

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Hoja Geológica 3569-II San Rafael



Volcanitas pérmicas del Grupo Cochicó en el embalse Valle Grande

Provincia de Mendoza

Eliseo G. Sepúlveda, Francisco W. Carpio, María C. Regairaz, Marcelo Zárate y Juan C.M. Zanettini

Recursos Minerales: Francisco W. Carpio y Eliseo G. Sepúlveda

Supervisión: Héctor A. Leanza



**INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES**

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

**Programa Nacional de Cartas Geológicas
de la República Argentina
1:250.000**

Hoja Geológica 3569-II

San Rafael

Provincia de Mendoza

Eliseo G. Sepúlveda, Francisco W. Carpio, María C. Regairaz, Marcelo Zárate y
Juan C.M. Zanettini

Recursos Minerales: Francisco W. Carpio y Eliseo G. Sepúlveda

Supervisión: Héctor A. Leanza

Normas, dirección y supervisión del Instituto de Geología y Recursos Minerales

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

Boletín Nº 321
Buenos Aires - 2007

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente Ing. Jorge Mayoral
Secretario Ejecutivo Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director Lic. Roberto F. N. Page

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL

Director Lic. José E. Mendía

SEGEMAR

Avenida Julio A. Roca 651 • 10º Piso • Telefax 4349-4450/3115
(C1067ABB) Buenos Aires • República Argentina
www.segemar.gov.ar / info@segemar.gov.ar

Referencia bibliográfica

SEPÚLVEDA, E., F. CARPIO, M. REGAIRAZ, M. ZÁRATE y J. ZANETTINI, 2007. Hoja Geológica 3569-II, San Rafael, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 321. Segunda edición revisada, 59pp. Buenos Aires.

Ejemplo cita particular

CARPIO, F. W. y E. G. SEPÚLVEDA, 2007. Recursos Minerales. En: Hoja Geológica 3569-II, San Rafael, provincia de Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 321. Segunda edición revisada. Buenos Aires.

CONTENIDO

RESUMEN	.....	1
ABSTRACT	.....	2
1. INTRODUCCIÓN	.....	3
Ubicación de la Hoja y área que abarca	.....	3
Naturaleza del trabajo e investigaciones anteriores	.....	3
2. ESTRATIGRAFÍA	.....	4
Relaciones generales	.....	4
2.1. Paleozoico	.....	5
2.1.1. Ordovícico - Silúrico	.....	5
Formación La Horqueta	.....	5
2.1.2. Ordovícico inferior - medio	.....	6
Gabro Loma Alta	.....	6
2.1.3. Ordovícico medio?	.....	8
Formación La Bordalesa	.....	8
2.1.4. Devónico	.....	8
Formación Río Seco de Los Castaños	.....	8
2.1.5. Carbonífero	.....	9
2.1.5.1. Carbonífero inferior	.....	9
Formación Agua de La Chilena	.....	9
2.1.6. Carbonífero superior - Pérmico inferior	.....	10
Formación El Imperial	.....	10
2.2. Paleozoico - Mesozoico	.....	12
Magmatismo pérmico - triásico	.....	12
2.2.1. Pérmico inferior	.....	13
Formación Cerro de las Yeguas <i>mon. nov.</i>	.....	13
Grupo Cochicó	.....	13
Formación Los Reyunos	.....	14
Formación Arroyo Punta del Agua	.....	15
2.2.2. Pérmico inferior - Triásico inferior	.....	16
Grupo Choiyoi	.....	16
Formación Agua de los Burros	.....	17
Formación Quebrada del Pimiento	.....	18
Formación Choique Mahuida	.....	19
Grupo el Portillo	.....	20
2.2.3. Pérmico superior alto a triásico medio bajo	.....	21
Formación Puesto Viejo	.....	21
2.3. Cenozoico	.....	24

2.3.1.	Neógeno	.....	24
2.3.1.1.	Mioceno	.....	24
	Formación Aisol	.....	24
2.3.1.2.	Plioceno	.....	25
	Formación Río Seco del Zapallo	.....	25
2.3.2.	Neógeno - Cuaternario	.....	26
2.3.2.1.	Plioceno inferior - Pleistoceno inferior	.....	26
	Grupo Chapúa	.....	26
2.3.2.2.	Plioceno superior - Pleistoceno inferior	.....	27
	Formación Los Mesones	.....	27
2.3.3.	Cuaternario	.....	28
2.3.3.1.	Pleistoceno	.....	29
	Formación Las Peñas Sur	.....	29
	Formación La Invernada	.....	29
	Formación Yaucha	.....	30
	Formación Colonia Los Coroneles	.....	30
	Grupo Puente	.....	31
2.3.3.2.	Holoceno	.....	32
	Formación Agua de Loyola	.....	32
	Formación Villa Atuel	.....	32
	Grupo Tromen	.....	33
	Médanos y mantos de arena	.....	33
	Sedimentos de planicies de derrame, playas y salinas	.....	35
	Sedimentos de terrenos cenagosos	.....	36
	Sedimentos fluviales encauzados	.....	36
	Áreas de fuerte modificación antrópica	.....	36
3.	ESTRUCTURA	.....	36
	Ciclo Famatiniano	.....	36
	Ciclo Gondwánico	.....	37
	Ciclo Ándico	.....	37
	Descripción de las estructuras principales	.....	37
	Fallamientos y lineamientos	.....	37
	Estructuras de plegamiento	.....	37
4.	GEOMORFOLOGÍA	.....	37
	Elevación pedemontana o Serranía	.....	37
	Depresión pedemontana o Llanura Sanrafaelina	.....	38
5.	HISTORIA GEOLÓGICA	.....	40

6. RECURSOS MINERALES	41
6.1. Depósitos de minerales metalíferos	41
Cobre - Molibdeno	41
Plomo - Arsénico	42
Uranio	42
6.2. Depósitos de minerales industriales	49
Fluorita	49
Halita	49
Ónix, travertino y aragonita	50
Piedra Laja	51
"Pórfido"	51
7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	51
Cañón del Atuel	51
Cañón del Diamante	51
Cueva del Indio	51
Cerro Bola	52
Rincón del río Atuel	52
BIBLIOGRAFÍA	53

RESUMEN

La Hoja Geológica 3569-II, San Rafael, se ubica al SE de la provincia de Mendoza. La parte serrana integra la Provincia Geológica Sanrafaelino - Pampeana, mientras que la parte llana más oriental corresponde a la Subcuenca de Alvear (Cuenca Cuyana).

Las rocas más antiguas de la región son los esquistos y cuarcitas del basamento metamórfico paleozoico, localmente conocido como Formación La Horqueta, cuyos protolitos fueron sedimentos marinos de aguas profundas, intruidas en forma singenética por el Gabro Loma Alta y por la Diorita La Bordalesa. La depositación de la Formación La Horqueta comenzó por lo menos en el Ordovícico inferior y continuó hasta el Silúrico *l.s.* Durante el Devónico se generaron las sedimentitas de la Formación Río Seco de Los Castaños, en tanto que el *stock* de la Granodiorita Agua de La Chilena se emplazó durante el Carbonífero inferior.

En el Carbonífero superior-Pérmico inferior se originaron las sedimentitas de la Formación El Imperial, en facies transgresivas con tilloides en la base, hacia arriba continúan los depósitos de facies de plataforma distal que gradan a plataforma somera; se generaron luego facies deltaicas, para culminar, en el Pérmico bajo, con facies de ambiente continental fluvial. A partir del Pérmico inferior comenzaron a manifestarse episodios del magmatismo Choiyoi, representado por rocas hipabisales, sedimentitas y volcanitas (Formación Cerro de las Yeguas, Grupo Cochicó), el que se extendió hasta el Triásico inferior con la acumulación de volcanitas básicas, mesosilíceas y ácidas e intrusivos de los grupos Choiyoi y El Portillo. Un episodio sedimentario del Pérmico superior-Triásico medio, con volcanismo subordinado, lo constituye la Formación Puesto Viejo.

Durante el Neógeno, se acumularon los depósitos continentales del Mioceno y Plioceno (formaciones Aisol y Río Seco del Zapallo). A partir del Plioceno inferior tardío se desarrolló el extenso volcanismo basáltico del Grupo Chapúa que es el que generó buena parte de las serranías actuales, acontecimiento que se extendió hasta el Pleistoceno inferior.

En el límite Plioceno-Pleistoceno ocurrió la depositación de la Formación Los Mesones; a partir de allí continuaron los procesos cuaternarios de agradación que originaron las formaciones La Invernada, Colonia Los Coroneles y Villa Atuel. Asimismo, durante ese periodo se produjo el hidrotermalismo que dio origen a las formaciones Las Peñas Sur y Agua de Loyola y el volcanismo que hizo lo propio con la Formación Yaucha y los grupos Puente y Tromen.

Durante el Holoceno medio y superior se depositaron los sedimentos eólicos y aluviales que cubren amplias zonas de la comarca.

La estructura, producto de los ciclos diastróficos Famatiniano, Gondwánico y Ándico, registra fases de deformación plegante, magmatismo y bloques fallados, considerándose al actual régimen tectónico de tipo extensional.

El relieve de la comarca está dominado por las serranías que se desarrollan en una faja centro-occidental en sentido aproximado N-S, dejando hacia el este a la Llanura Oriental de gran desarrollo y hacia el oeste a la Llanura Occidental de menor extensión.

En cuanto a los recursos minerales, el más importante de la Hoja lo constituye el yacimiento de uranio Dr. Baulés-Los Reyunos. Hay también, aunque en menor escala, yacimientos de fluorita y de cuarzo. Entre los minerales industriales se explotaron rocas de aplicación como piedra laja, travertino, ónix y «pórfido». Otro producto mineral importante es la sal de cosecha de la salina del Diamante.

ABSTRACT

The Geological Sheet 3569-II, San Rafael, is located in the southeastern of the Mendoza province. Its hilly area is part of the «Sanrafaelino–Pampeana Geological Province», whereas the eastern plains are part of the Alvear Sub-Basin (Cuyana Basin).

The oldest rocks of the region are the schists and quartzites of the paleozoic metamorphic basement, locally known as La Horqueta Formation, whose protoliths correspond to sediments of a deep water marine environment, syngenetically intruded by the Loma Alta Gabbro and the Bordalesa Diorite. The deposition process of La Horqueta Formation started at least in the Lower Ordovician and continued until the Silurian. The sedimentary rocks of the Río Seco Formation of Los Castaños were generated during the Devonian, whereas the stock of the Agua de La Chilena Granodiorite was emplaced during the Lower Carboniferous.

The sedimentary rocks of El Imperial Formation originated in the Upper Carboniferous– Lower Permian, in transgressive facies with tilloids at the base, facies deposits of the distal platform continue upwards, grading to shallow platform; deltaic facies were then generated to end up in the Lower Permian, with facies of fluvial continental environment. Since the Lower Permian, some episodes of Choiyoi magmatism, represented by hypabissal, sedimentary and volcanic rocks (Cerro de las Yeguas Formation, Cochicó Group) were recorded, which extended to the Lower Triassic with the accumulation of basic volcanic rocks, mesosilicic and acidic rocks as well as intrusives of the Choiyoi and El Portillo Groups. The Puesto Viejo Formation is a sedimentary episode of the Higher Permian–Middle Triassic, with subordinate volcanism.

During the Neogene, continental deposits of the Miocene and Pliocene (Aisol and Río Seco del Zapallo Formations) were accumulated. Since the late Lower Pliocene, the extensive basaltic volcanism of the Chapúa Group was developed, forming a considerable part of the current ranges, episode that reached the Lower Pleistocene.

In the Pliocene-Pleistocene boundary the deposition of the Los Mesones Formation took place, and since then, the Quaternary processes of aggradation continued, and originated the formations La Invernada, Colonia Los Coroneles and Villa Atuel. Likewise, to that time corresponds the hydrothermalism that formed Las Peñas Sur and Agua de Loyola Formations and the volcanism that generated the Yaucha Formation and the Puente and Tromen Groups.

The eolian and alluvial sediments that cover vast areas of the studied region were deposited during the Middle and Upper Holocene.

The structure, which is the product of the Famatinian, Gondwanian y Andean diastrophic cycles, includes phases of folding deformation, magmatism and faulted blocks, considering the current tectonic regime as extensional.

The relief of the area mainly consists of a center-western belt of elongated ranges oriented to a north-south direction, leaving the extensive Oriental Plains in the East, and the minor Occidental Plains to the West.

The most important mineral resources of the Sheet is the Uranium deposit known as «Dr Baulfes-Los Reyunos». There are also fluorite and quartz deposits but they are less important. Among the industrial minerals some application rocks such as slate, travertine, onyx and «porphyry» have also been exploited. Another major mineral product is the salt harvested from the Diamante salt field.

1. INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN DE LA HOJA Y ÁREA QUE ABARCA

La Hoja 3569-II, San Rafael, se ubica en la región suroriental de la provincia de Mendoza y abarca parte de los departamentos de San Rafael, General Alvear y San Carlos

Está delimitada por los paralelos de 34° y 35° de latitud S y los meridianos de 67° 30' y 69° de longitud O de Greenwich (véase Fig. 1).

Comprende las Hojas, a escala 1:200.000: 26c, La Tosca y 27c, Cerro Diamante, solamente los dos tercios orientales de ambas, completas las 26d y 27d, San Rafael, y la mitad occidental de las Hojas 26e y 27e. La superficie total es de 15.282 km².

NATURALEZA DEL TRABAJO E INVESTIGACIONES ANTERIORES

La Hoja Geológica 3569-II, San Rafael, se confeccionó siguiendo las normas para la realización y

presentación de Hojas geológicas del Mapa Geológico Nacional de la República Argentina a escala 1: 250.000 del Instituto de Geología y Recursos Minerales (IGRM), Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Para la ejecución del mapa e informe se utilizó la información de las Hojas a escala 1: 200.000: 26c, La Tosca (Polanski, 1964), 27c, Cerro Diamante (Dessanti, 1956) y 27d, San Rafael (González Díaz, 1972 a).

La investigación fue ampliada con datos de publicaciones periódicas, de congresos de geología y ciencias afines y de trabajos inéditos. Los mapas se redujeron a la escala determinada. Las zonas carentes de información se recorrieron expeditivamente durante los meses de mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre de 1998, en un lapso aproximado de 90 días.

Durante las campañas se efectuaron perfiles de detalle, muestreo de rocas para análisis petrológicos y bioestratigráficos y chequeos de estructuras y de relaciones entre unidades. El recorrido en el terreno

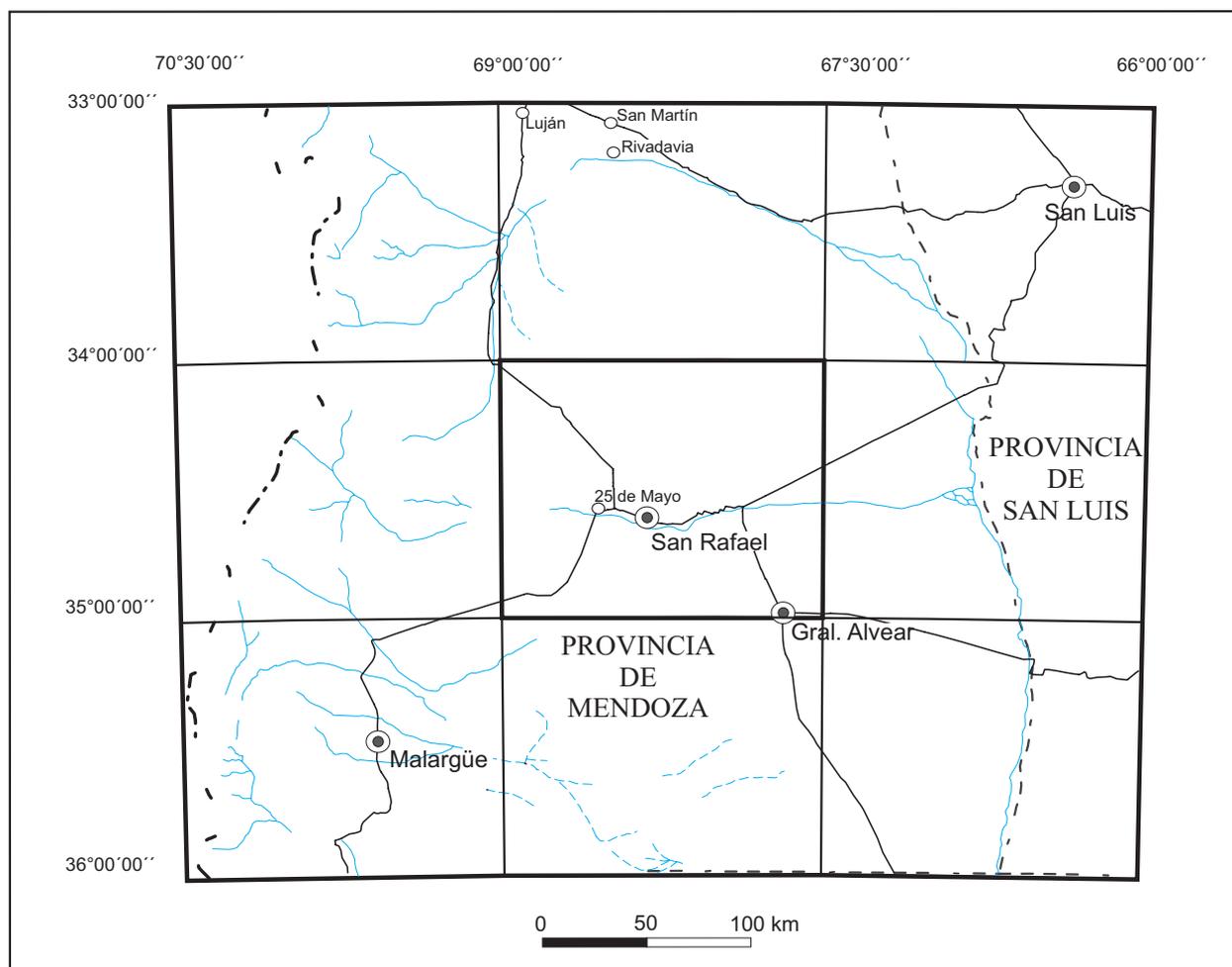


Figura 1. Mapa de ubicación de la Hoja 3569-II, San Rafael.

en los lugares accesibles se hizo en vehículo automotor, mientras que en aquellos carentes de caminos, a lomo de mula.

Parte de la superficie de la Hoja está cubierta por fotografías aéreas a escala aproximada 1:60.000, las que fueron utilizadas para el levantamiento geológico. Se contó también con el mapa topográfico a escala 1:250.000 del Instituto Geográfico Militar y con la imagen satelitaria 1:250.000, la que permitió hacer ajustes estructurales de carácter regional y delimitar arealmente algunas unidades del Cuaternario de la zona oriental, de la cual no se contó con fotografías aéreas.

Las primeras observaciones geológicas que se cumplieron en el área de la Hoja 3569-II, San Rafael, corresponden a Bodenbender (1891) quien realizó apreciaciones sobre los pórfiros de la sierra Pintada, a los que consideró pre-jurásicos. Siguió otros trabajos pioneros, de tipo descriptivo, como los de Hauthal *et al.* (1896) con estudios geográficos y descripciones geológicas de carácter general y los de Wehrli y Burckhardt (1898) y Burckhardt (1900) que reconocieron la estructura y la importante participación de rocas volcánicas. Stappenbeck (1913) dio a conocer los principales tipos de rocas y las relaciones que guardan entre sí.

Wichmann (1928 a, b) exploró la región del Atuel, que comprende el salto del Nihuil. Se estima que de ese modo comenzaron las investigaciones geológicas regionales, a las que siguió el importante trabajo de Stappenbeck (1934), continuación del de 1913. Storni (1933) examinó la zona situada al O de la sierra Pintada.

Groeber (1939 a, b) amplió el panorama e indicó con mayor exactitud la existencia de sedimentitas suprapaleozoicas y más modernas, incluyó los depósitos pedemontanos y los arenales orientales a los que denominó «médano invasor». También hizo, en el mapa, una separación de los basaltos en distintas edades y en el texto dividió a las magmatitas pérmico-triásicas en pórfiros cuarcíferos, pórfiros graníticos y granitos.

Feruglio (1946) compiló un mapa para YPF, que es probablemente una simplificación del de Groeber (1939 b), autor que en 1951 describió en conjunto a la sierra Pintada y su continuación al S, la sierra del Nevado, y las consideró como un solo bloque, desde el río Seco de Las Peñas hasta cerca del paralelo de 36° de latitud S. Este bloque habría sido arrasado durante un largo período del Mesozoico y del Terciario y luego levantado en conjunto durante el Ciclo

Orogénico Andico. Al equiparar los sedimentos paleozoicos de este bloque con los de Uspallata y del Cordón del Plata, Groeber (1939 b) estableció la continuidad del ambiente precordillerano hacia el Sur.

A partir de la década del '40 comenzaron los levantamientos regulares de YPF y de la Dirección Nacional de Geología y Minería, los que proporcionaron un conocimiento regional de buen detalle para el área que ocupa la presente Hoja. Entre los trabajos de esa época se mencionan los de Holmberg (1946, 1948 y 1973), Padula (1949, 1951), Dessanti (1956), Polanski (1954) y Núñez (1979).

Tienen importancia, por sus características regionales, las contribuciones de Rolleri y Criado Roque (1970), Criado Roque (1972, 1979) y Criado Roque e Ibáñez (1979). A ellos se debe sumar la obra de permanente consulta, Geología y Recursos Naturales de Mendoza (Ramos, 1993).

2. ESTRATIGRAFÍA

RELACIONES GENERALES

La Hoja 3569-II, San Rafael, integra aproximadamente en su mitad occidental, parte de la Provincia Geológica Sanrafaelino - Pampeana, de morfología serrana; su mitad oriental, es de morfología llana y partícipe de la Subcuenca de Alvear. Es por lo tanto en la zona serrana y de menor cubierta cuaternaria donde se han podido establecer las relaciones estratigráficas de todas las entidades aflorantes.

Las rocas más antiguas pertenecen a la Formación La Horqueta (Paleozoico inferior) y se hallan principalmente en las zonas central, occidental y norte de las serranías. Un tratamiento aparte se dio al Gabro Loma Alta y a la Diorita La Bordalesa, ambos intruidos en la Formación La Horqueta y que se consideran singenéticos con la misma.

En la comarca de estudio se estiman como del Devónico a las sedimentitas de la Formación Río Seco de Los Castaños, que asoman en el cañón del río Atuel, aguas abajo del dique de Valle Grande.

Ya en el Paleozoico superior, se asigna al Carbonífero inferior a la Granodiorita Agua de La Chilena, observables al N del río Diamante y escasos kilómetros al O del cerro homónimo. El Carbonífero superior-Pérmico inferior está representado por sedimentitas pertenecientes a la Formación El Imperial y equivalentes; su distribución ocurre en afloramientos no muy extensos que se sitúan entre

los paralelos de 35° y 36° de latitud S y casi siempre no muy alejados del meridiano de 38° 30' de longitud O, el más extenso es el que se halla en las inmediaciones del puesto La Sepultura.

Las rocas hipabisales que integran a la Formación Cerro de las Yeguas se consideran del Pérmico inferior, al igual que las volcanitas, sedimentitas e hipabisales, incluidas complexivamente en el Grupo Cochicó, que tienen extensos afloramientos entre el río Atuel y el río Seco de Las Peñas.

