EL PALEOZOICO INFERIOR Y MEDIO DE LA REGION DE VOLCANCITO, SIERRA DE FAMATINA, PROVINCIA DE LA RIOJA, REP. ARGENTINA

por GUSTAVO A. TOSELLI *

ABSTRACT

Lower and midle paleozoic from Volcancito, Sierra de Famatina, La Rioja Province, Argentina. — The Formation units of lower and midle paleozoic age outcrop on the oriental slope of Sierra de Famatina.

The ordovician Formation Volcancito is formed by dark pelites and psammites of marine origin. It holds a fossil fauna pertaining to the *Parabolina argentina* (Kayser) — *Kainella meridionalis* Kobayashi and *Dictyonema flabelliforme* Turner biozones.

From the ordovician sensu lato are presumed the slates, metagraywackes, slate shales, claystones, and cordieritic semihornfels from the Negro Peinado Formation.

The upper ordovician — lower silurian Nuñorco Formation appears as a big batholith with monzogranitic composition and tonalitic — granitic diodorite stocks.

These formations are affected by intrusive dikes of variable composition dated from upper silurian — lower devonian.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se dan a conocer las observaciones realizadas sobre la geología de las unidades formacionales correspondientes al Paleozoico inferior y medio, aflorantes en las provincias del Pto. Volcancito, en la Sa. de Famatina.

---

* Universidad Nacional de Catamarca

No obstante ser muy amplia la lista de trabajos realizados en esta zona, puede observarse una deficiencia en los conocimientos petrográficos de cierto detalle, especialmente en lo que concierne al panorama magmático y metamórfico. A tal fin, se realizaron tres campañas en la zona, procediéndose al mapeo de las formaciones geológicas y a un muestreo intensivo de las mismas, con el objeto de visualizar sus variaciones texturales, mineralógicas, faciales, etc., como así también el contenido paleontológico en las secuencias exentas de metamorfismo.

También se expone la columna estratigráfica incluyendo las formaciones del Paleozoico superior, representadas por sedimentitas psefíticas y psamíticas de origen continental. En el Terciario, se tienen sedimentitas piroclásticas de colores claros y granulometría mediana a gruesa y por último, depósitos glaciales, fluviales y pedemontanos del Cuartario.

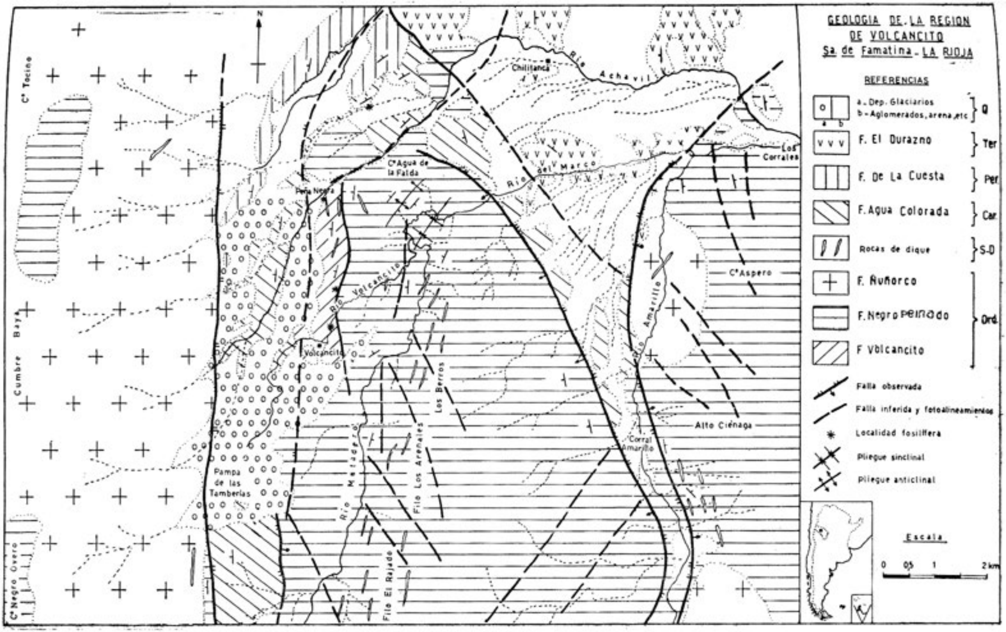
Deseo expresar mi agradecimiento a las autoridades del CONICET; Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación; Facultad de Ciencias Naturales y Fundación Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán y especial reconocimiento a los Dres. F. G. Aceñolaza y A. J. Toselli, por el asesoramiento brindado en distintos aspectos del trabajo.

Ubicación y vías de acceso:

El área estudiada se encuentra ubicada en el flanco oriental del Sistema de Famatina, abarcando una superficie de 192 Km^2, distribuidos en un área rectangular de 16 por 12 km de lado. Son sus límites: por el norte, una línea imaginaria aproximadamente este-oeste, que pasa por la margen izquierda del río Achavil. Al oeste, el límite sigue el filo de las altas cumbres del Famatina, constituida por los cerros Tocino, Cumbre Baya y Negro Overo. Al este, el límite va por la línea que une la finca Los Corrales con el Portezuelo de Sta. Rosa, siguiendo la cumbre de los cerros Corrales, Aspero, Faltriquera y Alto Ciénaga. El límite austral, ligeramente paralelo al septentrional, pasa al norte del Pto. Real Viejo, cerro La Cunchi y Portezuelo de Sta. Rosa.

Se puede enmarcar el área en cuestión, por las coordenadas geográficas: 67°39' y 67°49' de longitud oeste y 28°48' — 28°57' de latitud sur.

El acceso a la zona se realiza desde la población de Famatina, distante 225 km de la ciudad de La Rioja, hacia el norte por la ruta nacional Nº 40. A 6 km de esta localidad se desvía hacia el oeste, por un camino provincial, consolidado, que pasa por Carrizal y Alto Carrizal.


