica, desde el río Amarillo en el norte hasta la quebrada de la Calera en el sur, vuelven a encontrarse estos sedimentos. En la margen septentrional de la quebrada las Trancas se halló un asomo de areniscas arcillosas, de color amarillento, en parte conglomerádicas, que han sido atribuidas a esta Formación. Todos los afloramientos amplios se pueden referir con certeza a la Formación Agua Colorada. En cambio, no existe tal seguridad en cuanto a los asomos aislados, integrados por conglomerados y areniscas, que se asignan a esta entidad en el mapa geológico.

El perfil más característico y mejor desarrollado puede observarse en el sector superior del río Achavil, donde se explotaba una pequeña mina de carbón. Los sedimentos afloran en una franja larga y angosta, que comienza en el norte, poco al sur del cerro del Molle y sigue por la margen oeste del río Blanco al pie del Crestón, donde está recubierto por las areniscas rojas de la Formación de la Cuesta. En el sector del Huaico Hondo adquiere su mayor latitud y, desde allí, se divide en dos hacia el sur: una faja sigue hacia el sudoeste y ya ha sido reseñada en la descripción de la Hoja 15c (Turner, 1964); la otra, de rumbo general sudeste, pasa al este del cerro de la Casa Blanca, la Hoyada del río del Marco, continúa por el pie oriental del cerro Collapotrero hasta el portezuelo de los Berros y termina hacia el sur a poca distancia, como afloramiento continuo, pero, esporádicamente aparecen retazos aislados a lo largo de las principales líneas estructurales.

En varias localidades se observa la superposición normal de los sedimentos de la Formación Agua Colorada, en discordancia angular primitiva, sobre los esquistos y filitas de las Formaciones Antinaco y Negro Peinado; ello ocurre, por ejemplo, en la quebrada Paimán y mejor aun en el declive norte y este de los cerros de la Casa Blanca y del Portezuelo y en la pendiente septentrional del cerro Agua de la Falda. Al reseñar la comarca contigua al oeste, ya se ha

expresado que los elementos de esta Formación descansan discordantemente sobre las lutitas ordovícicas, en El Volcancito.

Al estudiar la litología y relaciones de los diversos afloramientos, se tropieza con el inconveniente de que en ninguna localidad se observa una sucesión completa. Además, hay variaciones locales, como es de suponer en sedimentos continentales. El perfil de la Formación se estudia muy bien en el sector comprendido entre los cerros de la Casa Blanca, del Portezuelo y Agua de la Falda. Comienza con un miembro de unos 50 m, constituido por areniscas y conglomerados de color gris blanquecino y rosado. Sobre estos bancos siguen areniscas y conglomerados muy semejantes, pero teñidos secundariamente de color rosado pálido; otras veces son de color amarillo claro.

En el portezuelo de los Berros aflora un conglomerado pardo muy claro, con grandes concreciones de areniscas grises pardas, de hasta un metro de diámetro, casi esféricas; estas concreciones vuelven a encontrarse en el afloramiento al poniente de la loma Colorada. Luego siguen lutitas moradas, conglomerados grises blanquecinos y pardos claros, con intercalaciones de lutitas carbonosas con restos fósiles de plantas. A continuación hay arenisca rojiza que presenta lentes de areniscas blanquecinas, y finalmente lutitas verdosas.

La sucesión es algo distinta en el afloramiento de la quebrada de las Gredas y más al sur. La Formación comienza con conglomerados estratificados, constituidos por clastos comúnmente muy redondeados o aplanados, hasta del tamaño de un huevo y aun más grandes. El color del conglomerado es generalmente gris amarillento, con matriz de arcosa fina. Sobre las capas conglomerádicas continúan bancos de espesor regular, comúnmente bien estratificados por su contenido en mica; luego areniscas de grano muy fino, con clastos de 0,5 mm de diámetro, en su mayor parte de cuarzo y unos pocos de feldespato. El cemento está muy diagenizado, es sumamente cuarzo y de color pardo rojizo o amarillento.

Sobre estas areniscas continúan otras de color amarillento ocráceo, que, teñidas por la limonita, se observan entre el portezuelo Negro al norte y Pumaquebrada al sur. Encima de estos paquetes descansan conglomerados con fenoclastos de granito, esquistos y otras rocas metamórficas de la Formación Negro Peinado, que afloran en las cabeceras de la quebrada de las Gredas, en el sector de los dos portezuelos (portezuelos Colorado o norte y portezuelo Negro o sur).

En el perfil general continúan areniscas y areniscas arcillosas, con intercalaciones de bancos de lutitas con estratos carbonosos de 1 a 2 cm de espesor. Las primeras son blancas, de grano grueso, con capas conglomerádicas del mismo color cuyos clastos no sobrepasan los dos centímetros en su diámetro mayor. En las lutitas carbonosas se encontraron restos de plantas, generalmente frondes. Unos cinco kilómetros al sur, entre las quebradas del Potrerillo y de la Rinconada, afloran las mismas lutitas carbonosas, que vuelven a encontrarse en el portezuelo de los Berros y en Agua Colorada. En el asomo de la quebrada del Potrerillo aparece con una potencia de 25m. En el portezuelo de los Berros las lutitas carbonosas afloran acompañadas de conglomerados, arcosas y areniscas.

El afloramiento de la quebrada Paimán, ofrece como particularidad interesante, la alternancia de bancos blancos y rojos, que no ha sido observada en otros asomos. La entidad está constituida por areniscas gruesas y arcosas de colores claros, blanquecinos, rosados, con intercalaciones de lutitas y capas de conglomerados, cuyos clastos provienen del basamento cristalino y están unidos por una matriz arcósica. Algunos bancos de areniscas muestran estructura entrecruzada, debida a corrientes torrenciales. La heterogeneidad de las rocas y sus abigarrados colores inducen a incluir los sedimentos de este

afloramiento en la Formación Agua Colorada, pese a la ausencia de mantos de carbón y de restos vegetales.

Los retazos de areniscas y conglomerados que afloran en la quebrada del Toro, en La Batea, río Amarillo, tramo superior, se atribuyen a la Formación Agua Colorada, sin mayor seguridad; están integrados por conglomerados y areniscas conglomerádicas, los primeros de color pardo morado, pardo oscuro a pardo amarillento, con clastos muy redondeados, subelipsoidales a subesféricos, de granito, pórfido cuarcífero, filitas, cornubianitas, etc., y las areniscas, de grano grueso, a veces conglomerádicas y de color blanquecino a blanco grisáceo. Se trata evidentemente de sedimentos fluviales, de unos 50 m de espesor, que rellenan un relieve preexistente bastante acentuado, y que son posteriores al granito, a las rocas de dique y a las metamórficas de la zona. Asoman debido a la tectónica.

La sucesión de la Formación Agua Colorada es evidentemente continental y potente, alcanzando quizá a unos 800 m de espesor máximo.

Los restos vegetales encontrados en las lutitas carbonosas, fueron descubiertos por Stelzner (1872) y estudiados por Geinitz (1876), en cuyo trabajo figuran las siguientes determinaciones de fósiles:

Otopteris argentinica Geinitz
Hymenophyllites sp.
Pterophyllum ?
Palissya brauni Endl. var. *minor* Geinitz

encontrados en la Cuesta Colorada o Cuesta Blanca, hoy denominada portezuelo de los Berros, y considerados como indicadores del Rético.

Posteriormente, Bodenbender (1922) encontró nuevos restos de plantas, los cuales fueron determinados por Kurtz, conjuntamente con los de la colección reunida por Delhaes y Flossdorf. Según Kurtz, los fósiles corresponden a las siguientes especies:

Rhacopteris inaequilatera (Goepf.) Feistm. y no *Otopteris argentinica* Geinitz; en el portezuelo de los Berros.
Sphenopteris bodenbenderi Kurtz y no *Hymenophyllites* sp. Geinitz; en la quebrada de las Gredas.
Noeggerathiopsis (?) } quebradas del Potrerillo y
Neuropteridium validum Feistm. } de la Rinconada.

Los restos de plantas que Harrington encontró en Agua Colorada, fueron estudiados por Frenguelli (1943, pág. 41). La flórua está compuesta por las siguientes formas:

Rhacopteris ovata (Mc Coy) Walkom
Rhacopteris circularis Walkom
Calamites peruvianus Gothan

La localidad de Agua Colorada se encuentra a un kilómetro al poniente del límite occidental de la comarca, dentro de la comarca vecina al poniente (Hoja 15c).

Edad. Sobre la base de los restos vegetales encontrados por Harrington y determinados por Frenguelli (1943), y de las consideraciones expuestas en un trabajo anterior (Turner, 1964), los sedimentos de la Formación Agua Colorada son asignados al Carbónico.

b) Pérmico: *Formación de la Cuesta*

Los sedimentos que se reseñarán a continuación, integrados por conglomerados y areniscas que se reconocen desde lejos por su color rojizo característico, corresponden a los que Bodenbender (1911) incluyó en el Piso II de sus Estratos de Paganzo. Serían homólogos con los "Estratos de Patquía" de Frenguelli (1944, pág 244). Esta entidad se encuentra aflorando únicamente en la fracción occidental de la comarca, caso análogo al de la Formación Agua Colorada (Turner, 1960 y 1964).

De norte a sur y de naciente a poniente, la Formación aflora en las siguientes localidades: 1) quebrada Agua del Buey, 2) quebrada del Jume, 3) arroyo de los Frailes, 4) Casa Blanca, 5) Las Gredas y 6) El Totoral, hasta quebrada de la Calera.

La Formación adquiere especial desarrollo a lo largo del río Blanco, y sus afloramientos continúan hacia el norte por el sector de El Durazno y el cordón de Alaniz; hacia el naciente asoman varios retazos, de poca amplitud, sin particularidades dignas de mención, con excepción del sentido tectónico, por cuanto su presencia señala en numerosas localidades pliegues y fallas, como en el caso de los elementos de la Formación Agua Colorada. Una faja estrecha, reducida a pequeños afloramientos aislados, entre fracturas, comienza en la quebrada del Buey y continúa interrumpidamente por la pendiente oeste del cerro Pastoso hasta el río Blanco.

La base está expuesta en contados lugares, al poniente del cerro del Molle y del puesto El Tule, y el contacto corresponde a una discordancia de erosión.

Tomando en cuenta las características litológicas de los afloramientos en conjunto, se puede dividir la Formación en tres miembros: el basal comienza con bancos gruesos y macizos de conglomerados con fenoclastos de cuarzo y granito en matriz arcósica y bancos de arenisca de color rosado pálido; por disminución de las capas conglomerádicas e intercalación cada vez más importante de areniscas de color rojo, se pasa paulatinamente al miembro intermedio, integrado por las areniscas típicas de color rojo de ladrillo; corresponden a areniscas de grano mediano a fino, ocasionalmente de grano grueso, cementados por óxido férrico, que casi siempre reviste las partículas con una delgada película; se presentan con estratificación muy regular, a menudo con laminación entrecruzada de tipo fluvial, con la fracción frontal corta, asintótica; hacia arriba las areniscas rojas pasan insensiblemente al miembro superior, mediante una intercalación cada vez más frecuente, de estratos de lutitas de color morado y borra de vino. El pasaje es gradual y rápido y el color varía en unos 20 m de espesor, notándose un cambio paulatino en los espesores.

El miembro superior puede ser estudiado en detalle en ambos márgenes del río Chaschuil, al poniente de Angulos, a lo largo de la quebrada del Zorro Colgado y del Jume, donde constituye la pendiente oriental del Crestón de Alaniz. Está integrado por areniscas, margas y arcilitas multicolores y finalmente por arcilitas margosas de color lacre oscuro. Bodenbender (1922) consideró a este miembro como la parte basal de sus Estratos Famatinenses (Formación del Crestón en el presente trabajo).

Las areniscas y lutitas moradas miden unos 100 m de espesor y en tanto que los estratos de lutitas aumentan rápidamente, disminuyen los bancos de areniscas. A continuación siguen en perfecta transición, unos 30 a 40 m de lutitas moradas y verdes. Pasa gradualmente a margas de color verde nilo, lutitas verde esmeralda y moradas, con unos 30 m de espesor, que a su vez pasan a lutitas moradas con banquitos de margas moradas y verdes y de areniscas pardo-moradas. Con este paquete, de unos 40 m de potencia,

termina hacia arriba la Formación de la Cuesta. En total, el miembro superior tiene unos 200 m de espesor.

La Formación se presenta con un espesor de unos 800 metros.

Las margas, lutitas y areniscas arcillosas multicolores, contienen innumerables superficies de estratificación cubiertas con óndulas de corriente, de oscilación y de interferencia. Las de oscilación tienen a veces longitud de onda muy pequeña, de pocos milímetros. Abundan también las superficies con grietas de desecación, extraordinariamente desarrolladas y superficies amplias con marcas de gotas de lluvia y pistas de vermes (?) confusas.

En algunas localidades estas lutitas y margas son muy yesíferas, manifestándose el yeso en forma de relleno de diaclasas y como banquitos paralelos a la estratificación. Es notable la presencia de algunos banquitos, de hasta 30 cm de espesor, de calizas bastante puras, de color gris lila, especialmente frecuentes en la base del nivel de color amarillo. Las lutitas y margas suelen hallarse plegadas y contorsionadas en ondulaciones pequeñas, intrincadas y locales, debido a su escasa competencia. Como consecuencia del fuerte plegamiento que han sufrido, las lutitas se encuentran levemente metamorfizadas.

Edad. Este potente complejo de sedimentos, por carecer en absoluto de fósiles, dentro de la región de estudio, no aporta datos decisivos que ayuden a determinar su edad con exactitud. Por consiguiente, se debe atacar el problema sobre la base de los caracteres litológicos, sedimentarios y tectónicos.

Bodenbender (1912, pág. 64) los consideró como equivalentes del Gondwana de la India, correlacionándolos con el grupo de Damuda, de edad permotriásica, opinión que mantiene en 1922 (pág. 37). Para Penck (1920, pág. 316), Hausen (1921, pág. 95), Keidel (1922, págs. 267 y 268), Frenguelli (1937, págs. 397 y 401) y Groeber (1940, pág. 7), los sedimentos corresponden al Triásico.

Braccini (1946, pág. 59), tomando como base restos vegetales hallados en el sur de La Rioja en sedimentos homólogos, consideró que debían ser del Carbónico superior o del Pérmico inferior, faltando la determinación definitiva de la flórida.

Frenguelli (1946a, pág. 315 y 1946b, págs. 364-370) sostiene que los sedimentos deben atribuirse al Pérmico, posiblemente inferior o medio.

Otra opinión es la sustentada por Heim (1952), quien los asigna al Carbónico superior.

En el presente trabajo se considera que los sedimentos de la Formación de la Cuesta indican el Pérmico, sin entrar en mayores detalles sobre si representan la fracción inferior, media o superior.

3. MESOZOICO ?

Triásico ? : Formación del Crestón

Los sedimentos conglomerádicos, areniscosos y tobáceos, que se distinguen por su color morado y pardo oscuro, fueron denominados Estratos Famatinenses por Bodenbender (1922, pág. 39), quien expresó sus dudas con respecto a si realmente correspondían al Piso III de sus Estratos de Paganzo. En una publicación posterior (Bodenbender, 1924, pág. 436) separa definitivamente esta entidad de sus Estratos de Paganzo, considerándola como un complejo independiente. En el presente trabajo se denominará Formación del Crestón a esta entidad, excluyendo la base, que se incluye en la Formación de la Cuesta (Turner, 1960 y 1964).

La Formación constituye dos afloramientos en la fracción noroeste de la región. El asomo oriental es una faja longitudinal, angosta, y corta, delimitada al naciente y al poniente por fallas. Unos dos kilómetros al poniente se encuentra el afloramiento más amplio, de dirección norte-sur y que penetra en la región por el límite septentrional, dirigiéndose hacia el sur hasta la latitud del cerrito Blanco.

El contacto basal de la Formación del Crestón puede estudiarse en detalle en las quebradas del Zorro Coigado y del Jume, afluentes de las márgenes derecha e izquierda del río Chaschuil, entre El Durazno y Las Tres Juntas. En este sector, el contacto entre las Formaciones de la Cuesta y del Crestón, es cortado por los cursos de agua arriba mencionados; es normal y se sitúa en discordancia angular sobre las margas y lutitas moradas de la fracción superior de la Formación de la Cuesta. Pero esta discordancia es leve y es necesario seguir atentamente los estratos de lutitas para ver que son cortados oblicuamente por el conglomerado basal de la Formación del Crestón; rara vez se presenta tan visible como en la quebrada del Jume. Bodenbender (1924, pág. 440) supuso que había una discordancia entre las dos Formaciones.

La Formación del Crestón comienza aquí con un banco de unos tres metros de espesor, constituido por un conglomerado sumamente duro, de color pardo rojizo oscuro; contiene gran cantidad de fenoclastos pequeños, de hasta unos 10 cm de diámetro los mayores y del tamaño de una avellana los menores. Los clastos son ante todo de cuarcitas, cuarzo, granito y rocas felsíticas. Los fenoclastos son redondeados, alisados y con pátina, pero de formas muy irregulares y de ninguna manera subesferoidales; se presentan unidos por una matriz de arenisca grisácea y de grano mediano, sumamente compacta. Este banco, muy constante en la comarca, manifiesta a veces laminación entrecruzada.

Sobre el conglomerado siguen bancos delgados, integrados por areniscas y lutitas pardas rojizas, hasta algo moradas, que en la parte alta comienzan a interstratificarse con areniscas gruesas a finamente conglomerádicas y areniscas tobáceas. En ocasiones se observan nódulos de yeso. Ascendiendo en el perfil, aparecen camadas conglomerádicas (andesíticas) y tobas (andesíticas) de color morado oscuro, que a los pocos metros constituyen los sedimentos predominantes. Estos bancos morados alternan con otros de tonos verdosos; la variación en la coloración resulta de la alteración de los clastos de andesita que contienen. Los rodados son a veces muy redondeados, pero en determinados bancos muestran formas angulosas. La mayoría de los clastos corresponden a andesita, pero hay también algunos de pórfido cuarcífero, de color rojizo morado, de lamprófidos, cuarzo y de granito. Debido a la predominancia de material volcánico, andesítico, algunos bancos parecen aglomerados. Contienen nódulos de calcita.

Desde Las Tres Juntas hacia el poniente aparecen de más en más bancos de areniscas, hasta suplantar casi por completo a las camadas conglomerádicas y aglomerádicas. Las areniscas son de grano grueso y de color morado, con lentes de conglomerados e intercalaciones de tobas. Los bancos de areniscas presentan en su parte superior bandas de material arcilloso.

La Formación del Crestón, en la latitud de Santo Domingo, adquiere gran desarrollo, aflorando en una faja de seis kilómetros de ancho (dentro de la comarca). Se observa una repetición debido a plegamiento e imbricación. Por sus caracteres litológicos se pueden distinguir tres unidades: la inferior se halla en la comarca adyacente al poniente, dentro de la Hoja 15c; la segunda está constituida por unos 250 m de areniscas, moradas hasta pardo-rojizas. Los bancos gruesos, bien arenosos, son de color morado oscuro y los más delgados y arcillosos (y por esto también más deformados) son de color pardo rojizo hasta pardo ladrillo. Suelen verse algunas camadas de congló-

merados finos, con clastos pequeños de rocas diversas. Las areniscas suelen mostrar óndulas asimétricas, de corriente y con las características de origen fluvial. Localmente puede observarse laminación entrecruzada de tipo fluvial, con capas frontales cortas y poco inclinadas, asintóticas.

Sobre esta unidad y con neto cambio sigue la tercera, integrada por conglomerados gruesos en bancos potentes, grises verdosos hasta verdes claros, coloración resultante de la cantidad de clastos de andesita que contienen. Entre los conglomerados se intercalan bancos potentes de areniscas macizas verdes, a veces moteadas de blanco.

Los clastos son, ante todo, de andesitas y a veces la matriz está constituida también por materia andesítico, de modo que cabe la denominación de conglomerado andesítico; en parte tiene el aspecto de verdaderas brechas y aglomerados piroclásticos.

La Formación del Crestón en este sector parece alcanzar unos 500 m de potencia, considerando únicamente dos unidades litológicas, ya que la basal no aflora en la comarca; dichas dos unidades afloran en cuatro fajas angostas subparalelas, debido a la repetición por imbricación.

El conjunto de la Formación del Crestón da idea de un depósito fluvial, por lo irregular de la estratificación y de la distribución de las capas y lentes conglomerádicas, las óndulas fluviales y la laminación entrecruzada también de este tipo. La unidad litológica superior, en cambio, parecería debido a acumulación de material piroclástico bajo agua, con capas fluviales intercaladas.

En las inmediaciones del mogote del Río Blanco, la Formación está integrada por aglomerado volcánico de color morado en la fracción inferior y verde en la superior.

El espesor total de la Formación del Crestón, dentro de la comarca, es de aproximadamente unos 900 m. Tomando en consideración la fracción que aflora en la comarca contigua al oeste, la potencia es de unos 2.400 metros.

Edad. Para fijar la edad de estos sedimentos se tropieza con las mismas dificultades que al tratar los estratos de la Formación de la Cuesta: la falta de fósiles. Pero en este caso particular se puede recurrir a los caracteres vulcanológicos.

Bodenbender (1922), al describir por primera vez los "Estratos Famatinenses" los correlaciona con su Piso III de los Estratos de Paganzo (Bodenbender, 1912) asignándolos al Triásico, pero a continuación manifiesta que pueden ser tanto del Cretácico como del Jurásico (Bodenbender, 1922, pág. 41). Pone bien en claro que tiene dudas referente a la edad de esta Formación. En un trabajo posterior afirma que no son equivalentes al Piso III de los Estratos de Paganzo (Bodenbender, 1924, pág. 436) y expresa que son del Cretácico (Bodenbender, 1924, págs. 410 y 458).

Luego, otros autores, como Frenguelli (1937, pág. 461) y Groeber (1940, pág. 22), opinan que estos sedimentos indican el Terciario más bajo.

Recordando que en los conglomerados abundan los clastos de andesita, de forma angulosa la mayoría de ellos, tanto, que al conjunto le comunican aspecto de brecha volcánica y que la matriz de estos conglomerados es una arenisca andesítica, se deduce que los focos de efusión de dichas rocas, estaban cercanos en el tiempo y en el espacio. Por consiguiente, es muy probable que la Formación sea equivalente a las facies piroclásticas de las grandes efusiones de andesita y pórfido cuarcífero de Uspallata y de la Precordillera, siendo así contemporáneas con aquéllas. Este es el razonamiento seguido por Harrington (1943, comunicación verbal) al asignar los sedimentos de los "Estratos

Famatinenses" al Triásico inferior o medio. Este argumento es desarrollado por Tognon (1945) al estudiar los sedimentos al poniente de Angulos, y manifiesta que serían del Triásico medio o superior, inclinándose más hacia este último. Con esta declaración parecería que Frenguelli (1948) estuviera de acuerdo.

Groeber (1952, pág. 98), sobre la base del trabajo de Tognon, incluye los sedimentos de la Formación del Crestón en el Choiyolitense (= Carnense?).

Si bien es cierto que Harrington (1941) atribuye el manto de andesitas y pórfidos cuarcíferos de la Sierra de Mal País y comarcas vecinas al Triásico medio, posteriormente (comunicación verbal) los ha considerado como del Triásico inferior. Por consiguiente los sedimentos de la Formación del Crestón podrían pertenecer al Triásico inferior o medio.

4. CENOZOICO

a) Terciario

1) Grupo Angulos (Calchaquense-Araucanense)

En el tercio occidental de la comarca se encuentra un potente complejo sedimentario integrado por areniscas de colores pardo rojizo, grisáceo y amarillento blancuzco, de grano fino y con intercalaciones de gruesas camadas conglomerádicas y bancos tobáceos. Estos sedimentos fueron denominados por Bodenbender (1922, págs. 43 y 49), en parte como Supracretáceo o Terciario Viejo y el resto como "Estratos Calchaqueños". Este último término, aunque propuesto por Bodenbender, fue empleado por primera vez en la literatura geológica por Stappenbeck (1910, pág. 68), quien aclaró que era un término creado por Bodenbender y que lo usaba con su autorización. En un trabajo posterior, Bodenbender (1924, pág. 445) reúne su Supracretáceo o Terciario Viejo con sus "Estratos Calchaqueños" en una sola entidad, denominada con el último término.

Estos sedimentos afloran al poniente de Santo Domingo, Angulos y Famatina. De norte a sur constituyen dos afloramientos, cada uno integrado por varios asomos. El septentrional es el de mayor longitud y se extiende desde el límite norte de la comarca hasta cerca de la latitud del portezuelo de los Berros. El segundo está formado por varios retazos aislados, al poniente de Guandacol. En la mayor parte del primer afloramiento los sedimentos están delimitados por fallas, tanto al naciente como al poniente.

Los sedimentos integrantes de este conjunto, denominado Grupo Angulos, se distinguen por sus colores claros con tonos oscuros. Acerca del color en general puede manifestarse que va desde el rojizo claro de su miembro basal, hasta el gris o gris rojizo que predomina en el techo. Sobre la base de sus particularidades litológicas, sus ambientes de sedimentación y sus colores, se han podido diferenciar tres unidades litológicas, a saber:

	<i>Formación El Durazno:</i>	integrado por potentes camadas conglomerádicas, areniscas tobáceas y tobas blanquecinas.
Grupo Angulos	<i>Formación del Buey:</i>	constituida por areniscas, arcilitas y lutitas multicolores, amarillas, verdes y moradas, muy yesíferas y con intercalaciones de bancos margosos de escaso espesor.

Grupo Angulos

Formación del Abra: caracterizada por potentes camadas conglomerádicas, con clastos de diámetro respetable, las que hacia arriba pasan a materiales más finos, arcósicos y arenosos, de colores rojizo y blanquecino.

Las equivalencias de las unidades litológicas aquí descritas con las de Bodenbender (1922 y 1924) son como sigue: la Formación del Abra corresponde a parte de la facies oriental del Supracretáceo; la Formación del Buey es análoga a la parte superior de la facies oriental más la facies central, y la Formación El Durazno es igual al "Piso" inferior de los Estratos Calchaqueños.

La base del Grupo Angulos es visible en contadas localidades: así, la Formación del Abra descansa discordantemente sobre sedimentos de la Formación de la Cuesta que asoman esporádicamente a lo largo de la falla que pasa por Santo Domingo y al poniente de Angulos; la Formación del Buey, al noroeste del mogote del río Blanco se apoya normalmente y en discordancia sobre los elementos de la Formación del Crestón. En la margen izquierda del río Amarillo, al sur del puesto El Durazno, se observa la discordancia primaria entre los elementos de la Formación El Durazno y las rocas metamórficas y graníticas de las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco. Sobre la base de la observación efectuada al noroeste del mogote del río Blanco, puede considerarse que la Formación del Crestón y el Grupo Angulos son dos entidades independientes.

Formación del Abra

El complejo aflora en una faja desde el límite septentrional de la comarca hasta la latitud del morro Pozo Verde en el sur; su perfil mejor desarrollado, que se caracteriza por estar constituido por depósitos pefíticos y psammiticos de color pardo rojizo y blanquecino, puede estudiarse a lo largo del río Chaschuil.