Entre la parte alta del Pérmico inferior y el Triásico inferior ocurrió el episodio magmático del Grupo Choyoi, extensamente aflorante en las serranías en dos regiones principales; una en la parte N del Bloque de San Rafael al S del río Seco de Las Peñas y la otra desde unos 4 km al S del cerro Bola y el límite suroriental de la serranía, continuando a la Hoja vecina. Del Pérmico inferior-Triásico inferior son las rocas intrusivas ácidas a mesosilícicas del Grupo El Portillo, ampliamente extendido en las serranías.

Las sedimentitas continentales y volcanitas de la Formación Puesto Viejo (Pérmico superior-Triásico medio), se localizan exclusivamente en la parte suroriental de la serranía, entre los alrededores del río Atuel y el margen S de la misma.

Con posterioridad a este último evento siguió un largo período durante el cual la comarca fue arrasada. Durante el Neógeno se depositaron las rocas de la Formación Aisol, que aflora en dos zonas principales, una al SO de la serranía, al S del río Atuel y la otra en cercanías de la localidad de 25 de Mayo.

Más extensos son los depósitos de la Formación Río Seco del Zapallo (Plioceno inferior) que suceden a la entidad anteriormente citada y que adquieren gran dispersión en la parte NO de la Hoja, al N del río Seco de Las Peñas. Continúan volcanitas del Grupo Chapúa (Plioceno inferior - Pleistoceno inferior) con dos áreas principales de afloramientos, una al S del río Atuel en la parte oriental de la serranía y otra al N del río Diamante en inmediaciones del puesto La Chilena. De edad similar son los depósitos de la Formación Los Mesones, a la que se la observa al S del río Diamante, en la parte occidental de la serranía y en las huayquerías al N del río Seco de Las Peñas.

Durante el Cuaternario ocurrió el volcanismo que originó las rocas de la Formación Yaucha y las de los grupos Tromen y Puente y los procesos hidrotermales de las formaciones Las Peñas Sur y Agua de Loyola. También se han desarrollado extensos depósitos de sedimentos poco consolidados

de origen aluvial y eólico que cubren a las unidades más antiguas, entre los que se encuentran las formaciones La Invernada, Colonia Los Coroneles y Villa Atuel.

2.1. PALEOZOICO

2.1.1. ORDOVÍCICO - SILÚRICO

Formación La Horqueta (1)

Metacuarcitas, filitas y esquistos

Antecedentes

Stappenbeck (1934) nominó a estas rocas Paleozoico inferior metamorfozadas; Groeber (1939 a) las citó como Paleozoico metamórfico y les otorgó una edad pérmico-carbonífera, aunque también sugirió que podrían ser proterozoicas.

En la sierra Pintada, Dessanti (1945) definió informalmente como «basamento pre-carbonífero» a esquistos y rocas ígneas recrystalizadas y rocas sedimentarias con frecuentes intercalaciones de conglomerados. A estas últimas rocas localizadas en el arroyo Horqueta y en otros lugares, las asignó al Devónico.

En 1955, Dessanti, llamó Serie de La Horqueta a un conjunto de «grauvacas, lutitas, filitas y micacitas» sin darle una edad precisa. En 1956, ubicó a esta serie («grauvacas, areniscas, arcilitas sericíticas y metasedimentos») en el Precámbrico con dudas, pero con seguridad pre carbonífero inferior.

Dessanti y Caminos (1967) cambiaron el término Serie por Grupo de La Horqueta. En 1981, González Díaz planteó con fuertes argumentos la separación del Grupo y lo dividió en dos unidades. Por una parte separó a las sedimentitas bajo el nombre formal de Formación Río Seco de Los Castaños y las asignó al Devónico por contener corales del género *Pleurodyctium* sp., hallados por Di Persia (1972), y por otro lado, dejó como Formación La Horqueta a las metamorfitas de bajo grado (facies esquistos verdes) de edad pre-devónica, que son las que se tratan en este acápite.

Esta unidad también fue investigada por Holmberg (1948), Rodrigo (1948, 1949), Padula (1951), Polanski (1964), Rólleri y Criado Roque (1970), Criado Roque (1972), Marquat y Menéndez (1985), Davicino y Sabalúa (1990), Haller y Ramos (1993), Caminos (1993), Cuerda *et al.* (1993), Rubinstein (1997) y Sepúlveda *et al.* (1999).

Distribución areal

Casi toda la unidad se encuentra dentro de la Hoja con extensos afloramientos sobre todo en la parte occidental de la serranía y desde las cercanías del puesto La Peña hasta el dique El Nihuil en el Sur.

Litología

Está compuesta por filitas, esquistos y metacuarcitas en facies esquistos verdes, con participación de filonitas originadas por metamorfismo dinámico.

Las rocas han sido determinadas como filitas cuarzosas, filitas muscovíticas, filitas sericíticas, filitas cuarzo-sericíticas, esquistos clorítico-sericítico-cuarzosos, esquistos cuarzo-feldespático-muscovítico-cloríticos y cuarcitas. De manera ocasional se identificaron calizas cristalinas.

Ambiente

Las rocas sedimentarias de las que provienen las metamorfitas se depositaron en ambiente marino profundo, probablemente de la base del talud a batial. Es común en ellas la presencia de materia carbonosa difusa.

Paleontología

En rocas que se asignan a esta unidad se han encontrado faunas graptolíticas (Marquat y Menéndez, 1985; Cingolani y Cuerda, 1996) y microfloras de acritarcos y algas parasinofíceas (Rubinstein, 1997).

Estructura

Las metamorfitas se disponen estructuralmente respondiendo a un plegamiento similar, apretado, de escasa longitud de onda, de rumbo aproximado N-S. Este plegamiento sólo es posible verlo cuando el plano de observación es más o menos perpendicular al eje de la estructura.

Relaciones estratigráficas

Dentro del área de estudio, constituye la caja del Gabro Loma Alta (que muestra grandes evidencias de deformaciones tectónicas) y de la Diorita La Bordalesa. Es intruida también por la Granodiorita Agua de La Chilena. La Formación La Horqueta está cubierta en

discordancia angular por las sedimentitas de la Formación El Imperial. La relación inversa, debido a un sobrecorrimiento, se observa entre el río Diamante y el río Seco de La Chilena y un poco más al sur, en inmediaciones de la estancia Punta del Agua. Es intruida por las plutonitas del magmatismo pérmico-triásico y en parte cubierta por las volcanitas de ese mismo proceso. En el sector N de la serranía la cubren, en discordancia angular, volcanitas del Grupo Chapúa y sedimentitas de la Formación Río Seco del Zapallo.

Edad y correlaciones

Los elementos para inferir el lapso durante el que se depositaron estas rocas son: la edad radimétrica del Gabro Loma Alta, considerado singenético con esta formación, la edad de la graptofauna encontrada al E del cerro Bola por Marquat y Menéndez (1985) y Cingolani y Cuerda (1996), más la edad de la microflora hallada al NNE y estudiada por Rubinstein (1997).

El Gabro Loma Alta se dató como Arenigiano a Llanvirniano; la graptofauna en su conjunto se ubicó en la zona de *Climacograptus bicornis bicornis*, restringida al Caradociano y la microflora fue asignada al Silúrico. Por lo tanto se puede deducir que existió una depositación continua entre el Ordovícico y el Silúrico, sin descartar la posibilidad de que se esté considerando como un solo episodio a un evento que puede incluir a más de un proceso. El avance de la investigación podrá corroborar o no este hecho.

La unidad así descrita es correlacionable crono y litoestratigráficamente con parte de la Formación Empozada de la Precordillera mendocina y con las formaciones Alcaparrosa y Yerba Loca de la Precordillera sanjuanina.

2.1.2. ORDOVÍCICO INFERIOR - MEDIO

Gabro Loma Alta (2)

Gabros, diabasas, lamprófiros y espilitas

Antecedentes

Wichmann (1928 b) reconoció a esta unidad y la describió someramente. Dessanti (1956) fue quien le dio jerarquía de Formación. Posteriormente se ocuparon del tema Padula (1949), Borrello (1969), González Díaz (1981), Criado Roque e Ibáñez (1979), Davicino y Sabalúa (1990) y Haller y Ramos (1993).

Distribución areal

Esta unidad se localiza sobre el margen S de la Hoja, cerca del esquinero suroeste. El cuerpo tiene una forma alargada de aproximadamente 10 km de largo en sentido N-S por 6 km de ancho en sentido Este-Oeste. No tiene expresión topográfica fuerte, se presenta cubierto por vegetación arbustiva.

Litología

Son divergentes las opiniones de los investigadores en este tema. Criado Roque e Ibáñez (1979) interpretaron que se trata de un facolito de *diabasas porfíricas* con bordes de enfriamiento de facies finas. González Díaz (1981) consideró que se trata de *gabros* (con procesos de saussuritización) que están atravesados por cuerpos tabulares de lamprófiros (kersantitas y spessartitas). Davicino y Sabalúa (1990), en una minuciosa investigación, determinaron que del cuerpo participan un conjunto de rocas de distinta composición que posteriormente sufrieron un fuerte metamorfismo dinámico e identificaron gabros y diabasas porfíricas, gabros cataclasados, cataclasitas, milonitas y espilitas.

Durante los trabajos de campo realizados para el levantamiento de esta Hoja, se recolectaron muestras para hacer estudios petrográficos (Santamaría, 1999). Una roca del borde oriental del cuerpo, donde megascópicamente se presenta como una roca de grano fino con sus componentes muy alterados, fue descrita al microscopio como: «Roca de textura xenomorfa granular mediana, fuertemente alterada, con una tendencia ligera a la orientación de sus componentes. Está compuesta por abundantes feldespatos, plagioclasa cálcica, andesina-labradorita (?) con alteración total a arcillas y parcial a carbonato. Los cristales presentan bordes de recristalización. El mafito original está totalmente cloritizado. Abundantes opacos xenomorfos. Parches de carbonato intersticial. Clasificación: *Intrusivo básico fuertemente alterado*».

Otro espécimen de la parte central del cuerpo, donde megascópicamente se ve una roca porfírica, oscura, de grano mediano, con fenocristales de plagioclasa bastante frescos, se determinó al microscopio como: «Roca de textura xenomorfa granular mediana, compuesta por abundantes plagioclasa (labradorita fresca), mafitos (augita en proceso de uralitización a hornblenda y ésta en sectores pasando a clorita) y minerales opacos xenomorfos. Clasificación: *Gabro*».

Una tercera muestra tomada unos 3 km al N de la anterior, donde la roca tiene grano grueso, tono gris oscuro, con cristales de feldespato blanquecino que se encuentran en una masa de aparentes mafitos, fue analizada bajo el microscopio como: «Roca de textura xenomorfa granular, fuertemente alterada en la que no se pueden determinar con exactitud la composición de sus minerales. Se trata de cristales de feldespato totalmente argilizados y mafitos totalmente cloritizados. Venillas de carbonatos y reemplazo de los minerales originales por carbonatos. Escasos ojos de sílice secundaria. Clasificación: *Gabro totalmente alterado*».

Estos análisis petrográficos llevan, a los autores de la presente Hoja, a coincidir básicamente con las conclusiones de Davicino y Sabalúa (1990).

Estructura

El cuerpo exhibe una marcada orientación NE-SO, dada por las bandas de minerales producto de la milonitización, hecho que se repite en las metasedimentitas de la caja, correspondientes a la Formación La Horqueta.

Davicino y Sabalúa (1990) identificaron, para la parte menos deformada del cuerpo en la Hoja San Rafael, dos sistemas ortogonales de fracturamiento: N 50°-140° en el borde occidental y N 100°-190° para el extremo oriental.

Ambiente

De la investigación exhaustiva que realizaron Davicino y Sabalúa (1990), sobre el cuerpo básico de El Nihuil, surge que el mismo forma parte de una secuencia ofiolítica normal, representante austral de la Faja Ofiolítica Famatiniana (Haller y Ramos, 1993) de la Precordillera y de la Cordillera Frontal.

Relaciones estratigráficas, edad y correlaciones

Este gran cuerpo intruye a las metasedimentitas de la Formación La Horqueta.

La edad, determinada por el método radimétrico K/Ar sobre roca total (González Díaz, 1981), dio valores de 474 y 484 Ma, los que indican una edad arenigiana a llanvirniana para el enfriamiento del cuerpo.

Se considera que es correlacionable *l.s.* con parte de las rocas que constituyen la faja ultrabásica del Paleozoico inferior de la Precordillera y de la Cordillera Frontal.

2.1.3. ORDOVÍCICO MEDIO?

Diorita La Bordalesa (3) *nom. nov.*

Dioritas, pórfiros andesíticos y tonalitas (?)

Antecedentes y distribución areal

Dessanti (1956) con el título Kersantita, Spessartita y Tonalita, describió a un conjunto rocoso que aflora en Loma Rodeo La Bordalesa. Este autor reconoció spessartitas kersantíticas en los afloramientos del N de esa loma y tonalitas en los del S, próximos a la vía férrea que une San Rafael con Malargüe.

Dado que los estudios petrográficos indican que la roca dominante es la diorita, los autores de esta Hoja proponen el nombre del epígrafe para la nominación de esta unidad.

La distribución areal de esta unidad es escasa y se reduce a dos asomos hallados en Rodeo de la Bordalesa.

Litología

Dessanti (1956) las definió como spessartita kersantítica y tonalita, esta última también reconocida por González (1971). González Díaz (1981) adoptó para la primera variedad el término genérico de lamprófiro.

Durante las labores de campo se tomaron dos muestras del cuerpo principal, una en el borde de la intrusión y otra hacia la parte central de la misma. Megascópicamente se observó que están compuestas por feldespato, mafitos y cuarzo e intensamente alteradas.

La descripción petrográfica (Santamaría, 1999) indica, para la muestra de borde, que se trata de un pórfiro andesítico recristalizado, de textura porfírica, formado por fenocristales de plagioclasa (andesina) y de hornblenda, en una matriz felsítica, constituida por cuarzo, feldespatos y mafitos. Los fenocristales de mafitos están pasando a biotita verde y ésta a su vez a biotita secundaria parda, en escamitas que también están presentes en la matriz. Aparentemente por un proceso de metamorfismo la roca original ha sufrido la recristalización de sus componentes.

La muestra del centro es una diorita (Santamarina, 1999) de textura granosa gruesa compuesta por plagioclasa, mafitos, escaso cuarzo y minerales accesorios. La plagioclasa (andesina?) tiene fuerte alteración a sericita, arcillas y carbonato,

lo cual imposibilita su determinación. El mafito es biotita cloritizada, con epidotización intensa y formación de minerales opacos xenomorfos según líneas de clivaje. Se observan agregados de titanita asociados a los mafitos y cristales idiomorfos de apatita (algunos como inclusiones en los feldespatos). Hay carbonatización intersticial que también afecta a los feldespatos.

Estas determinaciones llevan a considerar, a los autores de esta Hoja Geológica, una probable consanguinidad entre las rocas del Gabro Loma Alta con la Diorita La Bordalesa.

Ambiente

Se considera que las plutonitas de La Bordalesa son parte de una secuencia ofiolítica normal, representante austral de la Faja Ofiolítica Famatiniana (Haller y Ramos, 1993) de la Precordillera y de la Cordillera Frontal.

Relaciones estratigráficas

La unidad en análisis intruye a la Formación La Horqueta, con una clara zona de enfriamiento en los bordes, donde aparentemente hay un ordenamiento lineal de los minerales.

Edad y correlaciones

Se adopta la edad determinada por González (1971), para las muestras de tonalita, las que por el método K/Ar arrojaron una antigüedad de 452 ± 8 Ma y 475 ± 17 Ma, cifras que ubican al enfriamiento de la roca durante el Ordovícico *l.s.*, o más precisamente durante el lapso Arenigiano - Caradociano.

Se considera que es correlacionable *l.s.* con parte de las rocas que constituyen la faja ultrabásica del Paleozoico inferior de la Precordillera y de la Cordillera Frontal.

2.1.4. DEVÓNICO

Formación Río Seco de Los Castaños (4)

Ortocuarcitas, areniscas, grauvacas, limolitas y lutitas

Antecedentes

Stappenbeck (1934), Groeber (1939 a, b), Dessanti (1945, 1954 y 1956) y Dessanti y Caminos

(1967) consideraron a las rocas de esta formación como una misma entidad junto a las de la Formación La Horqueta y de dudosa edad. González Díaz (1972 a, 1981) propuso la separación de una unidad, con características sedimentarias, de otra francamente constituida por metamorfitas y nominó a la primera como Formación Río Seco de Los Castaños, que es la que se trata en este apartado.

Distribución areal

Afloran exclusivamente en el valle del río Atuel, aguas abajo del dique Valle Grande, con una extensión de unos 3 km de largo por unos 600 m de ancho, en una franja de rumbo aproximado NO-SE.

Litología

Comprende un conjunto de areniscas, limolitas, lutitas, grauvacas, areniscas conglomerádicas, ortocuarcitas y escasos conglomerados, cuyo espesor estimado supera los 2000 metros (González Díaz, 1972 a). Los tonos preponderantes son verdoso, gris azulado y pardo. La unidad está atravesada por vetas de cuarzo y calcita.

Ambiente

El ambiente de depositación es marino, probablemente de plataforma. Se advirtieron marcas de ondulitas.

Paleontología

Al presente no se han encontrado fósiles, pero en la localidad de Agua del Blanco, hacia el SO, en la aldeaña Hoja Embalse El Nihuil, se hallaron tetracorales y habitáculos de vermes tubícolas indeterminados. Estos restos han sido muy importantes para la ubicación cronológica de la unidad y es uno de los argumentos usados para separar a estas rocas de la Formación la Horqueta.

Estructura

Se observa un intenso plegamiento de tipo similar, con anticlinales y sinclinales decapitados por la erosión, de rumbo general NO-SE, aunque se ha sobrepuesto una fuerte dislocación que puede hacer variar estos rumbos. La deformación provocó, en algunos sectores, abudamiento de las capas más competentes.

Relaciones estratigráficas

La unidad se presenta cubierta por volcanitas pérmico-triásicas pertenecientes al magmatismo Choiyoi. En la comarca de estudio no aflora la base.

Edad y correlaciones

El hallazgo de tetracorales pertenecientes al género *Pleurodyctium* sp. (en la localidad Agua del Blanco), permitió asignar a la Formación Río Seco de Los Castaños al Devónico (*l.s.*). Es correlacionable cronológica y litológicamente con parte del Grupo Villavicencio de la Precordillera mendocina.

2.1.5. CARBONÍFERO

2.1.5.1. Carbonífero inferior

Granodiorita Agua de La Chilena (5) *nom. nov.*
Granodioritas, tonalitas, dioritas y lamprófiros

Antecedentes

Se propone la nominación del epígrafe para el *Stock* múltiple del río Seco del Agua de La Chilena y plutonitas de las Peñas (Polanski, 1964:32), por ser la granodiorita la variedad dominante en los afloramientos.

La existencia de estas rocas fue vagamente señalada por Storni (1933), Stappenbeck (1934) y Groeber (1939 b). La primera mención pormenorizada de ellas le corresponde a Dessanti (1956), a las que, con dudas, incluyó en su Basamento Precámbrico. Polanski (1964) en la Hoja 26c, La Tosca, detalló una serie de diferenciaciones magmáticas y describió las aureolas de metamorfismo de contacto en la roca de caja.

En 1966, Polanski aportó información de edades radimétricas, al igual que Stipanovic (1967) y Toubes y Spikermann (1976, 1979). Llambías *et al.* (1993) analizaron el Magmatismo Gondwánico en la provincia de Mendoza.

Distribución areal

Se trata de asomos de reducido tamaño, que no superarían los 4 km², muy enmascarados por depósitos de sedimentos subcientes, situados unos 4 km

al O del cerro de La Chilena, sobre las cabeceras del arroyo del mismo nombre. La expresión topográfica de la unidad es débil y su presencia sólo se advierte por los grandes bloques aborregados que se advierten en las suaves lomadas cubiertas de pastizales.

Litología

Polanski (1964) determinó para este cuerpo una facies marginal de composición diorítica, con variaciones tonalíticas y granodioríticas hacia el interior del mismo. La granodiorita es la roca dominante en los afloramientos visibles.

La facies diorítica del cuerpo plutónico está atravesada por una serie de filones con distintos rumbos, los que son considerados como contemporáneos de una fase residual; fueron clasificados como kersantitas, entre las que se observan variedades porfiroides. También se observan en menor escala filones de aplitas granodioríticas.

Las etapas de la evolución del *stock*, según Polanski (1964), serían las siguientes: la facies diorítica fue intruida por los diques kersantíticos, este conjunto a su vez es previo a la intrusión de la granodiorita. Los filones aplíticos son la última manifestación de este magmatismo.

En las observaciones de campo efectuadas por los autores de la presente Hoja se comprobó la existencia de abundantes xenolitos de rocas esquistosas, de cuarzo y hasta de fluorita.

Es notable el enjambre de diques (de estimada edad posterior) que en todas direcciones cruzan al *stock*.

Relaciones estratigráficas

Las rocas intruyen a la Formación La Horqueta en la que provocaron metamorfismo de contacto. Están cubiertas por depósitos de sedimentos subrecientes. Se acepta, como propuso Polanski (1964), aunque no es claramente observable, que hacia el E están cubiertas por los productos de efusión de los volcanes de los cerros Chato y Medio.

Edad y correlaciones

Al respecto, se sabe que las plutonitas de Agua de La Chilena intruyen a las rocas de la Formación La Horqueta (de segura edad ordovícica - silúrica) y que clastos de esta unidad se encuentran en los

conglomerados de la parte inferior de la Formación El Imperial de edad carbonífera superior - pérmica inferior. Por todo ello, los autores de esta Hoja comparten el criterio de Llambías *et al.* (1993) y se asigna a la Granodiorita Agua de La Chilena al Carbonífero inferior. Es correlacionable con la Formación Piedras de Afilar (González Díaz, 1972 b) de las localidades Agua Escondida y Agua del Blanco.

2.1.6. CARBONÍFERO SUPERIOR - PÉRMICO INFERIOR

Formación El Imperial (6)

Cuarcitas, areniscas, limolitas y lutitas

Antecedentes

Dessanti (1945, 1956) describió a esta unidad en el arroyo El Imperial en la Hoja Cerro Diamante y la separó en dos partes, una inferior y otra superior, e indicó que había un pasaje concordante transicional entre ambas. González Díaz (1972 a) reconoció la continuidad lateral del tramo inferior desde la Hoja Cerro Diamante a la Hoja San Rafael, a la que denominó formalmente Formación El Imperial, y llamó Formación Agua del Puntano a otros asomos desconectados situados al oriente de las serranías. Núñez (1976), en la Hoja El Nihuil, adoptó igual criterio que González Díaz (1972 a), al interpretar que los afloramientos al S del cañón del Atuel, corresponden a la parte inferior (o miembro inferior) de la formación definida por Dessanti (1956).

Núñez (1979), para afloramientos aislados de rocas del Carbonífero-Pérmico de la Hoja 28d, Estación Soitúé, creó la Formación Pájaro Bobo.

Sepúlveda *et al.* (1999), a todos los afloramientos de sedimentitas carboníferas de la Hoja 3569-IV, Embalse El Nihuil, los denominaron Formación El Imperial.

Distribución areal

Los asomos orientales en la comarca se hallan en el frente orogénico del Bloque de San Rafael. En Agua del Puntano y Puesto El Carrizal, en la parte S de la serranía, es donde se encuentran los afloramientos más orientales. Otro sitio importante en este frente se sitúa en el extremo N de la serranía, al S del arroyo La Aguadita.