GEOLOGIA DE LA REGION DE VOLCANCITO
Sa. de Famatina - LA RIOJA
REFERENCIAS
a - Dep. Glaciarios
b - Aglomerados, arena, etc
Q
F. El Durazno
Ter
F. De La Cuesta
Per
F. Agua Colorada
Car
Rocas de dique
S-D
F. Ñuñorco
F. Negro Peinado
F. Volcancito
Ord
Falla observada
Falla inferida y fotoalineamientos
Localidad fosilífera
Pliegue sinclinal
Pliegue anticlinal
Escala
0
0.5
1
2 km
N
Cº Tocino
Cumbre Baya
Cº Negro Overo
Chilitanca
Río Achavil
Río del Marco
Los Corrales
Cº Agua de la Falda
Peña Negra
Río Volcancito
Volcancito
Pampa de las Tamberías
Río Mataderos
Filo Los Arenales
Los Berros
Filo El Rajado
Cº Aspero
Río Amarillo
Alto Ciénaga
Corral Amarillo

Unos 5 km más adelante se toma hacia el sur, por una senda que atraviesa el río Achavil y llega a la finca Los Corrales, establecimiento ubicado al noreste de la zona estudiada.

CUADRO ESTRATIGRAFICO DE LA REGION DE VOLCANCITO

PERIODO	EDAD	FORMACION	LITOLOGIA
CUARTARIO			Conglomerados, arenas, limos. Morenas, depósitos de pie de monte.
		Discordancia	
TERCIARIO	Plioceno	*El Durazno*	Conglomerados volcánicos, tobas.
		Discordancia	
PERMICO		*De La Cuesta*	Psamitas y psefitas
		Discordancia	
CARBONICO		*Agua Colorada*	Psamitas y psefitas
		Discordancia	
DEVONICO SILURICO			Intrusivas hipabisales ácidas y básicas.
SILURICO INF. ORDOVICICO SUP.		*Ñuñorco*	Monzogranito, tonalita-granodiorita
	S/L	*Negro Peinado*	Pelitas y psamitas metamorfizadas
ORDOVICICO			
	Tremadociano inferior	*Volcancito*	Pelitas y psamitas fosilíferas

Geología:

En esta área las rocas de edad ordovícica, tienen especial importancia, tanto por la magnitud de sus afloramientos como por el contenido paleontológico. Están representadas por rocas pelíticas oscuras de origen

marino, afectadas parcialmente por metamorfismo dinámico y localmente por metamorfismo de contacto.

Asimismo afloran parte de un batolito granítico, stocks y filonianas de composición ácida y básica.

En el siguiente cuadro, se expone la secuencia estratigráfica completa del área en cuestión, haciéndose referencia solamente a las formaciones del Paleozoico inferior y medio que constituyen el objeto del presente trabajo.

P A L E O Z O I C O

ORDOVICICO INFERIOR

Formación Volcancito

I.— *Antecedentes*:

El primero en referirse a estos terrenos fue Bodenbender (1911, 1913, 1916 y 1922), quien describió y delimitó estas sedimentitas marinas caracterizadas por su contenido en *Dictyonema flabelliforme* Eichwald y *Staurograptus dichotomus*.

Harrington, entre los años 1941 y 1944 abordó el estudio de la sucesión ordovícica en sus pormenores, pero desafortunadamente los resultados nunca fueron publicados (in Cuerda, 1973).

La denominación de Formación Volcancito, correspondió a Harrington (in Harrington & Leanza, 1957). Estos autores establecieron el ordenamiento estratigráfico de la sucesión ordovícica, reconociendo en orden ascendente las unidades: Volcancito, Suri y Molles, comprendidas en el lapso Tremadociano inferior-Llanvirniano superior.

Turner (1960, 1962, 1964, 1971 y 1972) describió la litología y contenido paleontológico de esta formación.

Alderete (1968) hizo mención de dos pequeños afloramientos, en la Qda. del Portezuelo de la Alumbrera, al norte de la Cuesta de Miranda haciendo referencia al hallazgo de restos fósiles.

II.— *Definición Estratigráfica*:

La Formación Volcancito es una secuencia de 600 m de espesor de sedimentitas marinas pelíticas, finamente laminadas, con interposiciones

de bancos psamíticos. El color es verde oscuro, azul verdoso oscuro y negro azulado.

III.— *Sección y área tipo*:

Esta formación presenta su sección tipo y máximo espesor, desde el río Volcancito hasta el río Achavil. Más específicamente desde unos 1.500 m al norte del Pto. Volcancito, en donde afloran los niveles inferiores de esta formación, hasta Peña Negra.

El área tipo la constituyen los afloramientos comprendidos en el sector estudiado.

IV.— *Relaciones de campo*:

La base de la formación Volcancito es desconocida, pues los afloramientos comienzan en una falla, que constituye el límite este y que la separa de la Formación Negro Peinado.

El límite superior presenta una discordancia de tipo angular, con las areniscas arcósicas de la Formación Agua Colorada. Este contacto se observa 200 m aguas arriba del Pto. Volcancito, sobre el río homónimo. Aquí las pelitas tienen rumbo norte 25º oeste y 22º de buzamiento hacia el oeste, mientras que las arcosas suprayacentes tienen una posición de norte 35º y 28º de inclinación oeste. En Peña Negra, este límite superior no es visible por la presencia de morenas y acarreos provenientes de Pampa de las Tamberías.

V.— *Características litológicas y paleontología*:

Por su contenido paleontológico, en la Formación Volcancito se consideran dos biozonas, una inferior de *Parabolina argentina-Kainella meridionalis* y otra superior de *Dictyonema flabelliforme*.

1.— *Zona de Parabolina argentina-Kainella meridionalis*

Comprende los depósitos inferiores de la Formación Volcancito, cuyos afloramientos se encuentran ubicados en el flanco noroeste del Filo Azul y río Volcancito a unos 1.500 m al norte del Pto. homónimo.