La sucesión litológica comienza con potentes camadas conglomerádicas, sumamente gruesas, con intercalaciones de bancos de arenisca de grano grueso; ambas unidades litológicas son de color pardo rojizo. Su estratificación es irregular, formando lentes. Los clastos que constituyen los conglomerados son en su mayoría de granito porfiroideo y migmatitas, muy probablemente provenientes de la Sierra de Velasco y de la cadena de Paimán. Otros rodados son de aplita, pegmatita, lamprófito y esquistos. Se caracterizan por sus formas subredondeadas, semejantes a bochones y a rectángulos alargados, pero con sus aristas y vértices rebajados. Sus tamaños son por lo general grandes, con diámetros que varían entre 25 y 50 cm, habiéndose observado de hasta un metro. Los clastos están diseminados en matriz arcósica, de grano grueso, donde predomina el feldespato rojizo, su principal componente. Ascendiendo en el perfil, los conglomerados se tornan paulatinamente de grano más fino, las camadas van adelgazándose y los bancos de areniscas haciéndose cada vez más potentes individualmente y la roca de grano más fino; asimismo las superficies de estratificación son más regulares y continuas. En numerosos casos se presenta laminación entrecruzada, debida a corrientes torrenciales.

En el perfil del río Chaschuil, en La Toma de agua para riego, aparece una intercalación en forma de cuña, con su vértice dirigido hacia el sur, integrada por areniscas tobáceas grisáceas y camadas conglomerádicas. Los conglomerados, de unos 25 m de espesor, se caracterizan por la preponderancia de clastos provenientes de la Sierra del Famatina. Se verá al describir el perfil del río Campanas que esta intercalación aumenta en espesor hacia el norte, hasta predominar por completo.

A continuación siguen capas de conglomerados finos y bancos de areniscas, de color pardo rojizo. Los clastos en un principio son de rocas aflorantes en la Sierra de Velasco y la cadena de Paimán, pero a medida que se asciende en el perfil, interviene mayor número de clastos de la Sierra del Famatina, hasta que se llega al techo de la Formación. El pasaje a las Formaciones siguientes es gradual y concordante.

Al oeste de Santo Domingo la Formación del Abra aflora en una faja angosta de dos kilómetros de ancho máximo integrada por areniscas blanquecinas, en parte tobáceas. Forman la base conglomerados y areniscas pardo-rojizas, con clastos de la Sierra de Velasco, a su vez cubiertos por areniscas pardo-rosadas y conglomerados con clastos de la Sierra del Famatina. Hacia el poniente afloran los sedimentos blanquecinos mencionados al principio del párrafo. Las areniscas presentan laminación entrecruzada admirablemente conservada, con capas frontales largas, rectas y a veces rápidamente asintóticas. La inclinación de las capas frontales es a veces muy grande, midiéndose ángulos de hasta 35°. La laminación entrecruzada es en gran parte de origen eólico, aunque quizá algunas capas reconozcan origen torrencial. Las pocas óndulas observadas, debido a su mal estado de conservación, no permiten decidir si son de origen áeico o eólico.

Este perfil es la continuación septentrional de la intercalación de areniscas tobáceas blanquecinas observada en el río Chaschuil. O sea, en el río Campanas la Formación del Abra está integrada primordialmente por areniscas, en parte tobáceas y conglomerados blanquecinos, que hacia el sur disminuyen en potencia, ya que en el río Chaschuil su espesor es de 25 m, y en el río Blanco no se observan. A medida que decrece la intercalación con sedimentos de color blanquecino, aumenta la proporción del material pardo rojizo. La intercalación se debe a causas puramente sedimentarias, cambio de facies. Al mismo origen se deben las características litológicas de las tres Formaciones que constituyen el Grupo Angulos, como se expondrán en las páginas siguientes.

La formación del Abra llega a desarrollar una potencia de unos 800 metros.

Formación del Buey

La entidad, que constituye la parte media del Grupo Angulos, se caracteriza por hallarse integrada por sedimentos psammíticos y pelíticos, areniscas y lutitas yesíferas con *Corbicula*, cuya coloración varía en los diversos bancos, de amarillento a verdoso a morado. Constituye dos afloramientos de área reducida: uno, al norte del río Chaschuil, hasta un poco más allá de la quebrada de Alaniz, y el segundo, al oeste y al sudoeste del mogote del río Blanco.

Su base descansa concordantemente y mediante pasaje gradual sobre la Formación del Abra. En las quebradas de Alaniz y del Buey el pasaje entre las dos Formaciones es bien visible, apareciendo capas de conglomerados finos, de color gris, con clastos de la Sierra del Famatina, luego areniscas tobáceas grises con intercalaciones de areniscas moradas; un poco más arriba areniscas moradas y verdosas con intercalaciones de lutitas y arcilitas, moradas y verde nilo, muy yesíferas, las que encierran en muy contados casos bancos margosos. En cambio, en el segundo afloramiento, al poniente del mogote del río Blanco, las condiciones son otras: la base de la Formación del Buey **descansa discordantemente** sobre los materiales de la Formación del Crestón; la discordancia es primaria y de escasa monta.

La Formación comienza con bancos de areniscas tobáceas grises, con intercalaciones de areniscas moradas, y continúa con bancos de areniscas moradas y verdosas, que a su vez presentan intercalaciones de lutitas y arcilitas, moradas y verde nilo, muy yesíferas. Los estratos margosos, de por sí muy escasos,

se encuentran en este último paquete de bancos. En algunos de estos banquitos margosos, Bodenbender (1922, pág. 43) halló restos orgánicos fósiles, comparables con *Corbicula stelzneri* Doering. En la parte alta de la Formación aparecen intercalaciones cada vez más potentes de areniscas tobáceas y tobas blanquecinas y a veces camadas de conglomerados con matriz tobácea, y se pasa así en transición paulatina a la Formación El Durazno y más alta.

Los sedimentos del segundo afloramiento, al oeste y al sudoeste del mogote del río Blanco, muestran las mismas características litológicas, color y estructura que en el anterior. Así, la Formación está integrada por lutitas y areniscas moradas y pardo-moradas, con algunos bancos de colores verde claro y pardo-amarillento claro. Sobre el estrato fosilífero de la quebrada Colorada, siguen potentes bancos de areniscas arcillosas y arcilitas grises, alternando regularmente; más arriba, arcilitas moradas, areniscas arcillosas, areniscas tobáceas blancas y sedimentos cloríticos muy gruesos.

En su fracción basal la Formación está compuesta por bancos potentes de areniscas, con laminación entrecruzada. Donde se dispone en planos paralelos, es común la presencia de óndulas de corrientes ácueas, grietas de desecación e inclusiones de arcilita. La estratificación está muy bien desarrollada, con estratos arcillosos que constituyen láminas delgadas de 5 a 15 cm alternantes con bancos de areniscas cuyos espesores varían entre 40 y 50 cm. En ocasiones las arcilitas pueden llegar a formar bancos de hasta tres metros de potencia. Los sedimentos contienen yeso en forma de relleno de diaclasas, en estratos y lentes a lo largo de las superficies de estratificación.

El espesor de los sedimentos de la Formación del Buey, de unos 200 m, es en realidad de difícil apreciación exacta, a consecuencia de su plegamiento y deformación, sumamente intensos.

Respecto a restos orgánicos, ya se tenían noticias de su presencia desde la aparición del trabajo de Bodenbender (1916 y 1922), quien encontró restos fósiles muy mal conservados en cinco localidades, cuatro con pecelípodos y una con plantas. Casi todas las localidades fueron visitadas en ocasión del trabajo de campaña para el presente informe. Se reseñará con cierto detalle la ubicación de cada una de las localidades, por ser algo difíciles de encontrar.

1. Está ubicada en el afloramiento septentrional, en la quebrada del Buey. Un estrato margoso de unos 20 a 30 cm de espesor es el banco fosilífero. La localidad no fue visitada, ya que "es muy difícil encontrarlo en el laberinto de hondonadas, sobre todo dado su espesor insignificante", como expresa el mismo Bodenbender (1922, pág. 43). Las restantes localidades fosilíferas se encuentran en el segundo afloramiento, al oeste y al sur del mogote del río Blanco.
2. Sobre la senda que conduce de la casa de administración de la mina "Río Blanco" a la quebrada del Jume y río Chaschuil, donde afloran los estratos margosos, se encuentran los fósiles, al nordeste del cerrito Blanco.
3. En la margen derecha de la quebrada Colorada, al sudeste del cerrito Blanco, donde se separa la senda para el portezuelo Agua de los Caballos, aflora un complejo de color morado, constituido por arcilitas y lutitas areniscosas con laminación delgada. A continuación sigue un banco de arenisca amarillenta, de tres metros de espesor, sobre la cual hay un estrato de arcilita tobácea que incluye un banco margoso de color gris amarillento, de 10 cm de espesor. Es el banco fosilífero.
4. En la margen derecha del arroyo Huaico Hondo, a unos 350 m agua arriba de la estrechura, vuelven a aflorar los estratos margosos de color gris amarillento, igualmente con fósiles.

Los restos orgánicos de plantas se encuentran en la quebrada Colorada, agua abajo de la localidad con pecelípodos, según Bodenbender (1922, pág. 44). No fue localizada. Restos de vegetales, improntas de hojas de una fanerógama, tipo *Salix* se encontraron en el arroyo Huaico Hondo.

Los fósiles corresponden a moldes muy mal conservados, pertenecientes a *Corbicula stelzneri* Doering, según determinación de Leanza.

Formación El Durazno

Corresponde a un complejo integrado por areniscas y conglomerados dacíticos, blanquecinos, que adquiere su mayor desarrollo en las inmediaciones de Chilitanca.

La base es observable entre los ríos Chaschuil y Blanco, donde se nota el pasaje paulatino de la Formación del Abra, arenosa pardo-rojiza, a la Formación El Durazno, dacítica. En la margen izquierda del río Blanco, los bancos de pasaje son areniscas algo arcillosas y a veces calcáreas de color verde sucio pálido y blanco grisáceo, débilmente rosado o morado. Faltan allí por completo las lutitas verdes, moradas, etc., de la Formación del Buey, y sólo aparece un paquete de unos 70 m de espesor de las areniscas antedichas, que evidentemente ocupan la posición de aquellas lutitas. Siguiendo la quebrada de Alaniz, afluente de la margen izquierda del río Chaschuil, la Formación comienza con bancos de areniscas tobáceas grises blanquecinas, con camaditas de conglomerados de grano mediano a fino, formando intercalaciones lentiformes. Las areniscas tobáceas y banquitos de conglomerados tienen desarrollada muy bien la laminación entrecruzada. En los casos en que la Formación El Durazno descansa sobre sedimentos de la Formación del Buey, el contacto es concordante y el pasaje se realiza en forma transicional.

La sucesión comienza con bancos de areniscas tobáceas con intercalaciones lenticulares de camadas de clastos, de grano mediano a fino; a continuación, un potente paquete de estratos conglomerádicos y arenosos, regularmente alternados. Los clastos corresponden a granitos (de la Sierra del Famatina), esquistos cuarcíticos, pizarras, andesitas, etc., cuyo diámetro varía entre 10 y 20 cm. En la parte basal están más desgastados (aristas y vértices consumidos) que en la fracción superior, donde sus formas son angulosas, se hallan en una matriz arenosa y tobácea gris blanquecina. Bancos tobáceos se encuentran con cierta frecuencia. En la mitad superior las camadas conglomerádicas se tornan más potentes, alcanzando espesores de hasta 5 metros como se observa agua abajo del puesto El Durazno en el río Chaschuil. En el conjunto se destaca nítidamente un banco blanco, integrado casi exclusivamente por toba, de unos dos metros de potencia. Es una roca muy compacta, sin superficies de laminación, blanca por meteorización y grisácea en fractura fresca. Con ésta y otras camadas conglomerádicas del mismo carácter que las anteriores termina la Formación El Durazno.

En materia de estratificación, las areniscas generalmente lo están bien, con superficies paralelas. En cambio, la de los conglomerados es irregular, lentiforme. Entre las estructuras observadas, la más común es la laminación entrecruzada, torrencial en las camadas conglomerádicas, y ordinaria en las areniscas tobáceas que afloran en El Abra. Tanto óndulas como grietas de desecación e impresiones de gotas de lluvia, se conservan en los materiales más finos, como ser, tobas y arcilitas.

En el río Blanco y Huaico Hondo los sedimentos de esta Formación afloran en todas las partes bajas de las quebradas y, a veces, aun en la parte alta de las barrancas. Integrada por conglomerados, con clastos de todos los tamaños de rocas provenientes de la Sierra del Famatina, predominan en ella los de dacita, en matriz tobácea dacítica. En la fracción inferior aparecen bancos potentes de verdaderas tobas dacíticas, macizas, compactas y duras, con escasos rodados, de color predominante gris, con diversas tonalidades, como el sucio, celeste y blanquecino. La estratificación es muy evidente, a menudo del tipo entrecruzado.

Al poniente de Guandacol, cerca del límite austral de la comarca, aparecen en la base de las barrancas, a lo largo de las quebradas, conglomerados y areniscas, atribuidos, con reservas, a esta Formación. Los clastos, de dimensiones pequeñas, son muy numerosos y provienen tanto de la cadena de Paimán como de la Sierra del Famatina. Las areniscas son de grano mediano a grueso, con intercalaciones de capas conglomerádicas de escaso espesor y clastos dispersos. El color rosado pálido de estos depósitos induce a correlacionarlos con los de la Formación del Abra, pero la presencia de gran número de clastos provenientes de la Sierra del Famatina, han inclinado la balanza en favor de la Formación El Durazno, aunque sin mayor certeza.

La Formación El Durazno se presenta con un espesor de unos 1.500 m; de las tres, es la de mayor potencia. Por consiguiente, se tiene un espesor de 2.500m para el Grupo Angulos.

Edad. De los restos orgánicos fósiles encontrados, ninguno tiene valor estratigráfico, ya que los pelecípodos identificados como *Corbicula stelzneri* Doer., de acuerdo con los datos y observaciones de que se dispone hasta hoy día, estos organismos se encuentran en sedimentos atribuidos tanto al Mioceno como al Plioceno (Peirano, 1957).

Bodenbender (1922, pág. 45) consideró los bancos fosilíferos e infrayacentes (en el presente trabajo Formaciones del Abra y del Buey) como indicando el Cretácico superior o Terciario viejo. Los sedimentos de sus Estratos Calchaqueños los asignó al Plioceno, como edad más probable (Bodenbender, 1922, pág. 54). Posteriormente, al investigar los depósitos continentales que asoman al poniente de Fiambalá, previamente estudiados por Penck (1920, pág. 153) y asignados por este autor al intervalo Cretácico superior-Terciario inferior, Bodenbender (1924, págs. 410, 440 y 458) los consideró como del Cretácico.

Frenguelli (1937, cuadro pág. 467, etc.) es de opinión que los bancos fosilíferos forman parte de su Santamariano inferior, mientras que los Estratos Calchaqueños superiores de Bodenbender (1922) son equivalentes a su Araucaniano.

Para Groeber (1938, pág. 414) representaban al Mioceno, aunque en 1940 (pág. 23), al tratar los sedimentos del sector Angulos, los consideró como del Mioceno (Calchaquense) y del Plioceno (Araucanense).

La mayoría de los autores han considerado los Estratos Calchaqueños como del Terciario, si bien no siempre se ha estado de acuerdo en si representaban el Terciario medio o el superior, duda que aún no ha sido eliminada. Es conveniente recordar que no todos los autores concuerdan en cuáles sedimentos deben considerarse como Estratos Calchaqueños, dado que algunos opinan que la parte inferior del Araucanense debe incluirse en los primeros.

En este trabajo se asignan los sedimentos del Grupo Angulos al Terciario superior, considerando que las Formaciones del Abra y del Buey representan al Mioceno (Calchaquense), mientras que la Formación El Durazno con intercalaciones tobáceas, es del Plioceno (Araucanense).

II) Plioceno? : Formación Schaqui (Araucanense?)

En la margen izquierda del río de los Sauces, asoman retazos, de área muy reducida, de sedimentos rojizos, a los que se ha denominado Formación Schaqui.

Su base no es visible dentro de la región, pero sí algo más al norte, donde se apoya sobre el granito porfiroideo de la Formación Paimán.

La Formación Schaqui, integrada por areniscas de grano mediano a grueso,

contiene intercalaciones delgadas de capas conglomerádicas y, más arriba en el perfil, bancos arcillosos. Sus clastos son de granito porfiroideo y de migmatitas, de diámetro no superior a los cuatro centímetros, en matriz arenosa. En las superficies de estratificación se notan banquitos de yeso. El conjunto, de unos 20 m de espesor, se caracteriza por su color rojizo.

Edad. No se poseen elementos de juicio positivos como para poder asignar esta Formación a determinada edad, pero su litología y analogías con los Estratos Araucanos de otras localidades, inclinan a considerarla como del Plioceno, sujeto a posible modificación en cualquier momento.

III) Formación Mogote (dacita)

En el tercio occidental de la región aflora una roca volcánica, dacita, en corto número de localidades. A menudo está acompañada por andesita. De norte a sur asoma en el mogote del río Blanco, que se destaca por su forma cónica. Corresponde al cono de un volcán aislado, que se levanta unos 500 m en la margen izquierda del río Blanco. Poco más al sur, en el arroyo de los Frailes, a unos 2.500 m de su confluencia con el río Blanco, esta roca constituye un dique, caso similar al que ocurre entre el río Chaschuil y el mogote del río Blanco. Finalmente, en el portezuelo de la Caldera, muy próximo al límite austral de la comarca asoma un retazo de dacita, en este caso algo propilitizada. Bodenbender (1922, pág. 60) menciona una cuarta localidad, a unos centenares de metros al sur del portezuelo de los Berros, en la margen izquierda del río Amarillo, expresando que corresponde a un afloramiento de andesita. No fue posible ubicar este asomo. En forma de diques se encuentra atravesando los sedimentos de la Formación del Crestón en la margen sur del río Chaschuil.

En el mogote del río Blanco, la dacita descansa sobre una superficie de erosión, a unos 200 m de la cima.

Esta dacita es una roca de grano fino, localmente vesicular, de color claro; a su vez está atravesada por diques de dacita porfídica, de pasta afanítica, en la cual se distinguen fenocristales blancos correspondientes a feldespato, de hornblenda y de cuarzo. El conjunto está cruzado por venillas de cuarzo. Estos diques intruyen también a los sedimentos de la Formaciones del Crestón y del Buey, como se observa al noroeste del mogote del río Blanco y en el cerrito Blanco.

La andesita es de color violado a pardo rojizo, con estructura porfídica que permite reconocer fenocristales, unos feldespáticos y otros, de color verdoso, de un mineral fémico. Su pasta, por lo general, es afanítica.

La distribución de los escasos afloramientos de dacita induce a pensar que están relacionados con una línea estructural.

Edad. Para Bodenbender (1922, pág. 61) “la edad de las erupciones abarca las épocas supracretácea y terciaria, siendo la de las dacitas probablemente pliocénica.”

Teniendo en cuenta que la dacita atraviesa los sedimentos del Grupo Angulos y que éstos son del Mioceno y Plioceno, la erupción es posterior, del Plioceno superior o más reciente. La erupción (o las erupciones, en realidad no hay seguridad de que sea una solamente, aunque parece ser lo más probable) tuvo lugar a lo largo de fracturas. En el párrafo correspondiente a Estructura se verá que los movimientos tectónicos de la tercera fase del ciclo Andico (Groeber) comenzaron en el Plioceno alto (post Araucanense) y continuaron actuando en el Cuartario inferior, ya que éste se encuentra dislocado. Pero tanto la falla por donde se levantó el mogote del río Blanco,

como la que pasa por el portezuelo de la Caldera, son precuarterias, como lo atestiguan los acarreos no dislocados, indudablemente del Cuartario inferior, que en parte cubren a las fracturas. Por consiguiente, la dacita de la Formación Mogote es atribuida al Plioceno más alto.

b) Cuartario

Estos sedimentos, en parte no consolidados, se extienden en tres franjas paralelas y alargadas de norte a sur, más una de este a oeste, y constituyen el material de relleno de las depresiones mencionadas en el parágrafo Orografía. Se encuentran representados aún dentro de las sierras mismas, alcanzando en varias partes altitudes considerables, a menudo bien escalonados, como en la margen derecha del río Achavil. Sobre la base de datos puramente litológicos, los depósitos atribuidos al Cuartario han sido diferenciados en tres entidades.

1) Inferior (Eocuartario)

Los depósitos detríticos corresponden a antiguos fanglomerados y presentan características morfológicas, como ser cortes a pique. Sus afloramientos aparecen tanto en las laderas de la Sierra de Velasco como en las pendientes de la del Famatina. En la primera constituyen Las Cumbres, al norte de Tuyuvil. En la segunda están mejor conservados al nacimiento de la gran falla meridiana que pasa al poniente del mogote del río Blanco. En el sector entre los ríos Achavil y del Marco Amarillo, constituyen terrazas, en las cuales se ha creído reconocer unos cinco niveles distintos.

La mayoría de las acumulaciones de esta entidad se muestran en asomos aislados, ya que los acarreos recientes y subrecientes ocultan por completo toda visualización. Sin embargo, donde los ríos y quebradas labran gargantas profundas de erosión, de 20 a 30 m de profundidad, los asomos presentan inmejorables condiciones para la observación, siendo posible individualizar los límites que en cada caso separan aquellos niveles.

Su posición es visiblemente discordante sobre los elementos más antiguos, como, por ejemplo, en las laderas del Cimarrón y al poniente de Famatina. A su vez están cubiertos en discordancia por elementos del Cuartario más moderno. Al sur de El Totoral tienen unos 10° de inclinación hacia el oeste.

La entidad está integrada por sedimentos débilmente consolidados: conglomerados, areniscas y mantos de gravas. Los bancos de areniscas contienen numerosas intercalaciones de *camadas* conglomerádicas en forma de lentes. En la fracción superior están endurecidos escasamente. La estratificación está marcada tenuemente. En Las Cumbres no se pudo observar si los bancos están inclinados o no, pero en el sector occidental se inclinan levemente hacia el poniente. Por lo general estos depósitos son de tonalidades oscuras.

Al sur del mogote del río Blanco, en el sector de la quebrada Colorada, se observan bancos constituidos por sedimentos de muy diferentes tamaños, en su mayoría productos detríticos de diverso origen, correspondientes a rocas antiguas. Se apoyan discordantemente sobre los estratos del Grupo Angulos y con leve inclinación en el mismo sentido que dichos bancos.

En El Cimarrón la entidad está integrada por conglomerados y areniscas pardo-rojizas, semejantes a los elementos de la Formación del Abra, pero constituida por materiales provenientes de la Formación del Crestón *exclusivamente*.

El espesor de este acarreo es sumamente variable, ya que influye la irregu-

laridad del relieve sepultado y se ha considerado que no es mayor de 50 metros.

Al naciente y al sur de Pituil, en el valle de Antinaco, como al sudeste de Angulos, afloran areniscas arcillosas y limos rojos, que, según Groeber (comunicación verbal), representarían al Bonaerense. Corresponden a material redepositado que, hoy día, se encuentran muy erosionados y en parte cubiertos por acarreo modernos.

Los depósitos que se han reseñado constituyen las terrazas más altas o están cubiertos por material más joven y, por consiguiente se les ha considerado como los más antiguos.

II) Superior

En los bordes de las depresiones amplias, como ser en la margen occidental del valle de Antinaco, e igualmente en ambas márgenes de la de Angulos-Famatina, depósitos en forma de terrazas, a media pendiente, y quizás menos, se hallan a más bajo nivel que los acarreo del Cuartario inferior. Están integradas por sedimentos poco consolidados, clásticos gruesos, con intercalaciones de bancos de areniscas y aún de limos y arcillas. Su coloración grisácea es de tonos más claros que los del Cuartario inferior. Este complejo, como el anterior, se encuentra cubierto por una capa de origen reciente y de constitución pedregosa.

Sus clastos son de dimensiones muy variables; los mayores alcanzan hasta 20 cm de longitud, pero en general predominan los rodados pequeños, de diámetro inferior a los cinco centímetros. La mayoría de los clastos provienen de las Formaciones Antinaco y Negro Peinado, migmatitas, esquistos, filitas, cornubianitas, etc., reconociéndose además de granito, pórfidos, etc. Los clastos están unidos débilmente por una matriz de grano mediano a fino, o dispersos en los bancos de limo y arcilla. Se observa cierta estratificación de los rodados en camadas toscas, que dan lugar a la formación de camadas delgadas de unos cinco centímetros de potencia, con intercalaciones de estratos de menor espesor de limo y arcilla.

En el rincón sudoeste de la región, en varias localidades, sobre todo a lo largo del río Amarillo y a unos 300 ó 400 m al oeste del porte zuelo de Santa Rosa, en el fondo de la quebrada y hasta unos 30 m de altura en sus márgenes, se observaron manchones de brecha o conglomerado de color amarillo muy vivo, en posición horizontal y en las partes más anchas del valle. La roca muy dura, está cementada fuertemente con cemento de color gris amarillo, a veces limonítico, etc., y sus fragmentos son angulosos, tendiendo más hacia una brecha que a un conglomerado. Los clastos no han sufrido mucho transporte, dando la impresión de corresponder a desmoronamientos o deslizamientos de las laderas, acumulándose el derrubio en el fondo del valle y posteriormente cementado. Bodenbender (1922) es de opinión que corresponden a brechas de escombros que se han acumulado en los ensanchamientos del valle, donde diques dispuestos transversalmente a éste y que forman las angosturas, han favorecido su acumulación. En estas brechas se encuentran las mentadas cuevas de la comarca.

Estos depósitos tienen cierta importancia económica, por ser auríferos, y esporádicamente son explotados.

En cuanto a la edad de estas brechas, hay cierta indecisión, aunque, tanto Sobral (1921) como Bodenbender (1922), las han asignado al Cuartario. Considerando que no están dislocadas, se les ha atribuido edad más moderna que el Cuartario inferior y, por consiguiente, se ha considerado que no son preglaciales (depósitos glaciares han sido reconocidos en la comarca contigua al oeste), pudiendo ser contemporáneas con la glaciación o postglaciales.

La primera edad se pone en duda si se tiene en cuenta que los ríos eran mucho más caudalosos y que con toda seguridad hubieran barrido las acumulaciones que encontraban en su curso. Bodenbender (1922) opina que son contemporáneos. En el presente trabajo se les asigna al Posglacial, o sea, al Cuartario superior, considerando que los desmoronamientos se produjeron cuando el valle era más profundo, ya que la vaguada actual está elaborada en las brechas.

Los depósitos de Corral Amarillo se toman como más recientes. Están integrados por bancos de arenas y limos, con una que otra intercalación de capas de conglomerados. Se presentan con estratificación horizontal, pero en los bordes, donde el río ha elaborado su curso, están inclinados hacia el lecho, por haber sido socavada la base. Económicamente tienen importancia por las interposiciones de banquitos de limonita, que son extraídas y vendidas como ocre.

III) Reciente y Actual

Las acumulaciones más jóvenes constituyen la mayor parte del relleno de las depresiones y de los amplios valles longitudinales, y dan forma al relieve actual de terrazas y conos aluviales de muchas localidades.

Así, en la depresión del valle de Antinaco, hay un acarreo torrencial de clastos gruesos y arenas, producto de las crecientes mayores de las aguas que bajan de los cerros, que cubren en su mayor parte a las areniscas arcillosas y limos del Cuartario inferior.

En general están constituidos por arcillas, areniscas de granos de todos los tamaños y por rodados sueltos o parcialmente unidos por una matriz muy poco consolidada. A medida que estos depósitos se alejan de los cerros, como en el valle de Antinaco, cambian de material, de grano grueso a otro de grano más fino, es decir, de rodados a arenas y arcillas. Poco al sudeste de Pituil, como al poniente de Antinaco y Huillasorcona, se observan médanos muy poco consolidados. Asimismo corresponden a esta entidad los escombros del "piso altitudinal", tan frecuentes en la Sierra de Velasco como en los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina.

Finalmente, en las laderas de las sierras y en las márgenes de los ríos, así como en las quebradas, los sedimentos más recientes se acumulan en forma de pequeños conos y terrazas, de muy poco espesor, constituidos por fragmentos de roca de los cerros próximos.