Hacia el O, en las serranías, hay importantes afloramientos en las siguientes localidades: desde el límite S de la Hoja por aproximadamente 8 km a ambos lados del cañón del Atuel, con una prolongación hacia el S por el cauce del arroyo Aisol donde se pueden apreciar los estratos en posición subvertical; en los alrededores de Mina Zitro; en el arroyo Punta del Agua; en el cerro de los Caballos - cerro de los Castaños; a unos 4 km al S de la cuesta de Los Terneros; en el cerro Blanco y a ambos lados del río Diamante al S del cerro Laura y al N del arroyo Agua de Aguirre.

En la parte occidental se encuentra la exposición más extensa de la Hoja. La misma se desarrolla entre una línea que parte del arroyo El Imperial (zona donde se ha reconstruido el perfil columnar, esquematizado en el mapa geológico, sigue al SE y, a la latitud del puesto Los Boleaderos, continúa al S, pasa el cañón del río Diamante y se prolonga por la quebrada del arroyo de La Horqueta hasta las cabeceras S del mismo; la mayor parte de esta traza es una falla. De allí, hasta el borde O de la Hoja, adquiere una forma subtrapezoidal y queda interrumpida por volcanitas pérmico-triásicas y, en la banda S del cañón del Diamante, por basaltos del Grupo Chapúa. Otro pequeño asomo se detectó durante las tareas de campo al N de la salina del Diamante.

En la comarca del arroyo El Imperial se reconstruyó un perfil, donde se representa en forma columnar la parte inferior de la unidad cubierta por la base del Grupo Cochicó (véase perfil columnar en el mapa geológico).

Litología

La unidad está constituida por conglomerados, areniscas, areniscas feldespáticas, cuarcitas micáceas, limolitas y lutitas de tonos pardo amarillento verdoso y grisáceo en la parte inferior y rojizos, violáceos y borraño hacia la parte superior. En la parte inferior es evidente la influencia glaciaria.

Ambiente

Espejo (1990), en investigaciones detalladas en el cañón del Atuel, concluyó que los depósitos inferiores son glaciarios en facies de plataforma distal, con variaciones graduales a plataforma proximal y frente de abanico deltaico. Hacia los niveles superiores continúan con un dominio fluvial deltaico-marino somero

para terminar en ambiente fluvial por colmatación de la cuenca. Con la continentalización, ocurrió una inversión de pendiente con dominio de ambientes fluviales meandriformes que pasan a entrelazados.

Paleontología

En la zona al N del río Diamante se hallaron microfloras, megaflores y una megafauna de invertebrados compuesta mayoritariamente por braquiópodos

Las microfloras procedentes del cañón del Atuel fueron investigadas por Azcuy y Gutiérrez (1985). Posteriormente, Azcuy *et al.* (1993) reconocieron dos asociaciones de microflora y en la inferior determinaron más de 90 especies. Esta Asociación inferior es correlacionable con la Subzona *Raistrickia - Plicatipollenites* de la zona *Potonieisporites - Lundbladispota* definida por Césari (1986). Las microfloras (Azcuy y Gutiérrez, 1985) corresponden a la Asociación inferior de Azcuy *et al.* (1993).

En 1987, García y Azcuy reportaron dos microfloras de la Formación El Imperial, de la localidad Puesto Agua de las Yeguas, correspondientes a un mismo perfil pero separadas por alrededor de 60 m de psamopelitas, y establecieron que la parte inferior cercana a la base de la unidad es asimilable a la Zona *Potonieisporites-Lundbladispota*, mientras que la de la parte superior es afín a la palinozona III (Azcuy y Gelín, 1980) de la Cuenca de Paganzo.

García (1991) describió una megaflores proveniente de afloramientos al NO del cerro Áspero en la Hoja limítrofe al S (Embalse El Nihuil) compuesta por *Cordaites riojanus* Arch. y Leguizamón, *Samaropsis nunezii* García, *Cordaicarpus chichariensis* Lele, *C. emarginatus* Walkom y *Cornucarpus* sp. cf. *C. cerquilensis* Millán.

Las megafaunas de invertebrados no pertenecen a la comarca estudiada y proceden de la Hoja 27c, Cerro Diamante, y corresponden a la Zona de *Lissochonetes jachalensis - Streptorhynchus inaequioratus* (Sabattini *et al.*, 1991).

Estructura

Las rocas de esta unidad se despliegan aparentemente como una gran secuencia en posición homoclinal, fuertemente dislocada. Sin embargo, de las observaciones realizadas por Núñez (1976) en el cañón del Atuel, se desprende que existe una estructura de plegamiento con pliegues de amplio radio, por lo general

fallados y decapitados por la erosión. Un esquema presentado por Llambías *et al.* (1993:60) muestra notoriamente esta situación, en la que los pliegues tendrían un rumbo de ejes cercanos a N - S.

Aguas abajo del dique Valle Grande, puede verse que las rocas de la unidad están plegadas en forma anticlinal, como fuera indicado precedentemente.

Relaciones estratigráficas

El yaciente de esta formación se observa en escasos lugares. En el cañón del Atuel se apoya en discordancia angular sobre las rocas de las formaciones Río Seco de Los Castaños y La Horqueta. En otras localidades, como en el borde nororiental del bloque, al S de la estancia Las Peñas, también lo hace en discordancia angular sobre la Formación La Horqueta, con la que en otros sitios guarda relación de contacto estructural.

La intruyen las rocas plutónicas e hipabisales de las formaciones Cerro de las Yeguas y Quebrada del Pimiento y Grupo El Portillo.

Es cubierta en discordancia angular o erosiva por las volcanitas más modernas de los grupos Cochicó, Choiyoi y Chapúa, por las sedimentitas de las formaciones Aisol y Río Seco del Zapallo y por los sedimentos cuaternarios.

Edad y correlaciones

La edad surge de los fósiles que contiene. Las microfloras pertenecen a la Zona de *Potoniopsisporites-Lundbladisporea* del Carbonífero tardío y a la *Palinozona III* del Pérmico temprano; la megaflore es asignable a la fitozona NBG, indicadora del Carbonífero tardío y, la fauna de invertebrados, de la Zona de *Lissochonetes jachalensis-Streptorhynchus inaequioratus* indica Carbonífero tardío.

Por lo expuesto, su edad corresponde con buen grado de certeza al Carbonífero superior - Pérmico inferior y es correlacionable litológica y cronológicamente con la Formación Agua Escondida, de las provincias de Mendoza y La Pampa y con las formaciones Tupe, Lagares y Jejenes de la Precordillera de La Rioja y San Juan.

2.2. PALEOZOICO-MESOZOICO

MAGMATISMO PÉRMICO-TRIÁSICO

El magmatismo neogondwánico manifiesto en la comarca está representado por una asociación

volcano-plutónica que, regionalmente, se extiende a lo largo de los bloques de San Rafael y de Chadileuvú. Las relaciones mutuas entre las facies extrusivas e intrusivas de este magmatismo reseñadas por Dessanti (1956), Núñez (1976 a, 1976 b, 1979), Polanski (1964), González Díaz (1964, 1972 a, b, c) y Holmberg (1973) y sus edades radimétricas (Dessanti y Caminos, 1967; Creer *et al.*, 1971; Toubes y Spikermann, 1976, 1979; Núñez, 1976 a y 1979; Linares *et al.*, 1979 a, b y 1980; Linares, 1977, 1979, 1981; Vilas y Valencio, 1982) permitieron correlacionarlo con el ciclo Pérmico-Triásico inferior del Magmatismo Gondwánico de Llambías *et al.* (1993).

En la región, este magmatismo es notorio a través de rocas efusivas e hipabisales que se apoyan en discordancia angular sobre las metamorfitas de la Formación Cerro La Ventana (Precámbrico), sobre las metasedimentitas de la Formación La Horqueta (Ordovícico-Silúrico) y sobre las sedimentitas marino-continuales de la Formación El Imperial (Carbonífero superior-Pérmico inferior).

La estructuración en bloques de las unidades pre-pérmicas debida a los movimientos de la Fase diastrófica Sanrafaélica originó, en el Pérmico inferior, dos cubetas de orientación meridiana, separadas por un umbral constituido por un núcleo de metasedimentitas ordovícico-silúricas flanqueado por sedimentitas carboníferas, denominadas cuenca oriental y cuenca occidental (Pérez y Solís, 1984; López Gamundi *et al.*, 1989). En ellas se alojó la secuencia volcano-hipabisal de composición principalmente dacítica y andesítica (Pérmico inferior), cuyos niveles superiores llegaron a traslapar los umbrales. Las entidades que constituyen esta secuencia son: la Formación Cerro de las Yeguas y el Grupo Cochicó que representan características relacionadas con un margen continental activo y serían la consecuencia de la subducción de corteza oceánica en un ambiente de arco volcánico (Malvicini y Delpino, 1989; Kleiman y Salvarredi, 1989). En la Cordillera Principal, el Grupo Cochicó tiene su correlato en la Formación Arroyo del Torreón (Méndez *et al.*, 1995) que aflora en la Cordillera del Viento (Neuquén).

Durante el Pérmico inferior alto-Triásico inferior tuvo lugar un nuevo proceso efusivo-intrusivo con características de transición desde el régimen compresional anterior hacia otro distensivo cortical post orogénico, que persistió hasta el Triásico superior (Malvicini y Delpino, 1989; Kleiman y Salvarredi, 1989). El conjunto de unidades de este lapso

colmataron y traslaparon las cuencas antes mencionadas, correspondiéndose ellas con los grupos Choiyoi s.s. y El Portillo, manifiestos en las cordilleras Frontal y Principal, que sobreyacen en discordancia erosiva o angular e intruyen a las entidades del Pérmico inferior y pre-pérmicas.

En el Grupo Choiyoi se reconocen facies efusivas que componen unidades menores, tal como lo hace Digregorio (1972) para el Choiyoi de la comarca tipo en la Cordillera del Viento (Neuquén), Caballé (1990) y Rodríguez Fernández *et al.* (1996) para áreas de la cordillera sanjuanina. Asimismo Zöllner y Amos (1973), Coira y Koukharsky (1976), Llambías *et al.* (1993), Méndez *et al.* (1995) y Zanettini (1998) interpretaron regionalmente dos o más secciones de distinta composición litológica.

La facies intrusiva, silíceo, se paraleliza con el Grupo El Portillo (Llambías *et al.*, 1993, *nom. subst.* Zanettini, 1998) existiendo, según dataciones radimétricas, una estrecha relación genética entre ella y las volcánicas de igual carácter del Choiyoi.

Con respecto a las edades de las unidades consideradas, los datos isotópicos para cada una de ellas ofrecen una amplia dispersión de valores entre el Pérmico y el Triásico superior y, aún, el Jurásico inferior. Por ello, se puede pensar que se trata de rocas similares pertenecientes a distintas etapas magmáticas o que, en algunos casos, son edades rejuvenecidas o erróneas.

2.2.1. PÉRMICO INFERIOR

Las relaciones de las entidades que integran la secuencia del Pérmico inferior han sido reconocidas por geólogos de la Comisión Nacional de Energía Atómica. En general existen frecuentes interdigitaciones entre volcánicas procedentes de distintos centros volcánicos.

Formación Cerro de las Yeguas (7) *nom. nov.* *Rocas hipabisales de composición mesosilíceo*

Antecedentes

Kleiman y Salvarredi (1989) utilizaron la denominación Cerro Agua de las Yeguas para la unidad y Llambías *et al.* (1993), la de Pórfiro del Arroyo de las Yeguas. Ante esta divergencia de nombres, los autores de la presente Hoja proponen la designación del epígrafe, por hallarse uno de los princi-

pales afloramientos en el cerro de las Yeguas, al N de la mina Piedra de Afilar, en el centro-oeste de la Hoja.

Distribución areal y litología

La entidad aflora al E del dique Agua del Toro, entre el cerro de la Cuchilla Blanca y el cerro de las Yeguas. Se manifiesta como pequeños *stocks*, de hasta 2 km de diámetro, diques y filones capa de pórfiros dacíticos y riodacíticos.

Las rocas son de color verde oscuro y gris, por la alteración se tornan amarillentas. La textura es porfírica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa (andesina), hornblenda y biotita distribuidos en una matriz microgranosa formada por cuarzo, plagioclasa, clorita y óxidos de hierro.

El *stock* del cerro de las Yeguas contiene sulfuros diseminados y está afectado por alteración hidrotermal.

Relaciones estratigráficas, correlaciones y edad

Intruye a las sedimentitas de la Formación El Imperial y se corresponde con los Pórfidos Oscuros Intrusivos (Dessanti, 1956). La relación con las sedimentitas del Carbonífero superior y la presencia de bloques de rocas de la unidad en niveles conglomerádicos basales del Grupo Cochicó, permiten considerarla como la más antigua de la secuencia magmática pérmico-triásica. Por ello se la ubica tentativamente en el Pérmico inferior (Llambías *et al.*, 1993).

GRUPO COCHICÓ (8)

Rocas volcánicas, piroclásticas e hipabisales mesosilíceas a ácidas y rocas sedimentarias

Antecedentes

Esta unidad fue reconocida por Dessanti (1956) como Serie de Cochicó (nombre que proviene del arroyo homónimo), designación que Polanski (1964) cambió por la de Formación Cochicó. Dessanti y Caminos (1967) a la Serie Cochicó de Dessanti (1956) la nominaron como Grupo Cochicó. Rodríguez y Valdivieso (1970), en un trabajo inédito, dividieron la entidad en dos unidades formales y también la elevaron al rango de Grupo.

Dentro del grupo se distinguen las formaciones Los Reyunos y Arroyo Punta del Agua, que consti-

tuyen el relleno detrítico-piroclástico que, durante el Pérmico inferior, colmató las cuencas oriental y occidental elaboradas por el diastrofismo de la Fase Sanrafaélica. Estas unidades serán descriptas para su mejor conocimiento, si bien por razones de escala no fueron diferenciadas en el mapa.

Distribución areal

Sus afloramientos se extienden desde el extremo NO de la sierra de las Peñas hasta el río Atuel.

Edad y correlaciones

Regionalmente se correlaciona con la Formación La Huertita (Núñez, 1979) y con los pórfiros dioríticos y las porfiritas de la Formación Los Zainos (Holmberg, 1973). Las edades K/Ar sobre roca total para el Grupo Cochicó oscilan entre 281 ± 10 y 259 ± 10 Ma (Dessanti y Caminos, 1967; Valencio y Mitchell, 1972; Manavella, 1976; Linares, 1977; Toubes y Spikermann, 1976, 1979; Linares *et al.*, 1978 b; Núñez, 1979; Vilas y Valencio, 1982), lo cual le confiere edad pérmica inferior (Sakmariano-Artinskiano).

Formación Los Reyunos *nom. subst.*

Conglomerados, areniscas, brechas andesíticas, rocas volcanoclásticas, ignimbritas dacíticas a riolíticas y material volcánico removido en masa

Antecedentes

En un trabajo inédito, esta entidad fue distinguida y nominada por Rodríguez y Valdiviezo (1970) como Formación Yacimiento Los Reyunos. En 1972, Spalletti y Mazzoni publicaron por primera vez el nombre. Al efecto de adecuar la designación de la unidad a las disposiciones del Código Argentino de Estratigrafía, se substituye el nombre original por el del epígrafe.

Litología

Los trabajos realizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica, para la prospección de uranio, permitieron diferenciar cinco miembros, que se interdigitan lateralmente y se repiten en la secuencia, ellos son: Psefítico, Andesítico, Toba Vieja Gorda, Debritas Vieja Gorda y Areniscas Atigradas.

El *Miembro Psefítico*, caracterizado por Rodríguez y Valdiviezo (1970) y su nombre publica-

do por Ortega Furlotti *et al.* (1974), incluye la Brecha Verde (Dessanti, 1956) o Formación Cerro Colorado (Rolleri y Criado Roque, 1970), los Conglomerados Brechosos del Cerro Colorado (Polanski, 1964) y la Brecha Basal (Dessanti y Caminos, 1967). Inicia (aunque no siempre) y se intercala en las partes inferiores de la secuencia. Está integrado por conglomerados y fanglomerados polimícticos de textura gruesa, de colores rojo, rojizo verdoso, verde oliva y castaño rojizo, constituidos por bloques de hasta más de 1 m^3 y clastos angulosos a subangulosos, en una matriz arenosa a pelítica, localmente con cemento silíceo. Se intercalan areniscas y areniscas conglomerádicas amarillentas a blancuecinas, lentiformes y con estratificación cruzada y escasos niveles piroclásticos. Según Polanski (1964) y Llambías *et al.* (1993), la entidad corresponde a depósitos de abanicos aluviales y/o flujos de detritos.

El *Miembro Andesítico*, definido por Meza (1988) y su nombre publicado por Llambías *et al.* (1993), contiene la Serie Volcánica de La Josefa (Dessanti, 1956) o Formación La Josefa (Criado Roque, 1972). Se desarrolla en la porción inferior de la secuencia y lo componen brechas andesíticas con alternancia de tobas y tobas conglomerádicas, de colores pardo rojizo, violáceo y gris verdoso, mal estratificadas. Las brechas están constituidas por fragmentos de andesitas y de rocas pre-pérmicas que llegan a superar los 2 m de diámetro, inmersos en una matriz tobácea de composición andesítica. Es común la alteración propilítica. Capas de brechas andesíticas y areniscas epiclásticas asociadas se interdigitan también con niveles superiores de la unidad.

El *Miembro Toba Vieja Gorda*, diferenciado por Rodríguez y Valdiviezo (1970) y su designación publicada por Spalletti y Mazzoni (1972), incluye a la Serie Volcánica del Cerro Malal (Dessanti, 1956) o Formación Cerro Malal (Criado Roque, 1972). Corresponde a una asociación magmática calcoalcalina y se considera como la roca fuente del uranio de los yacimientos Dr. Baulés y Los Reyunos (Kleiman y Salvarredi, 1989). Está compuesta por ignimbritas dacíticas a riolíticas, de colores grises con tonalidades rosadas, liláceas, violáceas y verdosas, con cristales de plagioclasa (oligoclasa-andesina), cuarzo, feldespato potásico (sanidina) y biotita, y titanomagnetita, apatita y circón como minerales accesorios. En algunos niveles es abundante la cantidad de pómez, como así también la de fragmentos líticos de forma irregular y dimensiones variables.

Los feldespatos suelen presentar alteración arcillosa o carbonática y la biotita cloritización y muscovitización. La pasta es afanítica y está argilizada. Alteraciones hidrotermales más avanzadas se advierten localmente. El análisis modal señala plagioclasa 25-35%, cuarzo 10-18%, feldespato potásico 2-8%, biotita 2-10%, pómez 0,5-20%, líticos cognados 0,1-28%, líticos accidentales 0,1-12% y pasta 25-40% (Kleiman, 1993).

Meza (1990) ubicó el posible centro volcánico de estas ignimbritas en las proximidades de la loma Colorada del Infiernillo, sobre el umbral que separa las cuencas oriental y occidental. Llambías *et al.* (1993) mencionaron siete ciclos ignimbríticos, algunos de hasta 200 m de potencia, separados por superficies de erosión o por depósitos clásticos que representan intervalos de nula o poco significativa eruptividad. En los términos inferiores del miembro se intercalan depósitos de brechas andesíticas, psefitas y, en menor proporción, areniscas feldespáticas de los miembros Psefítico y Andesítico. La parte superior se interdigita con el Miembro Areniscas Atigradas, acuñándose casi radialmente desde la zona de probable ubicación del centro volcánico hacia la periferia. La interdigitación con el Miembro Debritas Vieja Gorda ocurre tanto en la base como en el techo de la unidad.

El *Miembro Debritas Vieja Gorda*, reconocido por Meza y Mazzoni (1996) y nominado como tal por Salvarredi (1999), se manifiesta intercalado hacia el techo y hacia la base del Miembro Toba Vieja Gorda y vertical y lateralmente con el Miembro Areniscas Atigradas. Está compuesto por paraconglomerados volcánicos, de coloración rojizo grisácea clara, originados por la erosión de las ignimbritas dacíticas del Miembro Toba Vieja Gorda y su remoción en masa que, posteriormente reabajados, contribuyeron a la génesis de las areniscas que conforman el Miembro Areniscas Atigradas (véase Salvarredi, 1999).

El *Miembro Areniscas Atigradas* (Holmberg, 1948) aparece interdigitado desde la base al techo de la unidad en análisis. Está integrado por areniscas feldespáticas, areniscas conglomerádicas y conglomerados polimícticos, de colores amarillo claro, gris blanquecino, rosado y verdoso, de grano fino a grueso y estratificación cruzada, con algunas intercalaciones de estratos limolíticos y tufíticos. Estas rocas se interpretaron como depósitos eólicos y fluviales (Rodríguez y Valdivieso, 1970), como depósitos eólicos de ambiente desértico (Spalletti y Mazzoni, 1972) y como resultado del reabajamiento de piroclastitas consti-

tuyendo la facies epiclástica del Miembro Toba Vieja Gorda (Salvarredi, 1999). Contiene los yacimientos más importantes del distrito uranífero Sierra Pintada.

Relaciones estratigráficas

La formación se sobrepone en discordancia angular a las entidades pre-pérmicas y está cubierta en discordancia erosiva por la Formación Arroyo Punta del Agua y, en discordancia angular, por unidades del Grupo Choiyoi. La intruyen basandesitas y basaltos de la Formación Quebrada del Pimiento y riolitas del Grupo El Portillo.

Formación Arroyo Punta del Agua

Brechas andesíticas, ignimbritas dacíticas, conglomerados y areniscas

Antecedentes

La unidad fue reconocida y nominada por Rodríguez y Valdivieso (1970) en un trabajo inédito. En 1972, Spalletti y Mazzoni publicaron el nombre por primera vez.

Litología

Constituye una sucesión volcanoclástica, de escasa a nula estratificación, con conglomerados polimícticos y areniscas feldespáticas en la parte inferior. En la secuencia dominan las brechas andesíticas e ignimbritas dacíticas, a las que se asocian cuerpos de brechas subvolcánicas andesíticas.

Las brechas andesíticas (laharitas) son de color gris verdoso y están compuestas por clastos de andesita en una matriz integrada por plagioclasa, hornblenda, augita e hipersteno. Por sectores, la biotita el único mineral máfico presente.

Las ignimbritas dacíticas son de color gris, de textura porfírica, con cristaloclastos de plagioclasa, cuarzo y biotita, vitroclastos y litoclastos de andesita en una pasta afanítica. Como minerales accesorios se observan titanomagnetita, apatita y circón.

Las brechas andesíticas subvolcánicas constituyen diques y cuerpos irregulares, de color rojizo claro, que intruyen a las laharitas. Están formadas por abundantes litoclastos angulosos de andesita, en una matriz de composición andesítica de grano fino.

Según Salvarredi (1999), la unidad representaría un intervalo de actividad volcánica andesítica

derivada de numerosos centros volcánicos, por lo cual se notan cambios composicionales y áreas donde se interdigitan volcanitas que se originaron en diferentes centros eruptivos.

Relaciones estratigráficas

Se apoya en discordancia angular sobre rocas del substrato pre-pérmico y en discordancia erosiva sobre la Formación Los Reyunos.