Esta zona tiene un espesor de 220 m, lo integran lutitas finamente laminadas de color verde oscuro, con intercalaciones de bancos margosos

psamíticos (38 % de CO_3Ca) de color azul oscuro de hasta 20 cm de espesor. En ellos se encuentran preferencialmente los restos fósiles de trilobites y braquiópodos. Hacia arriba los bancos margosos van siendo menos frecuentes, lo mismo que su contenido en fósiles.

a) *Fósiles*:

Se ha coleccionado una importante fauna de trilobites y braquiópodos correspondientes, como se ha dicho, a las biozonas de *Parabolina argentina* (Kayser) Harr. & Leanza y *Kainella meridionalis* Kobayashi.

Las especies coleccionadas son las siguientes:

Machairagnostus tmetus Harr. & Leanza

Geragnostus (*Micragnostus*) *vilonii* Harr. & Leanza

Geragnostus (*geragnostus*) *nesossi* Harr. & Leanza.

Gallagnostus sp.

Parabolina argentina Kayser

cf. Parabolina sp.

Parabolinella argentinensis Kobayashi

Plicatolina scalpta Harr. & Leanza

Asaphellus catamarcensis Kobayashi

Asaphellus riojanus Harr. & Leanza

Asaphellus sp.

Onychopyge riojana Harrington

Obolus lampazarensis Harrington

Obolus sp.

Lingulella ferruginea Salter

Acrotreta sp.

Finkelnburgia samensis Kobayashi

En el caso de los trilobites, la mayoría corresponden a fragmentos de céfalos, tórax o pigidios, siendo escasos los ejemplares completos.

2.— *Zona de Dictyonema flabelliforme*:

Comprende la sección superior de la Formación Volcancito, siendo en Peña Negra del río Achavil e inmediaciones de Pto. Volcancito, los lugares donde se encuentra mejor expuesta.

Su espesor es de 380 m y su litología está constituida por lutitas laminadas de color verde grisáceo o gris oscuro, muy diaclasadas y en parte flexionadas en suaves pliegues asimétricos.

a) *Fósiles*: La fauna fósil está representada por abundantes graptolites dendroideos, correspondientes a la *zona de Dictyonema flabelliforme*

Los ejemplares coleccionados corresponden a las siguientes especies:

Dictyonema flabelliforme (Eichwald) var. *famatinense* Turner

Aspidograptus cf. *implicatus* Hopkinson

Aspidograptus sp.

Callograptus sp.

Anisograptus cf. *Richardsoni* Bulman

Clonograptus sp.

VI.— *Mineralogía*:

La composición mineralógica de las sedimentitas de la Formación Volcancito, fue determinada por difractometría de Rayos X. Las mismas fueron realizadas en la Universidad Nacional de La Plata, utilizándose un aparato Philips, en las siguientes condiciones de trabajo:

Anticátodo: Cu; filtro: Ni; voltaje: 40 Kw.; amperaje: 18 mA: multiplicador; x 1; constante de tiempo: 4 seg.; velocidad de barrido del goniómetro: 2°/minuto; factor de la escala: 1×10^3 y 2×10^3, según los casos.

Se reconoció la siguiente mineralogía: cuarzo, feldespato alcalino, caolinita, illita, clorita, pirita y calcita. Tomando en cuenta los minerales arcillosos, la illita es la más abundante, mostrando un grado de cristalinidad variable entre mediana y baja. Le siguen en orden de importancia la caolinita y la clorita, que presentan bajo grado de ordenamiento cristalino.

VII.— *Ambiente de depositación*:

Pueden reseñarse las características ambientales que acompañaron a la depositación de estos sedimentos de la siguiente manera:

Zona de Parabolina argentina-Kainella meridionalis: La presencia de lutitas de color oscuro, finamente laminadas, con interposición de bancos calcáreos, como así también su contenido paleontológico representado exclusivamente por trilobites y braquiópodos, están indicando condiciones físicas y químicas de depositación bien definidas.

La cuenca de acumulación habría sido un ambiente marino de plataforma (ambiente nerítico), de aguas tranquilas no afectadas por el tren de olas. El ambiente químico reinante era alcalino o débilmente alcalino, con un pH mayor a 7,8, lo que favoreció la precipitación química de la calcita y un potencial de oxidación-reducción (eH) fuertemente reductor, medio euxínico, que permitió la formación de pirita.

Zona de Dictyonema flabelliforme: Luego la cuenca fue aumentando en profundidad (subsidencia), lo que determinó la desaparición de los trilobites o la migración a zonas de aguas más someras. Al mismo tiempo se produjo una disminución en el pH a neutro o levemente ácido, inferior a 7,8, evitándose de este modo la precipitación de calcita. Otra posibilidad sería la de un descenso de temperatura, como consecuencia del aumento de profundidad de las aguas, lo que incrementaría la solubilidad del CO_2, provocando la disolución de los carbonatos. En este ambiente batial se depositaron, en forma excluyente, los graptolites dendroideos.

VIII.— *Edad*:

Sobre la base de su fauna fósil, se le asigna una edad tremadociana inferior.

ORDOVICICO S/L

Formación Negro Peinado

I.— *Antecedentes*:

El primero en referirse a esta unidad formacional fue Stelzner (1872), quien mencionó para la Sa. de Famatina, la existencia de "esquistos arcillosos" normales de color gris verdoso de carácter pizarroso.

Posteriormente, Bodenbender (1911, 1916 y 1922) describió a esta formación con el título de "Terrenos Siluriano y Cambriano", incluyendo en él las rocas sedimentarias y metamórficas de bajo grado.

Más tarde, Groeber (1940) también reconoció la existencia de estas metamorfitas, atribuyéndolas al Paleozoico inferior.

De Alba (1954), la denominó "Serie Pregranítica", expresando que se trataría de pre-ordovícico u ordovícico metamorfizado e indicando que que el metamorfismo sufrido por estas rocas, es de tipo termal de contacto y con variable intensidad de acción.