Posiblemente representan espesores mayores que las otras entidades del Cuartario.

B — ESTRUCTURA

La estructura se caracteriza por el alineamiento meridiano de bloques, como corresponde en las Sierras Pampeanas y Traspampeanas. Su relieve lo condiciona la estructura en bloques, resultante de los intensos movimientos que tuvieron lugar durante el Cenozoico. Los desplazamientos a lo largo de estas fallas dieron origen a las sierras. La tectónica se expresa mediante bloques encimados y fracturas inversas.

Las estructuras antiguas, es decir, el macizo de las rocas del basamento cristalino, no influyen mayormente con su estructura interna en el aspecto en la tectónica del final del Terciario. Todo es obra de fracturación, de ascenso y descenso diferencial de cordones y bolsones.

Las sierras que forman el relieve principal de la región representan otros

tantos bloques de basamento cristalino y sedimentos más modernos. Los bloques están volcados hacia el oeste mediante fallas de rumbo predominantemente meridiano y de considerable rechazo.

La unidad estructural positiva, elevada, más importante es la Sierra de Velasco, delimitada por fallas e inclinada hacia el oeste. En realidad es un conjunto de bloques menores diferencialmente movidos, de configuración irregular, que ha quedado determinada por las extensiones de altura y ancho de los diversos bloques menores.

El cuadro geológico de la Sierra de Velasco es igual de norte a sur, no aflorando otras rocas que las migmatitas y el granito, con su cortejo de rocas hipabisales, aptitas y pegmatitas. En ninguna parte aparecen rocas ígneas ni sedimentarias más recientes que las de las Formaciones Antinaco y Paimán, descartando desde luego, los acarrees del Cuartario.

Las fallas de mayor importancia que delimitan y atraviesan la Sierra de Velasco se ponen de manifiesto primero por la morfología: grandes paredes abruptas, valles y portezuelos alineados; segundo, por la franja de milonitización que las acompaña, caracterizada por su mayor anchura a menores altitudes, y su estrechamiento a mayores altitudes, hasta prácticamente desaparecer; y, tercero, por la presencia de harina de roca, de color rojo, presente en las laderas y/o fondos de las quebradas y en algunos portezuelos, indicando la traza de la falla. De lejos, esta harina de roca, con su color rojo, da la impresión de corresponder a un afloramiento de sedimentos de la Formación de la Cuesta. En las proximidades de las fracturas, a poca altitud, donde aparentemente ha sido más intensa la milonitización, los porfidoblastos de las milonitas ya no son anhedrales (o a lo sumo subhedrales como en las migmatitas), sino totalmente anhedrales, llegando a asumir formas circulares, resultantes de la gran presión sufrida, que los ha deformado por completo. La superficie de falla se inclina hacia el oeste. Todas las fracturas están orientadas de nornoroeste a sudsudeste, y son subparalelas.

En la Sierra de Velasco se han reconocido cuatro fallas, escalonadas de norte a sur y de este a oeste. La más septentrional entra en la comarca en el rincón nordeste, para dirigirse hacia el sudsudeste, pasando por entre los cerros Loma Baya y Negro; al nacimiento de El Durazno y Amuschina (margen derecha del río de los Sauces), se ve muy bien en la pendiente de la sierra el escalón debido a esta falla. La fractura siguiente se observa desde Amuschina hacia el sur, delimitando el cordón principal por el poniente hasta el portezuelo de Viniados, donde comienza a bordear a la sierra por el nacimiento, es decir, del lado oeste de la sierra pasa al lado este, como sucede con la falla anterior y las que se mencionarán a continuación. La tercera línea estructural, al poniente de Tuyuvil, coincide aproximadamente con el curso del río homónimo: hacia el norte está cubierta por el acarreo, pero se supone que continúa por la estrecha depresión entre Las Cumbres al nacimiento y la terminación del cordón occidental al poniente; de la latitud de Antinaco hacia el sur no fue posible continuar las observaciones. Sin embargo, por indicios geomorfológicos que se toman como reflejo de la estructura, se ha marcado la falla como posible continuación, pero con reservas. Finalmente, la cuarta fractura empieza a observarse por el norte, en la latitud de Antinaco, pasando al nacimiento de dicha localidad y prolongándose hacia el sur hasta el límite austral de la comarca. Ella originó la quebrada de la Shapaña y los portezuelos de los Puestos y del Mal Paso.

El valle de Antinaco es la unidad estructural negativa, depresión tectónica, más importante por su amplitud y por las posibilidades de alumbrar aguas subterráneas. Al nacimiento está delimitado por la Sierra de Velasco y al poniente por la cadena de Paimán. Su dirección es norte-sur y está rellenado de sedimentos terciarios (presumiblemente) y acarrees cuartarios.

La cadena de Paimán, unidad elevada, positiva, de un orden de magnitud secundario, posee una configuración irregular, debido a la acción de las líneas estructurales. La serranía se hunde hacia el norte, desapareciendo en la latitud de Campanas bajo el acarreo cuartario, aunque todavía se denuncia mediante unos pocos cerros aislados. En la constitución geológica de la cadena de Paimán intervienen los mismos elementos que constituyen el cuadro geológico de la Sierra de Velasco, es decir, migmatitas y granito porfiroideo, con el agregado de sedimentos continentales del Paleozoico superior. Estos últimos están afectados por fallas transversales de poca importancia. En la latitud de Angulos está cortada por un profundo surco tectónico, de dirección nordeste-sudoeste (río Chañar-muyo). En su mitad norte se ensancha mucho, mientras que en su tramo sur, se estrecha y es más uniforme. En su parte media consta de tres entidades, orientadas de norte a sur y subparalelas. Las fallas, como todas las de la región, son aproximadamente meridianas. La oriental comienza a asomar unos 2.000 m al sur del canal de riego Chañar-muyo-Pituil, dirigiéndose hacia el sur por la pendiente oriental de la cadena de Paimán. En el portezuelo al norte de los cerros de la Rinconada cruza al declive occidental, para continuar por la pampa de Paimán y finalmente llegar al valle de Famatina y unirse presumiblemente con las otras dos líneas estructurales que afectan a esta unidad.

La segunda falla pasa al poniente de Chañar-muyo. Al norte de esta localidad desaparece bajo el acarreo cuartario. Hacia el sur originó el valle por el cual fluye el río Chañar-muyo, para luego bordear la serranía por su ladera occidental, es decir, cruza de este a oeste como en el caso de la falla anterior, desplazando la línea de cumbres de norte a sur en el sentido de poniente a naciente. En la cadena de Paimán el cruce de las fracturas de una ladera a la otra es opuesto al que se observa en la Sierra de Velasco. La falla se pone de manifiesto por una faja de granito porfiroideo milonitizado, que aflora en la entrada de la quebrada de Chañar-muyo, margen sur. En la quebrada La Aguadita se encuentran sedimentos de la Formación Agua Colorada aplastados entre dos masas de basamento cristalino. Continúa por La Aguadita, separando la cadena de Paimán al naciente de Los Ramblones al poniente y finalmente penetra en el valle de Famatina, donde desaparece bajo el acarreo cuartario.

La elevación denominada Los Ramblones se extiende entre el río Blanco en el norte y Carapunco en el sur, con dirección norte-sur, ligeramente desviada hacia el sudeste; se le considera como parte integrante de la cadena de Paimán, geológica y estructuralmente considerada.

En el tramo sur de la cadena de Paimán, tanto la pendiente oriental como la occidental tienen inclinación mediana y la línea de cumbres es aguda. En tales condiciones resulta difícil establecer si el cordón se halla delimitado por fallas longitudinales en ambos lados. La ladera oriental, especialmente en la puerta de la quebrada Capayán, parece tener una inclinación mayor que la occidental, induciendo a sospechar la presencia de una falla longitudinal, en el borde oriental por lo menos. La cadena de Paimán, pues, sería un bloque fracturado en su borde este e inclinado hacia el oeste. La quebrada de Capayán sería debida a la falla, al cruzar de nordeste a sudoeste.

El valle de Famatina y la depresión Angulos-Campanas, delimitadas por la cadena de Paimán al naciente y los contrafuertes de la Sierra de Famatina al poniente, deben considerarse como entidades aparte, con referencia al valle de Antinaco, aunque tanto por el norte como por el sur, se unen con dicha

depresión tectónica. El valle de Famatina se ha abierto en sedimentos terciarios (Grupo Angulos), barridos luego en su mayor parte, parcialmente en migmatitas de la Formación Antinaco y en granito porfirioideo, sobre todo en su margen oriental y en sus cabeceras.

La depresión Angulos-Campanas, está separada en el sur del valle de Famatina por un estrangulamiento de la Formación Antinaco, donde se juntan la cadena de Paimán y Los Ramblones. No constituye un valle, sino simplemente corresponde a una unidad negativa, deprimida.

La próxima unidad estructural a considerar es la referente a los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina. Su configuración es irregular: se ensancha grandemente hacia el sur, por lo menos tres veces más, y queda determinada por las extensiones de altura y ancho de los cuerpos graníticos y afloramientos de esquistos, pizarras, etc. El cuadro geológico varía de norte a sur. Así, predominan elementos de las Formaciones de origen continental en el norte, mientras que en el sur son reemplazadas por sedimentos metamórficos de la Formación Negro Peinado y varios plutones graníticos. Los sedimentos continentales desempeñan papel muy importante como indicadores de las líneas estructurales. Los granitos y rocas metamórficas, sobre todo estas últimas, se caracterizan por estar atravesados por numerosos diques de pórfidos cuaríferos; en cambio prácticamente no existen diques de pegmatita. En este hecho se diferencian de la Sierra de Velasco y la cadena de Paimán.

Se han reconocido dos fallas principales que tienen dirección norte-sur aproximadamente, en mayor parte nornordeste, sin que esto excluya trechos en dirección nornoroeste. Además se caracterizan por tener ramales más o menos importantes y por unirse con otras. La más oriental ya ha sido mencionada en párrafos anteriores, al reseñar el filo Los Ramblones, delimitando su pie occidental. Corresponde al tramo medio de la línea estructural. Falta considerar sus tramos norte y sur. Penetra en la región poco al oeste de Famalilao para dirigirse hacia el sur, poniendo en contacto acarreo del Cuartario inferior al naciente con sedimentos del Grupo Angulos al poniente. Entre los ríos Campanas en el norte y Blanco en el sur, asoman pequeños jirones de areniscas rojas de la Formación de la Cuesta. Al sur del río Blanco pone en contacto migmatitas de la Formación Antinaco con sedimentos de la Formación del Abra (a! poniente), y un poco más al sur ya afloran elementos de la Formación Antinaco, para continuar por cañada del Medio y valle de Famatina. En este trecho se junta, presumiblemente, en las inmediaciones de Alto Carrizal, con las dos fallas ya consideradas que afectan a la cadena de Paimán. Se supone que la línea estructural delimita por el naciente las lomas al norte de las Gredas Corrales y la loma Colorada, pero siempre oculta por el acarreo. Al sur de la quebrada del Potrerillo aflora, poniendo en contacto acarreo del Cuartario inferior con granito aplítico y continúa hacia el sur. En la quebrada del Visco, margen izquierda, la falla que separa el acarreo de los elementos de la Formación Negro Peinado es bien visible, y de rumbo N 20°O e inclinación 50°SO. El acarreo está dislocado, presentándose con una inclinación de 10° hacia el oeste.

Al poniente de la loma Colorada se han reconocido dos fallas más o menos importantes, junto con varias secundarias. Desde el río Amarillo hacia el sur se dirigen con rumbo N 15°E, para luego formar un arco convexo al oeste y continuar con dirección sudeste hasta unirse con la falla principal, reseñada en el párrafo anterior, en las inmediaciones de la quebrada del Visco. En la parte media de la quebrada de las Gredas, entre el granito aplítico y los sedimentos continentales del Paleozoico superior, en realidad un jirón tectónico, se observan restos de una brecha tectónica formada a expensas del granito aplítico. Se supone que estas dos fallas subparalelas son ramales de la fractura principal de más al naciente, como se ha indicado en el mapa geológico.

En la zona al sur de El Totoral, se tiene que al oeste, las areniscas de color rojo de ladrillo de la Formación de la Cuesta están en contacto por medio de la falla inversa inclinada hacia el oeste, con un conjunto de pizarras verdes claras de la Formación Negro Peinado, muy deformadas tectónicamente, atravesadas por rocas de dique, también muy deformadas. Todavía hay un retazo de areniscas rojas inmediatamente al sur de El Totoral, debido a otra falla secundaria. El conjunto de sedimentos sumamente deformados que se ha reseñado, aparece constituyendo una faja. Se trata de una verdadera brecha tectónica donde los bancos están retorcidos, amasados y triturados tectónicamente. La roca filónica básica de color verde oscuro, muy alterada y deformada, da lugar a bochones. Los diques se presentan en forma de fragmentos o cuentas de rosario, a veces envueltos por los esquistos claros muy deformados. Las vetas de cuarzo se hallan también fuertemente deformadas, en cuentas y trozos aislados y retorcidos.

La fractura más occidental coincide en parte con la falla denominada por Bodenbender (1922) Nevado de Famatina-Tinogasta. En el norte entra en la comarca poco al oeste de Famalilao, poniendo en contacto sedimentos del Grupo Angulos, al naciente, con las areniscas y conglomerados de la Formación del Crestón, al poniente. Entre la quebrada del Buey y el río Chaschuil emite dos ramales que forman un ángulo agudo con la principal. La más oriental de las fallas secundarias se dirige hacia el sudeste describiendo un semicírculo alrededor de la chimenea dacítica del mogote del río Blanco por su pendiente oriental, y girando hacia el oeste por un kilómetro, para virar y retomar su dirección primitiva, meridiana, a lo largo del curso medio del arroyo de los Frailes y posiblemente por el curso superior hasta el río Achavil. La segunda se une con la oriental en las proximidades de la quebrada Colorada. En su trayecto aflora la chimenea dacítica del mogote del río Blanco. La falla principal es cruzada por el río Chaschuil agua arriba del puesto El Durazno y se dirige hacia el sur pasando al poniente del cerro Blanco y por el portezuelo Agua de los Caballos (al oeste del cerro del Molle). Poco más al sur determina el valle del río Blanco, donde se observa un fuerte descenso topográfico determinado por una línea estructural, que en combinación con la falla que delimita Los Ramblones, da lugar a una fosa. Continúa hacia el sudoeste, hasta llegar al límite de la comarca, para girar hacia el sudeste y pasar por entre el Huaico Hondo y el cerro de la Casa Blanca. En todo este trecho, debido a la tectónica, las areniscas y conglomerados del Grupo Angulos están cubiertos por los elementos de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta. Poco agua arriba del puesto El Tule se dirige hacia el sur, delimitando los cerros del Portezuelo y Agua de la Falda por el naciente. Entre los ríos Achavil, y del Marco, se observa una segunda falla, poco más al poniente, igualmente inversa, que deja una angosta faja de sedimentos de la Formación Agua Colorada entre Grupo Angulos al naciente y Formación Negro Peinado al poniente. Las fallas giran hacia el sudeste, delimitando la pendiente nordeste del cerro Collapotrero, hasta la quebrada homónima, donde cambian de rumbo, dirigiéndose hacia el sur y continuando por el portezuelo Blanco o de los Berros, río Amarillo y portezuelo de la Caldera, para prolongarse en la comarca vecina por la quebrada del Cajón. Las fracturas están indicadas por asomos aislados de elementos de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta, que en casos como en la ladera nororiental del cerro Collapotrero y Agua de la Falda, se encuentran debajo de la Formación Negro Peinado, debido a la fractura inversa del Terciario. Estas dos fallas, paralelas en unos tramos, y que finalmente se unen en el portezuelo de la Caldera, no son muy evidentes, porque los restos de elementos de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta son muy escasos. Las dislocaciones se manifiestan en el encajonamiento de las areniscas. Otro detalle que las ponen de manifiesto es la roca efusiva, dacita, que se ha encontrado en el portezuelo de la Caldera, y según Bodenbender (1922) en el curso

inferior de la quebrada Agua Blanca. Estas dos fallas han producido un sector hundido a lo largo del cual fluye el río Amarillo. La falla oriental emite un ramal que con dirección sudeste se dirige hacia el portezuelo Santa Rosa, determinando las dos quebradas que bajan de dicho punto topográfico. Hacia el sudeste continúa hasta la confluencia de las quebradas del Toro y de la Batea, para dirigirse hacia el Rodeo del Medio, pasando al poniente del cerro Aspajos y determinar el río Agua Negra. Esta falla está puesta de manifiesto en las quebradas del Toro y de la Batea por una zona brechosa, de 100 a 150 m de ancho, formada por rocas graníticas milonitizadas, que se presentan en grandes bochones o pelotas de hasta 5-6 m de diámetro, y además se encuentran vetas silíceas debidas a soluciones hidrotermales. Se conservan por su mayor dureza.

El mogote del río Blanco tiene importancia, no solamente en sentido morfológico (volcán) sino también en el sentido orogénico, suministrando la clave para el mejor entendimiento de la estructura de la comarca: evidenciándose aun más en este punto las relaciones entre las fallas y las erupciones dacíticas, por cuanto este cerro volcánico está situado sobre una falla.

Los restos de los sedimentos de la Formación de la Cuesta, con su presencia señalan en muchas partes pliegues y fallas, según puede verse en los perfiles y en el mapa geológico. Esto se debe a que los sedimentos mencionados junto con los de la Formación Agua Colorada, han sido afectados por movimientos orogénicos vehementes, formando jirones tectónicos.

1. *Movimientos del Precámbrico*

En los amplios afloramientos de materiales de las Formaciones Antinaco y Negro Peinado, se observa que estas rocas se presentan fuertemente inclinadas y que, tanto su rumbo como su inclinación, son muy cambiantes. El rumbo de los esquistos, pizarras, y filitas de la Formación Negro Peinado varía entre norte-sur y noroeste, y su inclinación hacia el oeste y sudoeste. En los sectores donde estas rocas han sido menos afectadas por los movimientos posteriores, están plegadas intensamente, en pliegues similares, pequeños y disarmónicos. En otras localidades, como al sur de la quebrada de la Calera, las estructuras primitivas han sido afectadas por movimientos posteriores, sobre todo por los del ciclo Andico.

2. *Movimientos del Ciclo Caledónico*

Considerando que movimientos de este ciclo han actuado en la comarca contigua al poniente, es de suponer que hayan obrado también en ésta, dando origen a las superficies de discordancias labradas en las rocas de las Formaciones asignadas al Precámbrico (Antinaco, Paimán, Negro Peinado y Ñuñorco). Se tiene pruebas de que los movimientos del ciclo Caledónico han intervenido en la comarca vecina (Turner, 1964), sobre todo los de la fase Tacónica.

3. *Movimientos del Ciclo Variscico Armoricano*

Se atribuyen a este ciclo los movimientos que dislocaron los depósitos de las Formaciones continentales del Paleozoico superior, y han actuado dos fases como mínimo. La primera dio lugar a la discordancia entre los bancos de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta, observada al poniente de la comarca en el ámbito de la Hoja 15c, mientras que la segunda

originó la discontinuidad entre las Formaciones de la Cuesta y del Crestón.

En la quebrada del Zorro Colgado, margen derecha del río Chaschuil, muy cerca del límite occidental de la comarca, el banco basal de la Formación del Crestón, con rumbo N 6°E e inclinación 65°NO, corta oblicuamente a las lutitas y margas de la Formación de la Cuesta, que tienen rumbo N 9°E e inclinación 75°NO. Se trata no de una discordancia puramente de erosión, sino una verdadera discordancia angular muy suave, que se comprueba con la medición de las orientaciones de los bancos respectivos, que da una diferencia de 3° en el rumbo de los estratos de cada Formación. A lo largo de esta quebrada, como en la del Jume, los estratos de lutitas de la Formación de la Cuesta se interrumpen oblicuamente contra el banco basal de la Formación del Crestón. Además, se puede observar cómo disminuye el espesor de los estratos de lutitas y margas multicolores.

Es muy probable que la superficie de discordancia primaria en la base de la Formación Agua Colorada haya servido de plano sobre el que actuaron los movimientos diferenciales durante la compresión variscica armoricana, pero es evidente que el movimiento precarbónico fue mucho más intenso que el del variscico armoricano.

4. Movimientos del Ciclo Andico

Los movimientos de este ciclo son los que han impartido su fisonomía actual a la Sierra de Velasco y demás unidades estructurales, siendo los más importantes entre los que han actuado en la comarca. Se pueden dividir en tres fases, la primera de plegamiento, la segunda de fracturación y la tercera de ascenso diferencial de bloques.

En la primera fase se producen los plegamientos en amplios anticlinales y sinclinales de los sedimentos aflorantes, sobre todo del Grupo Angulos. En el cerro del Portezuelo, los bancos de la Formación Agua Colorada recubren al Proterozoico, formando el cierre norte de un anticlinal, que ha sido tratado en la Hoja 15c, sobre todo en lo referente al ala occidental. El ala oriental en cambio, se alabea rápidamente y al sur del cerro del Portezuelo se inclina ya fuertemente hacia el oeste, por debajo del bloque de la Formación Negro Peinado del cerro Collapotrero. Al mismo tiempo el contacto Formaciones Negro Peinado y de la Cuesta se convierte en falla inversa, y otra falla inversa más oriental corta el ala de la Formación Agua Colorada yuxtaponiéndola a sedimentos del Grupo Angulos, dejando así una faja angosta de la Formación Agua Colorada, entre Formación Negro Peinado y Araucanense, que prosigue hacia el sur hasta más allá de las Cuevas de Noroña. En la Hoyada del río del Marco, el Grupo Angulos entra en contacto anormal con la Formación Agua Colorada, tiene rumbo N 30°E, inclinándose como la fractura, unos 80°NO. Esta fractura prosigue hacia el norte, pasando algo al oeste del puesto El Tule.

Los sedimentos correspondientes a la Formación de la Cuesta, se encuentran plegados, como se observa en varios afloramientos. Los anticlinales y sinclinales son levemente asimétricos y el rumbo de sus charnelas es por lo general nordeste. En el afloramiento de la quebrada de las Gredas estas areniscas están muy plegadas y aun fracturadas, y las charnelas del anticlinal y sinclinal convergen hacia el noroeste. Las lutitas y margas del techo de la Formación de la Cuesta se hallan plegadas y contorsionadas en ondulaciones locales, debido a su mayor competencia en relación con la de la arenisca.

En el sector del cerro del Portezuelo y del Agua Colorada, la Formación Agua Colorada se halla suavemente plegada, pero los bancos individuales muestran a veces fuertes contorsiones locales que pueden observarse, por

ejemplo, al este del cerro del Portezuelo. Un anticlinal cerrado se observa en el puesto del Portezuelo con superficie axial débilmente hundido al oeste. El sector entre el cerro del Portezuelo, la mina de carbón (Hoja 15c,) y el cerro del Agua Colorada (Casa Blanca) es un braquisinclinal, con línea axial buzante suavemente hacia el nornoroeste.

Al sur del río Chaschuil, al este de la fractura existente agua arriba de El Durazno, se observa un anticlinal con superficie axial inclinada 45° al este, formado por estratos morados y amarillentos, arcillosos, de la parte más alta de la Formación de la Cuesta, sobre los cuales sigue la Formación del Crestón, conglomerádica. Las relaciones tectónicas en esta zona son como se esquematiza en el perfil que pasa por la margen sur del río Chaschuil.

La Formación del Crestón, en una rápida inspección, da la sensación de ser una sola sucesión ininterrumpida de rumbo nornordeste y siempre inclinada hacia el oeste con ángulo más o menos constante. Sin embargo pronto se advierte que el conjunto se halla plegado y casi siempre imbricado, con los planos de imbricación inclinados hacia el oeste y de rumbo nornordeste. En la faja de afloramientos dentro de la comarca, no aparece el miembro 1, basal, y los anticlinales del miembro 2 se hallan desplazados sobre los sinclinales del miembro 3. En muchos lugares, en las zonas de contacto inverso entre miembros 2 y 3, aparece una charnela anticlinal en el miembro 2 y una sinclinal en el miembro 3. En algunos puntos de estos lugares la inclinación hacia el este es por lo general muy fuerte. Al oeste del filo de los Loros, un amplio sinclinal afecta a los miembros 1 y 2, lo que induce a sospechar que la intensidad del plegamiento e imbricación aumenta de oeste a este y también de sur a norte.

El conjunto parece que se hunde suavemente hacia el norte, ya que en la pendiente sur del cerro Alumbreras, termina la Formación de la Cuesta en un anticlinal por debajo de la Formación del Crestón, y además, en el río Santa Cruz (Hoja 14d) el miembro 3 adquiere mucha mayor importancia de la que tiene en el río Santo Domingo, mientras que disminuye el ancho de las fajas del miembro 2.

Los sedimentos de la Formación del Crestón están plegados en anticlinales y sinclinales, ligeramente asimétricos. Por el puesto de los Loros, las Piedras Topadas y El Manzanito, la charnela pasa de un sinclinal, a cuyo naciente hay repetición de bancos, que seguramente se debe a anticlinales fracturados. Estos bancos están repetidos tres veces. Unos 600 m agua abajo del puesto las Juntas en el río Santo Domingo, es muy visible un anticlinal fracturado. En el segundo afloramiento se vio un sinclinal.

El Grupo Angulos en el arroyo de los Frailes, formado por estratos arcillosos verdosos y celestes claros (Formación del Buey), está muy deformado y contorsionado en las cercanías de la fractura. Estos estratos se hunden bajo la Formación El Durazno.

En el Alto de los Loros la Formación del Abra, areniscas y conglomerados pardo-rojizos, reposa sobre superficie de erosión labrada en areniscas rojas de la Formación de la Cuesta. Estas areniscas forman el núcleo de un anticlinal cuya ala oriental está cortada por la falla del filo Colorado, que separa el conjunto del granito del cerro Pastoso y de los Ramblones.

El rumbo de la Formación del Abra, en la entrada de la quebrada del Buey, es casi N-S, inclinándose unos 40° . Cerca de su límite oeste se observa un sinclinal de línea axial N-S, cuya ala occidental es casi vertical. Luego sigue un anticlinal cuya ala oeste inclina unos 80° . Inmediatamente hacia el oeste sigue la Formación del Buey (con *Corbicula*), con rumbo también aproximadamente N-S e inclinaciones subverticales, a veces hacia el oeste y otras hacia el este. Esta Formación se halla en realidad muy plegada en pliegues angostos

y cerrados, como se comprueba por el hecho de que se repite varias veces el mismo nivel de lutitas verdes yesíferas.

Continuando hacia el poniente, se nota un cambio en los rumbos, los cuales tuercen de norte-sur a noroeste, desapareciendo los bancos contra la gran fractura que delimita al cordón de Alaniz en su pie oriental. Asimismo se observan perturbaciones tectónicas complicadas.

Algo más al sur, en la quebrada de Alaniz, los estratos de la Formación del Buey se presentan con rumbo oeste-este contra la fractura, para tornarse noroeste más al naciente. La inclinación de los bancos varía entre 75° y 90° . En el contacto de estos sedimentos con los de la Formación El Durazno, los estratos se hundén rápidamente por debajo de las areniscas tobáceas de la última Formación.

De la quebrada del Buey al norte afloran elementos de la Formación del Abra, hasta el límite septentrional de la comarca, observándose como los estratos de la Formación del Buey cambian paulatinamente de rumbo, de norte sur a noroeste, hasta desaparecer por obra de la falla al oeste. Esta desaparición es debida al ensanche de la intercalación de areniscas blancas que se observa en el corte del río Chaschuil y que en la quebrada del Buey se torna más potente, de hasta ahí al norte predominar por completo. En Santo Domingo y sus alrededores, hay en la base un poco de las areniscas rojizas de la Formación del Abra.