2.2.2. PÉRMICO INFERIOR - TRIÁSICO INFERIOR

GRUPO CHOIYOI (9 y 9a)

Intrusivos mesosilíceos y volcanitas e intrusivos ácidos y básicos a mesosilíceos

Antecedentes

Fue reconocido por Groeber (1929) bajo la denominación de Serie Porfirítica Supratriásica, designación que cambió en 1946 por la de Choiyoilitense, que proviene de Choiyoi, nombre aborigen de la Cordillera del Viento y lugar tipo de la unidad. Stipanovic (1965:431) adecuó el término por Grupo Choiyoi. Razones de escala no permitieron diferenciar en el mapa a las entidades constitutivas del grupo, de todos modos se las describirá para tener sobre ellas un mayor conocimiento. En el mapa, dentro de este grupo, se han distinguido, por una parte los intrusivos mesosilíceos (9a) y por la otra, las volcanitas e intrusivos ácidos y básicos a mesosilíceos (9).

Distribución areal

El Grupo Choiyoi es una unidad característica de las cordilleras Frontal y Principal.

En el Bloque de San Rafael tiene amplia difusión reconociéndose sus afloramientos desde el extremo N de la sierra de las Peñas hacia el S de la Hoja. Hacia el SE fuera de la Hoja se lo encuentra en el Bloque de Chadileuvú.

Litología

En las rocas eruptivas que componen el Grupo Choiyoi se observa una acidificación hacia los términos más jóvenes que permite diferenciar, sobre base litológica, una sección inferior dacítico-andesítica (Formación Agua de los Burros) y otra

superior que, según Salvarredi (1996), representa un volcanismo de tendencia bimodal, en el que se distingue una entidad de composición predominantemente basáltica (Formación Quebrada del Pimiento) y otra riolítica (Formación Choique Mahuida).

Cierta alternancia de elementos mesosilíceos en la base de la Formación Choique Mahuida sugiere un pasaje transicional entre ella y la Formación Agua de los Burros, que la subyace, mientras que la Formación Quebrada del Pimiento es, regionalmente, intrusiva en la sección inferior y alternante e intrusiva en la unidad silícea. En este caso no se percibe, en general, una diferenciación progresiva, sino que predomina la facies basáltica sobre la riolítica en la base de la sección y, hacia el techo, la relación se invierte. Esta particularidad indica un magmatismo bimodal (Salvarredi, 1996).

En el ámbito de la Hoja, al N de las salinas del Diamante, geólogos de la Comisión Nacional de Energía Atómica identificaron la caldera del Potrerito, en la que por relaciones de campo determinaron una secuencia de procesos volcánicos y de emplazamiento de cuerpos hipabisales. La sucesión de eventos producidos en la mencionada caldera, que permiten aclarar las relaciones mutuas entre las entidades que componen el Grupo Choiyoi y entre éste y el Grupo El Portillo, fue tomada (por los autores de esta Hoja) del trabajo de Salvarredi (1996), con cierta adaptación de algunos nombres formales, a saber:

a) Facies volcánicas brechosas e hipabisales, de coloraciones amarillentas, que representarían niveles superiores de la Formación Agua de los Burros o, más probablemente, la base de la Formación Choique Mahuida.

b) Diques y coladas basálticas de la Formación Quebrada del Pimiento.

c) Coladas riolíticas, con mantos de vitrófiros y depósitos de manantiales termales silíceos, de la Formación Choique Mahuida y diques riolíticos del Grupo El Portillo.

d) Ignimbritas cristalinas de la Formación Choique Mahuida, que constituyen varias unidades de enfriamiento con sus respectivas secciones de mayor soldamiento. Se determinaron por lo menos tres ciclos que suman unos 400 m de espesor. El ciclo inferior suele contener mantos de vitrófiros en su parte basal. Separando a los paquetes ignimbríticos se observan intercalaciones de coladas riolíticas, brechas de borde de foso y megabloques deslizados.

e) Coladas de lavas basálticas, intercaladas entre los ciclos ignimbríticos superiores, y diques

basálticos, que ocupan probables fracturas de foso de la caldera de la Formación Quebrada del Pimiento. Diques riolíticos del Grupo El Portillo se emplazan, además, en las mencionadas fracturas.

f) Pórfiros graníticos y riódacíticos, tal vez también dacíticos, con grandes fenocristales de feldespato potásico, del Grupo El Portillo, que intruyeron a las ignimbritas cristalinas de la Formación Choique Mahuida (d).

g) Pórfiros riolíticos claros y gris claros, con escasos fenocristales, del Grupo El Portillo, que intruyeron a los pórfiros graníticos y riódacíticos de la misma unidad (f).

h) Diques basálticos de la Formación Quebrada del Pimiento, sincinemáticos con respecto a los cuerpos hipabisales de pórfiros riolíticos claros de grano fino del Grupo El Portillo (g).

i) Vetas de silexita que cruzan transversal y radialmente a la caldera y que junto a la silicificación, en las proximidades del borde, representarían fases hidrotermales finales del Grupo El Portillo.

Formación Agua de los Burros

Volcanitas, piroclastitas e intrusivos de composición ácida a básica. Conglomerados y areniscas. Laharitas.

Antecedentes

La entidad fue reconocida y así denominada por González Díaz (1964). Representa la base de un intervalo con características tectónicas de margen activo, que evoluciona en las unidades posteriores hacia rasgos distensivos (Malvicini y Delpino, 1989).

Litología

Está integrada por conglomerados polimícticos, laharitas, ignimbritas dacíticas, brechas volcánicas, areniscas feldespáticas y cuerpos subvolcánicos de composición andesítica y riódacítica, que pueden agruparse en unidades menores principales.

En el área central y S de la sierra Pintada se inicia con el *Miembro Rincón Bayo* (González Díaz, 1972 a, *nom. transl.*) o *Conglomerádico-Laharítico-Debrítico* (Salvarredi, 1999). En las facies proximales, sobre los bordes de las cuencas longitudinales, los conglomerados de la base tienen clastos angulosos de limolitas y lutitas de colores rojo violáceo y verdoso. Hacia arriba, se intercalan delgados bancos de areniscas gruesas violáceas y finas rojizas y culmina con

conglomerados verde amarillentos, de clastos subredondeados de hasta 20 cm de diámetro correspondientes a cuarzo, metamorfitas, areniscas, riolitas y andesitas, con intercalaciones lentiformes de areniscas gruesas y conglomerádicas de igual color.

En los sectores distales, a lo largo de las cuencas, predominan las laharitas, compuestas mayormente por rodados de andesitas e ignimbritas originados por la erosión de centros volcánicos del Grupo Cochicó y de erupciones contemporáneas. Próximo al puesto Cochicó se hallaron restos fósiles de flora de helechos (Salvarredi, com. epist.).

Hacia arriba continúa en concordancia el *Miembro Tesoro Misterioso* (Criado Roque, 1972, *nom. transl.*). Es una secuencia piroclástica cuyos centros de emisión serían coincidentes con los de la Formación Choique Mahuida (véase Salvarredi, 1999). El conjunto es de composición riódacítica a dacítica, con sectores caolinizados y alteración silíceas de las rocas; se advierten cavidades tapizadas por calcedonia o rellenadas por calcita. Se diferenciaron dos secciones:

a) La sección inferior (*Miembro Ignimbrítico o Tesoro Misterioso s.s.*; Salvarredi, 1999) está constituida por ignimbritas de granulometría gruesa a brechosa y hasta aglomerádica, de colores lilas y rojo violáceo, estratificadas en capas potentes. Son de textura cristalina, vitrocrystalina y lítica, compuestas por cuarzo, feldespato potásico (sanidina), plagioclasa (andesina) y biotita; la pasta está formada por un agregado microgranular de cuarzo, con sectores microesferulíticos; en ocasiones se ven trizas orientadas. El feldespato puede estar alterado a sericita, calcita y clorita o reemplazado por un agregado microcristalino de cuarzo y la biotita tiene alteración a óxidos de hierro.

b) La sección superior (*Miembro Tufítico-Tobáceo*; Salvarredi, 1999) es concordante sobre la anterior. Está bien estratificada en bancos de poco espesor, se integra con tufitas, tobas y flujos ignimbríticos de poca potencia, con intercalaciones de tobas arenosas y areniscas tobáceas gruesas a finas y niveles de arcilitas tobáceas. El conjunto presenta colores blanquecinos, verdosos, rojizos y amarillentos.

En el sector N de la sierra Pintada la Formación Agua de los Burros se inicia con el *Miembro Arroyo los Álamos* (Criado Roque, 1972, *nom. transl.*), que consiste en un conjunto de dacitas cuarcíferas, tobas dacíticas y traquiandesíticas e ignimbritas traquiandesíticas, con litoclastos en variadas propor-

ciones, de colores amarillentos, rojizos y verdosos.

Continúa el *Miembro La Totorá* (Criado Roque, 1972, *nom. transl.*), compuesto por mantos de andesitas brechosas y brechas andesíticas, con intercalaciones de tobas y areniscas. Criado Roque e Ibáñez (1979) agregaron basandesitas piroxénicas y basaltos piroxénicos y agúiticos.

Por encima, sigue en concordancia, el *Miembro Sierra de los Pozos* (Criado Roque, 1972, *nom. transl.*), integrado por mantos de andesitas, tobas cristalinas y aglomerádicas e ignimbritas de composición riodacítica, lacítica y cuarzolacítica, con estructuras fluidales, de color gris blanquecino a rojizo; se intercalan areniscas feldespáticas.

Criado Roque e Ibáñez (1979) opinaron que los basaltos de La Totorá parecen haber ejercido un empuje ascendente sobre las tobas de la sierra de los Pozos. Conforme a esta observación, los autores de esta Hoja suponen que podrían ser intrusivos en las tobas y corresponder a la Formación Quebrada del Pimiento.

De acuerdo con Salvarredi (*com. epist.*), las entidades del área N de la sierra Pintada se correlacionarían con el Miembro Tesoro Misterioso y podrían corresponder a un sistema de caldera volcánica ajeno al de la caldera del Potrerito.

La unidad en consideración contiene también el *Miembro Intrusivos Mesosilícicos* (Llambías *et al.*, 1993) o las *Andesitas Intrusivas* (reconocidas por Dessanti (1956) dentro de su Serie Porfírica), aflorantes al NNE de Agua del Toro y al SE y SSE del cerro Bola, que intruyen al Grupo Cochicó como *stocks* subvolcánicos y diques. Este miembro comprende, además, a las andesitas de dudosa edad de la Asociación Volcánica Tardiovariscica (Polanski, 1964) que penetran al Grupo Cochicó entre el arroyo de los Gateados y el arroyo Seco de los Tolditos y a los diques de pórfiro dacítico que intruyen al mismo grupo en el sector del primer arroyo nombrado y que Criado Roque e Ibáñez (1979) incluyeron en su Formación Arroyo Los Álamos. Las andesitas y andesitas anfibólicas son de colores violáceo, castaño rojizo y pardo oscuro, de textura porfírica, con fenocristales de plagioclasa (oligoclasa, andesina) y hornblenda, en una pasta microcristalina compuesta por plagioclasa y minerales ferromagnesianos alterados, en ocasiones con magnetita como accesorio.

Relaciones estratigráficas

Esta unidad se apoya en discordancia angular sobre el Grupo Cochicó y sobre el basamento pre-pérmico

y está cubierta por la Formación Choique Mahuida. Diques y filones capa basálticos de la Formación Quebrada del Pimiento se emplazan en ella, como también así rocas hipabisales del Grupo El Portillo.

Edad y correlaciones

En el ámbito de la Hoja comprende a las Andesitas de las Asociaciones Volcánicas Meso y Tardiovariscica (Polanski, 1964), a las Tobas Liparíticas (Holmberg, 1948), a las formaciones Arroyo Los Álamos, La Totorá y Sierra de los Pozos (Criado Roque, 1972), a las formaciones Rincón Bayo y Agua de los Noques (González Díaz, 1972 a) y a la Formación Tesoro Misterioso (Criado Roque, 1972).

Regionalmente se correlaciona con el Miembro Mesosilícico de la Formación Los Corrales (González Díaz, 1972 a y b), con los pórfiros feldespáticos de la Formación Los Zainos (Holmberg, 1973) y con la Formación El Centinela (Linares *et al.*, 1979 a).

Las dataciones radimétricas, entre 267 ± 10 y 250 ± 10 Ma (Linares, 1977, 1979; Linares *et al.*, 1979 b), señalan una edad pérmica inferior alta (Artinskiano) a pérmica superior alta (Tatariano). En la Hoja los datos obtenidos corresponden en su mayoría al Pérmico inferior alto.

Los Intrusivos Mesosilícicos que se incluyen en la unidad son de ubicación incierta dentro del Pérmico inferior alto a Pérmico superior bajo (Llambías *et al.*, 1993).

Formación Quebrada del Pimiento

Basaltos, andesitas y lamprófiro (?)

Antecedentes

En el ámbito de la Hoja corresponden a esta entidad los basaltos («meláfiro») de la Serie Volcánica del Cerro Colorado y los Basaltos Intrusivos («meláfiro») (Dessanti, 1956), el basalto («meláfiro») y la basandesita de la Asociación Volcánica Tardiovariscica (Polanski, 1964). González Díaz (1964) fue quien la nominó como entidad independiente.

Litología

Está constituida fundamentalmente por mantos y diques basálticos y en menor escala andesíticos.

Los basaltos son de color gris oscuro, gris verdoso oscuro, violáceo y pardo claro a oscuro, de textura porfírica, afanítica y esferulítica, ocasionalmente amigdaloides. Al microscopio presentan textura

porfírica y glomeroporfírica, con pasta hialopilitica, intersertal e intergranular. Están compuestos por olivina, plagioclasa (labradorita-andesina), hipersteno, augita y como minerales accesorios biotita y magnetita. La plagioclasa está alterada a sericita y calcita y el hipersteno reemplazado por clorita y agregados de epidoto, calcita y biotita. Las amígdalas suelen estar rellenas por cuarzo, calcedonia, ópalo y calcita.

Las andesitas presentan textura porfírica, con fenocristales de feldespato calcoalcalino (andesina media), hipersteno y augita inmersos en una pasta vítrea.

Podrían tener relación con esta unidad los diques de spessartita y kersantita, mencionados por Dessanti (1956:26) y Polanski (1964:42), que afloran en el extremo NE de la sierra de las Peñas y al O del cerro de La Chilena. Son rocas de color gris oscuro y verdoso, textura porfírica, con fenocristales de hornblenda, biotita, plagioclasa (andesina) y cuarzo en una pasta microcristalina constituida por plagioclasa, hornblenda y cuarzo, con apatita como mineral accesorio y disseminación de piritita en las spessartitas. El anfíbol y la biotita están alterados a clorita y óxidos de hierro y la plagioclasa a sericita y caolín.

Relaciones estratigráficas

Cubre en discordancia a la Formación Río Seco de los Castaños, también al Grupo Cochicó y a la Formación Agua de los Burros. Intruye como diques a la Formación El Imperial, al Grupo Cochicó y a la Formación Agua de los Burros. En algunos sectores es sobrepuesta por la Formación Choique Mahuida, en tanto que en otras áreas hay relación de intercalación entre ambas unidades, por último, diques de Quebrada del Pimiento la intruyen.

Los diques de lamprófiro intruyen a las formaciones La Horqueta y El Imperial, al *stock* granodiorítico del cerro de La Chilena y al Grupo Cochicó.

Correlaciones y edad

De acuerdo con las relaciones estratigráficas observadas en la comarca por González Díaz (1972 a) y reinterpretadas por Llambías *et al.* (1993) y Salvarredi (1996), la Formación Quebrada del Pimiento es posterior a las rocas mesosilícicas de la Formación Agua de los Burros y en parte contemporánea con las volcanitas silícicas de la Formación Choique Mahuida.

La información isotópica indica, para el Bloque de San Rafael, 266 ± 10 a 258 ± 10 Ma (Creer *et al.*, 1971; Valencio y Mitchell, 1972; Toubes y Spikermann, 1976, 1979; Linares, 1977; Núñez, 1979; Linares *et al.*, 1979 b), que la enmarcan en el Pérmico inferior alto, aunque la vinculación con la Formación Choique Mahuida extendería su edad hasta el Pérmico superior. La datación de 238 Ma para un basalto de Valle Grande brindada por Linares (1977) podría ser errónea o bien corresponderse con los basaltos que afectan a la Formación Puesto Viejo (Pérmico superior a Triásico medio).

Regionalmente se correlaciona con el Meláfiro (Holmberg, 1973) y el Miembro Básico de la Formación Los Corrales (González Díaz, 1972 a y b).

Formación Choique Mahuida

Lavas, tobas, ignimbritas y brechas riolíticas

Antecedentes

La unidad fue establecida por Linares *et al.* (1979 a) para reunir a las volcanitas silícicas del Bloque de Chadileuvú y, parcialmente, a las del Bloque de San Rafael.

Litología

La unidad está constituida una alternancia irregular de lavas, ignimbritas, tobas y brechas riolíticas, con intercalaciones de lavas vitrofíricas y brechas andesíticas en la base. El conjunto se observa groseramente estratificado.

Las lavas de *riolita* son de color violáceo, gris mediano a oscuro, pardo amarillento o rojizo, rosado, rosado amarillento, blanquecino y verdoso, compactas. La textura es porfírica, en la que se destacan fenocristales de feldespato potásico (ortosa), plagioclasa (oligoclasa), cuarzo y, a veces, biotita, distribuidos en una pasta microcristalina, felsítica o vitrofírica, compuesta por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y anfíbol. En ocasiones presentan rasgos de fluidalidad y disyunción columnar. En algunas localidades, la roca tiene cavidades con alargamiento orientado. Estas lavas suelen estar acompañadas por brechas de igual composición.

Las *ignimbritas riolíticas* son cristalinas, de colores rojo, violáceo claro a oscuro, blanco amarillento, verde negruzco y hasta negro, de textura porfírica, con fenocristales de cuarzo bipiramidado, feldespato potásico (sanidina, ortosa), plagioclasa (oligoclasa), biotita y anfíbol (ambos alterados a

óxidos de hierro) y escasos fragmentos líticos, en una pasta microcristalina (formada por cuarzo y feldespato) o hialopilitica, con líneas de fluidalidad y lentículas o *fiammes*. Los feldespatos están alterados a arcillas, clorita y sericita; los anfíboles reemplazados por arcillas, carbonatos y clorita; la pasta contiene material arcillo-ferruginoso y alteración carbonática. El análisis modal señala cuarzo 12-19%, feldespato potásico 10-20%, plagioclasa <10%, biotita y anfíbol <3%, pómez 20-30%, líticos <5% y pasta 40-45% (Kleiman, 1993).

Las *tobas* y *tobas brechosas* son macizas, de colores amarillentos, violáceo claro, verdoso, rosado y pardo rojizo.

Relaciones estratigráficas

Cubre en discordancia a las formaciones La Horqueta y El Imperial y al Grupo Cochicó; se sobrepone en concordancia a la Formación Agua de los Burros. Se intercalan en ella y la intruyen, basaltos de la Formación Quebrada del Pimiento. Es intruida por rocas hipabisales del Grupo El Portillo. Subyace en discordancia erosiva a la Formación Puesto Viejo.

Edad y correlaciones

En la comarca, la unidad comprende a las lavas y a las tobas riolíticas de la Serie Volcánica del Cerro Colorado y de la Serie Volcánica del Cerro Bola (Dessanti, 1956), a las riolitas de la Asociación Volcánica Mesovariscica y de la Asociación Volcánica Tardiovariscica (Polanski, 1964) y a las lavas y piroclastitas de la Formación Cerro Carrizalito (González Díaz, 1972 a). Regionalmente se correlaciona con las rocas efusivas del Miembro Ácido de la Formación Los Corrales (González Díaz, 1972 a y b).

Las dataciones radimétricas entre 266 ± 20 y 215 ± 10 Ma (Toubes y Spikermann, 1976, 1979; Linares, 1977, 1979; Linares *et al.*, 1980) indican una edad pérmica inferior alta a triásica superior media. En la Hoja dominan las edades isotópicas entre 247 y 241 Ma, correspondientes al Triásico inferior (Escitiano).

GRUPO EL PORTILLO (10)

Intrusivos ácidos a mesosilícicos

Antecedentes

Se adjudica al Grupo El Portillo (Llambías *et al.*, 1993, *nom. subst.* Zanettini, 1998), al conjun-

to intrusivo hipabisal a plutónico, de naturaleza silíceo amplia distribución en la región serrana de la Hoja.

Desde el punto de vista regional existe, según relaciones estratigráficas y dataciones radimétricas, una estrecha vinculación genética entre él y las volcanitas de igual carácter del Grupo Choiyoi.

El Grupo El Portillo, en el ámbito de la Hoja, comprende los Pórfidos Cuarcíferos Intrusivos y el domo del cerro Bola equivalente a la Serie Volcánica del Cerro Bola de Dessanti (1956), los pórfiros granodioríticos y riódacíticos de la Asociación Volcánica Mesovariscica, los pórfiros riolíticos de la Asociación Volcánica Tardiovariscica (Polanski, 1964) y los cuerpos intrusivos de la Formación Cerro Carrizalito (González Díaz, 1972 a).

Distribución areal

Sus manifestaciones se distribuyen a lo largo de los bloques de San Rafael y de Chadileuvú. Aflora en la porción occidental de la Hoja como *stocks* hipabisales, diques y filones capa.

Litología

En sus estudios, Holmberg (1948), Dessanti (1956), Polanski (1964) y González Díaz (1972 a), sobre todo los tres primeros, establecieron una diferenciación secuencial de los cuerpos intrusivos sobre la base de sus relaciones mutuas y coloración, reconociéndose las siguientes facies:

a) *Stocks de pórfiros granodioríticos y riódacíticos*. Localmente son monzoníticos y monzodioríticos, visibles en el extremo NO de la sierra de las Peñas. Son rocas de colores rojo, rosado y gris rosado, de textura porfírica, en casos afanítica, en partes granosa, con fenocristales de feldespato potásico (ortosa), plagioclasa y biotita, en una pasta de cuarzo intersticial.

Hacia el S del puesto El Jagüel, en el arroyo del mismo nombre, se puede observar que diques de igual composición cortan a la roca granodiorítica. Son de color rojo ladrillo y de textura microporfírica a afanítica.

b) *Diques de pórfiros riolíticos color pardo amarillento*. La textura es porfírica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa (andesina, en forma de glomérulos) y muscovita, en una pasta formada por cuarzo, sericita y limonita granular.

c) *Stocks y diques de pórfiros riolíticos color blanquecino o gris claro*, que pasa a amarillento o rosado por meteorización. Intruyen a los anteriores con contactos netos e irregulares y encierran xenolitos de las rocas encajantes. Presentan textura porfírica, con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico (ortosa), plagioclasa (oligoclasa), cuarzo y biotita sericitizada, en pasta microcristalina o felsítica caolinizada; localmente son fluidales.

d) *Stocks, diques y filones capa de pórfiros riolíticos color rojo a rosado*, que se tornan pardo claro o rojizo amarillento por meteorización. La textura es porfírica o felsítica, con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico (ortosa), plagioclasa (oligoclasa) sericitizada y caolinizada, cuarzo y biotita parcialmente cloritizada, en pasta microcristalina o granofírica, en parte esferulítica, formada por los mismos minerales que componen los fenocristales y óxido de hierro y afectada por caolinización.

Relaciones estratigráficas

Las rocas que conforman al Grupo El Portillo intruyen a las formaciones La Horqueta y El Imperial, al Grupo Cochicó y a las formaciones Agua de los Burros y Choique Mahuida. La secuencia de intrusión entre las distintas facies del grupo es la indicada en la litología. A su vez, están intruidas por diques basálticos que se incluyen en la Formación Quebrada del Pimiento y están cubiertas en discordancia por la Formación Aisol.