Con posterioridad, Turner (1960) creó el término Formación Negro Peinado, para designar a estas rocas que atribuyó al Precámbrico, estando compuesta, según su definición, por ectinitas, esquistos, pizarras, junto con cornubianitas y anfibolitas aflorantes en ambas márgenes del cordón de Famatina.

II.— *Definición estratigráfica*:

La Formación Negro Peinado, se define como una potente secuencia de rocas pelíticas con interposiciones de bancos psamíticos, afectadas por metamorfismo regional de bajo grado, al que se le sobreimpone, en algunos sectores, un metamorfismo de contacto. De estos procesos dinamo-termales resultaron pizarras, metagrauvacas, lutitas pizarrosas, arcilitas y semihornfels cordieríticos, respectivamente.

III.— *Distribución areal*:

Las metamorfitas de bajo grado, constituyen amplios afloramientos en el área estudiada, integrando casi totalmente el Cordón Central con el Filo El Rajado, Los Arenales, Los Berros, Collapotrero y Cerro Agua de la Falda. Y el cordón Oriental con los cerros Alto Ciénega, Aspero y Corrales. Mientras que las metamorfitas de contacto están restringidas a afloramientos aislados, ubicados en la cima de la Cumbre Baya y cerro Negro Overo. Estas rocas se disponen sobre el batolito granítico.

IV.—*Sección y área típica*:

Las pizarras, metagrauvacas, lutitas pizarrosas y arcilitas, fueron estudiadas con más detenimiento en los valles fluviales de los ríos Volcancito, Matadero, del Marco y Amarillo, en donde las quebradas profun-

das permiten visualizar más claramente las características litológicas y estructurales.

Por su parte, las corneanas fueron investigadas sobre muestras procedentes de la Cumbre Baya y cerro Negro Overo, sectores donde se encuentran los afloramientos más típicos.

No se ha podido lograr una sección de esta unidad formacional, debido a la gran magnitud de sus afloramientos, el difícil acceso a muchos sectores y a la gran complejidad tectónica.

V.— *Relaciones de campo*:

Se desconoce la base sobre la cual yace la Formación Negro Peinado. Sobre ella se disponen, en discordancia angular, las sedimentitas continentales del Carbónico correspondientes a la Formación Agua Colorada.

Los contactos litológicos con la Formación Volcancito se producen por medio de fallas, de manera que no es posible establecer sus posiciones relativas.

VI.— *Características litológicas*:

1.—*Pizarras, metagrauvacas, lutitas pizarosas y arcilitas*: Son rocas de color verde claro y gris oscuro, que debido al escaso efecto de la acción metamórfica conservan las líneas fundamentales y los caracteres típicos de las rocas sedimentarias primitivas que les dieron origen. La asociación mineral determinada por difractometría de rayos X es la siguiente: cuarzo, plagioclasa alcalina, clorita, muscovita (polimorfo 2M), caolinita y pirita.

Los difractogramas muestran gran abundancia de minerales arcillosos y micáceos siendo notorio el predominio de la muscovita. Esta varía entre un máximo de 89 % y un mínimo de 53 %, tomando a los minerales arcillosos y micáceos como 100 %. El grado de cristalinidad de la muscovita varía entre mediana y alta.

La caolinita se encuentra siempre en mayor proporción que la clorita y con un grado de cristalinidad variable entre mediana y baja. Su porcentaje varía entre 7 y 29 %; mientras que la clorita lo es entre 4 y 18 %, respectivamente.

En los difractogramas, los picos de la caolinita y especialmente los de clorita, no muestran gran definición en el registro, lo que estaría in-

dicando incipiente grado de ordenamiento cristalino. Esto es propio de metamorfitas de muy bajo grado.

La paragénesis mineral determinada, define la *facies de Esquistos verdes del Metamorfismo Regional; subfacies*: *cuarzo, albita, muscovita, clorita.* Esto caracteriza a un metamorfismo de tipo Barroviano, con bajas temperaturas y alta presión de confinamiento.

2.— *Semihornfels*:

Son rocas córneas de color gris azul oscuro, en la que se conservan los rasgos estructurales de las sedimentitas pelíticas que les dieron origen. Es una roca dura y tenaz, con fractura subconcoidea, siendo la pirita el único mineral reconocible a simple vista. Al microscopio presenta textura microgranoblástica. Los minerales esenciales lo constituyen: cuarzo, biotita, cordierita, microclino, plagioclasa, pirita, circón, apatita, muscovita.

El cuarzo, se halla como microblastos bien límpidos con pequeñas inclusiones idiomórficas de apatita y pirita. El diámetro medio de los blastos de cuarzo es 0,06 mm.

La cordierita se encuentra como microblastos en general muy límpidos, con bórdes y delgadas grietas pinitizadas. Algunos cristales muestran un maclado no muy definido.

El microclino es muy abundante, estando exento de alteración. Presenta su maclado característico y algunas inclusiones de apatita y pirita.

La plagioclasa es escasa, siendo indeterminable su composición debido al pequeño tamaño en que se encuentra.

La biotita, forma cristales laminares de color pardo, estando algunos desferrizados. La muscovita se halla como cristales subhedros y exentos de alteración, estando subordinada con respecto a la biotita.

Esta asociación mineral define a la *facies de Corneanas de feldespato potásico-cordierita* (Winkler, 1967) o *facies de Corneanas piroxénicas* (Turner, 1968). Esta facies está caracterizada por la coexistencia de feldespato potásico y cordierita, minerales formados a partir de la asociación cuarzo-biotita muscovita, que es inestable en las condiciones termodinámicas de la facies mencionada.

La reacción sería:

6 muscov. + 1 biot. + 15 cuarzo $\leftrightharpoons$ 3 cord. + 8 feld. potásico + 8 H_2O

Estos minerales reaccionan hasta que se consume toda la muscovita, por lo que la presencia de estos minerales micáceos estaría indicando que la reacción no fue completa.