En la zona del Huaico Hondo y río Blanco, el Grupo Angulos se halla plegado en un sinclinal (al este) y un anticlinal (al oeste) con superficies axiles inclinadas al oeste y con charnelas de rumbo N 30° O. El anticlinal se observa muy bien en la margen este del Huaico Hondo. La charnela del anticlinal se hunde con 15° hacia el sur.

Los bancos tienen rumbo N 5° E e inclinan 55° NO. Inmediatamente agua abajo de la estrechura tienen rumbo N 70° O e inclinan 70° SW. En el cerrito Blanco el rumbo es de N 30° O y la inclinación 70° SO, visible también en la ladera norte del cerrito Blanco. Al sur de éste el rumbo es de 90° y la inclinación 70° S. Mientras que al este del mismo cerrito el rumbo es N-S y la inclinación 75° O. Estos rumbos cambiantes se deben a un alabeo: el anticlinal del cerro de la Cuesta se convierte en un plano inclinado hacia el oeste, y al mismo tiempo, el buzamiento de las charnelas es sumamente fuerte hacia el norte, con ángulos de casi 70° .

En el límite occidental de la comarca, los anticlinales y sinclinales llevan dirección norte-sur y buzan hacia el norte. Al oeste del cerro del Molle los sedimentos de la Formación Agua Colorada desaparecen bajo los depósitos de la Formación de la Cuesta, y un poco más al norte, hay un sinclinal que ha afectado a las Formaciones de la Cuesta y del Crestón. Con toda seguridad estos movimientos son posteriores a la deposición de los sedimentos del Grupo Angulos, ya que estos se encuentran también plegados en anticlinales. En el sector norte del río Chaschuil, entre la quebrada de Alaniz y la del Agua del Buey, donde afloran sedimentos del Grupo Angulos, hay pliegues pequeños, aumentados por las diferencias en la competencia relativa de los bancos. Otras veces se producen fallas, como es el caso del contacto entre la Formación del Buey y la de El Durazno.

En la Formación del Crestón hay pliegues fracturados, que indudablemente se deben al mismo ciclo de movimientos. Se supone que esta ruptura de los pliegues es consecuencia de la gran falla longitudinal que separa los sedimentos de la Formación del Crestón del Grupo Angulos. Estos movimientos se atribuyen al movimiento del ciclo Andico de Groeber, que tuvieron lugar entre el Terciario y el Cuartario. Los depósitos recientes están levemente dislocados, con inclinación de unos 10° al oeste.

La estructura actual de las Sierras del Famatina y de Velasco, se debe ante todo a los movimientos del Terciario superior. El ascenso de dichas sierras se produjo como consecuencia de una serie de fracturas aproximadamente de rumbo norte-sur, compresivas, de gran rechazo, inclinadas hacia el oeste en su mayoría, e inversas, es decir, solevantamientos. En realidad es una sucesión de fracturas, que en conjunto llegan a un rechazo mínimo de 4.000 m. La importancia de estos movimientos puede ilustrarse por el hecho de que surgió en ese tiempo la Sierra del Famatina, con sus 6.000 m de altitud, mientras que las demás unidades orográficas vecinas mantienen sus lomos elevados a altitudes un tanto menores, así el Velasco que llega a 4.200 metros.

Estructuralmente se puede considerar que la comarca corresponde a dos provincias geológicas distintas: Sierras Pampeanas al naciente y Traspampeanas al poniente. Desde luego, no hay límite neto en todas partes. En el norte la separación es bien visible, mientras que en el sur hay un sector de transición. La provincia geológica Sierras Pampeanas está delimitada al poniente por la depresión Campanas-Angulos, muy probablemente coincidente con la falla trazada en el mapa geológico. Más al sur ya no es posible fijar un límite neto, pero se considera que la continuación de la falla mencionada anteriormente puede servir. Comprende la Sierra de Velasco y la cadena de Paimán. Se caracteriza por la presencia de grandes afloramientos de rocas metamórficas y con aporte (migmatitas) y graníticas. El metamorfismo ha alcanzado alto grado, llegando a dar migmatitas. El granito es porfiroideo y está cruzado por un sinnúmero de diques de aplitas y pegmatitas.

Las Sierras Traspampeanas, al poniente, presentan otras estructuras, que permiten separarlas y tratarlas como provincia geológica independiente, siguiendo las ideas expuestas anteriormente, al tratar la comarca a occidente (Turner, 1962a y 1964). Las rocas metamórficas no acusan tan avanzado grado de metamorfismo, es decir, no hay migmatitas; a lo sumo, el metamorfismo llega hasta la facies de esquistos verdes. El granito es de un tipo diferente, granular y no porfiroideo. No hay diques de aplitas y pegmatitas, con excepción de uno que otro dique aplítico. Estos están reemplazados por diques de pórfido cuarífero, pórfido granítico, lamprófidos, etc. Con respecto a las demás características, contienen sedimentos marinos del Ordovícico y las rocas efusivas del Paleozoico inferior, ambas entidades ausentes en las Sierras Pampeanas. Los elementos continentales del Paleozoico superior y del Mioceno, sólo son sedimentos de cubierta que se pueden encontrar tanto en una provincia geológica como en otra.

En general las fallas en las Sierras Traspampeanas tienen inclinación hacia el oeste, con algunas pocas excepciones, como se ha podido comprobar en la Hoja 13b (Turner, 1958 y 1967).

Una diferencia entre las dos provincias geológicas y por ahora válida solamente dentro de la comarca comprendida en las Hojas 15c y 15d, es la región referente al desplazamiento de los bloques secundarios que integran las Sierras de Velasco y del Famatina. En la primera, los bloques secundarios de sierras están desplazados hacia el oeste, mientras que en la segunda, el desplazamiento es hacia el este, siempre considerando de norte a sur. Una característica que tienen en común, es la referente a la inclinación de las fallas: en las dos provincias geológicas la mayoría de las superficies de falla inclinan hacia el oeste.

El sector de transición comprende los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, al sur del río Achavil y al naciente del río Amarillo, en su tramo meridiano. Si bien es cierto que, tanto el metamorfismo como el granito son del tipo de las Sierras Traspampeanas, aparece ya un elemento de las Sierras Pampeanas: la pegmatita, además de minerales de wolframio.

C. GEOMORFOLOGIA

Los rasgos morfológicos están regidos por la estructura y la constitución geológica de la región. La fisiografía responde esencialmente a bloques de montañas separados por valles subparalelos. De acuerdo con esto, la región se puede dividir en cinco sectores distintos, que de naciente a poniente son los siguientes:

1. Sector de la Sierra de Velasco

Corresponde a un elemento positivo, sobrelevado, integrado por rocas graníticas y metamórficas, caracterizado por su relieve quebrado y su línea de cumbres algo irregular. Se encuentra ubicado en una zona climática algo más seca que la Sierra del Famatina, situada al poniente. El perfil transversal de la sierra es variable de un lugar a otro, pero siempre hay una asimetría definida. Varía en que la cumbre es más amplia en ciertas y determinadas localidades que en otras. Estas localidades coinciden con el cruce de las fracturas de una ladera a la otra. La ladera oriental es más abrupta y está cortada por quebradas extensas y profundas que crean un relieve frágil. En cambio, el declive occidental es de pendiente más extendida, con valles largos pero poco profundos y, por consiguiente, originan una topografía más suave. La ladera oriental siempre es de relieve más irregular y abrupta que la opuesta. Ello debe atribuirse a que esta última (la occidental) conserva todavía algo de la regularidad de la peneplanicie que se inclinaba hacia ese lado, mientras que del lado oriental la erosión incidió desde el principio profundamente en el bloque ascendente.

Las observaciones reseñadas en el párrafo anterior se refieren a la Sierra de Velasco en conjunto, pero igualmente se aplican, y en algunos casos con mayor razón, a los bloques menores que integran la sierra. Que la pendiente occidental es más suave se observa muy bien al naciente del río de los Sauces, también como en el bloque secundario que emerge en Antinaco.

Los cursos de agua más importantes son longitudinales o aproximadamente tales, obedecen a las fracturas y a la vez sirven para indicar las líneas tectónicas principales.

La gran mole granítica y migmatítica del Velasco, inclinada hacia el oeste con el declive abrupto hacia el naciente, debido a fallas, se eleva a veces a cientos de metros sobre el relleno cuartario de la depresión ubicada a su pie oriental. La superficie primitiva, llana, de los bloques acusa siempre ángulos de inclinación más o menos pronunciados, hacia el oeste al naciente de El Durazno y Amuschina, se ha medido una pendiente de 20° . Los distintos bloques emergen de las acumulaciones cuartarias que los cubren, se encumbran y vuelven a descender después de un recorrido más o menos largo, para desaparecer nuevamente debajo de la cubierta sedimentaria. En comparación con su largo, estos bloques son bastante angostos. Los bloques tienen dirección nornoroeste-sudsudeste, por efecto de las fallas. Se puede observar un escalonamiento de fallas espaciadas, de rechazo moderado y de rumbo e inclinación coincidente, que han afectado a este tramo del bloque.

La pendiente occidental posee un desnivel de casi 3.000 m y está interrumpida únicamente por quebradas cortas y muy pronunciadas.

En la parte alta de la Sierra de Velasco se observan algunos pequeños circos glaciares de reducida amplitud, pero no se encontraron los depósitos morénicos correspondientes.

La migmatita se meteoriza de manera en todo semejante a la del granito porfirioideo, dando lugar a la formación de mamelones grandes y pequeños,

originados por la disyunción de la roca en bloques rectangulares, más tarde redondeados por escamación. Estas formas de alteración actuales dan origen a masas de escombros, ya que las condiciones climáticas favorecen allí la desagregación mecánica de las rocas.

2. Sector del valle de Antinaco

Corresponde a un relieve negativo, una cubeta de acumulación u hondada tectónica rellena por sedimentos terciarios (?) y cuartarios. Tiene una dirección norte-sur con una divisoria de aguas en la latitud de Pituil o cerca de dicha localidad. Alcanza 55 km de largo y su ancho varía entre 15 y 30 km, estrechándose en la latitud de Antinaco Anjaya. Su declive es de unos 100 m en 50 km, representando una pendiente de 1:500.

Está delimitado por las unidades positivas, sobrelevadas, de la Sierra de Velasco al naciente y la cadena de Paimán al poniente. La delimitación oriental del valle de Antinaco tiene carácter mucho más uniforme que el marco montañoso occidental. Ambos elementos positivos emergen directamente de entre los acarrees cuartarios.

Los materiales cuartarios están constituidos por rodados y gravas más o menos consolidados y además por arenas y arcillas. El valle está formado por la intersección de dos superficies inclinadas, correspondientes a los conos de deyección del material proveniente de la Sierra de Velasco y de las elevaciones al poniente. En la intersección de estas dos superficies se encuentra el sistema principal de avenamiento que en el tramo sur del valle está desplazado hacia el este, o sea es asimétrico, apoyándose sobre la Sierra de Velasco, teniendo más desarrollo hacia el oeste. Una explicación sería que la mayor afluencia de corrientes proviene del oeste, donde las precipitaciones, sobre todo las nivales, son mayores. Esta mayor abundancia de precipitaciones tiene como consecuencia un mayor transporte de material, tomado especialmente de los bancos de origen continental que afloran al poniente. Los conos de deyección del este (a lo sumo de un kilómetro de largo), de muy poca extensión, son más parados que los del oeste, cuyos ápices se hallan mucho más alejados, pasando más bien a ser niveles de piedemonte que conos de deyección. Esto es el resultado de la mayor proximidad del fondo del valle a la Sierra de Velasco. O sea, que se debe a la mayor afluencia de agua del oeste.

El valle de Antinaco (y esto se puede también aplicar al sector de la depresión Angulos-Famatina) está ocupado casi en su totalidad por los conos de deyección, cuya distribución se relaciona muy estrechamente con los rasgos climáticos fundamentales. Los conos de deyección reunidos constituyen una faja ancha y uniforme, que acompaña a la margen de las montañas. Con un declive muy suave asciende este plano de acarreo grueso, desde el valle hasta el pie de los cerros, formando una línea sinuosa con entradas y salidas, de modo que el ancho de los conos presenta una variación muy grande. Este campo inclinado carece por lo general de cursos de agua permanente, prescindiendo de alguna que otra vertiente que pronto desaparece. En cambio está surcado por gran número de cauces secos, muy ramificados y escasamente cortados en el terreno, que representan la continuación de las quebradas de las sierras, para la distribución de las aguas de las crecientes. Todo el sector, muy monótono, está cubierto con monte de arbustos, bastante cerrado.

El origen de este gran campo de conos de deyección no es obra de las actuales corrientes de agua, sino de la época anterior, cuando la mayor humedad permitía la existencia de ríos caudalosos que, al salir de la sierra, depositaban su carga a causa de la disminución de pendiente. La observación permite comprobar que en el presente la mayor parte del material es

aportado por los cursos de agua provenientes de la Sierra del Famatina, como lo fue anteriormente. Hoy día sólo las crecientes más grandes pueden llegar a fluir por el sector, el cual, como indican las barrancas bajas de los cauces, ha pasado del estado de acumulación al estado de erosión, pero de efecto muy débil e inconstante. El relleno de la cuenca es un proceso que continúa en la actualidad.

3. Sector de la Cadena de Paimán

En una unidad positiva poco sobrelevada, integrada por granito porfiroideo, migmatitas y esquistos, a la que se agregan, únicamente en la pendiente noroeste, sedimentos continentales de la Formación Agua Colorada. La cadena de Paimán surge directamente sobre el acarreo cuartario, con muy pocos conos de deyección propios, caso de la quebrada que pasa al sur del cerrito Negro y de Anjaya, y sin afloramientos de sedimentos terciarios en ninguna de sus laderas. Los demás conos de deyección, debidos a ríos de más al oeste, son de mayor tamaño.

Tanto la pendiente oriental como la occidental se hallan considerablemente erosionadas, pero tal erosión es anterior, sin duda, a la acumulación de los grandes conos de deyección del Famatina, que delimitan y anegan el pie del cordón. Este se halla entallado por dos valles transversales (ríos Chañarmuyo y Amarillo), y al través de ellos se ha volcado hacia el este el acarreo del Famatina, abriéndose en abanico en el pie oriental del cordón. Los conos coalescentes forman allí una llanura aluvial de piedemonte que termina en el barreal del bajo de Santa Elena, interpuesto entre el cordón de Paimán y la Sierra de Velasco. En este bajo desplazado hacia esta última sierra, terminan también los conos menores que descienden de la sierra de Velasco.

La cadena de Paimán se eleva en su casi entera extensión sin transición sobre el fondo de la cuenca, es decir, que su pie está circundado en todos lados por los materiales de acumulación, en los que parece hundirse. En esta cadena también se comprueban las formas típicas de la descamación, como en los granitos de grano grueso y en las migmatitas, sobre todo si su sistema de diaclasas ha alcanzado a desarrollarse bien. Por lo general faltan taludes de escombros bien marcados; únicamente en las quebradas de alguna extensión los hay, y son de material grueso en la mayoría de los casos. En contraste con un período anterior más húmedo, actualmente sólo **reducidas masas** de material son transportadas hasta el pie de la **montaña**.

Constituye una unidad morfológica secundaria y se caracteriza por su línea de cumbres levemente irregular. La ladera oriental da la impresión de ser más parada que la occidental. El perfil transversal de la elevación es variable de una localidad a otra, pero hay una asimetría definida desde el portezuelo de Gualco hacia el norte, precisamente donde están las líneas tectónicas, que cruzan de una ladera a otra, motivando desplazamientos escalonados de las líneas de cumbres. La pendiente oriental, más abrupta, está cortada por quebradas extensas y profundas que crean un relieve frágil. En cambio, la ladera occidental es de pendiente más extendida, con valles largos pero poco profundos que, por consiguiente, dan lugar a un relieve más suave. Como en el caso de la Sierra de Velasco, parece ser general que la ladera oriental sea de topografía más irregular y más abrupta que la opuesta. Ello debe atribuirse a que esta última (la occidental) conserva todavía algo de la regularidad de la peneplanicie que se inclinaba hacia ese lado, mientras que del lado oriental la erosión incidió desde el principio profundamente en el bloque ascendente.

4. Sector de la Depresión Angulos-Famatina

Comprendido entre los bloques elevados de la cadena de Paimán al este

y los contrafuertes de la Sierra del Famatina al poniente, corresponde a una unidad negativa, deprimida y, como en el caso del valle de Antinaco, es un paisaje de forma de cuenca, en un ambiente casi desértico, con predominio de arenas y arcillas.

Podría considerársele como parte integrante del valle de Antinaco, ya que ambas entidades se comunican, tanto en el tramo septentrional, al norte de Campanas, como en los tramos medio y sur, por medio de las quebradas por donde fluyen los ríos Chañarmuyo y Amarillo; pero hay una diferencia fundamental: el sector del valle de Antinaco corresponde a una cubeta de acumulación, como se ha expresado líneas arriba, mientras que en el caso presente se trata de una cuenca de erosión, cuyo material es transportado al través de las brechas ya mencionadas en la cadena de Paimán. Otro indicio que indica el predominio de la erosión lo suministran las terrazas aluviales recortadas, también como el hecho de que los ríos se han encajonado, a veces hasta la roca firme.

Este sector no se presenta con una dirección uniforme, como los demás sectores del nacimiento, sino que forma un arco cóncavo hacia el este en el norte (Angulos) y hacia el oeste en el tramo medio (Carapunco-Carrizal), debido al ramal occidental, Los Ramblones, de la cadena de Paimán que se prolonga en forma de cuña hacia el norte. En su tramo medio, entre los ríos Chaschuil y Achavil, corresponde a la "cuenca calchaqueña del Cimarrón", según la denominación dada por Bodenbender (1922, pág. 16), donde afloran los sedimentos del Grupo Angulos.

En la parte norte del sector, entre Famalilao y Campanas, predomina un paisaje llano en el nacimiento, mientras que hacia el poniente lo es de terrazas y conos de deyección, constituidos por formaciones aluviales, caso idéntico al del tramo austral del sector, al sur de la localidad de Famatina. Sus arenas y rodados llegan hasta el pie de la cadena de Paimán.

El relleno terciario (Grupo Angulos) ha sido retirado en gran parte en las fracciones norte y sur, y sus remanentes están cubiertos en su mayoría por las acumulaciones cuaternarias. Restos de estos sedimentos terciarios se han conservado en forma de una faja estrecha y de asomos aislados en la margen occidental del sector. En otros casos, los afloramientos están constituidos por rocas más antiguas (esquistos, pizarras y migmatitas de la Formación Antinaco, o por rocas graníticas); así por ejemplo, el cerro Pastoso, al poniente de Angulos, las lomas de Pocitos y las lomas de la Mesada.

En la fracción central, es decir entre los ríos Chaschuil y Achavil, el paisaje es algo distinto; predominan las huaiquerías. Afloran sedimentos del Grupo Angulos y en menor proporción acarreo del Cuaternario. La Formación El Durazno, parte superior del Grupo Angulos, aflora en su mayor parte en esta fracción. En los dos reducidos asomos de los elementos de la Formación del Buey, con numerosos estratos arcillosos, poco resistentes a la erosión, se observan taludes muy inclinados, cubiertos por una costra blanda de varios centímetros de espesor, que da al conjunto un aspecto de huaiquerías.

En esta fracción llaman la atención dos llanadas de área reducida, la pampa Seca al nacimiento y la pampa del Chiquerito al poniente, separadas por el Huaico Hondo. Indudablemente, en tiempos pasados, dichas pampas constituían una sola unidad, hoy fraccionada por la erosión de dicho curso de agua. La conservación de estos llanos se explicaría por su coincidencia aproximada con los ejes de plegamientos. Así, la pampa Seca estaría sobre un sinclinal. Al este, debido a la inclinación occidental de los bancos que han facilitado la erosión, sólo se conservan filos agudos. Tanto el Huaico Hondo como el arroyo los Frailes han elaborado sus cauces con paredes perpendiculares, si bien es cierto que este último fluye a lo largo de una fractura.

El mogote del río Blanco corresponde a un centro eruptivo de morfología volcánica.

En la fracción austral, el valle que es asimétrico, se apoya sobre la cadena de Paimán con más desarrollo hacia el oeste y alcanza hasta un ancho de siete kilómetros, formando un gran nivel de piedemonte. Su explicación sería que la mayor afluencia de corrientes fue desde un principio del oeste, donde son mayores las precipitaciones, sobre todo las nivales, como se ha expuesto en *Clima*. Esa mayor abundancia de precipitaciones tuvo como consecuencia mayor transporte de material, tomado especialmente de los bancos de origen continental que afloraban al poniente. Como resultado, el valle primitivo fue colmado, y una potente cubierta de detritos rellenó al surco longitudinal.

Posteriormente sobrevino un período de clima seco, el cual continúa todavía y, como consecuencia, la erosión volvió a dominar en el valle cortando los sedimentos depositados poco antes. Así se formó finalmente el relieve de terrazas que caracteriza el valle. Los conos de deyección del este, de corta extensión, son de pendiente más fuerte que los del oeste, cuyos ápices están mucho más alejados, pasando más bien a ser niveles de piedemonte, en el cual se notan cuatro o cinco niveles de erosión, escalonados hasta llegar al valle actual del río. Este es el resultado de la mayor proximidad del fondo del valle a la cadena de Paimán, resultante de las causas señaladas más arriba y no a la inversa, o sea, es debido a la mayor afluencia de agua del oeste.

5. Sector de la Sierra del Famatina

Corresponde a una unidad positiva, sobrelevada, integrada por rocas metamórficas, que a su vez están cubiertas por sedimentos continentales del Paleozoico superior y del Triásico. Los elementos del Grupo Angulos tienen muy poca importancia en esta unidad. Al reseñar la región adyacente al oeste (Turner, 1964) se expuso que la Sierra del Famatina, en conjunto, está inclinada hacia el naciente. Los contrafuertes orientales presentan las mismas características, con relieve bastante quebrado y una línea de cumbres algo irregular en el filo oriental y regular en el occidental. La diferencia obedece a motivos climáticos. Así, el filo oriental, por su menor altitud, es más seco que el occidental, y en él hay menos pastos. El perfil transversal, tanto del filo oriental como del occidental, es siempre definitivamente asimétrico. La pendiente occidental, más abrupta, está cortada por pequeñas quebradas; en cambio, el declive oriental, de pendiente más suave y con valles largos y profundos origina un relieve muy quebrado.

Los dos filos meridianos, Ñuñorco-Faltriguera-Corrales al naciente y La Cunchi-Collapotrero al poniente, están separados por el valle del río Amarillo, tramo superior, cuyo curso lo determinan dos fallas subparalelas, de lo cual resulta un sector hundido (fosa), meridiano, entre el portezuelo de los Berros en el norte y el abra de la Caldera en el sur. En general, el valle es sumamente estrecho, excepto entre Los Berros y Cuevas de Noroña. En esta parte el ensanche proviene seguramente de la influencia de la proximidad de las dos fallas; además, es muy probable que influya la fractura que originó el portezuelo de Santa Rosa.

El valle del río Amarillo, en su tramo superior, es decir donde fluye por la fosa tectónica, tiene la forma clásica de la erosión fluvial lineal: ambas laderas presentan pendiente uniforme y el manto detritico cubre toda su extensión desde el fondo hasta las cumbres. La ladera occidental del valle presenta mayor subarticulación, por quebradas laterales, que la opuesta. Esto en parte ocurre a consecuencia de que el filo oriental es más bajo y deja pasar las corrientes húmedas procedentes del este. Por tal motivo, en el tramo entre los portezuelos de los Berros y El Durazno, la ladera oriental presenta mayor articulación, por su mayor altura y, en consecuencia, por atajar las

corrientes húmedas. En este tramo, al labrar su cauce en roca granítica, origina estrechuras y saltos. Finalmente, existe un tercer tipo de valle, constituido por un sistema de terrazas o "mesadas" que forman varios niveles, como se observa en las inmediaciones de Corrales y agua abajo de Las Gre-das.

Tales terrazas o mesadas están ejemplificadas muy bien en la margen derecha del río Achavil, curso inferior, entre el puesto El Tule y Corrales, confluencia con el río Amarillo; allí se observan varios niveles, siete; en realidad, son niveles principales, subdivididos en varios planos o superficies: unos corresponden a terrazas de erosión, cortadas en roca firme, y otros a terrazas de acumulación, en depósitos de acarreo del Cuartario.

En materia de altitudes, se observa que en el rincón sudoeste se extiende una plataforma cuspidal, correspondiente al cerro La Cunchi, inclinada hacia el norte, hasta Los Arenales. Las formas de filos y crestones predominan al naciente exclusivamente, envueltos en materiales de su propia desagregación mecánica y, por consiguiente, siempre redondeados, en mayor o menor grado.

Las dos líneas prominentes para la fisonomía de las altas montañas, el límite superior de la vegetación y el límite inferior de la nieve, son observables en la Sierra del Famatina; la segunda no entra en la comarca de este estudio. La influencia de la vegetación sobre la fisonomía morfológica de la sierra no alcanza a ser tal como lo es en las montañas situadas en regiones de clima húmedo. Encontrándonos en una región seca, la vegetación no se desarrolla en formaciones cerradas.

Desarrollo de la Red de Avenamiento

En el desarrollo de la red de avenamiento, los fenómenos tectónicos han tenido importancia decisiva, prescindiendo del factor climático, sobre todo del viento del este y de la exposición hacia él (barrera). Si bien en el recorrido de los ríos se destaca claramente la influencia de la orientación climática (los ríos nacen en las laderas orientales de las montañas o en las eminencias más altas de ellas), lo que más interesa es la dependencia de la red de avenamientos de la estructura tectónica.

En la Sierra de Velasco, los cursos de agua más importantes están determinados por las fracturas (ríos del Vallecito, Tuyuvil, Real Viejo y quebrada de la Schapaña), encontrándose orientados meridianamente o aproximadamente tales. En el bloque secundario inclinado hacia el oeste, entre Vinigados y el límite septentrional de la comarca; las quebradas son debidas a las diaclasas; asimismo, los cursos están orientados de noroeste a sudeste, y van desembocando paulatinamente en el colector principal: el río de los Sauces.

La cadena de Paimán se describirá conjuntamente con la Sierra del Famatina, porque los cursos de agua más importantes que atraviesan dicha eminencia topográfica, provienen de la Sierra del Famatina. En este último sector, a causa de la forma y orientación del bloque montañoso, se ha originado en su ladera oriental un avenamiento subsecuente, en el cual las quebradas, subparalelas, dirigidas de poniente a naciente, tienen sus cabeceras en el filo Corrales-Faltriquera-Nuñorco y son tributarios del colector principal, el río Amarillo, tras atravesar la llanura de piedemonte. Actualmente ninguno de estos afluentes incrementa el caudal del río Amarillo, al menos en forma de aguas superficiales. La amplitud de los valles indica que anteriormente la humedad era mayor; en el presente las precipitaciones han disminuido y, por consiguiente, las fuentes de abastecimiento permanente de los ríos (la nieve perenne y las vertientes). Este hecho es observable, no sólo en las sierras, sino también en el piedemonte, donde las terrazas altas documentan la muy fuerte acción de las aguas en otros tiempos. Esto se

desprende de las formas de las quebradas, que son anchas, profundas, de paredes verticales, características que persisten hasta sus desembocaduras. La quebrada de la Calera tiene un ancho superior a los 100 m, caso igual al de Pumaquebrada. Ambas forman en sus puertas amplios conos de deyección, de uno y dos kilómetros de radio respectivamente.

Considerando los ríos de norte a sur, se tiene que las fallas que en un tramo cruzan el Campanas, se revelan por la dirección de la corriente, meridiana, o aproximadamente tal, con codos en ángulo recto.