Correlaciones y edad

Regionalmente se correlaciona a este grupo con la Formación Chapal-có (Holmberg, 1979), con los cuerpos intrusivos del Miembro Ácido de la Formación Los Corrales (González Díaz, 1972 a y b) y con la Formación Zúñiga (Linares *et al.*, 1979 a).

Las dataciones radimétricas sobre rocas de la entidad (Toubes y Spikermann, 1976, 1979; Manavella, 1976; Linares *et al.*, 1979 b; Linares, 1981; Vilas y Valencio, 1982) indican edades entre 272 ± 5 y 192 ± 6 Ma (Pérmico inferior a Jurásico inferior). Esta amplitud de los valores puede estar señalando varias etapas de intrusión magmática o bien errores en las dataciones. De cualquier modo, los datos isotópicos dominantes se sitúan entre 262 y 243 Ma, correspondientes al Pérmico inferior alto (Artinskiano) a Triásico inferior (Escitiano).

2.2.3. PÉRMICO SUPERIOR ALTO A TRIÁSICO MEDIO BAJO

Formación Puesto Viejo (11)

Conglomerados, areniscas, pelitas, calizas, ignimbritas y tobas ácidas y, coladas y cuerpos intrusivos mesosilícicos a básicos

Antecedentes

La primera mención de estas rocas fue hecha por Trumpy (1940), quien en el informe de un viaje realizado al SO de San Rafael, las asignó al Rético. Olazábal (1948) las consideró del Neógeno y en parte como depósitos cuaternarios. Groeber (1952) denominó Serie Porfirítica Supatriásica Choioilitense a un heterogéneo grupo de rocas volcánicas y sedimentarias entre las que conforman esta unidad.

Corresponde a González Díaz (1964, 1966, 1972 a) el mérito de haber caracterizado litológicamente a la unidad, además de haber colectado los primeros restos de vertebrados y megaflores que permitieron otorgarle una edad apoyada en fuertes fundamentos paleontológicos.

Las contribuciones de Bonaparte (1966, 1981), Ottone y García (1991), Báez *et al.* (1993), Morel y Artabe (1993), Kusiak (1993) y Zavattieri y Papú (1993) entre otras, han contribuido a dilucidar aspectos estratigráficos y bioestratigráficos de la formación.

Distribución areal

Su distribución está limitada a la parte sudoriental de la serranía, en una faja que se desarrolla entre las inmediaciones del puesto El Jilguero, continúa al S pasando el río Atuel y llega hasta la latitud de la loma de Los Molles, cercana ya al límite S de la Hoja.

Otro afloramiento se encuentra hacia el O, en la zona del rincón de la Overa Castaña, está cortado por la ruta que bordea por el S el cañón del Atuel, en la parte que comienza a bajar desde la planicie al valle del río.

Litología

Está compuesta por una serie de sedimentitas continentales de distinta granulometría, entre las que se intercalan filones capa, diques y ¿mantos? de rocas de composición preferentemente básica y, mantos de tobas e ignimbritas ácidas.

Sedimentitas. Predominan los conglomerados de matriz arenosa y cemento carbonático, ferruginoso o síliceo, a los que se subordinan horizontes de areniscas, principalmente de grano grueso; luego limolitas, arcilitas y calizas cristalinas.

El tono dominante de estas rocas es el rojo, siguiéndole el grisáceo a gris verdoso claro, luego pardo claro amarillento y gris negruzco. Es de notar, como lo adelantara González Díaz (1972 a) para el gran afloramiento oriental, una diferenciación de tonalidades de la sucesión de estratos, entre la parte inferior, grisácea, y la parte superior, rojiza. En los asomos que atraviesa la ruta, entre el dique Valle Grande y la Usina Nihuil III, son preponderantes los conglomerados de tonos rojizos a pardo grisáceos, ello es coincidente con las reflexiones de Kusiak (1993).

En el valle del río Seco de la Quebrada entre la estrechura y la tapera de Julio Montes, en la localidad de cerro La Faja, se ha observado un gran paquete de características similares, con una notable intercalación de granometría más fina y tonos rojizos que le ha dado el topónimo. Asimismo, entre La Estrechura y el frente serrano al E, se reconoció un importante espesor de psamitas y conglomerados finos, con niveles pelíticos y arcillosos en la base, entre los que están presentes algunos niveles carbonosos; el color del conjunto es gris verdoso amarillento. Se considera que estos niveles, que no muestran su yaciente, corresponderían a la parte más antigua, aflorante, de la unidad.

González Díaz (1972 a), levantó un perfil en las nacientes de la quebrada de Agua Poca donde se nota un predominio de conglomerados y psamitas que muestran a los términos inferiores de la columna, en ese lugar, apoyándose sobre volcanitas del Grupo Choiyoi (véase perfil columnar en el mapa geológico).

Según Kusiak (1993) y González Díaz (1972 a), los clastos de estas sedimentitas provienen básicamente de las rocas del Grupo Choiyoi, reconociéndose otros en muy menor escala, derivados de las formaciones La Horqueta, Río Seco de los Castaños y El Imperial, consideraciones, en las que en general, coinciden los autores de la presente Hoja.

Respecto a las calizas, González Díaz (1972 a) las reconoció entre el Manal Negro, pasando por la quebrada de la Bajada Fuerte, hasta casi al río Atuel frente al rincón homónimo. Al referirse a su litología, González Díaz (1972 a: 58-59) escribió: «*Sus tonos son rosado-carne, de grano no muy grueso y suele pasar desapercibida a menos que se haga un reconocimiento detallado del terreno, ya que su coloración es similar al ambiente clástico que la rodea. Pero lo*

detectable, son sus características formas de erosión redondeadas y los dispares fenómenos de disolución que en ellas se producen...».

«*Su estructura no muestra estratificación visible, ya que son macizos, sumamente tenaces, observándose en la superficie del banco (de tonos algo más claros) numerosos tubos de paredes porosas o concreciones similares a ellos. Además, unas formas circulares irregulares dispuestas concéntricamente, que podrían corresponder a estructuras orgánicas debidas a algas».*

Ignimbritas y tobas ácidas. Estas rocas fueron producidas por distintas efusiones aparentemente exclusivas de la parte superior de la unidad. En su mayor parte se trata de ignimbritas, aunque también se reconocieron tobas, como en la loma de los Molles. Se acomodan al relieve preexistente, por lo que en partes parecen suavemente plegadas. Cubren grandes extensiones a veces formando terrazas estructurales y paredes abruptas y lisas, sus espesores son variables, no habiéndose advertido mayores a 15 metros.

Los tonos son en general claros, entre rosado y lila, los que en fractura fresca se acentúan. Una característica particular, es la sonoridad que producen al ser golpeadas.

Volcanitas básicas. Son rocas basálticas y en menor escala andesíticas que, según observaciones de los autores de este trabajo, en general intruyen a la unidad. González Díaz (1972 a) reportó (para la zona entre las nacientes de la quebrada de la Bajada Fuerte y el río Seco de la Quebrada) que parte del conjunto corresponde a efusiones durante el proceso de sedimentación. Kusiak (1993), interpretó en los afloramientos occidentales, que la totalidad de los afloramientos de estas rocas pertenecen a cuerpos intrusivos, ya sea como filones capa, diques u otros hipabisales.

Los tonos varían entre gris oscuro negruzco, gris azulado y gris verdoso. La textura es porfírica, con fenocristales de plagioclasa, anfíbol y piroxenos, generalmente en una pasta intersertal.

En el filón capa que se sitúa en el valle del río Seco de la Quebrada, se ha visto una interesante estructura amigdular, en la que las amígdalas están compuestas por carbonatos, celadonita y sílice. Pero lo más llamativo es una costra que se ha formado en las diaclasas de enfriamiento del cuerpo y que le da un aspecto de *stockwork*, compuesta por carbonatos de calcio, de hierro y en muy menor escala de cobre; en los que predomina un tono verde sobre el blanco y el pardo.

Ambiente

El ambiente de depositación de la unidad es considerado básicamente como continental de abanicos aluviales, los que para Kusiak (1993) se habrían desarrollado en condiciones de aridez. González Díaz (1972 a), interpretó que el clima, al menos, debió tener una estación húmeda.

Los autores de la presente Hoja consideran que los depósitos carbonosos en facies de grano relativamente fino de la parte inferior de la formación correspondería a un ambiente distal de los abanicos, con desarrollo de áreas pantanosas y lagunares o lacustres. Posteriormente se habría producido un evento tectónico que habría reactivado la sedimentación de facies gruesas, en las que se mantenían los cuerpos de agua que daban lugar a la depositación de las calizas. Esto sumado a la presencia de restos de frondes habla de una importante humedad relativa, en coincidencia con las apreciaciones de González Díaz (1972 a).

Paleontología

El contenido paleontológico de la unidad es variado, se han hallado restos de vertebrados (reptiles), de megaflores y palinomorfos en la parte inferior aflorante de la misma.

Entre los restos de reptiles recolectados en la parte superior de la formación, en las cercanías del puesto Viejo, Bonaparte (1981), brindó la siguiente lista:

Kannemeyeria argentinensis Bonaparte

Pascualgnathus polanskii Bonaparte

Cynognathus minor Bonaparte

Para niveles inferiores, cercanos al puesto Agua de los Burros:

Vinceria sp.

Kanemeyeridos indet.

Proterosuchia indet.

Se ha citado la presencia de *Pleuromeia corda* (Morel y Artabe, 1993) cercana a sectores que contienen restos de vertebrados.

Durante los trabajos de campo fueron tomadas muestras para estudios palinológicos de unos niveles pelíticos carbonosos en la parte inferior de la unidad aflorante en el río Seco de la Quebrada. Las mismas resultaron fértiles y Zavattieri (1999), determinó preliminarmente los siguientes palinomorfos:

Anapiculatisporites spp.

Alisporites australis de Jersey 1962

Araucariacites sp.

Bascanisporites undosus Balme y Hennelly 1956

Brevitriletes bulliensis (Helby ex de Jersey, 1979a) de Jersey y Raine 1990

Calamospora sp.

Chordasporites australiensis de Jersey 1962

Cyathidites breviradiatus Helby 1967

Cyclogranisporites sp.

Inaperturopollenites spp.

Klausipollenites schaubergeri (Potonié y Klaus) Jansonius 1962

Leiotriletes directus Balme y Hennelly 1956

Leschikisporites aduncus (Leschik) Potonié 1958

Lueckisporites sp. cf. *L. virkiae* Potonié y Klaus emend. Clarke 1965b

Lunatisporites noviaulensis (Leschik) de Jersey 1979a

Platysaccus queenslandi de Jersey 1962

Protohaploxypinus spp.

Punctatisporites gretensis Balme y Hennelly 1956

Retusotriletes sp.

Secarisporites lacunatus (Tiwari) Backhouse 1988

Striatoabieites spp.

Sulcosaccispora alaticonformis (Malyavkina) de Jersey 1968

Verrucosisporites sp. cf. *V. pseudotrisecatus* Falcon 1978

Vitreisporites sp.

Estructura

Las capas que componen a la unidad por lo general se encuentran suavemente alabeadas como consecuencia de un profuso fallamiento de rumbo NNO-SSE, lo que las muestra en posición homoclinal con suave buzamiento al Oeste.

Kusiak (1993), para los afloramientos entre el dique Valle Grande y la usina Nihuil III, describió un suave plegamiento de amplio radio y rumbo general NO-SE. González Díaz (1972 a) opinó que ese suave plegamiento se debe fundamentalmente al acomodamiento de las sucesivas capas al relieve preexistente, hecho que se acentúa por el fallamiento posterior.

Los autores del presente trabajo, en investigaciones efectuadas sobre todo a lo largo del río Seco de la Quebrada, concluyeron que el alabeo regional se origina por el fallamiento sufrido, aunque es bien perceptible en las fallas la existencia de pliegues de arrastre y una ligera compresión Este-Oeste.

Relaciones estratigráficas

La unidad así descrita, cubre en discordancia, con distinta angularidad, a las volcanitas del Grupo Choiyoi y está cubierta de igual manera por las sedimentitas de la Formación Aisol (en los alrededores del puesto de Julio Montes) y por las volcanitas del Grupo Chapúa (en entornos de la misma localidad y en el Rincón del Atuel). También es frecuente observar el contacto tectónico con las volcanitas infrayacentes.

Edad y correlaciones

La edad surge del contenido fosilífero, la que para la parte superior es con seguridad pre-ladiniana, aunque para algunos autores (Báez *et al.*, 1993), basados en la asociación de reptiles que determinarían las biozonas de *Lystrosaurus* y *Cynognathus*, estaría representado el Escitiano, representado por ambas biozonas y cuya base sería el límite entre el Pérmico y el Triásico.

Por otro lado, el contenido palinológico de la parte inferior muestra una asociación con formas características del Triásico inferior, con el aditamento de que se encuentran formas como *Bascanisporites undosus*, *Brevitriletes bulliensis*, *Leschikisporites aduncus* y *Secarisporites* sp., que son propias del Pérmico superior, lo que indujo a Zavattieri (1999) a asignar a la microflora al Triásico inferior bajo a Pérmico superior alto.

Esta información, lleva a adoptar para la unidad una edad triásica inferior, con posibilidades de extender el período de depositación al lapso Pérmico superior alto-Triásico medio bajo.

2.3. CENOZOICO

2.3.1. NEÓGENO

2.3.1.1. Mioceno

Formación Aisol (12)

Areniscas muy finas a medianas

Antecedentes

El primer autor que mencionó esta unidad fue Groeber (1951), quien la asignó a los Estratos Calchaquíes. Posteriormente, Dessanti (1954, 1956) le dio la denominación de Estratos de Aisol. González Díaz (1972 a) le otorgó el nombre formal y reconoció como localidad tipo a la del arroyo Seco de La Frazada, sobre su margen izquierda y levantó el perfil tipo.

Distribución areal

No son muy abundantes los afloramientos atribuidos a esta unidad. El principal es el de la localidad tipo, al S del cañón del Atuel, que se desarrolla desde la falla que deja al O el dique Valle Grande, es atravesado por el río Seco de La Frazada, continúa al SO, bordea al cerro Aisol y desde allí, se extiende con mayor amplitud pasando a la Hoja aldeaña al S, hasta las inmediaciones del cerro El Nihuil.

Otros asomos de regulares dimensiones se observan, al N de Mina Zitro y entre los arroyos Seco del Salado Chico y El Salado, al NO de la población de 25 de Mayo. Otros, de menores extensiones se sitúan al N de la base del cerro Lomas Negras, bordeando el nivel de agradación en proximidades del puesto El Salado, en el cerro Torre Chica y alrededores y, más al N, en la zona serrana en inmediaciones de los puestos Agua de las Liebres y cerro Morado.

Litología

La unidad está conformada por una sucesión de areniscas limosas de grano fino a mediano, con tonos rosados a amarillentos, pardos y blanquecinos, bien estratificadas, que suelen presentarse en bancos masivos y con sedimentación entrecruzada. Por lo general son calcáreas, con muñecos de carbonato de calcio.

Está compuesta por granos de feldespato potásico, microclino, plagioclasa ácida, hornblenda parda, cuarzo, hipersteno, biotita y fragmentos líticos; suele hallarse vidrio volcánico y restos de diatomeas. Los granos son angulosos y subangulosos, sin mayor variación en los perfiles. La fuente de procedencia se infiere que fueron rocas ígneas, en particular volcanitas mesosilícicas. Es común la existencia de un banco de material cinerítico intercalado en las areniscas.

Un perfil efectuado por González Díaz (1972 a) en el río Seco de La Frazada, cercano al puesto homónimo (véase perfil columnar en el mapa geológico), da una idea general de la composición litológica de la formación.

Se estima para el ámbito de la Hoja, un espesor máximo de alrededor de 150 metros.

Ambiente

La observación de las estructuras sedimentarias y del contenido paleontológico demuestran que se

trata de depósitos continentales de llanura aluvial, con vegetación arbórea no muy cerrada, de tipo parque (*sensu* Cabrera y Willing, 1973), hecho que está corroborado por las piezas de vertebrados que contiene entre los que figuran reptiles (?), aves y mamíferos.

Si los restos asignados con reserva a reptiles tipo cocodrilos corresponden verdaderamente a ese orden, ello implicaría un clima de tipo subtropical durante la depositación de la unidad (Soria, 1984).

Paleontología

Fragmentos de troncos y abundantes vertebrados se han encontrado en la zona del cerro Aisol y en la localidad tipo, cuyas determinaciones llegan con dudas al rango de género, pero que en su conjunto permiten hacer inferencias muy importantes.

Los restos hallados y que se pudieron determinar son un molar superior dividido en dos fragmentos atribuibles a una especie de la familia Toxodontidae de Edad M amífero pre Chasiquense; un fragmento de un gran canino referible a cf. *Astrapotherium* sp.; una vértebra cervical, una vértebra dorsal y porciones de un metápodo y un astrágalo pertenecientes a un cf. *Theosodon* sp.; placas de glyptodontes indeterminados y un astrágalo (una porción proximal de fémur con la cabeza articular) y un cuerpo de vértebra de un Megatheriidae Planopsinae indeterminado. Se han recolectado otras piezas óseas imposibles de ser asignadas a alguna familia.

Estructura

La posición de estas sedimentitas generalmente es subhorizontal, no muestran mayores alteraciones a excepción de las que están presentes al N, donde se midieron buzamientos de 20° al Este.

Relaciones estratigráficas

En el ámbito de la Hoja se apoyan directamente sobre la antigua superficie de erosión (peneplanicie) labrada sobre rocas paleozoicas y triásicas. Así, lo hacen sobre la Formación El Imperial en la parte S del cañón del Atuel y al N de Mina Zitro; sobre las volcánicas del Grupo Choiyoi al S del río Atuel y al NE de Mina Zitro; sobre las volcánicas del Grupo Cochicó al NO de Mina Zitro y al NO de 25 de Mayo donde también se apoyan sobre el Grupo el Portillo.

Están cubiertas en discordancia erosiva por los basaltos del Grupo Chapúa, en los cerros Aisol, El Nihuil, Lomas Negras y frente a La Vigorosa a ambos lados del río Diamante, por la Formación Colonia Los Coroneles en la margen N del río Seco Salado y por acumulaciones eólicas y aluviales en el resto de los afloramientos.

Edad

La edad procede de la determinación de los restos de la fauna de vertebrados que contiene. Soria (1984) examinándolos a nivel de asociación, mostró la presencia de grupos post Edad Mamífero Santacrucesense y otros pre Edad Mamífero Chasiquense, con supremacía de los de Edad Mamífero Friasense (Mioceno medio) en la que todos los taxa quedan comprendidos.

2.3.1.2. Plioceno

Formación Río Seco del Zapallo (13)

Conglomerados, areniscas, limolitas, arcilitas y tobas

Antecedentes

A esta unidad formacional la investigaron numerosos autores. Dessanti (1956), denominó Estratos del Diamante a los afloramientos de la loma de los Huaicos y Conglomerados del Carrizalito a las exposiciones situadas al O del puesto del Carrizalito, al S de la cuesta de Los Terneros. Polanski (1964), llamó Araucaniano a todos los depósitos pliocenos que se encuentran al N y NO de la Hoja.

González Díaz (1972 a) le dio el nombre de Formación Río Seco del Zapallo, a las rocas pliocenas del borde SE de la sierra, razón por la que los autores de esta Hoja adoptan esa denominación para todas las sedimentitas coetáneas.

Distribución areal

Esta unidad se halla en la parte SO de la Hoja al O de las serranías en la loma de los Huaycos. Otros asomos menores se disponen al S de éstos, hasta la latitud del embalse El Nihuil; al S de la cuesta de Los Terneros y al N del río Diamante en la zona de la loma del Pedernal.

Los afloramientos más extensos se observan en el sector noroccidental de la Hoja, algo cubiertos por su regolito.

Al E de las serranías, la formación se localiza en el cauce del río Seco de La Hedionda; en la zona del río Seco del Zapallo, en la que se encuentra la localidad tipo y, al N de los Médanos de Picardo, entre éstos y el río Atuel.

Litología

Para la parte inferior de la unidad, en el valle del río Seco de Las Peñas, Polanski (1964: 46-48) la reconoció como preferentemente arenosa en «... *bancos de areniscas pardo grises, grises verdosas y raras veces rojizas, friables, areniscas feldespáticas con lentes de bancos de gravilla o conglomerado fino polimíctico, con participación de rodados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de la Cordillera. Entre las areniscas se intercalan de vez en cuando lentes o bancos de arcilla muy cinerítica y yesífera o limos de colores rojizos. La estratificación es variada, gradada, torrencial o continua, en bancos de areniscas y laminar en depósitos de fracción fina.*».

En la parte superior, participan sedimentitas de grano más fino, como limolitas y arcilitas de tonos rojizos a pardo amarillentos y horizontes tobáceos claros.

González Díaz (1972 a), que estudió con mayor detalle los asomos del SE de las serranías, halló características muy similares a las descritas por Polanski (1964) y asignó, a la parte inferior de la unidad, a los afloramientos del río Seco del Zapallo y a la superior, a los del río Seco de la Hedionda.

Ambiente

Son depósitos continentales de planicie aluvial, en los que se reconocieron cuerpos lagunares y la participación de sedimentos piroclásticos.

Paleontología

Es escaso el registro paleontológico de esta unidad, se reduce a la presencia de diatomeas, analizadas por Frenguelli (1934), en sedimentitas de las Huayquerías de Tunuyán, ligeramente al N de la comarca de estudio, por las que se determinó la existencia de lagunas más o menos extensas, algunas con aguas dulces turbias y otras con aguas claras salobres.

González Díaz (1972 a), mencionó un informe de Testori (1948), quien habría encontrado en las sedimentitas de la zona del río Seco de la Hedionda, restos de mamíferos asignables al Plioceno *l.s.*

Estructura

La unidad muestra regionalmente un suave plegamiento de tipo anticlinal, de rumbo NNO, con buzamientos de 10° a 20° al O en la parte occidental de la serranía y 10° a 20° al E en la parte oriental de la sierra, en la que también se visualizó una horizontalización y nuevamente inclinaciones al naciente.

Concordante con este plegamiento regional, se ven fallamientos de rumbo similar al de los ejes de pliegue, que ponen en contacto a la formación en estudio con unidades más antiguas generando pliegues de arrastre, como puede observarse en los afloramientos aledaños al puesto Carrizalito

González Díaz (1972 a) señaló inclinaciones suaves al NNE, para el «anfiteatro» del río Seco del Zapallo.

Relaciones estratigráficas

En la zona de la loma del Pedernal, la unidad se apoya discordantemente sobre rocas de la Formación La Horqueta y más hacia el N, dentro de la serranía, lo hace sobre las volcanitas del Grupo Choiyoi. En las localidades de río Seco del Zapallo y puesto Carrizal está en contacto tectónico con las volcanitas del Grupo Choiyoi. Está cubierta, en discordancia suavemente angular o erosiva, por volcanitas de los grupos Chapúa y Puente y por los depósitos pefíticos de las formaciones Los Mesones, La Invernada, Colonia Los Coronales y las piroclastitas de la Formación Yaucha.

Edad y correlaciones

Por la posición estratigráfica se la asigna al Plioceno *l.s.* Es correlacionable con la Formación Tunuyán, de la que simplemente sería continuación lateral y que ha sido datada por su contenido en restos de mamíferos.

2.3.2. NEÓGENO - CUATERNARIO

2.3.2.1. Plioceno inferior - Pleistoceno inferior

GRUPO CHAPÚA (14)

Coladas, tobas, brechas de conducto y diques basálticos

Antecedentes

A este grupo se lo interpreta y mapea en el sentido dado por Bermúdez *et al.* (1993), para las rocas

volcánicas generadas durante la Época Eruptiva Chapualitense.