El desarrollo de esta facies metamórfica en las pelitas ubicadas en el contacto con el granito es de gran importancia petrogenética, puesto que es muy raro que esta facies se desarrolle en la vecindad de cuerpos intrusivos ácidos, donde generalmente el más alto grado metamórfico lo constituye la facies de Corneanas hornbléndicas.

Otro rasgo característico es que estas rocas córneas, constituyen afloramientos aislados, ubicados sobre el batolito granítico (al menos en el área estudiada) y están ausentes en los contactos "laterales". Esta disposición probablemente se deba a la acción de los fluidos del magma, que se concentrarían en la zona de menor presión, esto es, en la parte superior de la masa en cristalización y que incrementarían el efecto metamórfico en las rocas de caja.

VII.— *Contenido paleontológico*:

Según Alderete (1968) e información de Aceñolaza (comunicación verbal), los trilobites coleccionados por De Alba (1956) en las inmediaciones del río Miranda y atribuidos a esta formación, en realidad pertenecerían a la Formación Volcancito. Por consiguiente hasta el presente, no se han encontrado restos fósiles que pertenezcan en forma indudable a la Formación Negro Peinado.

VIII.— *Consideraciones petrogenéticas*:

Comparando la textura y composición mineralógica de las rocas pertenecientes a las formaciones Volcancito y Negro Peinado, se observa una gran similitud. Diferencia únicamente en el mayor desarrollo cristalino del cuarzo y minerales micáceos, en la formación afectada por metamorfismo. Es decir que los sedimentos originales tuvieron una textura, composición mineralógica y posiblemente química, como así también ambiente de depositación similares, por lo que se podría suponer que ambas formaciones correspondan a un mismo ciclo tecto-sedimentario.

Si se consideran las formaciones: Volcancito (Tremadociano inferior), La Alumbrera (Arenigiano inferior), Portezuelo de las Minitas (Arenigiano), Suri (Llanvirniano inferior), Molles (Llanvirniano medio-superior), aflorantes en el mismo Sistema de Famatina, seguramente todas ellas formen parte de un mismo ciclo de sedimentación ordovícica. Al producirse la orogénesis del Ciclo Famatiniano (Aceñolaza-To-

selli, 1976) y el posterior emplazamiento del batolito granítico, las mismas produjeron un metamorfismo regional y de contacto en una amplia zona de sedimentitas pelíticas, que ha sido diferenciada como Formación Negro Peinado.

IX.— *Edad*:

Teniendo en cuenta lo precedentemente expuesto, se considerará a la Formación Negro Peinado como de edad ordovícica sensu lato.

ORDOVICICO SUPERIOR-SILURICO INFERIOR

Formación Ñuñorco

I.— *Antecedentes*:

Las rocas graníticas aflorantes en la Sa. de Famatina, incluidas bajo la denominación de Formación Ñuñorco (Turner, 1962) o Formación Guacachico (Turner, 1960), constituyen uno de los elementos más conspicuos de esta unidad orográfica.

Muchos fueron los investigadores que en mayor o menor grado se dedicaron al estudio de estas rocas, no sólo por su importancia petrológica sino también económica. La nómina de autores como así también la de los trabajos realizados sería largo de enumerar, pero aquellos que contribuyeron en gran medida al conocimiento geológico de esta formación, fueron: Stelzner (1872); Romber (1892); Bodenbender (1911-1916-1922); Penck (1914); Kühn (1919); Hausen (1921); Gerth (1932); Rohmeder (1942; Groeber (1940); Arigós (1951); Keidel (1947); De Alba (1954-1956-1972); Linares (1959); Stipanicic (1967); Fidalgo (1963); Quartino (1963); Turner (1957-1960-1962-1964-1967-1971); Villar Fabre-González-Toselli (1973) y Aceñolaza-Toselli (1976).

II.— *Area típica*:

Esta unidad formacional, en el área estudiada, se encuentra restringida a la parte oeste, constituyendo el flanco este y cima de los cerros El Tocino, Cumbre Baya y Negro Overo, es decir la parte más encum-

brada de la Sierra de Famatina. También se incluyen como pertenecientes a esta formación, dos stocks aflorantes a lo largo del río Amarillo.

III.— *Litología*:

PLUTONITAS

El batolito granítico de la Formación Ñuñorco, en el área estudiada, muestra marcada homogeneidad granulométrica y mineralógica. Se trata de rocas de grano mediano a mediano grueso, leucocráticas, con un índice de Shand 2,3. La coloración es gris rosado a gris claro. Estructura masiva. Mineralógicamente está compuesta por cuarzo, microclino, plagioclasa (An_{27}) y biotita escasa. La textura es granular hipidiomórfica, de granulometría mediana, con un diámetro medio de 1,70 mm.

Las determinaciones modales, realizadas con platina integradora Leitz, arrojaron los siguientes valores:

Muestra	*Cuarzo*	*Microcl.*	*Plag.*	*Biotita*	*Opacos*	(*r. f.*)
64	32,9	37,7	27,4	1,1	0,8	42,2
62	33,2	28,6	36,5	1,2	0,4	56,1
16	32,2	39,1	24,8	2,6	1,3	38,9
59	33	37,4	28,5	—	0,9	43,3

Muestra 64: al norte de Qda. de la Casa Colorada.

„ 62: oeste del Filo Colorado, en la latitud de Peña Negra.

„ 16: morenas frente a Pto. Volcancito.

„ 59: oeste del Filo Colorado, falda oriental de Cuesta del Tocino.

Volcados estos valores en el doble triángulo Q-A-P-F, de la clasificación de Streckeisen (1967), se ha logrado establecer que las plutonitas del batolito de la Formación Ñuñorco, en el área estudiada, corresponden a *Monzogranitos*.

Al sudeste del valle del río del Marco y surcado por el río Amarillo se encuentra emplazado un stock de composición *Tonalítica-granodioríti-*

ca (Streckeisen, 1967, op. cit.), que se interpreta como correspondiente a esta unidad formacional.