El río Chaschuil, no tan dominado por las fallas, es un caso similar al del río Blanco, al que se une al nacimiento de la localidad de Angulos, y ya juntos atraviesan la cadena de Paimán a lo largo de una línea estructural. El valle del río Blanco en el límite occidental de la comarca es estrecho, pero al recibir los afluentes Huaico Hondo y el arroyo de los Frailes, se ensancha, precisamente donde afloran los sedimentos de la Formación El Durazno; al atravesar los conglomerados de la Formación del Abra se estrecha nuevamente y más aun al cruzar la falla, para constituir a continuación un cauce amplio, de más de 200 m de ancho. Otro factor que ha influido en la elaboración de quebradas anchas y profundas, con escarpas, ha sido la contribución de las aguas del río Achavil, que primeramente formaban parte integrante de la cuenca del río Blanco, como se ha expuesto en un trabajo anterior (Turner, 1964). Además influye la fuerte pendiente topográfica de la serranía que delimita la cuenca, y a consecuencia de la cual se producen numerosos saltos. Como se reseñará más adelante, hay numerosos ejemplos de desvíos de cauces.

La más importante de las vías de desagüe, por su caudal, dentro de la comarca, es el río Amarillo. Ya se ha expuesto en el parágrafo *Hidrografía* (capítulo *Geografía*) que el curso principal se dirige hacia el norte en su tramo superior, fluye de oeste a este en el curso medio, gira y toma la dirección norte-sur en el curso inferior, para finalmente atravesar la cadena de Paimán por la quebrada de Capayán, no en forma antecedente, sino por efecto de una falla; o sea, en sus tramos superior e inferior es longitudinal, mientras que en su curso medio es transversal. En su parte superior fluye a lo largo de un sector hundido y es muy probable que anteriormente pasara por el portezuelo Blanco (o de los Berros o cuesta Colorada) y no por la estrechura actual. Probablemente el río haya desviado su curso por reactivación de las líneas estructurales o por haber erosionado más fácilmente los sedimentos en el nacimiento.

Entre sus afluentes, el río del Marco tiene también dirección sur-norte en su tramo superior, y luego gira hacia el nacimiento. Caso análogo es el del río Achavil, anteriormente perteneciente a la cuenca del río Blanco. El río del Marco en un principio pasaba por el portezuelo del Mal Paso, para atravesar el valle actual del río Achavil, en la pampa de Chilitanca. Por consiguiente, se deduce que los ríos mencionados fluían hacia el norte en un principio, para luego desviarse hacia el nacimiento, debido al ascenso de la sierra y descenso del terreno en el nacimiento, conjuntamente con la erosión retrocedente de un curso coincidente con parte del tramo medio del río Amarillo actual. Este curso primitivo finalmente captó al río Achavil. Al principio el río del Marco se unía con el río Achavil agua arriba de Chilitanca. Posteriormente, por erosión retrocedente fue agregado al río Amarillo en El Durazno.

En la margen austral del río Achavil, entre Corrales y El Tupe, donde el curso es transversal, una serie de terrazas bien escalonadas, indican cómo el río ha ido erosionando los sedimentos de la Formación El Durazno hacia el norte. Posteriormente estos niveles han sido cortados, pero sin destruir totalmente las terrazas. La meseta de Chilitanca constituye uno de los escalones más caracterizados.

La cadena de Paimán ha sido cortada en dos lugares: la quebrada de Chañarmuyo y la de Capayán. En ambos casos, las aguas han atravesado esta barrera por líneas tectónicas, coincidiendo donde éstas pasan del naciente al poniente, de norte a sur de la cadena. En el caso de la quebrada de Capayán, como en el de la de Chañarmuyo, primeramente se debe haber producido una acumulación de acarreo (así al sudeste de Angulos se observaron elementos atribuidos al Cuartario inferior) que tuvo como consecuencia elevar el lecho del curso hasta la altura de las brechas, permitiendo aprovechar las hendiduras en la cadena de Paimán, producidas por tectónica, y posteriormente labrar y profundizar dichas aberturas. En la quebrada del río Amarillo ha influido además, el dique natural (afloramientos rocosos) de Plaza Vieja, contribuyendo a rellenar el valle. Es probable que en un principio el río Amarillo haya fluido de Famatina directamente hacia el sur, pasando por las Piedras Preñadas (Hoja 16d) y posteriormente se haya desviado por la quebrada de Capayán.

Los cursos de agua que bajan del filo de La Caldera Ñuñorco, se dirigen primero hacia el sudeste y luego hacia el sur para constituir el río Agua Negra; este giro es consecuencia de una línea estructural. Antiguamente estas aguas se volcaban al río Amarillo, pasando por el abra y la quebrada de Aspajos y la del Rayo, pero a causa de la falla, el río ha girado su curso, dirigiéndose hacia el sur. En el tramo donde la quebrada tiene dirección oeste-este, es un valle ancho, mientras que después del giro brusco en ángulo hacia el sur, las aguas fluyen encauzadas por un valle juvenil, estrecho, caracterizado por saltos y un perfil en V bastante cerrado. En esta etapa se ha situado paralelamente a la falla.

D. HISTORIA GEOLOGICA

La historia Geológica de la comarca se comenzará a tratar con la consideración de los depósitos de sedimentos pelíticos en una cuenca en tiempos prepaleozoicos. Esta cuenca se extendía por el norte y por el sur, traspasando los límites de la comarca. Hacia el oeste se extendía hasta la depresión Angulos-Famatina, incluyendo la cadena de Paimán. Posteriormente, grandes masas de magma granítico originaron los sectores de migmatitas y los macizos de rocas graníticas.

La consolidación de los macizos tiene también una historia algo compleja. La formación del granito porfiroideo es el resultado del crecimiento de los individuos de feldespato alcalino en la masa semicristalina (González Bonorino, 1950a). Cuando la consolidación de la masa principal estaba concluida prácticamente, todavía quedaban, por razones desconocidas, bolsones de magma que finalmente formaron diques de aplitas y pegmatitas.

A este ciclo magmático siguió un período de ascenso y la consiguiente erosión.

En la mitad occidental se formó una cuenca. El mar avanzó en tiempos en que probablemente la actual Sierra de Velasco por el este y las Sierras de Umango y del Toro Negro por el oeste, eran elementos positivos. Esta cuenca se extendía hacia el sur hasta el extremo austral de la Sierra del Famatina (cuesta de Miranda, Hoja 16c) y quizá más allá. En este intervalo de tiempo se depositaron los sedimentos marinos de la Formación Negro Peinado, parte transformada a la sazón en esquistos, pizarras, filitas, cornubianitas y cuarcitas; a continuación tuvo lugar la intrusión de grandes masas de magma granítico, probablemente por *stoping*, originándose así los grandes macizos de rocas graníticas y el consiguiente metamorfismo de los sedimentos. La intrusión, del tipo apotectónico, habría ocurrido en el Precámbrico, como se ha expuesto en el parágrafo de *Estratigrafía*.

Posteriormente hicieron sentir sus efectos los movimientos del ciclo Caledónico (*sensu lato*) que, si bien no están manifiestos visiblemente en la comarca, se sabe que han actuado en la contigua al poniente, Hoja 15c. Como consecuencia, se tiene la superficie de erosión labrada tanto en roca ígnea (granítica) como en roca sedimentaria (elementos de la Formación Negro Peinado), demostrando que la erosión ha sido muy prolongada o dividida en varias fases largas (caso más probable). Sobre la superficie de erosión se depositaron los sedimentos de las Formaciones Agua Colorada y de la Cuesta (Estratos de Paganzo de Bodenbender).

Este período de acumulación, en ambiente continental, fue largo, cubriéndose la región de grandes espesores de sedimentos terrestres, pero aparentemente sólo en la fracción occidental de la región; en la parte oriental, al naciente de la cadena de Paimán, no se han observado sedimentos de estas Formaciones; ello puede deberse a no deposición o a que posteriormente la erosión fue tan intensa que arrasó la cubierta sedimentaria, dejando al descubierto el basamento cristalino. El autor se inclina más hacia esta última suposición, porque en el extremo sur de la Sierra de Velasco, como en algunas quebradas laterales, se conocen retazos de sedimentos de las dos Formaciones mencionadas.

Los depósitos son en parte de origen eólico, pero en su gran mayoría corresponden al producto de grandes crecientes, como lo atestiguan las capas de conglomerados intercaladas entre bancos de areniscas de grano mediano a grueso, que a su vez son productos de crecidas menores. Pueden considerarse como antiguos conglomerados. Los sedimentos fueron depositados durante un clima seco, semejante al que impera en la actualidad en el noroeste argentino. En algunos sitios había sectores de vegetación frondosa, a manera de oasis de desiertos. De estos oasis deben provenir los restos orgánicos de plantas que se encuentran en los estratos carbonosos, constituyendo pequeños mantos carboníferos, ninguno de los cuales (dentro de la comarca) tiene valor económico, debido a su escasa potencia y abundancia de material arcilloso.

Durante el Paleozoico superior debió sobresalir, al naciente de la comarca, un sistema de montañas, ya mencionadas por Bodenbender (1912, pág. 58), las cuales, por acción de la desagregación mecánica, suministraron el material que transportaron los vientos y las aguas hasta la región, acumulándolo en extensos arenales desérticos, como médanos y conos de deyección. En esa superficie irregular había pequeñas cubetas de escasa profundidad, hacia las cuales las ocasionales lluvias caídas sobre la región desértica transportaban material que, al evaporarse el agua, quedaba depositado en estratos delgados de arcilitas. Por la acción de la atmósfera sobre estos estratos se formaban grietas de desecación e impresiones de gotas de lluvia que se hallan conservadas en varios niveles.

Mientras predominaba el ambiente subácueo en estos bajíos, el material fino (arena y limo) llevado por el viento, rellenaba las grietas de desecación y además cubría todo el depósito fangoso, preservando las impresiones. Durante el predominio del ambiente subácueo las corrientes y "olas" en estas lagunas formaban óndulas, asimétricas y simétricas.

El predominio de sedimentos arcóscicos en la Formación Agua Colorada indica que en las proximidades se estaban produciendo ascensos.

Al terminar la acumulación de la Formación de la Cuesta, en un ambiente de tipo lacustre, como se deduce de la presencia de estratos de lutitas y arcilitas, tuvieron lugar movimientos del ciclo Variscico Armoricano, que habían hecho sentir primeramente sus efectos al finalizar la acumulación de los elementos de la Formación Agua Colorada. Estos dieron origen a una suave dislocación de los conglomerados y areniscas rojas y a una denudación de

corta duración. Sobre esta superficie de discordancia se depositaron los materiales de la Formación del Crestón, igualmente continentales.

La Formación del Crestón, con cambios horizontales de facies, explicables por el origen continental de los sedimentos, se acumuló durante un largo tiempo. Los depósitos son de origen decididamente fluvial, como lo atestigua el carácter caótico, sin orden ni selección, de los clastos en los bancos conglomerádicos.

Estos sedimentos continentales se han acumulado sobre una cuenca en la Formación de la Cuesta, con una suave inclinación hacia el centro, de relieve algo irregular, debido a los movimientos del ciclo Variscico Armoricano. Imperaba un régimen fluvial en un ambiente de llanura inundable y lacustre, con clima semiseco a seco, es decir, amplios fanglomerados. En los bordes de la cuenca se acumularon los materiales gruesos (conglomerados) con clastos angulosos que denotan poco transporte. Hacia el centro, las capas conglomerádicas pasan a areniscas, depósitos típicos del ambiente de terreno plano del valle.

Dada la abundancia de clastos de andesita y de pórfido cuarcífero, en su mayor parte con formas angulosas y cuya matriz es una arenisca andesítica, se deduce que los focos de efusión de dichas rocas estaban cercanos en el tiempo y en el espacio. Además, la intercalación de bancos de tobas en el perfil estratigráfico, refuerza aun más esta suposición.

Durante el resto del Mesozoico se supone que la región fue tierra firme y que desempeñaba el papel de área de erosión, en la cual faltan completamente los depósitos correspondientes. Se debe esperar hasta el Cenozoico inferior (Mioceno), para que vuelvan a reproducirse condiciones ambientales semejantes a las del Carbónico Triásico, es decir, que vastas comarcas se convierten nuevamente en centros de acumulación sedimentaria, las cuales son sin excepción terrestres.

Sin embargo, antes de producirse la acumulación de dichos materiales, hubo movimientos de plegamiento, atribuidos al ciclo Andico de Groeber, que afectaron a todo el conjunto de sedimentos continentales, como se observa en el límite occidental de la comarca.

Esto queda demostrado por la discordancia en la base del Grupo Angulos (Estratos Calchaqueños), visible al oeste del mogote del río Blanco. Además, el Grupo Angulos no siempre se apoya sobre la Formación del Crestón, como se ha expresado en el párrafo correspondiente a *Estratigrafía*. En parte se apoya sobre una superficie de erosión cortada en sedimentos de la Formación de la Cuesta, o sobre elementos de la Formación Negro Peinado y del granito. Por consiguiente, se deduce que entre la acumulación de la Formación del Crestón y del Grupo Angulos, primeramente hubo plegamiento y luego erosión, siendo arrasadas grandes cantidades de materiales (Formaciones Agua Colorada 800 m, de la Cuesta 800 m y del Crestón 2.400 m) en total hasta unos 4.000 m. Una vez que la erosión hubo transformado el relieve en una planicie casi perfecta, se produjo en el Terciario (inferior? , medio?) un descenso regional, quedando convertida toda la comarca en un receptáculo de acumulación, amplio, aunque poco profundo. En realidad, la fracturación que obró sobre la superficie continental de escasísimo relieve, la dividió en sectores de tendencia ascendente y descendente. Al mismo tiempo se trazaron las primeras líneas directrices de la estructura de bloque que se observa en la actualidad.

El medio ambiente que imperaba durante la acumulación del Grupo Angulos era francamente continental, en condiciones semejantes a las cuencas intermontanas del noroeste argentino de la actualidad. La "cuenca del Cuzco" denominación dada por Bodenbender (1922, pág. 16), correspondía a un sector que se hundía paulatinamente, permitiendo la acumulación de un potente

espesor (2.500 m) de sedimentos, mientras se producían movimientos basculares, reconocidos por la variación litológica que permitió dividir en Formaciones al Grupo.

Sobre la base de lo expresado acerca del Grupo Angulos (Estratos Calchaqueños y Araucanos) tanto en la parte de *Estratigrafía* como en los párrafos anteriores, se llega a la siguiente interpretación, con ayuda de los dibujos en la Lámina VIII. Los números romanos corresponden a los cinco dibujos en dicha Lámina.

I. El ascenso de la cadena de Paimán (o Velasco?) es anterior al de la Sierra del Famatina. Los conos de deyección que bajaron de este cordón oriental constituyeron la Formación del Abra (*a*) areniscas y conglomerados rojizos con materiales provenientes del Paimán o Velasco.

II. Un primer ascenso del Famatina se manifestó por la aparición de pequeños conos que bajaron hacia el este y se extendieron sobre los anteriores (*b*).

III. Nuevos materiales provenientes del Velasco se depositaron sobre los conos iniciales del Famatina (*c*) dando lugar así a una intercalación de conos tipo Famatina, que terminan en cuña hacia el este, ensanchándose hacia el norte.

IV. Un nuevo ascenso, o variación de la erosión del Famatina, acumula nuevo material de acarreo, proveniente de la destrucción de esta sierra (*d*) y desde entonces se anula casi por completo la influencia del Velasco, no alcanzando sus conos esta comarca. Esto sucede aun en la actualidad. Entre la bajada de los conos viejos de Paimán y los nuevos del Famatina, queda el barreal del bolsón desplazado probablemente hacia el Famatina. (En la actualidad el barreal del "bolsón" cuartario se encuentra desplazado hacia el Velasco, ya que domina por completo la acción acumulativa del Famatina). Este antiguo barreal, no fue probablemente único, sino que, como los actuales, sufrió cambios en su posición y tamaño, de acuerdo con la mayor o menor acumulación de detritos. En estos bolsones se acumuló el material más fino, arcillas, barros y arenas finas, acarreados por las aguas torrenciales del Famatina y Paimán "terciarios" y allí donde las aguas finalmente se evaporaron, precipitaron diversas sales y en especial, sal común y yeso. Este ha sido el ambiente de acumulación de la Formación del Buey (lutitas moradas y verdes) y en estos bolsones (barreales) temporarios y migratorios, dependiendo de las condiciones locales, vivieron las *Corbicula* y otros moluscos que se encuentran en estas rocas. Que existió también cierta vegetación, parece probado por el hallazgo de algunas hojas de dicotiledóneas en el Huaico Hondo (*e*).

V. El nuevo y gran ascenso del Famatina trajo como consecuencia la acumulación rápida de nuevo material de acarreo sobre los depósitos de barreal de los bolsones (*f*). Los barreales desaparecieron o fueron tan efímeros que los depósitos no se conservaron. Quizá los bolsones dejaron de serlo al ser avenados y por lo tanto no existieron barreales, o quizá la acumulación del nuevo material detrítico fue muy rápida y potente y destruyó los delgados depósitos de barreales locales y efímeros. A la actividad de este nuevo ciclo de acumulación se debe la acumulación de la Formación El Durazno, pero ahí se nota además un aporte muy importante, sino predominante, de material piroclástico dacítico en forma de cenizas y de fragmentos mayores. Queda aun la incógnita de la ubicación de los centros volcánicos que originaron estas grandes efusiones de cenizas mesosilícicas del Plioceno (Groeber, 1940).

La alternancia en el carácter de las estructuras y texturas de los materiales, insinúa la idea de ciclos o ritmos de sedimentación, provocados por períodos de aguas torrenciales (inundaciones), separados por intervalos de aguas tranquilas y épocas de sequía con fuertes vientos. Las dos Formaciones extremas (del Abra y El Durazno) muestran mucha semejanza desde el punto de vista de sus estructuras sedimentarias; en ambos casos, camadas potentes de conglo-

merados alternan con bancos de areniscas, en estratificación irregular, característica muy frecuente durante el desarrollo de estos sedimentos.

La Formación del Buey se presenta como una facies lacustre entre las otras dos Formaciones, con engranaje perfecto, al punto que en la parte norte del río Chaschuil, en las quebradas de Alaniz y del Agua del Buey, no hay neta separación y, con frecuencia, en sus límites se observan bancos pertenecientes a la sedimentación de la Formación inferior, alternantes con bancos de la Formación intermedia, al través de un espesor de 30 m, lo cual demostraría la simultaneidad de la sedimentación, provocando en forma alternada, ora la deposición fluvial de la primera, ora la deposición lacustre de la segunda. Más al oeste en la quebrada del Agua del Buey, se observa el contacto de las Formaciones segunda y tercera. En este caso, igual que en el anterior, la concordancia es perfecta y se nota una transición gradual en las características y tamaño de los materiales. Es decir, que el carácter de la Formación intermedia, en general compuesto por arcilitas y areniscas, en parte con cemento tobáceo, se confunde hacia arriba con la Formación superior, que en la base se compone de areniscas tobáceas, aumentando gradualmente el tamaño de sus componentes hasta llegar a formar las potentes capas conglomeráticas.

Este hecho, que presupone una deposición contemporánea de la parte terminal de la Formación del Buey con la parte basal de la Formación El Durazno, se ve reforzada aun más, porque al sur del río Chaschuil, en el Abra, donde faltara el ambiente lacustre propicio a la sedimentación de la primera, la Formación El Durazno engrana con la Formación del Abra, de tal modo que durante la deposición de esta última sucede la acumulación de los sedimentos que constituyen la intercalación mencionada anteriormente, con clastos típicos provenientes de la Sierra del Famatina, cementados por areniscas tobáceas de color blanquecino, en un todo idéntico a la estructura de la Formación El Durazno, sobre la cual continuó la deposición de la Formación del Abra, al cesar las causas que motivaron la intercalación.

Todos los hechos expuestos demuestran, sin lugar a dudas, que la sedimentación del Grupo Angulos, fue un fenómeno continuo y si al complejo se lo divide en tres Formaciones, es solamente atendiendo a los cambios locales en el ritmo de sedimentación, a las fuentes de suministros de los materiales y al medio ambiente de deposición.

En la parte oriental de la comarca, en el pie occidental de la Sierra de Velasco, continuó la deposición de elementos clásticos, dando origen a la Formación Schaqui (¿Estratos Araucanenses?) muy semejante al Grupo Angulos en su hábito general, pudiéndose deducir iguales condiciones de transporte y, en parte, de origen.

Después de estos depósitos continentales del Terciario superior, sobrevino un período tectónico correspondiente a los movimientos de la última fase del ciclo Andico. Estos movimientos son necesariamente posteriores a la sedimentación de la Formación Schaqui (Plioceno) y han dado origen a la configuración actual del terreno y su división en cordones elevados y depresiones o bolsones profundos. La primera subfase fue de plegamiento, puesta de manifiesto por los anticlinales y sinclinales en el Grupo Angulos. Posteriormente, al aumentar las fuerzas actuantes, se produjo la fracturación y, finalmente, el ascenso diferencial de bloques. Tras la fracturación se produjeron efusiones del tipo lineal en la fracción occidental de la comarca, como queda demostrado por la erupción dacítica que atraviesa los elementos del Grupo Angulos, como, por ejemplo, en el mogote del río Blanco. Con el ascenso de los bloques se alteraron fundamentalmente el relieve, el avenamiento y, por lo tanto, las condiciones de sedimentación.

Se originaron de esta manera las sierras y valles actuales; la erosión hizo fácil presa de los sedimentos terciarios primero, denudando el núcleo cris-

talino de los bloques a medida que iban ascendiendo, para modelar luego más dificultosamente el relieve del mismo núcleo.

A continuación de la fase tectónica con el ascenso diferencial de los bloques, sobrevino un período erosivo, con la formación de una superficie de erosión. Como consecuencia de la intensa erosión, que rebajó las alturas de estas sierras, se produjo el material que se acumuló en gran parte como acarreo. Su primer resultado fue el cambio de la naturaleza de los sedimentos depositados en los bajos. Estas capas conglomerádicas y de gravas han sido consideradas como del Cuartario inferior, también como los elementos atribuidos al Bonaerense. Tras la deposición se produjeron movimientos tectónicos, como se observa al poniente de la localidad de Famatina, donde una falla pone en contacto rocas graníticas y sedimentos metamorfizados con acarreos del Cuartario inferior, atestiguado además por la dislocación de dichos acarreos.

Como consecuencia de estos movimientos, se produjo un ascenso de las sierras con su consiguiente erosión, observándose que los siguientes depósitos de acarreos, que han sido atribuidos al Cuartario superior, descansan discordantemente. Asimismo se encuentran constituyendo terrazas a un nivel inferior con respecto a las del Cuartario inferior. Estos acarreos son en su mayor parte debidos a corrientes torrenciales, como lo comprueban la presencia de capas conglomerádicas y la estructura torrencial. En este lapso tuvo lugar la glaciación en la parte alta de la Sierra de Velasco, como se deduce de los circos glaciarios observados.

Sobre este conjunto se encuentran los sedimentos (y suelos) del Cuartario reciente y actual, integrados por arenas y arcillas. Mientras duró el clima relativamente húmedo del Pleistoceno, la sedimentación predominaba sobre la erosión, al pie de las sierra y en los tramos inferiores de los valles. La cantidad de sedimentos acumulada fue muy grande. Más tarde sobrevino el período de desecación en que nos hallamos actualmente, y los ríos comenzaron a incidir sus propios depósitos, formando niveles de terrazas de distintas alturas. Las terrazas con gravas superpuestas de edad más reciente demuestran las numerosas interrupciones del levantamiento del suelo.

RECURSOS MINERALES

La minería, medianamente desarrollada en la mitad occidental de la comarca no presenta manifestaciones importantes en la Sierra de Velasco. En esta última, hasta hoy día sólo se ha explotado un filón, con mineral de wolframio, muy cerca del límite septentrional de la comarca. Sin embargo, más al sur, dentro del ámbito de la Hoja 16d, se explotan vetas con berilo. En cambio, en la cadena de Paimán, como en los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, se explotan varias manifestaciones, tanto de yacimientos metalíferos como de rocas de aplicación.

La región tenía antiguamente importancia minera, tanto por los depósitos en explotación como por los establecimientos que trabajaban. Estos últimos estaban ubicados en Corrales, Escaleras y El Totoral.

En numerosas publicaciones que se refieren a la minería de la Sierra del Famatina, es usual distinguir los yacimientos y depósitos por Distritos Mineros y por Minerales. Por *Distrito Minero* se entiende agrupaciones de minas situadas en una misma comarca, teniendo en cuenta consideraciones geográficas y mineralógicas, de comunicación bastante fácil con un punto central. *Mineral* corresponde a la naturaleza de la formación mineralógica, algunas veces relacionada con la formación geológica y a la situación topográfica de las minas (Viteau, 1910).

Como guías para futuras exploraciones con fines económicos, se puede adelantar que los minerales de wolframio y cobre se encuentran en las rocas metamórficas de la Formación Negro Peinado y en las graníticas de la Formación Ñuñorco. Las manifestaciones de plomo se deben a dos períodos metalogenéticos distintos: uno, ligado con los diques de lampróvido existentes en sedimentos de la Formación de la Cuesta o rocas más antiguas, y el otro relacionado con la extrusión dacítica a fines del Terciario. Con esta última manifestación ígnea se relacionan los yacimientos auríferos. El carbón, o mejor dicho, arcillas carbonosas, se encuentra únicamente en los materiales de la Formación Agua Colorada.

La estación de ferrocarril más próxima es Chilecito, del F.C.N.G. Belgrano. Para la manifestación de wolframio, en la Sierra de Velasco, la estación más cercana es Alpasinche.

A. YACIMIENTOS METALIFEROS

Hasta la fecha se conocen manifestaciones de minerales de wolframio, cobre, oro, plomo y plata, de los cuales los de mayor valor económico son los de wolframio. En todos los casos se presenta el mineral en forma de pequeñas guías, rellenas de grietas o diaclasas o acompañando diques, constituyendo pequeños bolsillos que por lo general, desaparecen al poco trecho.

1. Manifestaciones de Minerales de Wolframio

a) Mina "Faltriquera"

De propiedad del señor Sebaste, se encuentra en ambas márgenes de la quebrada Faltriquera. Dista seis kilómetros de Las Gredas y 18 km de Famatina, y está ubicada al oeste de la última localidad mencionada y a unos 2.200 a 2.300 m s.n.m. Desde Chilecito hasta Las Gredas el camino se halla en buenas condiciones de tránsito, pero desde esta localidad hasta la casa de

administración y planta de concentración, es necesario remontar la quebrada Faltriquera; el camino no es muy bueno, y en la estación de las lluvias se borra completamente.

Predominan en el sector elementos de la Formación Negro Peinado, esquistos y filitas de color verde oscuro a gris oscuro, atravesado por diques de pórfido cuarífero y aplitas y filones de cuarzo. Estos últimos son los portadores del mineral que se beneficia: scheelita y wolframita en pequeña proporción.

Las labores realizadas hasta la fecha se hallan localizadas en tres puntos: dos en la margen izquierda y una en la margen derecha de la quebrada Faltriquera.

Las vetas tienen rumbo general de N 15°O e inclinación de 40°NE. En los afloramientos de la margen izquierda se han reconocido en un largo superior al kilómetro, mientras que el afloramiento de la margen derecha parece ser menos importante, habiéndose reconocido en unos 250 m. Las vetas de cuarzo se presentan con un ancho variable entre 5 y 30 centímetros.

El mineral, primordialmente scheelita, con algo de wolframita, constituye concentraciones irregulares, bolsones, en las vetas de cuarzo.