En del ámbito de la Hoja, la característica saliente es la existencia de conos o bocas emisoras, que han producido erupciones de una gran cantidad de mantos y coladas que en partes coalescen.

Distribución areal

En el área de estudio, la unidad está distribuida en dos lugares principales. Uno al SE de la serranía, con los cerros Negro y Guadalito como principales exponentes, entre los que están presentes conos menores y coladas. El otro, es al N del río Diamante donde hay una serie de conos cuyos nombres principales son los cerros La Chilena, del Medio, Chato y Rodeo.

Otros asomos menores se sitúan en el sector NO de la Hoja, los cerros Guadal y Huayquería; al N inmediato del río Diamante, los cerros Lomas Negras, de los Médicos y Laura; cruzando al S del río Diamante, en las nacientes del arroyo Pedernera y cerro Negro de las Salinas y al SO de la serranía, al S del río Atuel, los cerros Aisol y El Nihuil.

Litología

La entidad está compuesta por rocas extrusivas (coladas y lapillitas) e intrusivas (brechas de conducto y diques), de composición preponderantemente basáltica alcalina.

En las coladas basálticas, los fenocristales alcanzan hasta el 30% del volumen total de la roca, con tamaños que pueden llegar a 6 mm, son casi exclusivamente de olivina y en menor proporción de plagioclasa.

Los tonos dominantes de las rocas son pardo violáceo, pardo oscuro y pardo rojizo.

Estructura

Por lo general, los distintos mantos se presentan en forma periclinal a los centros de emisión de material. Son frecuentes los diques, pequeños cuerpos y brechas volcánicas del conducto principal, alojados en fracturas radiales.

Relaciones estratigráficas

Las rocas de este grupo se apoyan sobre parte de todas las unidades anteriormente descritas y están cubiertas por los depósitos sedimentarios

cuaternarios, en particular las arenas eólicas sobre las que se desarrolló vegetación.

Edad y correlaciones

Para rocas de esta unidad, se cuenta con dataciones radimétricas determinadas por Linares y González (1990), Muñoz *et al.* (1987) y Bermúdez (1988), de las que se infiere la existencia de dos picos de actividad magmática. Uno, con extremos entre 5,1 y 2,6 Ma (Plioceno inferior a superior temprano) y otro, con valores oscilantes entre 2 y 1,5 Ma (entre Plioceno superior tardío y Pleistoceno inferior).

Esta información lleva a los autores de este trabajo a aceptar que el Grupo Chapúa tiene una edad que varía entre el Plioceno inferior al Pleistoceno inferior.

Es correlacionable con rocas de similares características que afloran en las contiguas Hojas Embalse El Nihuil al S y Volcán Maipo al O, de las que son en definitiva su continuación lateral.

2.3.2.2. Plioceno superior - Pleistoceno inferior

Formación Los Mesones (15)

Depósitos fanglomerádicos

Antecedentes

La unidad fue definida por Polanski (1963) para reunir los depósitos situados en el flanco oriental de la cordillera entre los ríos Mendoza y Diamante. En el área que abarca esta Hoja 3569 - II, San Rafael, los afloramientos marcados por Polanski (1963-1964) están situados en el sector noroccidental.

Distribución areal

Los afloramientos se circunscriben a lomadas longitudinales localizadas en las Huayquería de los Burros y también al NE de esa localidad. En el ámbito de la peneplanicie del Bloque de San Rafael se adjudican a esta unidad elevaciones mesetiformes aisladas (lomas del Pedernal, de los Huaycos y del Divisadero y cerro del Mesón) sobre ambos márgenes del río Diamante. Las cotas de la superficie de los depósitos descienden gradualmente hacia el E, desde los 1500 m hasta los 1300-1200 metros. En elevaciones aisladas del Bloque de San Rafael pueden llegar a alturas de unos 1600 metros.

Litología

Esta unidad está constituida por depósitos fanglomerádicos compuestos por rodados de rocas volcánicas y plutónicas (tonalitas, granitos, granodioritas) de tamaños variables entre 10 y 20 cm en una matriz areno-arcillosa.

Ambiente y paleontología

Los afloramientos analizados representan regionalmente las facies más distales de abanicos aluviales, depositados a distancias de unos 40 a 50 km del frente cordillerano. Así, los espesores se reducen progresivamente hacia el E con potencias mínimas de hasta unos 5 m en la zona de las Huayquerías.

Hasta el presente no se hallaron restos fósiles en esta formación.

Estructura

Polanski (1963) vinculó la generación de la Formación Los Mesones con movimientos tectónicos de ascenso del macizo montañoso que reactivaron los sistemas fluviales y promovieron la depositación de abanicos aluviales.

Relaciones estratigráficas

La unidad es discordante sobre sustratos de distinta edad. En las lomas del Divisadero se dispone sobre un sustrato de limolitas areno-arcillosas, tentativamente atribuidas al Terciario, que a su vez sobreyacen a una extensa superficie de erosión elaborada sobre rocas del Ordovícico-Silúrico (Formación La Horqueta). A lo largo del río Seco de Las Peñas los conglomerados se apoyan sobre depósitos terciarios dislocados.

Edad y correlaciones

Hasta el momento no se encontraron restos fósiles ni se han efectuado dataciones absolutas que permitan precisar la edad de la Formación Los Mesones. La asignación cronológica está fundamentada en su posición estratigráfica relativa que, según Polanski (1963), permitió interpretarla como el sedimento pedemontano más antiguo, por lo que la atribuyó al Pleistoceno temprano.

Polanski (1963) señaló la dificultad de situar temporalmente a la entidad. Su ubicación cronológica

se basó en la aceptación (tal como lo indicó Polanski, 1963) de movimientos tectónicos en las postrimerías del Plioceno de acuerdo con la opinión de Groeber (1939 b) y que habrían dislocado el sustrato terciario sobre el que la unidad se apoya en algunos sectores.

En forma provisional se ubica a esta unidad dentro del lapso Plioceno superior-Pleistoceno inferior.

2.3.3. CUATERNARIO

En la definición de las unidades litoestratigráficas formales referidas al Cuaternario, la mayor dificultad estriba en la ausencia de controles cronológicos absolutos, de manera que las edades acordadas a la mayoría de las entidades están basadas en su posición estratigráfica y en sus relaciones geomorfológicas.

Una parte sustancial del esquema aquí presentado reproduce el ordenamiento e interpretación de Polanski (1963) y de González Díaz (1964, 1972 a). La asignación temporal que efectuó Polanski (1963), para los depósitos fluviales y de piedemonte, se encuadró en el marco del esquema de las cuatro glaciaciones del Hemisferio Norte, vigente en los años '60, así como en las interpretaciones de la actividad tectónica de Groeber (1939 b), quien mencionó movimientos en el Plioceno final que habrían afectado a las sedimentitas terciarias. Así, es probable que las unidades más antiguas, ubicadas en el Pleistoceno, se hayan depositado en el Plioceno, como podría inferirse a partir de las edades más recientemente asignadas a los basaltos del Grupo Chapúa. Por otro lado es posible que, en una futura etapa, el análisis de los diversos ciclos de agradación, conduzca a reunir a todas estas formaciones en una única, integrada por otras cuyas jerarquías deberán ser objeto de detalladas investigaciones.

Por otra parte, el concepto de unidades litoestratigráficas no se adapta con facilidad para el mapeo de los depósitos cuaternarios, por ser éstos en general de potencia reducida y porque, además, las variaciones ambientales crean multiplicidad de facies que llevan a reconocer un sinnúmero de formaciones, haciendo que tanto el mapeo como la identificación, sean a veces muy dificultosos. Asimismo, se plantea el problema de los depósitos del Holoceno cuyo estudio requiere una escala de aproximación mucho más pormenorizada que la empleada para los del Pleistoceno. La información recopilada y los controles de campo efectuados revelan que en muchos de estos casos se estaría en presencia de variaciones de facies, sincronismo y procesos tiempo-

transgresivos, cuya dilucidación debe ser el motivo de futuros trabajos.

En consecuencia, el esquema que se establece debe considerarse como una primera aproximación, en la que se han respetado los antecedentes existentes, sujeto a modificaciones a medida que se obtenga información detallada, de la que se carece casi por completo en la actualidad.

2.3.3.1. Pleistoceno

Formación Las Peñas Sur (16)

Aragonitas, travertinos, tufas, tufitas y costras carbonáticas

Esta unidad, definida por Polanski (1964), se extiende en el sector noroccidental de la Hoja, principalmente a lo largo del flanco septentrional y oriental del Bloque de San Rafael, al S del zanjón del río Seco de Las Peñas. La localidad tipo es la quebrada del arroyo El Álamo, en el paraje Las Peñas. Los depósitos de estas calizas se sitúan topográficamente en posiciones muy elevadas con respecto a los cursos actuales.

Litológicamente se compone de aragonita, calcita cristalina, travertino, tufa y tufitas con cemento calcáreo con intercalaciones de capas limoníticas y ocráceas. El origen se relaciona con aguas hidrotermales.

Según Polanski (1963), la edad relativa de estos depósitos es anterior a la depositación de la Formación La Invernada, que incluye clastos de calizas de la Formación Las Peñas Sur, y posterior a la Formación Los Mesones, que no presenta rodados de calizas hidrotermales en su composición. Por lo tanto, a la Formación Las Peñas Sur se la ubica tentativamente en el Pleistoceno *l.s.* (¿Pleistoceno temprano a medio?).

Formación La Invernada (17)

Conglomerados, areniscas y limolitas

Esta unidad, establecida formalmente por Polanski (1963), fue mencionada con anterioridad por otros autores (Tapia, 1935; Groeber, 1939 b; Corte, 1954-1957) quienes le dieron distintos nombres.

La entidad se halla en asomos aislados, a lo largo de algunos sistemas de drenaje. En el área centro-norte aflora en sectores de la cuenca del río Seco de Las Peñas, tales como la Huayquería de los Burros y, más al S, aparece en la loma Agua del Chan-

cho que conforma una divisoria secundaria de aguas entre el arroyo homónimo por el O y el río Seco Silva o Silvino y el arroyo La Tosca. También se la encuentra en la cuenca del arroyo seco Los Algarrobos.

En el río Seco de Las Peñas, las exposiciones constituyen una faja discontinua en la margen N del curso, integrada por elevaciones alargadas, de cumbreras mesetiformes actualmente desmembradas por la disección fluvial de los tributarios de este arroyo. Las alturas de los afloramientos descienden hacia el E, desde los 1450 m hasta aproximadamente los 950 metros. En la divisoria de la loma Agua del Chanchito, los asomos también están desmembrados, son mesetiformes y exhiben un gradiente hacia el SE que va desde los 1150 m hasta los 950-900 metros.

La unidad está formada por depósitos de terrazas fluviales en la cuenca del río Seco de Las Peñas y de los otros sistemas de drenaje. Representa facies distales que, hacia el O, fuera del ámbito de la Hoja, pasan a depósitos fanglomerádicos. Con anterioridad, se le atribuyó génesis glacial (Tapia, 1935; Groeber, 1939 b; Corte, 1955). Según Polanski (1963), la acumulación de la unidad fue provocada por el ascenso de la Cordillera de los Andes durante «la fase póstuma del movimiento neotectónico» y la interpretó como el segundo ciclo de agradación pedemontano.

La Formación La Invernada se depositó en un relieve excavado en la Formación Los Mesones que aparece marginándola a mayor altura topográfica, a unos 50 m por encima en la vertiente N del río Seco de las Peñas y con anterioridad a los depósitos de la Asociación Piroclástica Pumícea (Polanski, 1963) que la sepulta en el límite noroccidental de la Hoja.

Hasta el presente, no se encontraron restos fósiles y tampoco se dispone de dataciones absolutas. Polanski (1964), la ubicó en el Pleistoceno, en un lapso que consideró, en forma tentativa, como correspondiente a la penúltima glaciación del Hemisferio Norte (Illinoian, Riss), cuando el modelo de las fluctuaciones glaciarias del Cuaternario suponía la existencia de cuatro glaciaciones.

La edad de la Formación la Invernada queda comprendida dentro del intervalo determinado por la Formación Los Mesones (Plioceno superior-Pleistoceno inferior) y la Asociación Piroclástica Pumícea (aproximadamente 0,5 Ma, Guerin, 1993 a).

También se incluye en esta unidad a los depósitos que González Díaz (1972 a), definió como Formación Puesto Moyano. Esta última consiste en depósitos conglomerádicos que afloran al SO de San

Rafael, entre los ríos Atuel y Diamante. Desde el frente del bloque homónimo, se extiende hacia el E a lo largo de una franja de ancho variable entre 2 y 4 kilómetros. Forma elevaciones de cumbres planas, disectadas por la red de drenaje, con alturas relativas en el orden de los 20 metros. Hacia el S, a unos 6 km del cerro Negro, se advierten otros dos remanentes de esta unidad, de menor extensión areal y próximos al frente montañoso. Son bancos de conglomerados o aglomerados con matriz arenosa y algunas lentes de areniscas con clastos de las rocas aflorantes en el bloque adyacente (formaciones Cerro Carrizalito y Agua de los Burros e ignimbritas triásicas). El espesor (González Díaz, 1964) es reducido, habiéndose medido unos 8 a 10 metros. Es definida como un fanglomerado producto de la coalescencia lateral de conos aluviales. No se han obtenido fósiles ni dataciones absolutas que permitan precisar la edad de estos depósitos que se apoyan en discordancia angular sobre la Formación Río Seco del Zapallo.

Formación Yaucha (18)

Piroclastitas

Polanski (1963) definió como Asociación Piroclástica Pumícea a las piroclastitas que afloran en las cuencas de los arroyos Yaucha y Papagayos y norte del Bloque de San Rafael, así como en la zona del cerro Diamante. En el cerro Diamante, Dessanti (1956) mencionó la existencia de «*tobas de coloración blanquecina o bien rosada*». Asimismo, se observan asomos, de muy pequeñas dimensiones, en algunas quebradas tributarias al SE del cerro Diamante y en parajes a lo largo del camino, desde el dique Agua del Toro a San Rafael. También se asignan a esta unidad pequeños afloramientos tobáceos o «bolsillos», no mapeables a la escala de esta Hoja, como el que puede distinguirse en el camino de subida al paredón del dique Valle Grande. En esta Hoja, estos depósitos se reconocen con el nombre de Formación Yaucha.

Polanski (1963) dividió a la entidad en dos miembros: el inferior, pumíceo granular y el superior tobáceo aglutinado o ignimbrita. En el área de esta Hoja, está expuesto principalmente el miembro inferior.

Guerstein (1993 a y b) describió varios afloramientos en las inmediaciones de la ruta 40. Uno de ellos, en la margen N del río Diamante, en el club de pesca de la represa Agua del Toro, consta de unos 8 m de depósitos piroclásticos que se apoyan sobre

sedimentitas asignadas al Terciario (Araucanense). Están integrados por niveles de ceniza de distinta granulometría, a veces con fracciones subordinadas de lapilli, que rematan en unos 5 m de tobas con disyunción columnar.

Estos materiales piroclásticos se vinculan genéticamente con la caldera Diamante, interpretación compatible con los volúmenes eyectados estimados y el volumen de la depresión, así como la tendencia a disminución de espesores y granulometría hacia el ENE (Guerstein, 1993 a y b)

La Asociación Piroclástica Pumícea fue considerada por Polanski (1963) posterior a la Formación La Invernada y anterior a la Formación Las Tunas (correlacionable con Formación Colonia Los Coroneles) que incluye material pumíceo redepositado. Stern *et al.* (1984) fecharon estos depósitos por el método de trazas de fisión y obtuvieron una edad de 0,45 Ma \pm 60 ka.

En esta unidad se ha incluido al pequeño asomo emplazado aguas abajo de la toma de agua del canal Izuel en el valle del río Atuel y que González Díaz (1972 a) individualizó como Formación Cuatro Compuertas. El depósito tiene unos 3-4 m y está cubierto por limos de la Formación Villa Atuel. La litología consiste en areniscas tobáceas y tobas ácidas con el agregado de elementos mesosilícicos (González Díaz, 1972 a). Guerstein (1993 a y b) señaló que las acumulaciones piroclásticas están intercaladas entre depósitos sedimentarios horizontales y presentan el aspecto de ...«*un depósito reelaborado con un delgado nivel de ceniza pura de 9 cm de espesor sin continuidad lateral*». En relación con la edad de la Formación Cuatro Compuertas, González Díaz (1972 a) la correlacionó con el miembro pumíceo granular de la Asociación Piroclástica Pumícea y la asignó al Pleistoceno medio o un poco más joven. Guerstein (1993 a y b) interpretó que la mayor parte del material piroclástico tiene características muy diferentes al de la Asociación Piroclástica Pumícea y en su mayoría parece ser reelaborado, de manera que no sería correlacionable con esa unidad.

Formación Colonia Los Coroneles (19)

Aglomerados, gravas, arenas y limos

González Díaz (1972 a) estableció formalmente a la Formación Colonia Los Coroneles a partir de lo que originalmente describió como Planicie aluvial de la Colonia Los Coroneles (González Díaz, 1964). En general, esta unidad se corresponde con lo que Dessanti (1956) mapeó como Rodados Fluvioglaciales.

Está constituida por depósitos fluviales conglomerádicos con cementación calcárea, compuesta por rodados polimícticos de rocas de la Cordillera Principal y de la Cordillera Frontal. En la superficie exhibe bloques, particularmente de basaltos, con «barniz del desierto» y material arqueológico (núcleos y lascas) en especial elaborado a partir de estas rocas volcánicas, al que Lagiglia (com. pers., 1999) adjudicó a la «Industria Los Coroneles».

El área tipo de la formación se ubica en inmediaciones de la población de 25 de Mayo, en ambos márgenes del río Diamante. Los afloramientos conforman elevaciones mesetiformes que altimétricamente descienden hacia el Este.

En la margen N del río Diamante, al NE de 25 de Mayo, se observa un escalonamiento de las superficies de agradación, descrito como disposición aterrazada por González Díaz (1964), que hacia el N alcanza la parte superior de la superficie de acumulación de esta unidad. González Díaz (1964) las interpretó como posibles terrazas de carácter cíclico. Grosso y Corte (1989) mencionaron indicios fósiles de actividad criogénica, en la primera y segunda terrazas hay dos ciclos de moldes de cuñas de hielo (*ice wedge casts*), indicadoras de condiciones de *permafrost* (véase capítulo Geomorfología), y crioturbaciones, mientras en la tercera terraza sólo se indican crioturbaciones.

En el sector al NO de 25 de Mayo aparecen remanentes en forma de *buttes* (cerro Torre Chica) y, más hacia el NO, donde los afloramientos se hacen más continuos, constituyen mesas (elevaciones del Salto Colorado). En ellos, las capas conglomerádicas están fuertemente cementadas por carbonato de calcio que suele formar bancos de hasta 1 m de espesor con escaso material clástico. Por debajo de este nivel cuspidal se presentan niveles de arenas gruesas y sabulíticas, que alternan con paquetes conglomerádicos. Los espesores son muy variables, desde 8 m expuestos hasta constituir cubiertas discontinuas de rodados fluviales dispersos en la superficie de las rocas terciarias, los que se disponen a ambos lados de la ruta al dique Agua del Toro.

Hacia el E de 25 de Mayo, la unidad se extendería en el subsuelo de acuerdo con la interpretación de González Díaz (1972 a), quien adjudicó a la misma los paquetes de depósitos fluviales integrados por gravas y material psamítico y pelítico, atravesados por perforaciones en la zona de Las Paredes, Rama Caída y Pedro Vargas. La altura disminuye en for-

ma progresiva hasta ubicarse entre los 645-620 m y 615-550 m en el subsuelo de las localidades de Cuadro Nacional y El Cerrito respectivamente.

La Formación Colonia Los Coroneles se apoya en discordancia sobre sustratos de diferentes litología y edades. En el área tipo de 25 de Mayo, unos 1000 m pendiente arriba del dique y sobre la ladera S de los afloramientos, las capas conglomerádicas con espesores promedio de unos 4 m, descansan sobre brechas muy cementadas constituidas por clastos de la roca del sustrato que corresponden al Grupo Choiyoi. Estos materiales se interpretan como depósitos de pedimentación asociados con la erosión del flanco del Bloque de San Rafael. Teniendo en cuenta sus características y sus relaciones estratigráficas y geomorfológicas, muy probablemente pertenezcan a la Formación Puesto Moyano (González Díaz, 1964). Los asomos próximos al dique Galileo Vitali, a lo largo del camino a Malargüe, están compuestos por un paquete conglomerádico y presentan una intercalación de basaltos atribuidos al Basalto IV (González Díaz, 1964).

En la margen N del río Diamante la unidad se apoya en discordancia sobre depósitos terciarios (cerro Torre Chica) o sobre el Grupo Choiyoi. En esta última zona, entre el Salto Colorado y la explotación de aragonita cercana al puesto Ortubia, el conglomerado yace en parte sobre una delgada cubierta de depósitos terciarios o bien directamente sobre una superficie de erosión elaborada sobre las volcanitas pérmico-triásicas.

La edad de la Formación Colonia Los Coroneles se ha inferido a partir de sus relaciones estratigráficas. González Díaz (1972 a) la refirió al Neopleistoceno, en un lapso comprendido entre el límite Pleistoceno medio-tardío hasta el límite Pleistoceno-Holoceno. La correlacionó con la Formación Las Tunas (Polanski, 1963) que se halla en el sector noroccidental de la Hoja, a lo largo del valle del río Seco de Las Peñas donde está cubierta por depósitos eólicos («limos parecidos a loess» de la Formación El Zampal (Polanski, 1963) y calizas de la Formación Agua de Loyola. También aflora en las cabeceras de los cursos que drenan el sector oriental del Bloque donde predominan las facies arenosas.

GRUPO PUENTE (20)

Volcanitas de composición basáltica

Se adjudica al Grupo Puente (Bermúdez *et al.*, 1993), a una efusión basáltica que se distingue de

manera neta en el área de la Hoja, sobre todo por su frescura geomorfológica y la escasez de vegetación desarrollada sobre ella.

Se encuentra a unos 6 km al O del Agua de Loyola, en una terrazuela cruzando la vaguada del río Seco de Las Peñas. Al volcancito, cuya boca está casi borrada, se lo conoce en la zona como Loma Morada. En otras zonas, al S de la Hoja, es muy frecuente hallar basaltos de este tipo.

La edad es evidentemente postglacial.

2.3.3.2. Holoceno

Formación Agua de Loyola (21)

Calizas arenosas y travertinos

La Formación Agua de Loyola fue definida formalmente por Polanski (1964). La localidad tipo es el paraje homónimo en el río Seco de Las Peñas donde se observan costras calcáreas que cubren superficies y depósitos de distinta edad.

A esta unidad probablemente correspondan las costras calcáreas que tapizan los depósitos de la Formación Colonia Los Coroneles, así como los fondos de los cauces actuales y las superficies de pedimentación en la zona de Salto Colorado y el cerro Torre Chica.

El tipo litológico principal es una caliza arenosa y cavernosa, a veces limolítica, que pasa a una limolita calcárea (Polanski, 1964).

De acuerdo con este autor la depositación, que continúa en la actualidad, estuvo vinculada a una fractura reactivada por la que surgieron aguas hidrotermales. También hay travertinos en general mal estratificados y poco resistentes a la erosión.

Según Polanski (1964), la edad de estas rocas carbonáticas es postglacial, ya que tienen una posición alta con respecto a los depósitos de loess arenoso de su Formación La Estacada.