Litológicamente se trata de rocas mesocristalinas con un diámetro medio de 5 mm en los cristales y leucocráticas, con un índice de Shand variable entre 12,6 y 21,1. La tonalidad es grisácea. Poseen una mineralogía sencilla compuesta por cuarzo, plagioclasa (An_{41}), clorita y biotita. Representado por las muestras 92 y 104 de composición *Tonalítica* y muestra 94, con feldespato potásico (microclino) y composición granodiorítica (Streckeisen, op. cit.).

Se obtuvieron los siguientes valores modales:

Muestra	*Cuarzo*	*Plag.*	*Feld. K*	*Biot.*	*Clorita*	*Opacos*	(*r. f.*)
92	35,2	51,8	—	2,7	10	—	100
94	26,7	36,6	11,3	10,5	4,1	0,6	76,3
104	24,3	57	—	18	0,7	—	100

Muestra 92: margen izquierda río Amarillo, 1.500 m aguas arriba de confluencia con río del Marco.

„ 94: margen derecha río Amarillo, 2.000 m aguas arriba de confluencia con río del Marco.

„ 104: Sobre río Amarillo, 1.000 m antes de confluencia con río del Marco.

Al sur de Cuevas de Noroña, en el curso superior del río Amarillo, se encuentra aflorando otro stock, de composición *granodiorítica* (Streckeisen, 1967, op. cit.), el cual se extiende hacia el sureste, fuera de los límites del sector estudiado. Estas plutonitas poseen granulometría de mediana a fina y con el característico desarrollo de anfíbol, lo que le confiere a la roca una coloración gris verdosa. Posee las mismas características de emplazamiento que el stock situado más al norte. Seguramente estos representan apófisis que se desprenden del batolito granítico, aflorante más al oeste.

Integran este cuerpo intrusivo, rocas leucocráticas, con un índice de Shand igual a 15 (índice de color). La textura es granular hipidiomórfica. El cuarzo constituye el 22 % de la roca, siendo 2,6 mm el diámetro

mayor de los cristales. Los contornos cristalinos de este mineral están poco definidos, debido a reacción deutérica; presenta los bordes deflecados.

La plagioclasa con un 44 %, presenta un avanzado estado de alteración sericítica, caolínica, epidótica y clorítica.

El anfíbol es hornblenda, constituye el 9 % de la roca. Su diámetro medio es 0,5 mm. Presenta alteración epidótica y algunos se encuentran parcial o totalmente reemplazados por clorita.

El feldespato potásico es indeterminable, se lo hizo visible con ensayos de tinción. Integra el 19 % en volumen.

Los minerales opacos son escasos, 2 %; están estrechamente relacionados con el anfíbol y clorita. Este último mineral llega a constituir el 4 % de la roca.

SILURICO - DEVONICO

Intrusivos hipabisales

Las formaciones Volcancito, Negro Peinado y Ñuñorco, se encuentran afectadas por intrusivos de composición petrográfica variable, pudiéndose agrupar en: 1.— Diques de composición ácida, rico en minerales silicatados, clasificados como: Traquita alcalina (Streckeisen, 1967) o Riolita alcalina (Rittman, 1954); Fenodacita (Rittman, 1954); Cuarzo andesita (Streckeisen, 1967) o Dacita clara (Rittmann, 1954); Tonalita (Streckeisen, 1967); Pórfido granodiorítico (Streckeisen, 1967). 2.— Diques básicos, en los que predominan los minerales ferromagnesianos, incluyendo: Spessartita (Johannsen, 1932) y Diabasa (Johannsen, 1932).

1.— *Diques de composición ácida*:

a) *Traquita alcalina* (Streckeisen, 1967) o *Riolita alcalina* (Rittmann, 1954).

La potencia de estos diques oscila entre unos pocos decímetros a 10 m, no observándose efectos de metamorfismo de contacto en la roca de caja. La posición es subvertical y con rumbo variable entre norte 26° oeste y norte 30° este.

Macroscópicamente presentan fenocristales de cuarzo, microclino y plagioclasa, dispuestos en una matriz afanítica. Al microscopio se observa que el cuarzo constituye el 17 % de la roca, apareciendo en tres formas diferentes: como fenocristales, en veta y microcristalino.

El microclino es abundante, 81 % de la roca, constituye fenocristales de hasta 2 mm de diámetro. Presenta intercrecimientos pertíticos y bordes corroídos. También se encuentra en la matriz constituyendo texturas esferulíticas y microcristalinas.

La plagioclasa, apenas un 2 %, tiene composición de An_{33} (Andesina ácida).

La matriz está formada por cristales pequeños de cuarzo, feldespato potásico y esferulitas, también potásicas de color pardo claro, llegando algunas a tener 0,5 mm de diámetro.

b) *Cuarzo andesita* (Streckeisen, 1967) o *Dacita clara* (Rittmann, 1954).

Estas rocas forman diques de hasta 15 m de potencia; son subverticales y con rumbo de norte 30º oeste. Se los ha observado intruyendo a la Formación Negro Peinado, al sur del cerro Agua de la Falda, sobre el río del Marco. Son rocas leucocráticas, de color gris verdoso claro. La textura es porfírica, con fenocristales de cuarzo y feldespato de 3 mm de diámetro medio. La matriz es de grano fino y tonalidad grisácea.

El cuarzo, 46 % de la roca, forma fenocristales idiomorfos, con bordes afectados por corrosión magmática.

La plagioclasa An_{36} (Andesina ácida) constituye fenocristales muy alterados en caolinita y sericita de hasta 5 mm de largo.

El feldespato potásico es escaso 3 %, se ha visualizado por ensayos de tinción. La clorita, 3 %, se halla como reemplazos seudomorfos según biotita. Los minerales opacos forman el 1 %, son cristalitos idiomorfos de magnetita o pirita.

La matriz es microcristalina, constituida por los mismos minerales que se encuentran como fenocristales.