Las labores realizadas hasta la fecha consisten en galerías, siguiendo las vetas y en varios niveles, que a su vez se comunican entre sí. Los trabajos han sido realizados por pirquineros, sin ninguna supervisión o dirección técnica y, en consecuencia, se asemejan más a una vizcachera que a una mina.

b) Manifestación "Achalay"

En la pendiente occidental de la Sierra de Velasco, muy cerca del límite septentrional de la comarca se encuentra la "manifestación" "Achalay", propiedad del señor Mariano de la Vega. Está ubicada en la quebrada del Puesto del Medio y las casas abandonadas están en la quebrada del Durazno, a unos 11 km al naciente de Suriyacu y a unos 2.400 m s.n.m. Los medios de acceso son primitivos, a pie o a lomo de mula.

Las rocas aflorantes corresponden a migmatitas, atravesadas por diques de pegmatita y vetas de cuarzo.

Las labores son superficiales y de exploración, con socavones de pocos metros. En la labor principal el dique de pegmatita tiene rumbo N 55°O e inclinación 50°SO. Otra labor, sobre una guía de cuarzo tiene rumbo N 45°O. Los diques de pegmatita se presentan con una potencia que varía entre 0,5 y 1 m y las guías de cuarzo con un ancho de 5 a 15 centímetros.

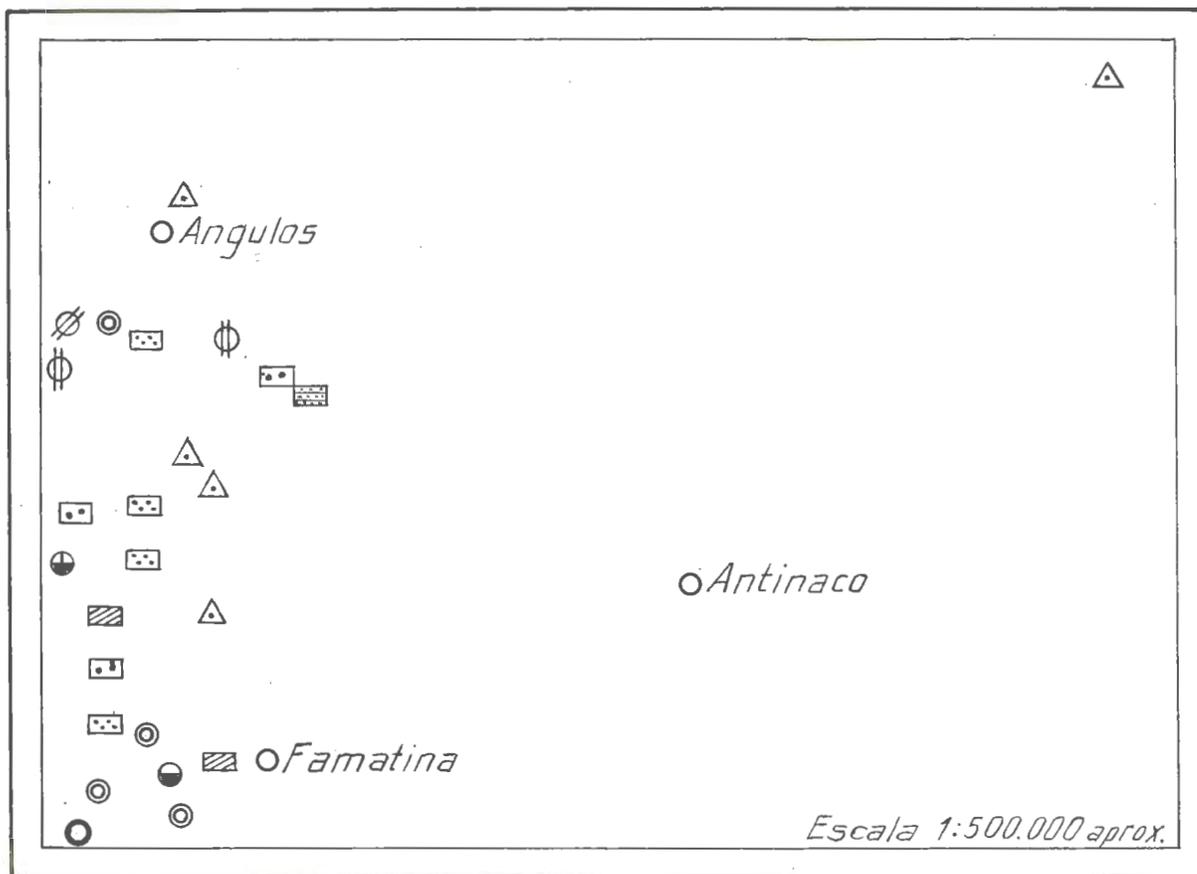
No se observaron vestigios de minerales de wolframio. Se menciona por el hecho de haber sido denunciada como yacimiento de mineral de wolframio.

c) Manifestación "Badillo"

A un kilómetro al nordeste de la localidad de Angulos, en la pendiente occidental del cerro Potrerillo y a unos 1.900 m s.n.m., se han llevado a cabo labores de exploración.

Se trata de vetas de cuarzo, de rumbo general N 30°O en el contacto de granito porfiroideo con esquistos y cuarcitas. Los asomos esporádicos se observan en un recorrido de unos 1.500 m. Las vetas de cuarzo se presentan con una potencia media de 10 a 20 cm y en la masa se observan vestigios de wolframita.

Las labores realizadas son principios de galería, con una internación máxima de unos tres metros y varios socavones.



△ Wolframio

⊙ Cobre

∅ Oro en vetas

⊠ Oro aluvial

⊕ Plomo

○ Plata

⊕ Baritina

▨ Carbón

● Caliza

⊠ Ocres

⊠ Material refractario

Fig. 2 - Mapa de ubicación de los yacimientos minerales en la HOJA 15d, FAMATINA

d) Manifestación "Pozo Verde"

Años atrás se explotó una manifestación de mineral de wolframio en la ladera occidental del morro Pozo Verde, integrante del filo los Ramblones. Se encuentra a unos seis kilómetros al norte de Corrales y siete kilómetros al oeste de la ruta nacional N° 40, por la quebrada de Carapunco, a unos 2.300 m s.n.del mar.

En el sector afloran esquistos, pizarras, filitas y granito porfiroideo, encontrándose las vetas en el contacto entre ambas Formaciones.

Se trata de vetas de cuarzo con wolframita en escasa proporción. El rumbo de las vetas es norte-sur, aproximadamente y su inclinación casi vertical. El largo reconocido es de 250 m y el ancho de las vetas variable, oscilando entre 10 y 25 centímetros.

Las labores realizadas se reducen a tres socavones, hoy semiaterrados.

e) Manifestación "La Escondida"

Este depósito, ubicado en un filo sobre la margen derecha de la quebrada del Wólfram, se halla unos dos kilómetros al oeste de la ruta nacional N° 40, entre Angulos y Carrizal, a 2.100 m s.n.m.

Como en el caso de la manifestación anterior, las vetas de cuarzo son las portadoras de la mena: escasa scheelita y vestigios de wolframita. Se encuentran esquistos y pizarras, próximas al contacto con el granito porfiroideo.

Las vetas se presentan con rumbo N 40° O. El largo reconocido es de 200 m y la potencia de las vetas de cuarzo oscila entre 15 y 25 centímetros.

Las labores realizadas son superficiales, reduciéndose a trabajos de descubierta.

Unos 600 m al noroeste se han encontrado más vetas de cuarzo con vestigios de mineralización; con toda seguridad corresponden a la prolongación de la manifestación "La Escondida".

2. Manifestaciones de Minerales de Cobre

Las manifestaciones de cobre, circunscriptas a los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina, están relacionados con dos ciclos ígneos distintos: uno, con el granito de la Formación Ñuñorco, y otro con la erupción volcánica dacítica de la Formación Mogote, estando en tal caso relacionada con oro y plomo. Para Bodenbender (1922, pág. 67) todos los filones cupríferos estarían relacionados con la dacita, aunque no excluía totalmente la acción de la intrusión granítica. Para lo primero se fundaba en que los filones argentíferos estaban relacionados con la dacita y él amplió esta relación (sin comprobarlo como lo afirma en su trabajo) a los filones cupríferos. En el segundo caso observa que hay numerosos diques de pórfido cuarcífero y lamprófidos, que evidentemente están relacionados con la intrusión granítica. En todos los casos la mineralización es muy irregular.

a) Mina "San Juan"

En las cabeceras de la quebrada del Salto, a unos 16 km al poniente de la localidad de Famatina y a unos 3.200 m s.n.m., se encuentran las vetas de referencia. Distan unos 1.200 m del portezuelo Santa Rosa.

Las rocas que intervienen en la constitución geológica del sector corresponden a esquistos y pizarras de la Formación Negro Peinado, de rumbo general

N 40°O e inclinación de 45° a 55°SO. Los sedimentos metamorfozados se encuentran atravesados por vetas de cuarzo. Al sur aflora el plutón granítico de la Formación Ñuñorco, separado de los esquistos por medio de una fractura.

Considerando las galerías y el alineamiento de los niveles, se admite que las vetas tienen rumbo N 40° a 50°O e inclinación 60°NE. La potencia varía entre 20 y 40 cm hasta un máximo de un metro.

Las vetas de cuarzo son portadoras de hematita compacta, limonita pulverulenta, pirita y calcopirita. Esta última se presenta en bolsones y guías delgadas, de distribución irregular. En los costados de las vetas se observa malaquita y azurita, como impregnación. Corresponden a la zona mesotermal.

Hay numerosas labores, en distintos niveles, con un socavón máximo de unos 50 m. La mayoría se hallan en muy mal estado de conservación, impidiendo todo estudio; otras están aterradas.

El análisis del mineral en cancha, según De Vito (1949), dio una ley entre 2,97% y 20,25% de cobre.

La mina fue explotada por la "Río Amarillo Copper Mining Co.", fundiendo el mineral en el establecimiento de El Totoral. La senda bajaba de la mina a la quebrada Potrerillos.

b) Mina "El Pararrayos"

Se encuentra en la pendiente este del cerro Aspajos, en la quebrada el Rayo, distante unos 10 km de El Totoral y a unos 2.300 m s.n.del mar.

Las rocas aflorantes son cornubianitas y granito, o sea, elementos de las Formaciones Negro Peinado y Ñuñorco. La roca metamórfica se presenta con un rumbo general N 45°E y con inclinación muy próxima a la vertical.

Las rocas atravesadas por filones de cuarzo que no responden a un sistema definido, ya que tienen dirección tanto norte-sur como este-oeste. Las vetas afloran esporádicamente, lo que dificulta medir el largo, pero se le ha estimado en unos 200 m (no el largo de una veta, sino de la manifestación); el largo máximo medido, en una galería es de 25 m. La potencia de las vetas varía entre 15 y 50 cm, alcanzando hasta 1,10 m de ancho máximo. La mineralización por lo general constituye una faja estrecha, de espesor variable entre 20 y 30 cm, en la parte central de la veta de cuarzo. Además, las paredes de la roca de caja están impregnadas.

La mena está constituida esencialmente por carbonatos, azurita y malaquita, predominando la última. En la ganga de cuarzo se distinguió calcopirita, cuprita y algo de calcosina (?).

Las labores principales están ubicadas en la margen oriental de la quebrada y consisten en varias galerías, socavones y piques, casi todos en muy mal estado de conservación. La más importante tiene rumbo N 10°O y se interna por 25 metros.

La ley de cobre metálico, según muestras recogidas por Fernández Aguilar (1942) y analizadas por el doctor Chaudet, son como sigue:

Muestra de la galería inferior:	4,45 % de Cu.
Muestra de la galería superior:	20,67 % de Cu.
Muestra de mineral seleccionado:	18,25 % de Cu.

Según De Vito (1949), conforme a muestreo de las vetas, la ley varía entre

0,21 ‰ y 6,65 ‰ de cobre. Esta mina fue trabajada también por la "Río Amarillo Copper Mining Co.", beneficiando el mineral en el establecimiento El Totoral.

c) Mina "La Encrucijada"

Este yacimiento, ubicado en ambas márgenes del curso superior del río Amarillo y a unos 20 km al sur de Corrales, hasta donde hay un camino para automotores, se halla a unos 3.200 m s.n.m., en el departamento de Famatina.

En el sector de la manifestación, las rocas están representadas en su mayor parte por esquistos y pizarras de color gris verdoso, muy fracturadas, de rumbo general N 60°O. Una falla importante, de rumbo norte-sur, pasa muy próxima a la veta.

La veta, cortada por el río Amarillo y de rumbo N 45°O e inclinación 70°NE, tiene una corrida estimable en 150 m y su potencia varía entre 10 y 15 cm, en los puntos en que se ha podido observar.

La ganga está constituida por cuarzo y arcilla y la mena por calcopirita (mineral en mayor proporción), calcosina, bornita e impregnaciones irregulares de azurita y malaquita. La calcopirita constituye masas y pequeñas guías, o bien aparece como agregados finos en la roca de caja. Según Viteau (1910) y Bodenbender (1922), es portadora de minerales de plata.

Las labores de la margen izquierda (dos galerías, una de 70 m) están bien conservadas, mientras que las de la margen derecha (cinco galerías) están casi todas aterradas.

Según De Vito (1949), la ley varía entre 0,16 ‰ y 7,06 ‰ de cobre.

En la margen derecha del río se conservan los restos de la planta de fundición.

d) Mina "Mogote del Río Blanco"

El grupo de vetas de cobre y oro, denominado "Mogote del río Blanco", dista unos nueve kilómetros al sudoeste de Angulos, que a su vez está a 70 km de Chilecito, punta de rieles. Los propietarios del depósito son el doctor César A. Massi y el ingeniero Carlos A. Morandi. Las labores se encuentran a unos 2.400 y 2.500 m s.n.m., en las laderas este y sur del mogote del río Blanco. El acceso desde Chilecito es relativamente fácil a lo largo de la ruta nacional N° 40 hasta Angulos; desde esta población parte un camino secundario, construido por los propietarios de la manifestación, a lo largo del cauce y margen izquierda del río Blanco, hasta la administración. En la estación de las lluvias, las crecientes cortan el camino.

Stoll (1963) ha realizado un excelente estudio, del cual se extractan aquí varios párrafos. Para más detalles, el lector debe recurrir a dicha publicación.

Las rocas aflorantes corresponden a sedimentos de las Formaciones del Crestón (tobas, aglomerados y brechas volcánicas, de color violado en la parte inferior y verde en la parte superior, junto con lutitas y areniscas más al oeste) y El Durazno (areniscas de grano grueso y conglomerados) y finalmente la dacita y dacita porfídica (en forma de filones) de la Formación del Mogote. En la ladera oriental del cono volcánico hay una falla inversa que pone en contacto los elementos de las Formaciones del Crestón y El Durazno. La dacita ha sido extruida a lo largo de una falla que se observa al noroeste y al sur del mogote.

Las manifestaciones son vetas estrechas que rellenan fracturas en las rocas piroclásticas de la Formación del Crestón, formadas por soluciones hidrotermales relacionadas genéticamente con dacita. En otros casos corresponden

más bien a franjas de alteración (veta Atahualpa) que alcanzan hasta unos ocho metros de ancho. Las vetas se encuentran en la ladera este y sur del mogote y son de potencia muy variable, desde pocos centímetros hasta metros. En partes se observan zonas de oxidación. Las vetas en la ladera oriental se presentan con dirección nornordeste-sudsudoeste y con una inclinación de 30° a 60° al oeste, mientras que las vetas del declive austral tienen dirección noroeste-sudeste y se inclinan unos 60° hacia el nordeste.

Los minerales observados corresponden a pirita y calcopirita, de grano más bien grueso. La ganga está constituida por carbonato. El oro se encuentra junto con la pirita y en la roca de caja, según informaciones suministradas por personas que han trabajado en dicho depósito. En la zona de oxidación (mayoría de las labores) todas las vetas tienen más o menos el mismo aspecto: roca alterada con venas de limonita, yeso, pirita, calcopirita (esporádicamente), malaquita, crisocola y azurita (muy poco). En la zona de sulfuros (veta Santa María) la mineralización consta de pirita y calcopirita con escasa ganga de carbonato, presentándose como venas angostas y muy irregulares. Según Lannefors y Wässman (1930), hay minerales argentíferos. Las labores realizadas, bastante desordenadas, no han seguido un plan preestablecido.

El yacimiento está relacionado con la extrusión dacítica y pertenece al tipo mesotermal. Su edad se considera como del Terciario superior, es decir, post Grupo Angulos y preacarreo Cuartario inferior.

Las vetas principales son Santa María, Manto Verde y Atahualpa; las demás, como Rosalía, Calchaquí, etc., son de importancia menor y están expuestas en túneles cortos o trincheras.

I) Veta Santa María. La más rica, aflora en la pendiente austral del mogote, con rumbo noroeste e inclinación de 50° y 65°NE. En la superficie se ha reconocido en unos 150 m y su potencia varía entre 30 cm y 1,80 m. Hay varias labores en cuatro niveles. Debido al trabajo desorganizado de los pirquineros, se ha convertido en una "vizcachera".

II) Veta Manto Verde. Aflora en la ladera oriental del mogote, con una corrida de un kilómetro, aproximadamente, en superficie, con rumbo nornordeste e inclinación de 30° a 60°NO. Se presenta como un manto, es decir, su inclinación es paralela a la de los sedimentos de la Formación del Crestón.

III) Veta Atahualpa. En la ladera austral del mogote, con rumbo N 60° a 65°O e inclinación de 45° a 60°NE, aflora la veta con una corrida de unos 50 m; en su extremo sur es desplazada por una falla. La veta, en realidad no es tal, sino que corresponde a una franja de roca alterada de 1 a 8 m de potencia.

Las leyes, según De Vito (1949) son:

entre 0,07 y 4,80 ‰ de Cu, extraído de las vetas,

entre 0,75 y 25 g/ton de Au.

Ley media: 0,5 ‰ de Cu.

Ley media: 4 g/ton de Au.

Según Stoll (1963), el mejor tenor de mineral que podría esperarse contendría 6 g/ton de oro y 3 ‰ de cobre.

3. Manifestaciones de Mineral de Oro

Depósitos de este mineral son conocidos desde muchos años atrás, en los

contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina. Unos corresponden a vetas, los menos, como el caso del mogote del río Blanco, reseñando precedentemente. Otros, la mayoría, son aluviones auríferos, placeres.

Las arenas y conglomerados del Cuartario, tanto inferior como superior y reciente y actual son auríferos. Se atribuye el origen del oro, sino todo, por lo menos en parte, a la dacita, ya que el mineral precioso no sólo se encuentra en los sedimentos piroclásticos de la Formación del Crestón, sino también en sedimentos más modernos. Así, se supone que en los placeres de los ríos Blanco y Amarillo, el oro está relacionado genéticamente con la erupción dacítica.

El óxido de hierro es un indicio de los lugares más favorables de mineralización. Otro indicador favorable es el fierrillo (magnetita, hematita, ilmenita, etc.). Gran parte del éxito del lavado del oro depende de tener disponible agua en abundancia y de la completa desagregación de toda la materia arcillosa del sedimento.

El mayor inconveniente en el beneficio de estos aluviones es el alto porcentaje de oro fino que no puede ser recuperado por los métodos ordinarios, planteando nuevos problemas de concentración. El porcentaje de oro grueso fácilmente recuperable es bajo.

El motivo principal del fracaso de las empresas mineras se debió a la muy pequeña cantidad de oro grueso que contienen los acarreo, impidiendo ser concentrados por gravedad, conjuntamente con la baja ley o la irregularidad de la distribución del oro, a lo que debe agregarse la mala administración.

Se considera que el oro está relacionado con la extrusión dacítica, por consiguiente, se debe encontrar en los acarreo del Cuartario, no sólo en el río Blanco, sino también en los ríos Amarillo y Achavil, como en los terrenos al norte de este último. Los lavaderos de oro se encuentran al naciente de la línea de fractura por la cual surgió la dacita.

a) Río Blanco

Poco al naciente del mogote dacítico del río Blanco, en las arenas del río homónimo, como en el acarreo de las terrazas del Cuartario superior de la margen izquierda, se ha encontrado oro. En 1932, la Dirección de Minas y Geología de la Nación (hoy Dirección Nacional de Geología y Minería) realizó tres perforaciones (Bravo, 1934), por encargo de los señores Bustamante y Villanueva y de la United States Smelting, Refining and Mining Company de Boston, para comprobar el contenido en oro del acarreo del río.

Las perforaciones fueron efectuadas en la vaguada del río Blanco, hasta una profundidad de 21,35; 18,18 y 18,59 m respectivamente. De cada perforación se sacó la siguiente cantidad de oro: 1,4; 4,2 y 21 mg (Bravo, 1934, Lam. XXI), llegando a la conclusión de que no resultaban económicamente explotables con los medios técnicos de que se disponía.

En la excavación de un pozo situado a pocos metros de la administración, a los 10 m de profundidad se encontró un manto aurífero.

Agua abajo de estos aluviones auríferos se trabajan los acarreo que se encuentran al poniente de Angulos, pero su contenido en oro es bajo, según informaciones suministradas por pobladores de dicha localidad.

En el río Chaschuil, en El Durazno, se observan las ruinas de un antiguo establecimiento de recuperación de oro.

b) Ramblones, La Mariposa y Corcoria

Los aluviones auríferos arriba mencionados están ubicados a unos 25 km

al oeste de la localidad de Famatina, entre unos 2.000 y 2.300 m s.n.m. El acceso a ellos es por el camino para automotores Famatina-Corrales.

Forman parte de terrazas y acarreos en las vaguadas de arroyos secos, y pertenecen al Cuartario superior o son más recientes; están integrados por arenas y rodados; estos últimos de tamaño variable, predominando los de 15 a 20 cm de diámetro, aunque algunos alcanzan hasta un metro.

Han sido explotados y abandonados por algunas empresas, y en la actualidad se trabajan por métodos primitivos durante la estación de las lluvias (diciembre a marzo).

La Compañía Mariposa de Oro, del señor Hugo Loewenthal y Cía., de Buenos Aires, ha realizado trabajos de exploración de dichos aluviones, mediante una serie de pozos de ensayo a mano, de 10 a 12 m de profundidad. La ley de oro es de 200 a 300 mg/m³ y en la Mariposa de Oro tiene una ley media de fino de 832 milésimos (Gerez, 1933).

La Compañía Río Achavil intentó explotar los aluviones auríferos en el año 1933, construyendo canales para el agua, planta de concentración y numerosas casas; del total, hoy sólo quedan las ruinas.

Otra compañía que trabajó en 1907 y 1908, trajo una draga, pero los grandes bloques que pesan hasta media tonelada y aun más, oponen graves inconvenientes al buen funcionamiento de este tipo de máquina. Además la configuración topográfica en La Mariposa no se presta para el empleo de una draga, por ser un terreno muy quebrado.

Una muestra de oro analizado en el Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires, dio el siguiente resultado para la relación Au:Ag 98,19:1,81 (Kittl, 1931, pág. 150).

c) Río Amarillo

A lo largo del cauce superior del río Amarillo, entre Cuevas de Noroña y de Pérez, afloran esporádicamente conglomerados y brechas con cemento limonítico, asignados al Cuartario inferior, que contienen oro. Los aluviones auríferos constituyen terrazas en una o en ambos márgenes del río Amarillo. Son objeto de explotación intermitente, mediante trabajos primitivos.

4. Manifestaciones de Minerales de Plomo

Depósitos plumbíferos sólo se conocen en dos localidades y, aparentemente, carecen de importancia económica.

a) Quebrada "El Salto"

A unos 1.000 m al nacimiento de la ruta nacional N° 40, en la ladera occidental de la cadena de Paimán, poco al norte de la puerta de la quebrada homónima, y a 1.950 m s.n.m., en la quebrada El Salto, se encuentra la manifestación de referencia. Está a unos 250 m al norte del puesto El Salto.

En la localidad afloran esquistos y pizarras, atravesados por guías con plomo de 2 a 3 cm de potencia. Las labores se hallan totalmente aterradas, impidiendo todo estudio. Se supone que este yacimiento está relacionado genéticamente con rocas de diques de la Formación Ñuñorco, probablemente lamprófidos.

b) Cerrito Blanco

Al poniente del mogote del río Blanco, a unos tres kilómetros, se

encuentra el cerrito Blanco, integrado por sedimentos de la Formación del Buey (lutitas y areniscas), cruzados por pequeños diques de dacita, portadores de guías de galena. El yacimiento plumbífero está relacionado genéticamente con la erupción dacítica del mogote del río Blanco.

5. Manifestaciones de Minerale de Plata

Mina "Aragonesa"

El depósito está ubicado al sudoeste del portezuelo de la Caldera, a unos 25 km al sudoeste de Corrales y a unos 4.300 m s.n.del mar.

Las rocas predominantes en la localidad son esquistos, pizarras y filitas de la Formación Negro Peinado. Poco al naciente hay un afloramiento de dacita, en parte propilitizada, del tipo epitermal.

Las vetas se presentan con rumbo N 85°E a N 85°O e inclinación 80°SE o SO y una potencia de 25 a 50 cm. En la mineralización intervienen esfalerita, galena, pirita, calcopirita, argentita y rosicler. La ganga está constituida por carbonatos, limonita y cuarzo poroso, asociados a minerales argentíferos. El estado de conservación de las labores impide mayores observaciones.

Bodenbender (1911, pág. 438) atribuyó "la formación de este filón, como de todos los otros argentíferos arriba mencionados, a esta roca eruptiva (dacita)". Conviene recordar que al reseñar la mina "Mogote del río Blanco", en directa relación con la extrusión dacítica, se observaron minerales argentíferos (Lañefors y Wässman, 1930).

B. YACIMIENTOS NO METALIFEROS

1. Manifestaciones de Baritina

Depósito "Agua de la Falda"

Se encuentra ubicado en la ladera nororiental del cerro Agua de la Falda, distante unos 35 km de Famatina y a unos 2.700 m s.n.del mar.

El cerro está integrado por esquistos, pizarras, etc., de la Formación Negro Peinado, y areniscas y arcosas de la Formación Agua Colorada. En estas últimas se encuentra el mineral.

La veta de baritina se presenta con rumbo N 40°O e inclinación de 80°SO, corrida de 20 m y potencia de 15 cm, en sedimentos de rumbo N 90°E e inclinación de 40°N.

La baritina es algo impura, con frecuentes manchas de oxidación e impregnación de minerales de cobre, pero no se observa galena ni esfalerita. Las labores se reducen a trincheras superficiales de exploración.

2. Manifestaciones de Carbón

Dentro de los sedimentos continentales de la Formación Agua Colorada (Carbónico), se observa en dos localidades afloramientos de arcillas carbonosas, constituyendo mantos, como, por ejemplo, pocos metros al sur de la quebrada Potrerillos, en Las Trancas y en las inmediaciones del portezuelo de los Berros. Los mantos desaparecen a los pocos metros y su espesor alcanza

pocos centímetros. El carbón, muy friable, se desmenuza en polvo fácilmente, y es brillante y puro, pero de deficiente calidad.

C. ROCAS DE APLICACION

1. Caliza

Al poniente de la localidad de Famatina, distante unos 12 km, en la quebrada de la Calera y a unos 2.300 m s.n.m., se encuentra una lente de caliza, intercalada entre los sedimentos metamorfizados de la Formación Negro Peinado.

Esta caliza es cristalina granulosa, de color blanco a gris blanquecino y de grano mediano a grueso. La lente se presenta con rumbo N 40°E e inclinación de 75°NO. Se ha reconocido en un largo de 300 m con una potencia de 80 metros.