Formación Villa Atuel (22)

Arenas y limos loessoides

Esta unidad fue definida formalmente por González Díaz (1972 a) y conforma, junto con la suprayacente Formación Río Seco de la Hedionda (no reconocida en esta Hoja), lo que el autor describió originalmente como Llanura Sanrafaelina (González Díaz, 1964). Se desea aclarar que en la presente propuesta se incluye como sección cuspidal de la Formación Villa Atuel a los depósitos que González Díaz (1972 a) individualizó como Forma-

ción Río Seco de la Hedionda. La unidad se extiende en gran parte del oasis de cultivo de San Rafael, con exposiciones a lo largo de las barrancas del río Atuel y en la base de las barrancas de cursos de menor jerarquía tales como el río Seco de La Hedionda y cursos efímeros de la bajada de Colonia las Malvinas.

La litología de la Formación Villa Atuel comprende paquetes de depósitos eólicos («limos parecidos al loess») en los que González Díaz (1972 a) reconoció varios bancos intercalados con depósitos fluviales. Una sección representativa de la unidad se ubica en la ruta 143 sobre la margen S del río Atuel. Está compuesta por unos 15 m de psamopelitas dispuestas en bancos de limos macizos que alternan con arenas fluviales, de espesores variables entre 0,20 m y 1,50 metros. La parte cuspidal, con la que remata la sucesión, está formada por 1,5 m de arena media con grava, que incluye un nivel de ceniza volcánica muy próximo a la superficie. En la parte media del perfil se observan otros dos niveles de cenizas volcánicas. Algunos bancos sedimentarios exhiben rasgos pedológicos de suelos de llanura de inundación.

En otro asomo ubicado hacia el E, aguas abajo del perfil anterior y también en la margen S del Atuel en su intersección con la ruta 143, está constituida por un depósito superior de arenas con gravas subordinadas. Se apoya sobre unos 2 m de limos arenosos macizos sin base expuesta. La parte superior de estas pelitas muestra rasgos morfológicos (agregación, bioturbaciones, colores) de un suelo enterrado de ambiente hidromórfico de planicie de inundación. Incluye restos carbonizados de tallos e improntas de macro restos vegetales.

A lo largo del río Seco de La Hedionda, la parte cuspidal está compuesta por arenas gruesas con niveles de gravilla y sábulo, dispuestas en bancos tabulares discretos que señalarían varios episodios de acumulación. En la margen S del río, González Díaz (1972 a) levantó un perfil, 500 m al O del cruce de la ruta nacional 143, en el que grafica la disposición de las distintas capas que lo integran (véase perfil columnar en el mapa geológico).

Al NO de la Hoja, en el cruce del arroyo Salamanca con la ruta 143, también se presenta un manto arenoso coronando la sucesión sedimentaria que, por sus características, es correlacionable con la parte más alta de la Formación Villa Atuel y que sepulta un paleosuelo desarrollado sobre depósitos

limo-arenosos. En los sectores proximales de la Bajada de la Colonia Las Malvinas afloran sedimentos asignables a esta unidad que también incluyen un nivel de ceniza volcánica.

En las inmediaciones de la Gruta del Indio, la unidad expuesta a lo largo de las barrancas, está integrada por facies fluviales de gravas finas cubiertas por depósitos eólicos finos. Hacia las paredes del valle, conformadas por las coladas basálticas del cerro Negro, se interdigitan con sedimentos predominantemente eólicos de granulometría fina (loess) apoyados sobre lentes de brechas de clastos basálticos que prevalecen en el sector inferior de los afloramientos.

También pertenecen a la Formación Villa Atuel los depósitos acumulados en el área que González Díaz (1964) denominó Bajada Joven de la Colonia Las Malvinas. En las barrancas de uno de los cursos que drenan estos abanicos, la sucesión se compone de conglomerados sin base expuesta, constituidos mayormente por clastos subangulosos de basaltos, procedentes del cercano cerro Negro. Están cubiertos por limos arenosos macizos, de origen eólico, de 1,5 m de espesor, con desarrollo de un suelo muy incipiente en la parte superior, a su vez cubierto por un paquete de 1 m de potencia de limos arenosos; incluye lentes de carbón y carbón disperso.

La base de la Formación Villa Atuel no es visible en la zona. Sólo en el área de Cuatro Compuertas sobre el río Atuel, se la observa apoyándose sobre la unidad homónima (ver Formación Cuatro Compuertas). Está cubierta por los depósitos de mantos de arena y médanos.

No se han obtenido dataciones que permitan precisar la edad de la unidad en análisis. González Díaz (1972 a) la correlacionó con la parte superior de la Formación La Estacada (Polanski, 1963). Las facies eólicas serían, según el primer autor nombrado, equiparables con los depósitos de la Formación El Zampal reconocida por Polanski (1963) en el sector NO de la Hoja, acumulada en las áreas interfluviales de los sistemas de drenaje del río Seco de Las Peñas y del río Seco de La Hedionda. En consecuencia, González Díaz (1972 a) le atribuyó edad postglacial.

GRUPO TROMEN (23)

Volcanitas de composición basáltica

Este grupo fue definido por Bermúdez *et al.* (1993). Incluye basaltos de retroarco que en el ámbito de la Hoja, comprenden un único afloramiento

de dimensiones pequeñas, señalado como Basalto VI por Dessanti (1956), situado en el cerro Negro de las Salinas. Éste es un cono volcánico, ubicado a unos 20 km hacia el SO de 25 de Mayo. La unidad se atribuye al Holoceno.

Médanos y mantos de arena (24)

Arenas y limos

Los depósitos arenosos que cubren un amplísimo sector de la Hoja no se definieron formalmente como unidad litoestratigráfica. González Díaz (1972 a) se refirió a ellos como médanos y «guadales» (término local utilizado para designar acumulaciones arenosas, que no constituyen elevaciones como los médanos, donde es dificultoso el tránsito con vehículos por la poca compactación de los sedimentos eólicos). Con el objeto de describir las características de esta extensa cubierta se la ha subdividido en tres áreas geográficas: Médanos de la Travesía, Médanos de Ñacuñán y Médanos de Picardo.

Los *Médanos de la Travesía* se extienden desde el N del río Seco de La Hedionda hasta el río Seco Hondo en la parte centro-noroccidental de la Hoja, donde cubren a los afloramientos del Terciario. El campo de médanos pierde definición al sur del río Seco de la Hedienda desdibujándose sus límites. Lo mismo acontece en límite norte de la Hoja, donde el cauce del río Seco Hondo se abre en varios canales abandonados de diseño distributivo.

Los médanos exhiben una morfología compleja cuyo análisis permite inferir dos sistemas. Uno, con sus ejes mayores con alineación SO-NE, al que luego se superpuso un sistema más joven de médanos asimétricos orientados NO-SE, con sus flancos SO más tendidos. Este último sistema se correlacionaría con los médanos longitudinales de pequeñas dimensiones señalados por Krömer (1996) hacia el SE, en Pampa de la Varita, fuera del ámbito de la Hoja. El citado autor homologó a estos depósitos con los médanos de la Formación El Chulengo en San Luis y los ubicó en el Holoceno.

Los *Médanos de Ñacuñán* se desarrollan en el sector centro oriental y nororiental de la Hoja, hacia el E de la zona de canales abandonados o «planicie de derrame» del río Seco de Las Peñas y del zanjón Hondo. Estos sistemas de médanos cubren en discordancia cualquiera de las unidades precedentes asignadas al Cuaternario y al Terciario tardío.

Los *Médanos de Picardo* se emplazan al S del río Atuel. Constituyen un campo arenoso de unos

600 km² y alturas de hasta 40 m (Krömer, 1996). Están muy vegetados e inactivos. Es probable que haya más de un pulso de reactivación eólica, el más moderno puede que haya removilizado la parte más superior. Hay indicios de la existencia de por lo menos dos sistemas superpuestos; el de mayor antigüedad relativa está integrado por los médanos de mayores dimensiones en sentido NNE-SSE, muy disipados por el sistema de médanos más jóvenes formados a expensas del anterior, de dimensiones mucho más reducidas, compuestos por cuerpos asimétricos con sus flancos sudorientales más tendidos.

Las orientaciones de los Médanos de Picardo se corresponden con las observadas en los sistemas de Ñacuñán y la Travesía. González Díaz (1964, 1972 a) señaló predominancia de los vientos del E, sin especificar a cual de los sistemas se refería, aunque probablemente se vinculen al sistema más joven. Para Krömer (1996) los vientos habrían procedido del cuadrante NNE deflacionando las planicies de inundación de los ríos Atuel y Diamante, pero esto no concuerda con las características litológicas que exhiben y con los campos de médanos situados al N del río Diamante, que avalan lo expresado por González Díaz (1972 a).

Los Médanos de Picardo se apoyan, según González Díaz (1972 a), sobre la Formación Villa Atuel. De acuerdo con Krömer (1996) son correlacionables con la Formación Puerta Negra (Ramonell *et al.*, 1992) y su edad sería holocena tardía. En la parte superior se han encontrado restos arqueológicos con cerámica que podrían llegar a tener una edad máxima de hasta 2000 años A.P. (Lagiglia, com. personal).

Fuera de la Hoja, los depósitos de médanos más septentrionales, fueron considerados por Polanski (1963) penecontemporáneos con los «limos parecidos al loess» de las formaciones La Estacada y El Zampal a su vez homologables con la Formación Villa Atuel. En este sentido, los bancos eólicos arenosos, intercalados con depósitos fluviales de esta última unidad, pueden corresponder a facies de ambientes bajos sometidos a inundaciones esporádicas coetáneos con la formación de estos médanos en posiciones topográficas más elevadas.

Hasta el momento se carece de información que permita fijar la edad de estos depósitos arenosos. González Díaz (1972 a) y Krömer (1996) los han asignado a intervalos áridos del Holoceno tardío. Las investigaciones efectuadas en otras áreas de la

Argentina sobre depósitos eólicos (Iriando, 1999; Zárata y Blasi, 1993), señalan condiciones de mayor aridez a partir del Holoceno medio, corroborados por indicadores biológicos (Prieto, 1996) aunque hay discrepancias en la cronología de estas condiciones. Así, en distintas regiones de la Argentina entre los 5000 y los 3000 años A.P. se incrementaron las tasas de sedimentación eólica y se produjeron reactivaciones en áreas medanosas con varios episodios secos, separados por intervalos de mayor humedad. El último de estos períodos secos corresponde a la Pequeña Edad de Hielo durante el cual, según Krömer (1996), se habría producido la generación de los médanos longitudinales de pequeñas dimensiones. Sin embargo, estas asignaciones temporales deben considerarse tan sólo como hipótesis que tendrán que someterse a una verificación cierta.

Con el objeto de efectuar una caracterización general de los depósitos arenosos de las distintas áreas, los autores realizaron análisis granulométricos y determinación de propiedades físico-químicas en tres localidades representativas de cada uno de los sectores:

- *Médanos de la Travesía*: (Médanos y Guadales, González Díaz, 1972 a) coordenadas de la muestra: 34° 25' S - 67° 59' O; profundidad de muestreo: 30 cm; posición de muestreo en el médano: media loma.

- *Médanos de Picardo*: (Médanos y Guadales, González Díaz, 1972 a) coordenadas de la muestra: 34° 46' S - 68° 13' O; profundidad de muestreo: 1,50 cm (cantera); posición de muestreo en el médano: cúspide de la loma.

- *Médanos de Ñacuñán*: (área sin estudio geológico previo) coordenadas de la muestra: 34° 02' 810 S - 67° 39' 296 O; profundidad de muestreo: 30 cm; posición de muestreo en el médano: media loma.

Los resultados que se presentan en el cuadro 1 son sólo orientativos y señalan disimilitudes que, en algunos casos, son observables en el campo. Las diferencias en color, fracciones granulométricas de las arenas y porcentaje de minerales permitirían presuponer diferentes áreas de aporte de los sedimentos eólicos arenosos. En efecto, los Médanos de Picardo se caracterizan por matices grisáceos, alta proporción de minerales pesados (casi 30 %), y la predominancia (más del 90%) de las fracciones arenosas medias y finas. En cambio los Médanos de Ñacuñán presentan matices amari-

Área	MÉDANOS DE LA TRAVESÍA	MÉDANOS DE PICARDO	MÉDANOS DE ÑACUÑÁN
color (tabla Munsell) seco	10 YR 5/3 pardo	10 YR 4/2 pardo grisáceo oscuro	10 YR 5/4 pardo amarillento
húmedo	10 YR 3/3 pardo oscuro	10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	10 YR 3/4 pardo amarillento oscuro
arena (2-0,05 mm) %	95,60	99,700	97,700
limo (50-2 μ) %	3,30	0,200	1,600
arcilla (inf. a 2 μ) %	1,10	0,500	0,700
arena muy gruesa (2-1 mm) %	1,00	0,600	0,000
arena gruesa (1-0,5 mm) %	0,20	4,500	0,100
arena media (0,5-0,25 mm) %	30,90	55,200	3,100
arena fina (0,25-0,10 mm) %	39,60	39,400	88,400
arena muy fina (0,10-0,05 mm) %	28,30	0,300	8,400
salinidad (dS/m)	0,25 no salino	1,304 no salino	0,160 no salino
pH pasta	7,10	7,400	6,500
carbonato % yeso	0,60 -----	1,100 + (positivo a acetona)	0,200 -----
minerales pesados %	18,90	27,300	9,800
minerales livianos %	81,10	72,700	90,200

Cuadro 1. Características de las arenas de los médanos.

lentos, mínima proporción de minerales pesados (inferior al 10 %) y un alto grado de selección de las arenas donde dominan (casi el 90%) las fracciones finas.

Los contenidos de carbonato de calcio son bajos y la presencia de otras sales solubles (valores de conductividad eléctrica de una pasta de suelo saturada, expresada en decisiemen/metro = milimho/cm) son también bajos en la posición del muestreo (cresta o media loma). Es probable que en posiciones intermedanasas, los valores de salinidad aumenten. Por ejemplo en la Reserva de la Biosfera de Ñacuñán se mencionan (Tanquilevich, 1971), al pie de los médanos, cifras de hasta 9259 dS/m a 1,30 cm de profundidad en correspondencia con comunidades de *Geoffroea decorticans* (chañar) a diferencia de los sectores no salinos dominados por *Prosopis flexuosa* (algarrobo).

También las sales se acumulan en sectores cóncavos de escurrimiento y retención temporaria de aguas superficiales, probablemente pertenecientes a la «planicie de derrame» de los ríos Seco Hondo y Seco de Las Peñas. Estos sectores son reconocibles por la acumulación de

sedimentos finos (hasta 80 % de limos) y frústulos de diatomeas. En el sector central de estas vías de escurrimiento, las comunidades vegetales desaparecen (peladal) por problemas de asfixia radicular y altos tenores salinos desde la superficie. En cambio en los bordes, aprovechando la mayor disponibilidad hídrica de estos sectores cóncavos y la menor salinidad con respecto al sector central, se desarrolla el estrato arbustivos de *Larrea cuneifolia* (jarilla) con dominio casi absoluto y ejemplares de hasta 6 metros de altura (IADIZA, 1995).

Sedimentos de planicies de derrame, playas y salinas (25)

Limos, arcillas y sales haloides

Estos depósitos se encuentran en dos áreas principales, una es la llanura de derrame de Ñacuñán en el sector NO, que constituye el nivel de base de la red de drenaje de esa zona entre cuyos cauces más importantes se hallan los ríos secos de Las Peñas y Hondo; la otra se sitúa sobre el esquinero SO de la Hoja y forma las salinas del Diamante, nivel de base

de la red de drenaje de ese sector y que no ha sido capturada por la red de avenamiento de los ríos Atuel y Diamante.

Se trata de depósitos de sedimentos finos, salinos. En el caso de la salina del Diamante llega a conformar la madre de la costra de sal que anualmente es cosechada por los salineros de la zona.

Sedimentos de terrenos cenagosos (26)

Limos y arcillas

Se ha estimado necesario considerar en forma separada importantes áreas de terreno centro oriental de la Hoja, cuyas características principales son, en su parte occidental, la surgencia de aguas más o menos alineadas en sentido N-S, lo que hace presumir que sobre ellas existe un control estructural. Son sedimentos finos limoarcillosos, con variable grado de humedad, hasta llegar a pantanos, a los que se puede agregar arenas y gravillas que los cauces de la zona pueden aportar durante los períodos de lluvias torrenciales.

Sedimentos fluviales encauzados (27)

Gravas, arenas y limos

Entre las planicies de inundación actual de la red de drenaje, las de mayor desarrollo areal corresponden a los ríos Diamante y Atuel. Están excavadas en los depósitos de la Formación Villa Atuel y canales de estos ríos. González Díaz (1972 a) mencionó la existencia de terrazas de inundación, en mal estado de preservación.

No hay dataciones absolutas que permitan ubicar cronológicamente el inicio de la formación de estas planicies. De acuerdo con las edades obtenidas para las formaciones La Estacada y El Zampal (Polanski, 1963) es probable que su génesis sea relativamente reciente, abarcando el lapso de los últimos 2000 años.

También se observan depósitos fluviales recientes, tales como la Pampa de la Sandía, en la bajada de Colonia Las Malvinas. Estos sectores se diferencian claramente en la imagen satelital por su mayor reflectancia espectral y por la presencia de numerosos cauces.

Áreas de fuerte modificación antrópica (28)

Rellenos areno-limosos y nivelaciones

Se ha considerado necesario separar a las extensas áreas de cultivo de los oasis de San Ra-

fael y General Alvear: Esto se hizo, no porque en ellos se opere un proceso de acumulación natural, sino porque se entiende que sobre ellas se localizan procesos de acumulación y erosión forzados, que se originan por las tareas de nivelación en terrazas de los terrenos de cultivo. No existen afloramientos naturales en la superficie, sino que se ha formado un perfil edáfico inducido, como consecuencia de las actividades culturales agropecuarias, cuyas características litológicas salientes son arenolimosas.

3. ESTRUCTURA

Dentro de la Hoja se pueden diferenciar tres ciclos estructurales: Ciclo Famatiniano (metamorfismo, deformación e intrusiones); Ciclo Gondwánico (magmatismo y deformación) y Ciclo Ándico (deformaciones y magmatismo).

Ciclo Famatiniano

La Formación La Horqueta, que es caja del Gabro Loma Alta y de la Diorita La Bordalesa, presenta metamorfismo regional dinámico y de bajo grado, con un plegamiento apretado de tipo similar y rumbo N-S, que puede ser atribuido a la Fase Oclóyica, aunque también tendría que estar afectado por la Fase Guandacólica.

A su vez, el Gabro Loma Alta muestra un arrumbamiento general y bandeamiento producto de la milonitización de igual rumbo (Fase Guandacólica).

La Formación Río Seco de Los Castaños posee un plegamiento de tipo similar en pliegues apretados, decapitados por la erosión, con rumbo general NO-SE, posiblemente ocurridos durante la Fase Precordilleránica (o Chánica?).

Ciclo Gondwánico

Se considera a la Fase Malimánica como la causante del emplazamiento de las plutonitas de Agua de La Chilena y a la Fase Sanrafaélica la que ocasionó el plegamiento de amplio radio de la Formación El Imperial.

La Formación Cerro de las Yeguas y el Grupo Cochicó se presentan dislocados probablemente por efectos de la Fase pre-Huárpica y los grupos El Portillo y Choiyoi intruyen y fueron afectados por la Fase Huárpica.

La Formación Puesto Viejo fue dislocada e intruye al Grupo Choyoi probablemente por efectos de la Fase Riojánica.

Ciclo Ándico

La evidencia más antigua de este ciclo en el ámbito de la Hoja se atribuye a la Fase Quéchuica, que localmente disloca a las capas de las formaciones Aisol y Río Seco del Zapallo.

Finalmente se asigna a la Fase Diaguítica, el fallamiento regional de tipo extensivo que provocó la extrusión y emplazamiento de las volcanitas del Grupo Chapúa.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES

La comarca se caracteriza por extensos mantos de volcanitas del Neógeno - Cuaternario y por una amplia cubierta sedimentaria cuaternaria, que yacen sobre un basamento principalmente del Ordovícico al Triásico, compuesto de manera esencial por bloques fallados e inclinados.

Fallamientos y lineamientos

Se reconoce un sistema principal de fallas regionales de rumbo NO-SE en forma más o menos paralela, que separa las serranías de la llanura. En el sector SE de las serranías es muy conspicuo el alineamiento de centros volcánicos entre los cerros Negro y Guadalito, siempre con rumbo general NO-SE. Según Cisneros y Bastías (1993), se trata de un fallamiento activo del Cuaternario, de carácter distensivo.

El mismo arrumbamiento tienen las fallas que limitan la faja oriental de afloramientos de la Formación Puesto Viejo, e igualmente los sobrecorrimientos que ponen sobre la Formación El Imperial a los metasedimentos de la Formación La Horqueta en las localidades del arroyo Punta del Agua y al E del cerro Laura, donde cruza el cauce del río Diamante.

Otro sobrecorrimiento, que coloca a las volcanitas del Grupo Cochicó sobre las sedimentitas de la Formación El Imperial, se visualiza entre el puesto Agua de las Yeguas y el arroyo Agua de las Vacas, cruzando el río Diamante. El rumbo del mismo es ONO-ESE.

Otro sistema de fallas, muy particular, es el que se advierte en el extremo N del Bloque de San Rafael donde una falla de rumbo E-O, trunca la serranía y controla el cauce del río Seco de Las Peñas.

Estructuras de plegamiento

La Formación La Horqueta muestra un plegamiento apretado de tipo similar de rumbo N-S. Otro plegamiento de este tipo, en las sedimentitas devónicas de la Formación Río Seco de Los Castaños, de rumbo NO-SE, fue descrita Núñez (1976) en la zona puesto Agua del Blanco, en este caso la estructura está decapitada por la erosión, lo que dificulta su observación.

En la Formación El Imperial se hallan pliegues de 40 a 50 m de ancho, con ejes de rumbo N-S y NNE- SSE.

Además de los plegamientos mencionados, en la comarca se advierten arqueamientos en las rocas de la Formación Río Seco del Zapallo y del Grupo Chapúa, pero, en el caso de las volcanitas, por lo general se debe al empuje de los cuerpos hipabisales que acompañan a las rocas efusivas y extrusivas.

4. GEOMORFOLOGÍA

Sobre la base de los lineamientos generales establecidos por Polanski (1963), González Díaz (1972 a) reconoció dos ambientes principales en el ámbito de la Hoja San Rafael, en las que a su vez diferenció dos unidades de paisaje: 1) Elevación pedemontana o Serranía y 2) Depresión pedemontana o Llanura Sanrafaelina. La primera abarca el sector más occidental, correspondiente al Bloque de San Rafael, mientras que la segunda comprende la mayor parte de la Hoja.

Elevación pedemontana o Serranía

En este paisaje las geoformas son predominantemente erosivas (peneplanicie del Bloque de San Rafael, cañones de los ríos Atuel y Diamante) con control estructural (dorsal del río Atuel o borde oriental del bloque) y reactivaciones tectónicas particularmente durante el Cenozoico tardío. Las geoformas de acumulación se restringen a los remanentes de niveles de agradación, a distintas alturas topográficas, en especial los asociados al río Diamante y a las formas volcánicas de los cerros Negro y Guadalito.