También se han obtenido muestras de rocas filonianas, macro y microscópicamente similares a las descriptas. Pero, debido a su matriz de grano muy fino, no es discernible su mineralogía para las determinaciones modales. Esta se ha realizado únicamente sobre fenocristales, correspondiendo a *Fenodacita* (Rittman, 1954).

c) *Tonalita* (Streckeisen, 1967).

Sobre el río Amarillo, próximo a la unión con el río del Marco, se encontró un dique de unos 50 cm de espesor, intruyendo a la Formación Negro Peinado. La roca es de grano mediano y leucocrática, con un índice de Shand igual a 8.

Microscópicamente posee textura inequigranular hipidiomórfica. El cuarzo es anhedro, con delgadas líneas de fracturación y marcada extinción ondulosa. Forma el 31 % de la roca.

La plagioclasa, 55 % en volumen, tiene composición de An_{42} (andesina básica) y con fuerte estructura zonal.

El microclino es escaso, 6 %, siendo comunes los intercrecimientos pertíticos.

Los mafitos están representados por la biotita, la cual integra el 8 % de la roca. Se presenta como tablillas subhedras con fajas cloritizadas.

d) *Pórfido granodiorítico* (Streckeisen, 1967).

Estos diques tienen rumbo predominante noroeste y posición subvertical, siendo en general de gran espesor, llegando en algunos casos a superar los 30 m.

Son rocas faneríticas de grano medio y color gris plomizo. El diámetro medio de los cristales es aproximadamente 3 mm. La estructura es masiva.

Microscópicamente presenta textura porfírica, con cristales de cuarzo anhedros parcialmente seccionados y corroídos.

La plagioclasa es An_{43} (Andesina básica), es el mineral predominante: 44 %, encontrándose en un avanzado estado de alteración micácea y arcillosa.

La ortosa, 6 %, se encuentra intercrecida con el cuarzo y en parte rodeándolo. El piroxeno está casi totalmente uralitizado y el anfíbol a su vez transformado en mineral opaco.

2.— *Diques de composición básica*:

a) *Spessartita* (Johannsen, 1932).

Son rocas de grano fino a mediano, dependiendo de la potencia de los intrusivos. Algunos son de pocos decímetros, mientras que otros llegan hasta 6 ó 7 m de espesor. Tienen una coloración gris verdosa oscura, con índice de Shand 40 (mesotipo) y estructura masiva.

La textura es panidiomórfica, presentando como minerales esenciales: honrblenda, cuarzo, plagioclasa, augita, apatita, titanita y minerales opacos. Entre los secundarios se encuentran: epidoto, clorita, calcita, sericita y caolinita.

b) *Diabasa* (Johannsen, 1932).

Estos diques tienen en la mayoría de los casos, espesores menores de 1 m. Fueron observados en el cauce profundo del río Volcancito, en el río Matadero y al oeste de Cuevas de Noroña, afectando especialmente a la Formación Negro Peinado. Son rocas meso-melanocráticas, de color gris oscuro. Bajo el microscopio presentan textura diabásica ofítica. Los minerales esenciales son: plagioclasa, augita y minerales opacos. Mientras que los secundarios: clorita, calcita, epidoto, caolín y sericita.

IV.— *Petrogénesis*:

Las rocas monzograníticas que constituyen el batolito de la Sierra de Famatina y los stocks asociados, resultan de la cristalización normal de un magma granítico de características calco-alcalinas. El emplazamiento de estos cuerpos debió efectuarse a poca profundidad en la corteza terrestre, a no más de 5 ó 6 km de la superficie. Se trata de "cuerpos graníticos de epizona", que ascendieron y cristalizaron en un ambiente tectónicamente tranquilo, denominados "cuerpos apotectónicos" por González Bonorino (1950). Evidencian tal aseveración, la disposición discordante con respecto a las rocas de campo y el desarrollo de contactos fríos y sólo localmente u ocasionalmente roca de metamorfismo de contacto. Otra evidencia de su carácter epizonal es la falta de foliación en el batolito granítico, el cual muestra en general, gran homogeneidad litológica y textural, al menos en el área estudiada.

Sobre el techo del batolito se han desarrollado corneanas pelíticas a partir de pizarras y lutitas pizarrosas. El desarrollo de este tipo de metamorfitas de contacto sobre el batolito y no en las márgenes, se debe posiblemente a la acción de fluidos magmáticos, que se concentrarían en la zona de menor presión, esto es en la parte superior de la masa en cristalización, incrementándose el efecto metamórfico en la roca de caja.

Con respecto a las rocas de dique no se tienen elementos de juicio para establecer una posible relación comagmática directa con el granito.

Los cuerpos graníticos y las intrusivas hipabisales, son considerados como pertenecientes al *Ciclo Magmático Famatiniano* (Aceñolaza-Toselli, 1976, op. cit.), alcanzando su mayor actividad durante el Ordovícico-Silúrico.

V.— *Edad*:

Villar Fabre y González (1969); Villar Fabre-González y Toselli (1973), al estudiar el granito de la Cuesta de Miranda y sus intrusivos lamprofíricos, realizaron dataciones radimétricas por el método K/Ar las que arrojaron un valor de 448 ± 22 M. A. para las rocas graníticas. ubicando el momento de la intrusión en el Ordovícico superior-Silúrico inferior.

La edad estimada para los intrusivos hipabisales sería Silúrica o Devónica, ya que no afectan a la Formación Agua Colorada de edad Carbónica. Esto concuerda con las dataciones radimétricas realizadas en los lamprófiros de la Cuesta de Miranda (Villar Fabre, et. al., op. cit.) que revelaron una edad de 395 ± 20 M. A. que ubicaría el momento de su intrusión en el Silúrico superior-Devónico inferior.

BIBLIOGRAFIA

Aceñolaza, F. G. 1969. La cuenca Ordovícica de La Rioja. Su importancia Estratigráfica y Regional. Acta Geol. lilloana. *10*, 5: 103-120.

Aceñolaza, González, R. y Toselli, A. 1971. Las Sierras Transpampeanas como orógeno eopaleozoico. Primer Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología. Madrid-Lisboa.