La caliza no tiene aplicación ornamental, porque se separa fácilmente en bloques de tamaño muy reducido, gran inconveniente que impide ser trabajada para el comercio como mármol para revestimiento. Esto se debe a intensas acciones tectónicas, posteriores a la formación de las rocas. Pero, por otra parte, sirve para la obtención de cal, y en tal sentido fue explotada y quemada en El Totoral, cuando había una fundición. Hoy día se utiliza localmente para la obtención de cal.

2. Ogres

Se conocen dos clases de arcillas pigmentadas, las de color amarillo (limonítico) y las de color rojizo (hematítico).

a) Ogres limoníticos de Corral Amarillo

En Corral Amarillo, en ambas márgenes del río homónimo, distante unos 13 km de Corrales y a unos 2.700 m s.n.m., se explotan sedimentos de origen lacustre, ricos en hidróxido de hierro, e integrados por arcillas con intercalaciones de banquitos muy ricos en limonita de color amarillo, y de espesor superior a los 12 m. La potencia de los mantos de ocre varía mucho, explotándose algunos de hasta medio metro de espesor. El material es más rico en la margen derecha que en la margen izquierda.

La explotación se realiza a cielo abierto, desechándose los bancos de material estéril. El ocre es embolsado, sin ningún lavaje previo y transportado a lomo de burro hasta Corrales o Carrizal, donde se trasborda a camiones para su despacho ulterior a Chilecito.

b) Ogres hematíticos

Los sedimentos portadores de lentes de hematita, de color rojo en diversas tonalidades, son los de la Formación Agua Colorada. Hasta la fecha (abril de 1954) se conocen afloramientos de arcillas y areniscas con hematita en dos localidades, pero no son explotados.

Uno está en ambas márgenes de la quebrada Paimán, a dos kilómetros de distancia de la ruta nacional Nº 40, entre Angulos y La Aguadita, a 1.800 m s.n.m. El otro depósito dista unos 10 km al poniente de Corrales, en la ladera norte del cerro Los Colorados, al poniente del puesto El Tule y a unos 2.600 m s.n. del mar.

El largo reconocido por lo general no sobrepasa los 100 m, considerado en una sola lente, pero en cuanto al sector, es superior a los 500 m (caso de quebrada Paimán). El espesor de las lentes oscila entre 5 y 20 centímetros.

Se han explotado mediante labores a cielo abierto.

3. Material Refractario

Desde hace muchos años (Stelzner, 1885) se conoce el material refractario de la quebrada Paimán, en sedimentos de la Formación Agua Colorada. El depósito está a dos kilómetros de la ruta Nacional N° 40 y a unos 1.800 m s.n. del mar.

Las areniscas cuarcíticas, de color blanco grisáceo, se cortaban en ladrillos y se utilizaron en la construcción de los hornos de fundición que había en Corrales, Totoral, etc. Se las conocía como ladrillos de Paimán.

GEOLOGIA APLICADA

Se sugiere la conveniencia de construir un dique en la quebrada de Chañarmuyo, para llevar el agua a la llanura de Pituil y permitir cultivos de regadío en esta localidad.

RECURSOS DE AGUAS

A. AGUAS SUPERFICIALES

Se consideran como aguas superficiales tanto las de ríos y arroyos, como las de vertientes, que pueden ser permanentes o transitorias. En general, las corrientes de agua son escasas y pobres. En la parte centro-oriental casi no existen corrientes de agua, mientras que en la occidental son algo más abundantes.

Las aguas superficiales son consecuencia de las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, de manera que sus caudales están sujetos a variaciones, según la abundancia o escasez de dichas precipitaciones. Sólo se dispone de unos pocos datos relativos a las primeras, que permiten dar una idea muy somera de los valores anuales en la depresión occidental y de una localidad en la parte sur de la Sierra de Velasco. En cuanto a las precipitaciones nivales, que se producen en el filo de la Sierra de Velasco y en el rincón sudoeste de la comarca se carece totalmente de valores. Las precipitaciones pluviales son estacionales, del tipo torrencial, en el verano, y más bien escasas, no sobrepasando los 250 mm por año como promedio. Las nevadas, también estacionales, en el invierno son de poca monta. En fin, se puede expresar que la comarca se caracteriza por la excesiva falta de humedad del aire. Las lluvias son pobres, aun en los lugares más favorecidos, donde escasamente cae lo suficiente para mantener una vegetación discontinua y raquíta.

De los ríos que nacen en la parte alta de la Sierra de Velasco, el Tuyuvil y el Real Viejo, son los únicos que llevan agua en todo su curso. Los restantes son del tipo transitorio, con agua en su curso superior o medio, mientras que en el inferior son secos. Además en la ladera occidental los cauces son en general secos, con una que otra excepción.

La cadena de Paimán sólo tiene tres o cuatro vertientes, pero ningún río con agua permanente; en cambio, los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina presentan un aspecto muy diferente, con tres cursos de agua permanente. Esto en parte es debido a que tienen sus cabeceras en la sierra encumbrada, donde hay nieve, y luego a que hay valles longitudinales que permiten coleccionar agua. Así, los dos ríos importantes en la Sierra de Velasco son longitudinales.

Los cursos de agua superficial serán tratados como: 1) permanentes y 2) transitorios.

1. Permanente

Incluye los ríos de agua permanente, aunque de caudal variable, según las mayores o menores precipitaciones pluviales o nivales que puedan tener lugar.

El curso de agua superficial más importante es el río Amarillo, con cabeceras en los nevados de la Sierra del Famatina. En toda la extensión de su curso,

al poniente de la localidad de Famatina, tiene un caudal regular, que es incrementado por el aporte de sus tributarios. Sus aguas son aprovechadas para uso doméstico y riego en las diversas poblaciones de sus márgenes, entre Corrales y Guandacol (Famatina).

Entre los numerosos arroyos y quebradas que afluyen a este río, pocos son de agua permanente; la mayoría son de tipo transitorio, salvo algunos que llevan agua permanente en su curso superior y aun medio, sobre todo los que integran la red de avenamiento de la ladera oriental del filo cerros Faltriquera-Ñuñorco. El agua se rezume y vuelve a surgir en el Agua Clara.

Las quebradas principales que desembocan en el río Amarillo por su margen izquierda, comenzando por sus nacientes, son las siguientes:

- a) La Cunchi: seca en todo su desarrollo.
- b) de las Ciénagas: agua permanente en todo su curso, aunque de caudal pequeño.
- c) Lloradera: caudal escaso y de agua permanente en su curso medio o inferior.
- d) Agua Blanca: caudal insignificante y con agua permanente en su curso medio.
- e) Los Berros: agua permanente en su curso medio, aunque de caudal escaso.
- f) Collapotrero: seca en todo su curso.
- g) Río del Marco: el afluente más importante y con agua permanente en todo su curso, teniéndola desde sus cabeceras hasta su confluencia con el río Amarillo. Su caudal es apreciable, mayor que el del curso superior del río Amarillo. Está integrado por dos arroyos, el del Matadero y el del Volcancito, este último con cabeceras en las cumbres nevadas.
- h) Río Achavil: otro tributario de importancia, aunque su caudal disminuye algo en su curso inferior, al llegar a los acarreo cuartarios de Chilitanca, debido a la infiltración en sus aluviones.
- i) Cañada del Medio: seco en todo su recorrido.
- j) Río Paimán: seco en todo su curso; en la parte superior de su tramo medio hay una vertiente pequeña.

Los afluentes de su margen derecha son mucho menos importantes y ninguno es de agua permanente. De sur a norte se tiene las siguientes quebradas:

- a) Faltriquera: caudal insignificante y de agua permanente en su curso medio.
- b) Las Gredas: seco en todo su desarrollo.

Todas las quebradas que bajan al río Amarillo, entre Carrizal y el límite austral de la comarca son de agua transitoria, pero suelen encontrarse manantiales donde las condiciones geológicas forman diques naturales (por ejemplo, contactos geológicos, ya sean normales o tectónicos) que obligan a las aguas que se infiltran entre los rodados del lecho, a manar, como en el caso de la quebrada Totoral, que mantiene una finca.

El río Chaschuil es otro curso de agua permanente y de importancia, aunque de caudal menor que el del río Amarillo. Sus aguas surten a la localidad de Angulos, donde son utilizadas para uso doméstico y riego. Agua abajo de Angulos, se junta con el río Blanco, de agua permanente, aunque de caudal escaso, en su curso medio, cuyas aguas se infiltran rápidamente en el acarreo cuartario al naciente del cerro del Abra y el filo Colorado. Sus aguas son aprovechadas en unas pocas fincas. Caso similar al del río Chaschuil.

Las aguas de los dos ríos, tras infiltrarse en el acarreo, brotan en manantiales al naciente de Angulos para constituir el río Chañarmuyo, cuyas aguas

abastecen a las poblaciones de Chañarmuyo y de Pituil. Los manantiales están relacionados con un contacto geológico oculto por el acarreo. También se puede decir que son debidos a los afloramientos de esquistos y de granito, que impiden la circulación subterránea, obligando al agua a subir.

El río Campanas, en el rincón noroeste de la comarca, de agua permanente, tiene un caudal regular, en su curso superior. Sus aguas surten al vecindario de Santo Domingo y a la población de Campanas.

Otro curso es el arroyo Famalilao, con cabeceras en el filo del Potrero Seco y de curso muy corto; abastece a un vecindario.

En la Sierra de Velasco el curso de agua permanente más importante es el río de los Sauces, con cabeceras en la parte alta de los filos del sector norte de la comarca. Está integrado por los ríos Tuyuvil y Casa de Piedra, como los más importantes. Otros afluentes son el arroyo de las Vueltas, el río Grande, los arroyos Vinigiados, Vallecito, etc., todos en su margen derecha.

El río Real Viejo, curso de agua que le sigue en importancia, avana el sector sur de la comarca. Sus aguas van a incrementar las reservas del dique de los Sauces, que abastece a la ciudad de La Rioja.

La mayoría de las quebradas que descienden por la ladera oriental de la Sierra de Velasco, tienen agua permanente en todo su curso, la cual se infiltra al llegar a los acarreos. Son dignas de mención las quebradas de Anjullón, Los Molinos, Anillaco (Aniyacu), Aminga, Yacumana, Pinchas y Agua Blanca, por abastecer las necesidades de agua para uso doméstico y para riego de varias poblaciones del pie de la Sierra de Velasco en la comarca contigua al este. Se observa una predominancia de quebradas transversales, sin haber ningún colector principal; por consiguiente, tienen poco caudal. En el tramo norte hay quebradas longitudinales, con mayor caudal de agua.

Finalmente no se debe dejar de hacer mención del río Agua Negra, con cabeceras en el límite austral de la comarca. Sus aguas serán utilizadas para una usina hidroeléctrica en las cercanías de Chilecito.

En cuanto a las vertientes permanentes, éstas son las que permiten la vida humana en el pie occidental de la Sierra de Velasco y en la cadena de Paimán. Así se tiene que el pueblecito de Antinaco, debe su existencia precaria a las aguas del río homónimo, que si bien posee sus cabeceras en la sierra encumbrada, la mayor parte de su recorrido es seco. El agua aflora en unas vertientes a pocos centenares de metros de la toma. En Uyuvil y puesto Panta hay vertientes de poca importancia, pero con suficiente agua para satisfacer las necesidades de un puesto.

Las vertientes son algo más numerosas en la cadena de Paimán, encontrándose en Anjaya, El Salto, quebrada Paimán, La Aguadita, etcétera.

2. Transitorios

Constituyen desagües naturales y temporarios de las aguas pluviales, de manera que se hallan secos la mayor parte del año; por consiguiente, sólo tienen agua cuando llueve. En esta división tienen cabida la mayoría de los afluentes de los ríos permanentes.

El más importante, tanto por su recorrido como por su cuenca imbrífera, es el río Mayuyana, que sólo lleva agua en caso de precipitaciones extraordinarias.

Caudal. Acerca de este punto, se puede expresar que hasta los ríos más importantes tienen poco caudal. No obstante la escasez de aguas, los cauces de los ríos también son hondos fuera de la sierra, y las terrazas documentan el

poder de las corrientes en otros tiempos, hoy día reducidas debidas a las precipitaciones, tanto pluviales como nivales. Además, el suelo es demasiado permeable para las muy escasas lluvias. El agua para riego por lo general no es suficiente. Los ríos quedan secos abajo de las tomas.

Según datos proporcionados por Gerez (1933), el caudal del río Achavil, en Loma Bola, era de 300 l/s, y el del río Amarillo cerca de su confluencia con el río del Marco, de 520 l/s. Aparentemente estos datos se refieren al mes de agosto de 1932, fecha en que dicho técnico visitó la zona. En el río Blanco, según comunicación de Bravo (1934, pág. 31), el caudal de agua el 1º de agosto de 1932 era de unos 100 l/s, siendo época de estiaje. Para Stoll (1963) el caudal es estimable en unos 75 l/s durante todo el año.

En el Cuadro II se dan más datos relativos a los caudales de algunos ríos.

Calidad de las aguas. La calidad de las aguas, tanto de los ríos como de las vertientes, varía dentro de la comarca, estando en relación con el porcentaje de las sales presentes y, a su vez, este factor depende de las características litológicas de las rocas aflorantes. Por este motivo, la mayoría de las aguas en la región son dulces o ligeramente salinas, aptas para uso doméstico y riego, con pocas excepciones, que se enumerarán a continuación.

El río Amarillo en su curso superior tiene agua de mala calidad, muy amarilla y de un color amarillo característico. Ya se ha hecho notar la abundancia de pirita en los esquistos y pizarras de la Formación Negro Peinado, y es muy probable que por descomposición de este mineral se contamine el agua del río, al formarse sulfato de hierro. A medida que fluye hacia la localidad de Famatina, incrementa su caudal con el aporte de los tributarios y mejora la calidad del agua, sobre todo después de mezclarse con la de los ríos del Marco y Achavil. Otro motivo por el cual mejora el agua se debe a la precipitación del hierro que se une con limo. Un buen ejemplo se tiene en Corral Amarillo, donde hay depósitos de ocre amarillos: limo con óxido de hierro. Las aguas de este río son tan corrosivas que destruyen la cañería y la maquinaria, como pudo comprobar Bodenbender (1922, pág. 14) en el establecimiento de La Encrucijada, al poco tiempo de su funcionamiento. Otro inconveniente que presentan es el de dificultar los procedimientos metalúrgicos.

Las demás aguas, de calidad regular a mala, están circunscriptas a vertientes reducidas, como la que se encuentra en la quebrada del Wólfram, cadena de Paimán y en El Saladillo, ladera occidental de la Sierra de Velasco, un poco al sur de la latitud de Antinaco.

En el Cuadro III figuran 12 análisis de agua, con indicación de las localidades donde se recogieron las muestras.

Las aguas del río Amarillo, abundantes en verano a causa de las lluvias y del deshielo, y escasas en invierno, son las que permiten la vida a la franja de oasis constituida por las poblaciones de Corrales, Las Gredas, Carrizal, Famatina, etc. Son las únicas aguas superficiales disponibles, tanto para riego como para consumo de los habitantes. El mismo caso sucede con los demás ríos de agua permanente.

Hace varios años que se conoce un proyecto de desviar las aguas del río Achavil hacia el río del Marco, haciendo pasar el canal por el portezuelo del Mal Paso (ladera oriental del cerro Agua de la Falda), o sea un proceso inverso al que había en tiempos geológicos pasados. Esto tiene por objeto evitar la pérdida por infiltración que ocurre en el curso inferior del río Achavil, al llegar al acarreo cuartario.

B. AGUAS SUBTERRANEAS

La comarca está ubicada en la región semiárida del noroeste argen-

tino, en la cual las aguas superficiales, como se acaba de exponer son escasas.

En relación con el problema de las aguas subterráneas, es menester tener en cuenta los factores, cantidad, régimen y distribución de las precipitaciones, tanto pluviales como nivales y los conocimientos que aporta la geología regional, en especial de las áreas de infiltración y acumulación. En lo tocante a datos meteorológicos, son muy escasos; asimismo se carece por completo de informaciones proporcionadas por perforaciones. Por consiguiente, es muy poco lo que se puede expresar en concreto sobre las aguas subterráneas de esta comarca. El interés que hay por ellas es grande, en vista de las amplias extensiones de campo que podrían dedicarse a la agricultura y la ganadería con sumo provecho.

Con respecto a las precipitaciones, es conveniente recordar que son más abundantes en las laderas orientales que en las occidentales. Otro factor que influye es la nieve, con su consiguiente derretimiento en el verano que incrementa el caudal de las aguas, ya superficiales, ya subterráneas. El sector con nevados se encuentra en el poniente, rincón sudoeste de la comarca, también como más al oeste.

En un capítulo anterior se ha dado a conocer la estratigrafía y la estructura de la comarca. De este último punto, la estructura interna del basamento cristalino no interesa. En cambio, los desplazamientos terciarios y cuaternarios debidos al ciclo Andico, o sea los movimientos que han conducido a la formación de las sierras y de las depresiones o cubetas, son de importancia. En el río de los Sauces, se observa cómo la Formación Schaqui supuestamente del Plioceno, descansa sobre las rocas del basamento, mediante una superficie más o menos llana. En otras localidades, los sedimentos chocan contra las rocas metamórficas.

Se supone que hay una cantidad apreciable de agua subterránea en la comarca, que puede ser explotada en su beneficio, pero con la medida que exige el caudal de afluencia desde las elevaciones de las sierras, únicos sectores importantes de suministro de agua, si se quiere hacer abstracción de las lluvias y de las crecientes que se producen sobre el ambiente de los conos de deyección de las sierras.

Dada la salinidad de los estratos basales del Grupo Angulos, por ser yesíferos, es de temer que las aguas contenidas en la sección inferior sean más o menos salobres; tal salinidad muestran algunas vertientes que llegan sólo a humedecer el suelo y que han dado lugar a la formación de costrones de tierra salina con su vegetación correspondiente.

Los algarrobos (*Prosopis* spp.) son buenos indicadores de la existencia de agua subterránea. Estos necesitan en la región, para subsistir, una media anual de precipitación de más de 300 mm, es decir, cantidades de lluvias como no se reciben en ningún lugar del valle de Antinaco. Pese a eso, se presentan, constituyendo bosquecillos, sobre todo en la parte más árida: el borde oriental del valle. Su vida es posible gracias a las aguas subterráneas, principalmente las provenientes del sector de los nevados.

Las únicas corrientes de agua permanente en la comarca son los ríos Campanas, Chaschuil, Blanco y Amarillo, que salen de las sierras y se pierden en los conos de deyección. No toda el agua de estos ríos es aprovechada en los pueblos, ya que en ninguna parte los canales revestidos de piedras que las conducen por sobre las acumulaciones de los conos de deyección, se insertan en el lugar donde el arroyo pasa de su lecho rocoso al cono de deyección. Las captaciones se hacen en los lugares más cómodos, es decir, casi sobre el borde de la sierra, de manera que se pierde bastante agua por infiltración en las lenguas de los conos de deyección que penetran en las quebradas. Por consiguiente puede inferirse que

la cantidad de agua que se pierde; según cálculos correspondería al 10 % del agua utilizada. En esta cantidad no se computan las aguas de las crecientes que no son aprovechadas y que se escurren por sobre los conos de deyección hacia los ríos secos grandes, donde se infiltran paulatinamente.

Es evidente que entre la cantidad de agua que se utiliza para riego, un volumen considerable se infiltra sin haber sido utilizada por las plantas y sin haber sido consumida por el hombre, los animales o por evaporación.

Los valles grandes longitudinales, como el de Antinaco, constituyen áreas importantísimas de sedimentación y que representan en consecuencia, los grandes receptáculos del agua subterránea, tanto en los depósitos terciarios como en los conos de deyección cuaternarios que los rellenan.

Para el estudio de las aguas subterráneas se ha considerado conveniente dividir la comarca en tres sectores: 1. Las Cumbres con el valle del río de los Sauces 2. Valle de Antinaco, con secciones norte y sur, y 3. Valle de Famatina.

El primero se encuentra en el límite nordeste de la comarca, delimitado por los dos ramales de la Sierra de Velasco. El ramal occidental se continúa hacia el norte por una serie de lomas, ya dentro de la Hoja 14d. Afloran migmatitas, granitos, areniscas y conglomerados, estos dos últimos de la Formación Schaqui (Estratos Araucanos?) con inclinación hacia el oeste y finalmente los acarros del Cuaternario. Las probabilidades de obtener caudales importantes de agua mediante perforaciones no parecen muy promisorias.

Es más probable que las aguas subterráneas de la depresión, teniendo en cuenta la inclinación de los bancos de la Formación Schaqui, fluyan hacia el borde occidental y no hacia el río de los Sauces. Las aguas provenientes de las precipitaciones pueden alimentar al río, ya que la pendiente y la cubierta de los rodados desmoronados pueden favorecerlo.

Como se ha expuesto en *Aguas Superficiales*, de los tres cursos importantes que desaguan en esta depresión, por su margen sur, dos son de agua permanente (Casa de Piedra y Tuyuvil) y uno transitorio (Anguil) que da paso a las crecientes que se originan en la estación de las lluvias.

La ladera occidental del cordón principal de la Sierra de Velasco está surcada por numerosas quebradas, casi todas con agua permanente en sus tramos superiores. Dado que las migmatitas y granitos están muy diaclasados y agrietados, se podría suponer que se prestan mucho para la infiltración y circulación al través de ellos de las aguas de precipitaciones y de crecientes y que éstas, en su continuo desplazamiento hacia las partes más bajas de la ladera, se cargarían de *presión hidrostática*, pudiendo pasar al través de los bancos de areniscas permeables de la Formación Schaqui adosadas al pie de dicha pendiente. De este modo los aportes de agua subterránea ya cargados de presión pueden percolar y desplazarse al través de los bancos de areniscas inclinadas hacia el oeste. Estos aportes de agua subterránea procedentes de la pendiente occidental del cordón principal de la Sierra de Velasco, pasarían a engrosar el caudal del acuífero subterráneo situado en la base del depósito arenoso de relleno del lecho del río de los Sauces, el cual se desplaza muy lentamente agua abajo.

No se aconseja construir diques de embalse en los afluentes con corrientes permanentes del río de los Sauces, porque sería construir fuentes de evaporación y de poca utilidad para el riego en el período de sequías prolongadas, porque su caudal estaría muy disminuído por las fuertes pérdidas ocasionadas por la intensidad de la evaporación. Se podría pensar únicamente en la construcción de una presa en la quebrada de Tuyuvil.

El segundo sector, o sea el valle de Antinaco, está demarcado al este por la Sierra de Velasco y al oeste por la cadena de Paimán. Esta depresión

tiene una altitud media de 1.200 m. Se la ha dividido en dos secciones, con la divisoria de aguas, constituida por depósitos cuaternarios, poco al sur de Pituil.

Es de suponer que en profundidad y debajo del potente acarreo cuaternario, se encuentran sedimentos de los Estratos Araucanos y/o Calchaqueños. Representantes de este último, por otra parte, afloran en la pendiente occidental del valle de Famatina.

En el valle de Antinaco, las montañas a ambos lados del valle presentan escaso número de corrientes de agua permanente, contándose el río Antinaco por el nacimiento y los ríos Campanas y Chañarmuyo por el poniente. En el valle de Antinaco no hay pozos de balde o de otra especie que permitan averiguar a qué profundidad se encuentra la capa freática.

En ambos márgenes del valle, en el contacto entre el basamento cristalino y el acarreo reciente, aparece una serie de manantiales pobres, a veces intermitentes, de aguas por lo común ligeramente salobres o alcalinas. A menudo son debidos a la influencia de las líneas estructurales.

La sección septentrional recibe las aguas de los ríos Campanas, de las Playas y Chañarmuyo, por su margen occidental, que se pierden por infiltración al poco trecho, para seguir como corrientes subterráneas hacia el río Sañado, según se supone.

La sección austral recibe las aguas del río Amarillo, que se pierden por infiltración en el acarreo del valle de Famatina, si bien es cierto que a veces éstas llegan a cruzar el cordón de Paimán, yendo a perderse en el valle de Antinaco, en los bajos de Santa Elena. Estas aguas han de dirigirse junto con las de los ríos temporarios que se pierden por infiltración debajo del acarreo reciente que rellena el valle no ya como corrientes superficiales sino como aguas subterráneas, hacia el sur, pues que en esa dirección aumenta la pendiente y posiblemente el espesor del acarreo, mientras que hacia el norte, al sur de Pituil, se encuentra la divisoria transversal de las aguas.

La ausencia completa de afloramientos de elementos de los Estratos Araucanos y Calchaqueños, imposibilitan, sin embargo, la ubicación exacta y más conveniente de las perforaciones en ese sector. Al ubicar las perforaciones en las vecindades del flanco de la sierra, está presente el riesgo de encontrar aun otras fallas longitudinales, escalonadas a corta distancia, como las que producen la escarpa actual de la cadena de Paimán, pero ocultas ahora bajo el acarreo. Es, pues, conveniente no acercarse demasiado al borde oriental de esta cadena, para contrarrestar en cierta medida dicho riesgo.

En el valle de Antinaco se podrían ejecutar perforaciones en busca de aguas profundas, y tal vez convendría ubicarlas en el borde occidental del valle. Estas podrían realizarse en la latitud de Anjaya (o tal vez más al sur); asimismo, convendría hacer otra serie de perforaciones al norte de Pituil, muy cerca del límite septentrional de la comarca. Otra ubicación para una perforación sería en las proximidades de Pituil, donde probablemente se encontraría agua dulce a unos 1.500 metros de profundidad.

El tercer sector corresponde al valle longitudinal de Famatina, que termina hacia el norte en el portezuelo de La Aguadita, pero que hacia el oeste se continúa por medio del valle angosto y transversal del río Amarillo, con el carácter de un valle joven de erosión actual. Los bloques de montaña que demarcan al valle están fracturados en su ladera oriental e inclinados hacia occidente.

Del lado del nacimiento son todas corrientes de aguas temporarias. En cambio, por el poniente, está el río Amarillo, única corriente de agua permanente. Merced a unos pocos pozos de balde y molinos, se sabe que la capa freática se encuentra entre 5 y 20 m de profundidad; pero es conveniente recordar que estos pozos están ubicados muy próximos al lecho del río. Su agua es de buena calidad.

En el borde oriental del valle, en el contacto entre basamento cristalino y acarreo reciente, no se conocen manantiales, ni aun del tipo intermitente. Sobre la margen occidental, en cambio, los manantiales son algo más comunes, pero, en gran parte relacionados con las líneas estructurales, como en el caso de la finca El Totoral. Por consiguiente, solamente un río de corriente permanente pierde agua por infiltración y evaporación en el valle de Famatina.

No hay duda que las aguas que se han infiltrado en el acarreo reciente que rellena el valle, se dirigen como aguas subterráneas hacia el sur, como lo comprueban los manantiales que hay en Agua Clara, donde las rocas migmatíticas, que hacen las veces de dique, las obligan a surgir.

Las características estructurales resumidas en páginas anteriores, indican la conveniencia de ubicar las perforaciones en busca de agua profunda en el borde occidental del valle de Famatina, acercándose al borde oriental fracturado de la Sierra del Famatina.

La escasez y pequeñez de los afloramientos de sedimentos miocenos, dificultan sumamente la ubicación exacta y más conveniente de las perforaciones en este sector; convendría efectuarlas en la latitud de Guandacol, y hacer una serie entre el pie occidental de la cadena de Paimán y el pie oriental de los contrafuertes orientales de la Sierra del Famatina. Pero siempre debe tenerse en cuenta el riesgo que puede presentarse debido a posibles fallas longitudinales escalonadas a corta distancia, ocultas ahora bajo el acarreo. Con estas perforaciones se captaría el agua que hoy fluye hacia el valle de Antinaco, por la quebrada de Guandacol, o que continúa directamente hacia el sur, como corriente subterránea.

DESCRIPCIONES PETROGRAFICAS

por el

doctor Jorge F. Villar Fabr 

N^o 1. Pórfido cuarcífero

Procedencia: quebrada Faltriquera, agua abajo de la mina de wolframio.

Descripción: roca de color blanco con pequeñas áreas muy reducidas impregnadas por limonita. Estructura porfídica con fenocristales euhedrales de feldespato de cuatro milímetros de longitud como máximo y anhedrales de cuarzo de un milímetro aproximadamente.

Al microscopio: cuarzo, microclino, oligoclasa ácida, granate, biotita, muscovita y clorita. Textura porfídica con fenocristales de cuarzo, feldespato y granate. Pasta microgranular algo gruesa. El  nico carácter mencionable es el gran reemplazo que ha sufrido el granate por biotita y clorita.

N^o 2. Pórfido cuarcífero

Procedencia: 500 m al oeste del cerro Ñuñorco, en la Formación Negro Peinado.

Descripción: roca de color violado y estructura porfídica con numerosos fenocristales anhedrales de hasta seis milímetros de cuarzo lechoso y feldespato blanquecino y rosado.

Al microscopio: abundantes fenocristales de cuarzo y oligoandesina, escasos de ortosa y de un f mico totalmente cloritizado. En la pasta se distinguen los minerales mencionados, pero el feldespato potásico ocupa lugar preponderante. Textura porfídica de pasta microgranular con numerosas microlitas feldespáticas.

No posee caracteres mencionables.

N^o 3. Filón s lico-epid tico

Procedencia: oeste de la calle Oscura, Plaza Vieja.

Descripción: roca af ntrica verde clara en la que sólo se distinguen algunas áreas cuarcíferas. Al microscopio se comprueba que la muestra corresponde a un filón s lico con abundante pistacita y zoicita.

N^o 4. Pórfido tonalítico

Procedencia: margen derecha de la Playa de Araya (dique en la muestra N^o 5).

Descripción: muestra rojiza de estructura porfídica con fenocristales subhedrales de cuarzo y feldespato. Pasta algo gruesa.

Al microscopio: cuarzo anhedral, algo cataclástico, oligoclasa ácida sericitizada, anhedral y de tamaño variable; escasa ortosa intersticial. Biotita cloritizada, sericita y hematita. Textura granosa panalotriomorfa.

Nº 5. Granodiorita

Procedencia: entre los Puestos Araya y El Durazno, margen oeste del río Amarillo.

Descripción: roca granosa de color blanco grisáceo, entre cuyos componentes se distingue minerales leuco y melanocráticos.

Al microscopio: abundante andesina ácida en granos anhedrales, levemente reemplazados por cuarzo; ortosa perítica anhedral algo caolinizada; cuarzo intersticial; pequeñas escamas de biotita y abundante clorita. Textura granosa panalotriomorfa.

Nº 6. Kersantita augítica

Procedencia: diques en los cerros al oeste de Campanas, cadena de Paimán.

Descripción: roca granosa de grano muy fino, de color gris oscuro, en la que parece distinguirse gran cantidad de componentes félicos.

Al microscopio: andesina media, biotita, augita y un mineral opaco. Textura granosa panidiomorfa. La plagioclasa es fresca con inclusiones de rutilo acicular. La biotita es parda y en algunas partes parece reemplazada por la augita. Esta última presenta uralitización incipiente.

Nº 7. Andesita alterada

Procedencia: mogote del río Blanco.

Descripción: muestra de color violado y estructura porfirítica con numerosos fenocristales subhedrales feldespáticos, blanco mate. Pasta afanítica.

Al microscopio: numerosos fenocristales de andesina zonal muy alterada; un félico totalmente reemplazado por calcita y/u óxido de hierro. Áreas irregulares de calcita. Pasta microgranular constituida por plagioclasa y algunos granos de cuarzo.

Nº 8. Anfibolita?

Procedencia: quebrada de la Calera, agua abajo de la senda Totoral-quebrada del Visco.

Descripción: color verde oscuro y estructura afanítica.

Al microscopio: hornblenda, biotita y andesina ácida. Textura grano-blástica. Su único carácter mencionable es el avanzado estado de alteración de sus componentes e indicios de haber soportado fuertes presiones como lo demuestran sus flexiones.

Nº 9. Pórfido cuarcífero

Procedencia: quebrada Las Trancas.

Descripción: muestra porfídica con fenocristales subhedrales, blancos, feldespáticos y anhedrales de cuarzo incoloro. Pasta afanítica gris violada con algunos puntos verdes negros correspondientes a un mineral félico, que a veces se concentra en áreas irregulares.

Al microscopio: fenocristales de cuarzo, ortosa, oligoclasa básica. En la pasta se distinguen los mismos componentes además de biotita cloritizada, pistacita, calcita y áreas irregulares cubiertas por biotita. Textura porfídica de pasta microgranular. No presenta caracteres mencionables.

Nº 10. Granito

Procedencia: quebrada de Potrerillos, en contacto con esquistos (al oeste) mediante falla.

Descripción: roca granosa gris blanquecina con numerosos componentes félicos que se destacan sobre el resto de la muestra.

Al microscopio: composición y textura comunes en este tipo de rocas, sin caracteres mencionables.

Nº 11. Diabasa

Procedencia: quebrada Faltriquera, agua abajo de la mina de wolframio.

Descripción: muestra de color negro verdoso con algunas puntuaciones verde oliva. Estructura levemente porfídica.

Al microscopio: típica textura diabásica, constituida por plagioclasa básica y clinopiroxeno, además de los cuales se encuentra algunos cristales de olivina parcialmente alterados en antigorita y algunas áreas irregulares cubiertas por calcita.

Nº 12. Andesita labradorítica

Procedencia: arroyo de los Frailes, poco antes de subir a la pampa Seca.

Descripción: color pardo rojizo y estructura porfídica poco evidente a simple vista, pero bien visible con lupa.

Al microscopio: abundantes fenocristales euhedrales de labradorita zonal, de dos generaciones. Numerosas áreas sub a anhedrales cubiertas por calcita y hematita. Pasta andesítica con una proporción muy elevada de hematita, conjuntamente con plagioclasa y zeolitas.

Nº 13. Andesita alterada

Procedencia: mogote de la Toma y río Amarillo, Escaleras.

Descripción: muestra de color gris verdoso y estructura porfídica con fenocristales euhedrales blancos y verdosos, escasos. Pasta afanítica.

Al microscopio: algunos fenocristales de plagioclasa indeterminables por la alteración soportada. Pasta andesítica constituida por plagioclasa, biotita, pistacita, óxido de hierro y escaso cuarzo.

Nº 14. Andesita

Procedencia: margen derecha de la Playa de Araya, agua arriba del puesto, en la muestra Nº. 5.

Descripción: roca porfídica verde grisácea con fenocristales negros euhedrales.

Al microscopio: los fenocristales son de hornblenda y de augita. Pasta andesítica constituida por plagioclasa, anfíbol, piroxeno, clorita y óxido de hierro.

Nº 15. Andesita

Procedencia: portezuelo de la Caldera.

Descripción: roca porfídica con fenocristales subhedrales feldespáticos blanquecinos y féficos verdosos. Pasta afanítica gris violada.

Al microscopio: numerosos fenocristales de plagioclasa muy reemplazada por sericita y calcita, y de un féfico (anfíbol?) totalmente reemplazado por clorita, calcita y óxido de hierro. La pasta es microgranular, posee plagioclasa, hematita y proporción muy elevada de calcita.

DATOS METEOROLOGICOS

CUADRO I

A

Localidad: Famatina

Altitud: 1.500 m s.n.m.

Año: 1948

Elementos \ Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temp. media °C	23 ^o ,7	21 ^o ,4	18 ^o ,4	15 ^o ,6	12 ^o ,1	10 ^o ,7	10 ^o ,5	10 ^o ,2	14 ^o ,7	15 ^o ,3	18 ^o ,9	23 ^o
" de máxima °C	31 ^o ,5	30 ^o ,0	25 ^o ,4	24 ^o ,1	20 ^o ,5	19 ^o ,6	17 ^o ,3	17 ^o ,9	24 ^o ,0	23 ^o ,8	27 ^o ,1	31 ^o ,0
" " mínima °C	15 ^o ,8	12 ^o ,8	11 ^o ,4	7 ^o ,1	3 ^o ,8	1 ^o ,8	3 ^o ,8	2 ^o ,4	5 ^o ,5	6 ^o ,9	10 ^o ,8	15 ^o ,0
" máx. absoluta °C	37 ^o	34 ^o	33 ^o	33 ^o	31 ^o	30 ^o	28 ^o	29 ^o	31 ^o	36 ^o	33 ^o	35 ^o
" min. absoluta °C	11 ^o	9 ^o	4 ^o	4 ^o	1 ^o	-4 ^o	-5 ^o	-5 ^o	1 ^o	3 ^o	5 ^o	12 ^o
Pr. atmosférica	629,0	629,0	629,0	629,0	629,0	628,0	628,0	629,0	629,0	629,0	629,0	628,0
Precipitación en mm.	46	12	0	0	0	0	0	0	0	3	9	60,5

B

Localidad: Puesto Agua Clara, Real Viejo, Sierra de Velasco

Precipitaciones

Año	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
mm	247,1	347,3	172,2	391,9	162,5	119,8	159,1	212,1	148,1	140,9	146,4	103,1 Inc.	358,6

Año	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	Promedio años 1924-1948
mm	224,8	286,5	332,3	280,4	198,1	375,4	308,9	470,7	314,6	223,7	182,0	193,1	249,9

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
mm	51,0	20,0	21,5	6,0	9,0	0	11,6	0	0	13,0	5,0	56,0	193,1

Datos proporcionados por la Dirección de Agua y Energía.



CUADRO II

REGISTRO DE AFOROS

Caudales en estiaje, aportes medios anuales; caudales expresados en l/s; período 1937 — 1948

Río y localidad	Año												Promedio años 1937-1948
	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	
Campanas-Santo Domingo	208	189	194	225	241	248	215	292	300	261	—	—	237
Chaschuil-Angulos	82	89	119	138	224	229	159	241	231	218	—	—	173
Blanco-Angulos	—	—	71	70	66	51	78	118	105	102	—	—	83
Chañarmuyo-Chañarmuyo	139	191	205	289	226	233	170	264	283	265	—	—	227
Amarillo-Toma para riego	—	—	277	456	476	524	595	674	700	629	646	785	576
Amarillo-Plaza Vieja	78	78	56	35	20	20	17	19	17	18	—	—	36

Datos proporcionados por la Dirección de Agua y Energía.



CUADRO III : Análisis de aguas.

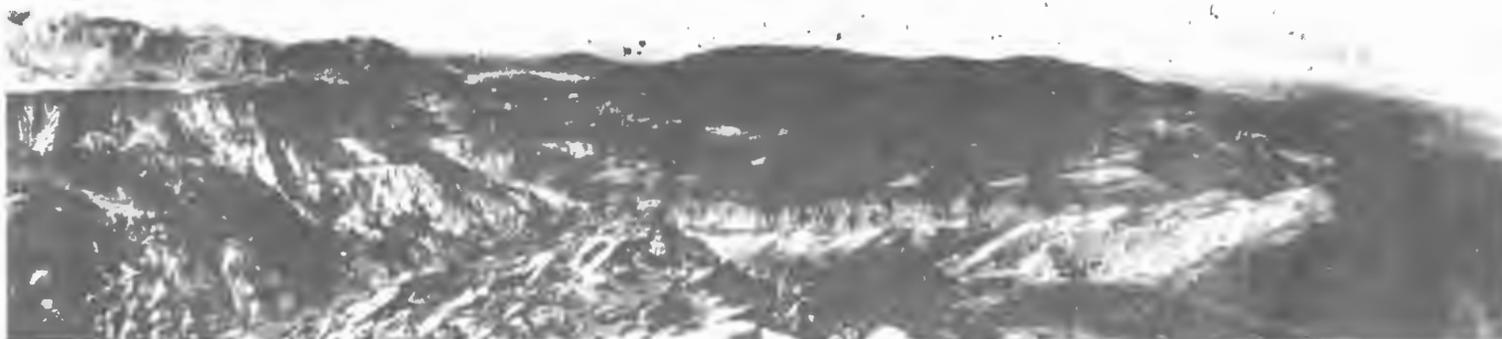
Localidad	SIERRA DE VELASCO				CADENA DE PAIMAN			SIERRA DEL FAMATINA					
	Tuyuvil	Las Cruces	Antinaco	El Quemadito	La Toma, río Charñar muyo	Quebrada Paimán	Quebrada del Wólfram	Campanas	Angulos	Famatina	Pumaquebrada	Cuevas de Juan Díaz	
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	
Reacción a la fenolftaleína	{ en frío { en caliente		Alcalina débil	Acida	Alcalina débil	Alcalina débil	Alcalina débil	Alcalina débil	Alcalina débil	Acida	Alcalina débil	Alcalina débil	Alcalina débil
	Alcalina	Alcalina débil	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina débil	Alcalina muy débil	Alcalina débil	Alcalina débil	Alcalina débil	
Residuo g/l	0,46	0,23	0,33	0,25	0,81	0,46	3,18	0,46	1,00	0,44	0,61	0,44	
Cloruros "	0,003	0,001	0,02	0,007	0,05	0,01	0,28	0,007	0,06	0,06	0,01	0,003	
Sulfatos "	0,013	0,005	0,04	0,013	0,25	0,05	0,90	0,15	0,41	0,18	0,17	0,07	
Dureza (grados franceses)	10	7,5	27,5	10	25,5	17	385	21,5	62,5	22,5	23,5	19,5	
Aptitud	Apta	Apta	Apta dureza algo elevada	Apta	Apta dureza elevada	Apta	Inapta	Apta dureza elevada	Apta previa reducción de la dureza	Apta dureza algo elevada	Apta dureza algo elevada	Apta	

LISTA BIBLIOGRAFICA

- ANGELELLI, V., 1950, *Recursos minerales de la República Argentina. I. Yacimientos metalíferos*, en Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat., Cienc. Geol., II (Buenos Aires).
- BODENBENDER, G., 1911, *Comunicaciones mineralógicas y mineras — XV. La formación de plata metálica y de los filones argentíferos en El Famatina*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XIX (Córdoba), págs. 429-440.
- BODENBENDER, G., 1912, *Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes*, en An. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Min., VII, 3, Buenos Aires.
- BODENBENDER, G., 1916, *El Nevado de Famatina*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XIX (Córdoba), págs. 100-182.
- BODENBENDER, G., 1922, *El Nevado de Famatina*, en An. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Min., XVI, 1, Buenos Aires.
- BODENBENDER, G., 1924, *El Calchaqueño y los Estratos de la Puna de Penck*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXVII (Córdoba), págs. 405-468.
- BORRAZAS, C. A., 1945, *El Plioceno del oeste de Angulos, en la Sierra de Famatina (provincia de La Rioja)*, Tesis del Instituto del Museo de La Plata, La Plata. Inédito.
- BRACACCINI, O., 1946, *Los Estratos de Paganzo y sus niveles plantíferos en la Sierra de los Llanos (provincia de La Rioja)*, en Rev. Soc. Geol. Arg., I, 1 (Buenos Aires), págs. 19-61.
- BRACKEBUSCH, L., 1891, *Mapa Geológico del Interior de la República Argentina, escala 1:1.000.000*, Gotha.
- BRAVO, J. G., 1934, *Exploración de placeres auríferos*, en Min. Agric., Dir. Minas y Geol., Public. 106, Buenos Aires.
- CASTELLANOS, A. y R. PEREZ MOREAU, 1944, *Los tipos de vegetación de la República Argentina*, en Univ. Nac. Tucumán, Fac. Filos. y Letras, Inst. Est. Geogr., Monografía 4, Tucumán.
- DAVIS, G., 1910, *Clima de la República Argentina*, Buenos Aires.
- de ALBA, E., 1954, *Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión (provincia de La Rioja)*, en Dir. Nac. de Minería, Bol. 82, Buenos Aires.
- de ALBA, E., 1956, *Acerca de la edad del granito del Famatina*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., XI, 1 (Buenos Aires), págs. 76-79.
- DE VITO, H. A., 1949, *Informe de la comisión de estudio de los yacimientos de cobre y otros de la provincia de La Rioja*, en Dir. Gral. Fabr. Mil., Buenos Aires. Inédito.
- DOERING, A., 1882, *Informe oficial de la comisión científica agregada al estado mayor general de la expedición al Río Negro (Patagonia). III, Geología*. Buenos Aires.
- FERNANDEZ AGUILAR, R., 1942, *Informe acerca de la mina de mineral de cobre "El Pararrayo" de Famatina, La Rioja*, en Dir. Minas y Geol., Buenos Aires. Inédito.
- FOCKLER-HAUKE, G., 1953, *El Campo de Velasco, anexo de corología geográfica*, en Univ. Nac. Tucumán, Publ. 657, Fac. Filos. y Letras, Inst. Est. Geogr., Serie Didáctica, 7 (Tucumán), págs. 141-186.
- FRENGUELLI, J., 1937, *Investigaciones geológicas en la zona salteña del valle de Santa María*, en Inst. Museo de La Plata, Obra del Cincuentenario, II, La Plata.
- FRENGUELLI, J., 1943, *Acerca de la presencia de "Rhacopteris ovata" en el Paganzo de Villa Unión, La Rioja*, en Rev. Museo de La Plata, n. s., Geol., II (La Plata), págs. 11-47.
- FRENGUELLI, J., 1944, *Apuntes acerca del Paleozoico superior del NW argentino*, en Rev. Museo de La Plata, n. s., Geol., II (La Plata), págs. 213-265.
- FRENGUELLI, J., 1946a, *Consideraciones acerca de la serie de Paganzo en las provincias de San Juan y La Rioja*, en Rev. Museo de La Plata, n. s., Geol., II (La Plata), págs. 313-376.

- FRENGUELLI, J., 1946b, *El Carbonífero argentino según sus floras fósiles*, en Rev. Soc. Geol. Arg., I, 2 (Buenos Aires) págs. 107-115.
- FRENGUELLI, J., 1948, *Estratigrafía y edad del llamado Rético en la Argentina*, en An. Soc. Arg. Est. Geogr. "Gaea", VIII (Buenos Aires), págs. 159-309.
- GEINITZ, H. B., 1876, *Ueber Rhaelische Pflanzen und Thierreste in den Argentinischen Provinzen, La Rioja, San Juan und Mendoza*, en *Beiträge zur Geol. Pal. der Argentinischen Republik*, II Palaeont. Theil, en *Palaeontographica*, Supp. 3, II. Cassel.
- GEREZ, J. G., 1933, *Breve estudio geológico-económico efectuado en la provincia de La Rioja durante el año 1932*, en Dir. Minas y Geol., Buenos Aires. Inédito.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950a, *Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgatá)*, en Dir. Gral. Ind. Minera, Bol. 70, Buenos Aires.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950b, *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., V, 3 (Buenos Aires), págs. 81-110.
- GROEBER, P., 1938, *Mineralogía y Geología*, Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1940, *Descripción geológica de la provincia de La Rioja*, en *Aguas Minerales de la República Argentina*, VI, Provincia de La Rioja, Min. del Interior, Com. Nac. Climat. y Aguas Minerales (Buenos Aires), págs. 17-29.
- GROEBER, P., 1952, *Mesozoico*, en *Geogr. Rep. Arg.*, II, 1, Soc. Arg. Est. Geogr. "Gaea", Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J., 1941, *Investigaciones geológicas en las Sierras de Villavicencio y Mal País, provincia de Mendoza*, en Min. Agric., Dir. Minas y Geol., Bol. 49, Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J., 1942, *Algunas consideraciones sobre el sector norte argentino del geosinclinal de Samfrau*, en An. Primer Cong. Ing. Minas y Geol., II (Santiago de Chile), págs. 319-341.
- HARRINGTON, H. J., 1956, *Argentina en Handbook of South American Geology*, W. F. Jenks, Editor, en Geol. Soc. Amer., Mem. 65 (Nueva York), págs. 131-165.
- HAUSEN, H., 1921, *On the Lithology and Geological Structure of the Sierra de Umango Area, etc.*, en Acta Acad. Aboensis, Math. e Phys., 1, Abo.
- HEIM, A., 1952, *Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jáchal y Huaco*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., VII, 1 (Buenos Aires), págs. 11-70.
- JUNG, J. y M. ROQUES, 1936, *Les zones d'isométagmorphism dans les terrains cristallophylliens du Massif Central français*, en *Revue Sciences Naturelles Auvergne*, I, fasc. 4, Auvergne.
- JUNG, J. y M. ROQUES, 1952, *Introduction a l'étude zonéographique des formations cristallophylliennes*, en Bull. Serv. Carte Géol. France, L, n° 235, París.
- KEIDEL, J., 1922, *Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocidos en la Argentina y su significación para la estratigrafía de la serie Gondwana y la paleogeografía del hemisferio austral*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXV (Córdoba), págs. 195-305.
- KEIDEL, J., 1947, *El Precámbrico. El Paleozoico*, en *Geogr. Rep. Arg.*, I, Soc. Arg. Est. Geogr., "Gaea" (Buenos Aires), págs. 47-304.
- KITTL, E., 1931, *Los yacimientos auríferos de la República Argentina, su génesis y posición geológica*, en Rev. Minera, III (Buenos Aires), págs. 97-124, 129-154, 161-191, 193-222.
- KURTZ, F., 1921, *Atlas de plantas fósiles de la República Argentina*, en Actas Acad. Nac. Cienc. Córdoba, VII (Córdoba), págs. 129-153.
- LANNEFORS, N. A. y S. WÄSSMAN, 1930, *El mineral aurífero del Mogote del Río Blanco*, en Dir. Gral. Minas, Geol. e Hidrol. Buenos Aires. Inédito.
- LINARES, E., 1961, *Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina, obtenidas por medio de la relación plomo-uranio*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., XIV (1960), 3-4 (Buenos Aires), págs. 181-217.
- MOUSSY, M. de, 1860, *Description Géographique et Statistique de la Confédération Argentine*, I, II y III, Atlas (1869), París.
- PASTORE, F., 1932, *Hoja 20i del Mapa Geológico de la Argentina*, en Min. Agric., Dir. Minas y Geol., Bol. 36, Buenos Aires.
- PEIRANO, A., 1957, *Observaciones generales sobre la tectónica y los depósitos terciarios del cuadrángulo 28°S, 64°30'O 28°30'S 67°00'O en el noroeste argentino*,

- en Univ. Nac. Tucumán, Inst. "Miguel Lillo", Acta Geol. Lilloana, I (Tucumán), págs. 61-141.
- PENCK, W., 1920, *Der Südrand der Puna de Atacama (NW Argentinien)* en Abh. Math. Phys. Klasse, Sächsischen Akad. Wissenschaften, XXXVII, 1 (Leipzig).
- ROHMEDER, G., 1942, *El valle de Cosme*, en An. Soc. Cient. Arg., CXXXIII (Buenos Aires), págs. 466-190.
- ROHMEDER, G., 1943, *Observaciones meteorológicas en la región encumbrada de las Sierras del Famatina y del Aconquija (República Argentina)*, en An. Soc. Cient. Arg., CXXXVI (Buenos Aires), págs. 97-124.
- RUSSO, A., 1946, *Investigaciones geológicas en la vertiente oriental de la Sierra de Famatina*, Tesis, Fac. Cienc. Ex., Fís. y Nat., Buenos Aires. Inédito.
- SOBRAL, J. M., 1921, *Some physiographic notes on the Sierra de Famatina*, en Geogr. Annaler, III (Estocolmo), págs. 311-326.
- STAPPENBECK, R., 1910, *La Precordillera de San Juan y Mendoza*, en An. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Min., IV, 3, Buenos Aires.
- STELZNER, A., 1872, *Briefliche Mittheilung über seine Reise in den Provinzen Tucumán, Catamarca und La Rioja*, en Neues Jahrbuch f. Min., Geol. und Pal., 630, Stuttgart.
- STELZNER, A., 1885, *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik, Geologischer Theil*, Berlín.
- STELZNER, A., 1924, *Contribuciones a la geología de la República Argentina con la parte limítrofe de los Andes chilenos, entre los 32° y 33° S*, en Acta Acad. Nac. Cienc. Córdoba, VIII, 1 y 2 (Córdoba), págs. 1-228.
- STOLL, W. C., 1963, *Nota sobre los yacimientos de oro y cobre del mogote Río Blanco (Prov. de La Rioja)*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., XVIII, 1-2 (Buenos Aires), págs. 8-10.
- TOGNON, J. F., 1945, *Sobre el Triásico del Cordón de Alaniz al oeste de Angulos, Sierra de Famatina (provincia de La Rioja)*, Tesis del Instituto del Museo de La Plata, La Plata. Inédito.
- TURNER, J. C. M., 1958, *Estratigrafía de la Sierra de Narváez (Catamarca y La Rioja)*, en Rev. Asoc. Geol. Arg., XII (1957), 1 (Buenos Aires), págs. 18-60.
- TURNER, J. C. M., 1960, *Estratigrafía del tramo medio de la Sierra del Famatina y adyacencias (La Rioja)*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XLII (Córdoba), págs. 77-126.
- TURNER, J. C. M., 1962a, *Las Sierras Traspampeanas como unidad estructural*, en An. Prim. Jorn. Geol. Arg., II (Buenos Aires), págs. 387-402.
- TURNER, J. C. M., 1962b, *Estratigrafía del tramo medio de la Sierra de Velasco y región al oeste (La Rioja)*, en Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XLIII, 1 (Córdoba), págs. 5-54.
- TURNER, J. C. M., 1964, *Descripción geológica de la Hoja 15c, Vinchina (provincia de La Rioja)*, en Dir. Nac. Geol. y Minería, Bol. 100, Buenos Aires.
- TURNER, J. C. M., 1967, *Descripción geológica de la Hoja 13b, Chaschuil (provincias de Catamarca y La Rioja)*, en Inst. Nac. de Geol. y Minería, Bol. 106, Buenos Aires.
- VITEAU, P., 1910, *Informe sobre el estado de la minería en los distritos mineros de Famatina y Guandacol de la provincia de La Rioja*, en An. Min. Agric., Secc. Geol., Mineral. y Min., V, 1, Buenos Aires.



1. Sector del río Blanco y arroyo los Frailes, mostrando la falla entre la Formación Agua Colorada (A) y el Grupo Angulos (B) que pasa por el portezuelo Agua de los Caballos; en el centro y a la derecha las terrazas sobre los sedimentos del Grupo Angulos.



2. Manifestación de ocre hematítico al oeste del puesto El Tule.



1. Terrazas en Chilitanca, entre los ríos Amarillo y Achavil.



2. Sedimentos aluviales en el río Amarillo, Corral Amarillo, agua arriba del portezuelo de los Berros, portadores de ocre limonítico.



3. Contactos tectónicos entre las Formaciones Negro Peinado—Agua Colorada y Agua Colorada—El Durazno (Grupo Angulos) en el pie nordeste del cerro Collapotrero. En el plano medio el portezuelo de los Berros.



1. Extremo septentrional del ramal occidental de la Sierra de Velasco y parte de las Cumbres.



2. Escarpa de falla a lo largo del río de las Vueltas y del Vinigiados, Sierra de Velasco.



1. Falla entre el Grupo Angulos, a la izquierda, y la Formación del Crescón, a la derecha. En el río Campanas, al oeste de Santo Domingo.



2. Manifestación de cobre, mina "San Juan" portezuelo de Santa Rosa.



LAMINA V



1. Vista general del yacimiento de wolframio, mina "Faltriquera".



2. Casas de la administración y planta de concentración de la mina "Faltriquera".

Es propiedad de la Dirección Nacional de Geología y Minería
Prohibida su reproducción

Se terminó de imprimir en diciembre de 1971, en la Imprenta Ceypa S.C.A.
Jean Jaures 67 - Capital Federal