Aceñolaza, F. G., Toselli, A. 1976. Consideraciones Estratigráficas y Tectónicas sobre el Paleozoico inf. del Noroeste Argentino. II Congreso Latinoamericano de vician System, Birmingham, Inglaterra. Proc. Pal. Asoc. 479-487.

Acenolaza, F. G. 1975. The ordovician System of Argentina and Bolivia. The Ordovician System. Birminghan, Inglaterra. Proc. Pal. Assoc. 479-487.

Aceñolaza, F. G., Gorustovich, S. y Solís, J. 1975. 1975. El Ordovícico del río La Alumbrera, Dpto. Tinogasta, Pcia. de Catamarca. (En prensa).

Alderete, M. 1968. Geología de la Qda. del Portezuelo de la Alumbrera, Cuesta de Miranda, La Rioja. Univ. Nacional de Tucumán. Seminario; inédito.

Bodenbender, G. 1911. Constitución Geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes. Rep. Argentina. Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba, *19:* 5-200.

Bodenbender, G. 1913. Mapa geológico del Nevado de Famatina. Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba, *21*.

Bodenbender, G. 1916. El Nevado de Famatina. Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba, *21:* 100-182.

Bodenbender, G. 1922. El Nevado de Famatina. An. Minist. Agric. Secc. Geol. Miner. *16*, 1.

CUERDA, A. 1973. Reseña del Ordovícico Argentino. Ameghiniana. *10*, 3: 272-312.

DE ALBA, E. 1954. Descripción Geológica de la Hoja 16 c, Villa Unión, Pcia. de La Rioja. Boln. Dir. nac. Geol. Miner. *82*.

DE ALBA, E. 1956. Acerca de la edad del Granito del Famatina. Revta Asoc. geol. argent. *11*, I: 76-79.

DE ALBA, E. 1972. Sistema de Famatina. Acad. Nac. de Ciencias. Geología Regional Argentina. Córdoba, pp. 143-184.

GONZÁLEZ BONORINO, F. 1950. Algunos problemas geológicos de las Sas. Pampeanas. Revta Asoc. geol. argent. *5*, 3: 81-110.

GROEBER, P. 1940. Descripción geológica de la Pcia. de La Rioja. Prov. de La Rioja. Aguas Minerales de la Rep. Arg. 5-6.

HARRINGTON, H. y LEANZA, A. 1957. Ordovician Trilobites of Argentina. Dpto. Geol. Univ. Kansas, Sp. Publ. 1, Lawrence, Kansas.

JOHANNSEN, A. 1932. A Descriptive Petrography of Igneous rocks. The University of Chicago Press. Chicago-Illinois.

KEIDEL, J. 1947. El Paleozoico. Geograf. Rep. Arg. GAEA. VIII.

LINARES, E. 1959. Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina, obtenidas por medio de la relación Pb/U. Revta Asoc. geol. argent. *14*, 3-4: 181-217.

RITTMANN, A. 1954. Nomenclatura de rocas volcánicas. Inst. Lucas Mallada de investigaciones geológicas.

STELZNER, A. 1872. Bemerkungen über die nutzbaren Mineralien der argentinischen Republik. Beruond Huettermaennische Zeitung, *31*, 1: 1-6.

STRECKEISEN, A. 1967. Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. Neues Jb. Miner. Abh. *107*, 2 und 3,5: 144-240.

TOSELLI, A. J. 1974. Características del Plutonismo Famatiniano en el Noroeste Argentino. IV Convención Boliviana de Geología. Sta. Cruz. Bolivia. (En prensa).

TOSELLI, G. A. 1975. Contribución al conocimiento geológico de la región de Volcancito, Sa. de Famatina, Pcia. de La Rioja. Tesis Doctoral. Inédita. Univ. Nac. de Cba.

TURNER, J. C. 1957. Estratigrafía de la Sa. de Narváez (Catamarca-La Rioja). Revta Asoc. geol. argen. *12:* 18-60.

TURNER, J. C. 1959. Faunas graptolíticas de América del Sur. Revta Asoc. geol. argent. *1:2* 5-100.

TURNER, J. C. 1960. Estratigrafía del tramo medio de la Sa. del Famatina y adyacencias. La Rioja. Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba, 42, 1:

TURNER, J. C. 1960-b. Las Sierras Transpampeanas como unidad estructural. An. 1ª Jorn. Geol. Arg. II, pág. 387-402.

TURNER, J. C. 1962. Estratigrafía del tramo medio de la Sa. de Velasco y región al oeste. La Rioja. Boln Acad. nac. Cienc. Córloba, *43*, 1: 5-54.

TURNER, J. C. 1964. Descripción geológica de la Hoja 15 c Vinchina. Pcia. de La Rioja. Boln Dir. nac. Geol. Miner. *100*.

TURNER, J. C. 1971. Descripción geológica de la Hoja 15 d, Famatina. Pcia. de La Rioja. Boln Dir. nac. Geol. Miner. *126*.

TURNER, J. C. 1972. Ordovícico. Act. IV Jorn. Geol. Arg. T. III, pág. 191-208.

TURNER, F. y VERHOOGEN, J. 1963. Petrología Ignea y Metamórfica. Ediciones Omega S. A. Barcelona. *P*

TURNER, F. y VERHOOGEN, J. 1963. Metamorphic Petrology: Mineralogical and Field Aspects. Mc. Graw-Hill Book Company.

VILLAR FABRE y GONZÁLEZ, R. 1969. El granito de la Cuesta de Miranda. Acta geol. lilloana. *10*, 6: 121-140.

VILLAR FABRE, GONZÁLEZ, R. y TOSELLI, A. J. 1973. Los lamprófiros intrusivos en el granito de la Cuesta de Miranda. La Rioja. Acta. geol. lilloana. *12*, 3: 23-60.

WINKLER, H. 1967. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Springer-Verlag. New York. Inc. 2da. Edición.