La *peneplanicie del Bloque de San Rafael*, que se prolonga hacia el S en lo que González Díaz (1972 a) denominó Peneplanicie exhumada del río Atuel, es uno de los rasgos más conspicuos de la

región. Esta superficie de planación se elaboró sobre las unidades estratigráficas del Paleozoico y Triásico y conserva, en algunas localidades, remanentes de la cubierta sedimentaria del Cenozoico tardío.

Esta extensa peneplanicie se habría producido durante un prolongado intervalo de estabilidad tectónica que Polanski (1963) situó en las postrimerías del Mesozoico y principios del Terciario, con posterioridad a la depositación de las unidades del Triásico. En la opinión de González Díaz (1972 a), la reactivación a causa de la Fase Neotectónica Póstuma, habría eliminado la mayor parte de la cubierta terciaria, actualmente preservada en algunos sitios, por debajo de depósitos ulteriores. Por otro lado, Polanski (1963) señaló que el rejuvenecimiento, particularmente intenso en los bordes de la superficie, quizás haya comenzado en el Terciario y posteriormente fue interrumpido durante la agradación mio-pliocena.

En las márgenes del río Diamante se observan profundos y cortos cañadones de sus tributarios, mientras amplios sectores se caracterizan por una topografía muy suave, de escaso relieve relativo y sin líneas de drenaje. Los mismos conforman las pampas que han sido cubiertas por un manto relativamente somero de arenas eólicas del Pleistoceno tardío-Holoceno. La superficie se inclina de manera suave hacia el N, en el ámbito del Bloque de San Rafael, y hacia el S, en el área de la peneplanicie exhumada del río Atuel, lo que podría indicar la existencia de una divisoria de aguas o bien de una modificación tectónica (González Díaz, 1964).

Los *cañones de los ríos Atuel y Diamante* (el primero mencionado por González Díaz, 1964, como Valle sobrepuesto del río Atuel) constituyen dos geoformas muy relevantes, representadas por profundos cortes de estos cursos, en el sustrato paleozoico-triásico. A causa de la reactivación, se habría producido la consecuente profundización de estos valles en la cubierta sedimentaria mio-pliocena hasta poner al descubierto la superficie de planación. Genéticamente, serían cursos sobrepuestos a la estructura.

La *dorsal del río Atuel* abarca la franja más oriental del Bloque de San Rafael y hacia el N se continuaría en lo que Polanski (1963) denominó Borde oriental disectado. Hacia el E está limitada por una falla tensional de rumbo meridiano a la que se asocia el emplazamiento de dos centros volcánicos basálticos (cerros Negro y Guadalito). Hacia el O, el límite correspondería, en general, con la falla del cerro Carrizalito y derivaciones menores (González Díaz, 1964).

Según González Díaz (1964), estructuralmente se interpreta como un horst o pilar alargado en dirección NNO-SSE, producto del ascenso durante el Pleistoceno medio que exhibe un escalonamiento estructural debido al movimiento diferencial de bloques. La red de drenaje muestra un grado de desarrollo muy diferente en el sector occidental, menos denso con divisorias más extensas y amplias, en relación con el oriental, caracterizado por una disecación mucho más intensa.

La *meseta del río Seco de las Peñas-Huayquerías* abarca el sector inmediatamente al N y E del Bloque de San Rafael. La misma, elaborada sobre las sedimentitas mio-pliocenas, forma una superficie que desciende hacia el E cubierta por el manto de depósitos eólicos del Pleistoceno tardío-Holoceno. Está disectada por los sistemas de drenaje del río Seco de Las Peñas y el río Seco Hondo, que conforman áreas de muy elevada densidad de drenaje, de diseño dendrítico, que dan lugar a un relieve de huayquerías. En el resto, constituye un extenso interfluvio dominado por la acción de procesos eólicos.

Los *conos y coladas basálticas* son las geoformas asociadas con los centros eruptivos de los cerros Negro y Guadalito (Grupo Chapúa, Formación Cerro Negro) a lo largo de la falla que limita por el E a la dorsal del río Atuel y que también incluye al pequeño cono denominado El Cerrito, en la planicie de agradación del río Diamante. En el caso del cerro Negro, las coladas basálticas, componen la margen austral del río Atuel a lo largo de unos 3 km en el paraje conocido como Rincón del Atuel. El aparato volcánico es de tipo múltiple, con un núcleo piroclástico integrado por aglomerados, lapillis y arenas (González Díaz, 1964). Los centros eruptivos de los cerros Huayquerías y El Rodeo están compuestos por acumulación de depósitos piroclásticos y coladas.

Depresión pedemontana o Llanura Sanrafaelina

En este paisaje predominan las geoformas de acumulación correspondientes a diversos ciclos de agradación del Cenozoico tardío que Polanski (1983) definió como Niveles de Piedemonte. Así, las formaciones Los Mesones, La Invernada, Colonia Los Coroneles y la Planicie Sanrafaelina propiamente dicha, representan sendos ciclos de agradación originados por reactivaciones tectónicas del paisaje que

generaron cambios de nivel de base en las redes de drenaje de los ríos Atuel, Diamante y sus tributarios. Desde el punto de vista geomorfológico, ello se expresa en remanentes de niveles conglomerádicos a alturas topográficas decrecientes, sobre todo a lo largo de las principales vías de escurrimiento.

En la *planicie aluvial de Colonia Los Coroneles*, a unos 5 km al N de la rotonda derivadora a San Rafael y 25 de Mayo y en el nivel aterrazado más alto (850 m s.n.m.), Grosso y Corte (1989), mencionaron dos ciclos de moldes de cuñas de hielo fósiles (*ice wedge casts*) que serían indicadoras de condiciones de *permafrost* durante el Pleistoceno. Éstas constituirían las evidencias más septentrionales reportadas en Mendoza, ya que otros moldes de cuñas fósiles fueron encontrados (Abraham de Vázquez y Garleff, 1984, 1985), a 1640 m s.n.m. en el piedemonte de las sierras Azul y de la Media Luna, en el sitio conocido como El Alambrado, departamento Malargüe.

Las evidencias de *permafrost* en los moldes de San Rafael serían la orientación de los clastos con sus ejes mayores paralelos a los lados de la cuña lo que permitiría diferenciarlas de las grietas de congelamiento estacional (*seasonal frost cracks*) y/o grietas de desecación. También Grosso y Corte (1989), indicaron la presencia de otros signos de actividad criogénica, tales como bolsillos de crioturbación. Teniendo en cuenta que la temperatura media anual en San Rafael es de 15,2°C, estimaron un descenso paleoclimático de la temperatura del orden de 19°C. Otros autores que han encontrado moldes de cuñas consideraron descensos de temperatura del orden de 17°C en Mendoza (Abraham de Vázquez y Garleff, 1984; 1985) y 16°C en Patagonia (Trombotto, 1996; 1998). Todos los autores mencionados previamente han considerado una temperatura de formación de cuñas de -3,5°C a -4,5°C. Es importante destacar que la temperatura de formación de las cuñas de hielo varía con la granulometría de los sedimentos siendo siempre más baja en materiales gruesos. Karte (1983) consideró temperaturas inferiores a -8°C para gravas e inferior a -4°C para sedimentos finos.

Vinculados a esos ciclos aluviales se desarrollan las *bajadas del Puesto Moyano* y de *las Malvinas*, en la franja del piedemonte de la dorsal del río Atuel, que se relacionarían con el segundo ciclo y cuarto ciclo de agradación (Formación La Invernada y Formación Villa Atuel respectivamente).

La Formación Villa Atuel conforma geomorfológicamente la *Planicie Sanrafaelina*, que es la unidad de paisaje de mayor relevancia econó-

mica ya que en ella se desarrolla el oasis de cultivo y los centros poblados de la región. El área entre los ríos Diamante y Atuel exhibe varios canales abandonados de estos cursos, que en parte se conectan entre sí, y que sugieren que la zona constituyó el área sujeta a la acumulación de materiales aluviales de ambos cursos.

Las formas de acumulación eólica, *médanos* y *guadales*, adquieren una amplia distribución e importancia, especialmente hacia el N del río Diamante, al S del Atuel y hacia el E, así como en parte de la Planicie Sanrafaelina entre General Alvear y Bowen. Para la descripción de sus principales características se los dividió en tres áreas geográficas: Médanos de la Travesía, Médanos de Nacuñán y Médanos de Picardo.

En los *Médanos de la Travesía*, se diferencian dos sistemas de acuerdo con las orientaciones dominantes. Uno NNE-SSO, de clara expresión morfológica hacia el E de la ruta 143, entre el río Seco de La Hedionda y el río Seco de Las Peñas, así como en un sector al N de este último, ya sobre la meseta elaborada sobre los afloramientos del Terciario. El sistema está integrado por médanos complejos de grandes dimensiones con longitud de hasta 7-8 km y ancho de hasta 1 kilómetro. Los trenes de médanos son groseramente paralelos, exhibiendo crestas algo sinuosas y en algunos casos bifurcaciones.

Al sistema anterior se superpone otro conformado por médanos de orientación casi perpendicular, NNO-SSE, que domina ampliamente en toda la zona. Los médanos que lo forman presentan distintas morfología, son de ancho mucho menor, en el orden de hasta 100 m y longitud de entre 3 y 6 km, con algunos que superan los 8 kilómetros. En planta exhiben crestas muy ligeramente sinuosas y en ocasiones bifurcaciones, lo que en conjunto determina un patrón de aspecto entrelazado en sectores. En las imágenes satelitales tienen el aspecto de médanos longitudinales aunque en las prospecciones efectuadas se pudo constatar perfiles asimétricos con la pendiente sudoccidental más tendida que la nororiental. Asociados a éstos hay cuerpos medanosos de distinta forma y más pequeños, algunas semejantes a médanos barjanoides.

A los *Médanos de Picardo* los caracterizó González Díaz (1972 a) como un campo de médanos transversales con crestas bastante conservadas y orientación NNE-SSO. Por su parte, Krömer (1996) los definió como longitudinales. El análisis de imágenes satelitales y las observaciones de campo, seña-

lan grandes cuerpos medanosos complejos, asimétricos, orientados en sentido NNE-SSO y con sus flancos, del cuadrante sudoriental, muy tendidos y de hasta 2 km de longitud y los noroccidentales muy inclinados con áreas intermedanasas aproximadamente equidistantes. En los flancos sudorientales hay cuerpos medanosos de menores dimensiones y con la misma orientación y otros superpuestos, de dirección prácticamente perpendicular, lo que origina un patrón de tipo reticulado. En un corte de una cantera de explotación de arenas fue posible advertir la estratificación entrecruzada.

Los *Médanos de Ñacuñán* presentan dos asociaciones de geformas medanosas. Un sistema de cuerpos de aspecto asimilable a dunas parabólicas, disipadas en grado variable, de hasta 2 km de longitud, con sus ejes mayores orientados en sentido NNO-SSE. Son todavía visibles en número considerable en el sector central y en menor medida en el ángulo nororiental de la Hoja. Sobre ellos se superpone un sistema de médanos de orientación NNO-SSE, asimétricos, con sus pendientes más tendidas hacia el SO. En el ángulo NE de la Hoja muestran una dirección NO-SE. En principio estos dos sistemas son correlacionables con los de los Médanos de la Travesía.

La *planicie de derrames de Ñacuñán* corresponde en general a la Unidad de Huayquerías incipientes (González Díaz y Fauqué, 1993). Comprende un área caracterizada por líneas de drenaje con diseño de tipo distributivo pertenecientes a los ríos Seco de las Peñas y Seco Hondo. Es un área básicamente de acumulación que parece haber sido más activa en el pasado, al menos con anterioridad a la generación de la cubierta de médanos. Probablemente se vincule con el proceso erosivo que dio origen al paisaje de huayquería, con diseño dendrítico, propio de las cabeceras de los cursos antes mencionados.

En algunos sectores los depósitos arenosos se pultaron parcialmente a ciertos cursos, mientras que otros siguen siendo todavía funcionales. Estos últimos, probablemente correspondan a los sectores concavos de acumulación de sedimentos finos y sales conocidos como peladales y cenagales (Tanquilevich, 1971) identificados en la Reserva de la Biosfera de Ñacuñán.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

En el ámbito de la Hoja, el primer acontecimiento geológico del que se tiene registro es la pre-

sencia durante el Ordovícico, de una cuenca en la que se depositaron las sedimentitas de talud y cuenca profunda de la Formación la Horqueta, que sufrieron intrusión de gabros, dioritas y pórfidos andesíticos y deformación por efectos de la Fase Oclóyica.

Hasta el Silúrico siguió la depositación de la Formación La Horqueta que fue deformada y afectada por metamorfismo regional y cinemático, generándose un plegamiento apretado de rumbo N-S, atribuido a la misma fase diatrófica mencionada anteriormente.

Si bien no se han encontrado evidencias de una discordancia regional, la inundación marina continuó (o volvió a producirse) en tiempos devónicos, depositándose las grauvacas y pelitas de la Formación Río Seco de los Castaños, que fue deformada en pliegues de rumbo NO-SE, durante la Fase Chánica del Ciclo Famatiniano.

Durante el Carbonífero inferior se produce un episodio magmático que provoca el emplazamiento de la Granodiorita Agua de La Chilena, acontecimiento atribuido a la Fase Malimánica del Ciclo diatrófico Gondwánico.

Una nueva inundación marina ocurrió durante el Carbonífero superior, en la que se depositó la Formación El Imperial, hecho culminó en el Pérmico inferior, tras lo que fue plegada por efectos de la Fase Sanrafaélica.

Los depósitos de la Formación El Imperial, marcan la evolución de la cuenca, desde la transgresión marina con depósitos tilloides en la base y de plataforma distal, que son sustituidos por depósitos de plataforma proximal, luego fluvial deltaico y marino somero para finalmente pasar a un neto dominio continental fluvial en sus términos superiores.

Ya instalado el dominio continental, la comarca se caracteriza por la presencia de extensos afloramientos de volcanitas acompañadas en menor escala por sedimentitas y cuerpos hipabisales. Se trata de las rocas que integran la Formación Cerro de las Yeguas y el Grupo Cochicó, que fueron plegadas y dislocadas por efectos de la Fase pre-Huárpica, generándose otra discordancia de tipo regional.

Luego continúan las volcanitas e hipabisales básicas, ácidas y mesosilícicas del Grupo Choiyoi, que fueron dislocadas por efectos de la Fase Huárpica del Ciclo Gondwánico.

A continuación se generaron los intrusivos, volcanitas y sedimentitas del Grupo El Portillo y de

la Formación Puesto Viejo, los que sufrieron dislocamiento, probablemente por efectos del diastrofismo riojánico.

Sobreviene un largo período de erosión y peneplanización, que culmina durante el Mioceno cuando sucede la depositación de las sedimentitas de la Formación Aisol, las que se consideran que fueron afectadas por la Fase Quéchuica del ciclo Andico. Continúan sobre las unidades precitadas, las sedimentitas de la Formación Río Seco del Zapallo, levemente afectadas por el diastrofismo de la Fase Diaguítica, tras lo que sigue el volcanismo basáltico del Grupo Chapúa y los depósitos sedimentarios del Pleistoceno superior - Holoceno, parte de los cuales aún ocurren.

6. RECURSOS MINERALES

El depósito mineral y la explotación más importante de la Hoja lo constituye el yacimiento de uranio Dr. Baulés - Los Reyunos, que aún cuenta con importantes reservas.

Pequeños depósitos de fluorita que conforman los grupos que se denominan Los Tolditos, 25 de Mayo y Piedras de Afilar fueron trabajados por décadas. A la fecha, algunos de ellos están en vías de reactivación.

Por recolección superficial y manual, se explotaron numerosos afloramientos de cuarzo lenticular que se alojan en sedimentitas ordovícicas. Esto se hizo hasta los últimos años de la década pasada, mientras estuvieron en actividad las plantas productoras de ferroaleaciones instaladas en la Villa El Nihuil.

En forma continua se llevó a cabo la explotación de rocas de aplicación, tales como piedra laja, travertino y ónix, salvo durante la crisis de los últimos cinco años donde hubo una paralización casi total, a la fecha con una leve reactivación.

La extracción de ignimbritas riolíticas («pórfido») es aún reciente y por lo tanto escasa, pero está adquiriendo mayor interés.

Otro producto mineral de gran importancia dentro de la Hoja es la sal de cosecha de las salinas del Diamante. Además de la producción, en el lugar se efectúan las etapas de procesamiento y envasado con mano de obra local.

La explotación esporádica de arcillas para elaborar ladrillos se realiza sobre todo en la zona de Atuel Norte, en las proximidades del río Atuel.

6.1. DEPÓSITOS DE MINERALES METALÍFEROS

Cobre-Molibdeno

Infiernillo

La zona de Infiernillo se sitúa a 53 km en línea recta al OSO de la ciudad de San Rafael, y a 9 km al SSE de la mina Las Picazas. Para llegar desde San Rafael, se toma unos 75 km por la ruta asfaltada 144 hasta las salinas del Diamante, donde nace una huella hacia el NNE hasta el puesto Agua del Infiernillo, 30 km aproximadamente. Hasta ese puesto se puede utilizar un vehículo de tracción simple, a partir de allí, el acceso se debe efectuar a caballo, unos 6 km hacia el Norte.

Se trata de un pórfiro dacítico alterado y mineralizado que presenta una forma oval (Fuschini, 1968), con un eje mayor orientado N-S de 4,5 km de largo y uno transversal de 3,5 km, que intruye metasedimentos y tobas de edad pérmica y es a su vez intruido por diques de un pórfiro riódacítico y diques basálticos. El pórfiro dacítico podría tener edad pérmica inferior alta.

En la parte central del cuerpo hay un núcleo silicificado, de 200 m de longitud por 60 m de ancho, que está rodeado por una zona (de unos 500 por 200 m) intensamente fracturada, decolorada e inyectada por cuarzo, con abundante cantidad de venillas de hematita cerca del núcleo de cuarzo. Rodeando este núcleo y con forma de herradura, se advierte una zona con alteración sericítico-arcillosa y silíceo. En los sectores central y S hay evidencias de propilitización. Son comunes, en todo el cuerpo, las venas y venillas de cuarzo, cuarzo-calcita o calcita, aparentemente posteriores, que siguen fallas y diaclasas principalmente de rumbo N-S y E-O.

Se distribuyen anomalías de Cu y Mo en forma circular en el sector marginal del cuerpo, en fajas de rumbo NNE, NNO y ENE en las zonas de mayor fracturación.

En profundidad presenta una zona de oxidación de escaso espesor de hasta 20 metros. La erosión eliminó posibles zonas de oxidación y enriquecimiento secundario. A mayor profundidad, la mineralización aparece en vetas y vetillas de cuarzo o finamente diseminada. Se reconocieron pirita, calcopirita, molibdenita, arsenopirita, galena y esfalerita, que evidencian la existencia de una zona de mineralización primaria.

Plomo-Arsénico

Río Diamante

La mina Río Diamante, también conocida como Las Picazas, se sitúa en la margen S del río Diamante, a unos 56 km al ONO de la ciudad de San Rafael, a una altura que oscila entre 1150 y 1650 m sobre el nivel del mar. Para acceder al lugar se parte desde San Rafael, por la ruta asfaltada 144, y se transita unos 75 km hasta las salinas del Diamante, desde donde nace una huella hacia el NNE a lo largo de unos 50 kilómetros. Se debe utilizar vehículo doble tracción y contratar servicio de baqueano. Es una antigua mina explotada esporádicamente desde fines del siglo XIX hasta la década de 1920 y totalmente desmantelada en los años '50.

La roca de caja la conforman los esquistos sericíticos de la Formación La Horqueta, los que están fuertemente deformados, con un intenso plegamiento e inyectados por numerosas guías de cuarzo hidrotermal (Carpio, 1999). El rumbo general es N30°O y la inclinación 20° SO. La deformación está acompañada localmente por fallas que tienen una dirección predominante N30°O y buzamiento de 60° al SO, algunas de las cuales fueron ocupadas por la mineralización.

La mineralización consiste en vetas de cuarzo (Monchablón y Mirson, 1948), con sulfuros primarios de plomo, arsénico, hierro y cinc, y variados minerales secundarios. Se trata de un conjunto de vetas subparalelas en el que se destacan dos vetas principales, Juanita y Picaza, con rumbo general N30°O y buzamiento 60° SO, con una potencia entre 0,50 y 2,50 m y un largo de hasta 3500 m (Catalano, 1942). Los sulfuros se presentan como masas lenticulares, acompañadas por cuarzo estéril o poco mineralizado (Dessanti, 1956).

La mineralización primaria es de galena argentífera con abundante arsenopirita, pirita y escasa esfalerita. La ganga es de cuarzo manchado con oxidados de hierro y arsénico. Los minerales secundarios son cerussita, limonitas, hemimorfita, escorodita y escasas anglesita, malaquita y azurita (Jorgensen, 1961; IDEMSA, 1987).

En la veta Las Picazas, en el tramo que se localiza en el cerro Las Picazas, se determinaron 11.000 t de reservas medidas entre dos niveles, a las que se podrían adicionar 10.000 t como reservas indicadas, que estarían en galerías anegadas. Se consideran como reservas inferidas unas 100.000 t en la veta principal (Morón, 1968).

El sistema de explotación que se empleó fue aparentemente realce sobre saca. También se habría aplicado, en forma frecuente, el tipo pirquén.

Los sulfuros de arsénico habrían sido utilizados durante la Segunda Guerra Mundial, para obtener materia prima para la producción de anhídrido arsenioso, a partir de los relaves de la planta (Angelelli, 1984).

Santa Teresa

Esta mina se localiza a 400 m al N del puesto Agua del Infiernillo, en la margen derecha del arroyo Totorá. Se trata de un sector alterado que cubre 400 m de largo, en sentido N-S, por unos 200 m de ancho, afectado por numerosas fallas.

Existen numerosas vetas, de las cuales la principal tiene un rumbo N30°O con inclinación 70° NE y potencias entre 0,20 y 2 metros. En ella se realizaron varios piques y un chiflón. La mineralización está compuesta por pirita, arsenopirita, galena, esfalerita y calcopirita, en ganga de cuarzo.

Uranio

Yacimiento Dr. Baulés - Los Reyunos

Constituye el depósito de uranio más importante del país. Se ubica en la sierra Pintada a 8 km al SO de la población de 25 de Mayo. Para llegar al yacimiento, desde esta localidad, se debe recorrer 1 km hacia el O por la ruta que va a Agua El Toro, donde nace hacia el S el camino que conecta esta ruta con la 144 (San Rafael-Malargüe). Apenas transitados 3 km por esta vía, se encuentra, con dirección SO, el acceso de 2 km a la CNEA. Se puede utilizar un vehículo de tracción simple, dado que hasta el ingreso a las instalaciones el total del recorrido es totalmente asfaltado, mientras que por el interior del yacimiento los caminos están muy bien conservados.

Los primeros hallazgos uraníferos del distrito (Salvarredi, 1999) fueron efectuados por CNEA en 1956 sobre manifestaciones de hábito vetiforme localizadas en la zona de la cuesta de Los Terneros. Al ampliarse la exploración en la zona se descubrió, entre 1957 y 1968, una constelación de anomalías que posteriormente se estudiaron sobre la base de perforaciones y trincheras. Entre aquellas nuevas manifestaciones se contaban Agua del Toro y los Chañares, cuyas mineralizaciones están alojadas en areniscas pérmicas. Los depósitos encontrados no tenían importancia económica; sin embargo, brinda-

CUADRO-RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES, HOJA 3569-II SAN RAFAEL

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA	LITOLOGIA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD	MINERALOGIA	LABORES MINERAS
				X	Y						
1	Plomo	El Paisano	Arroyo El Durazno	34°20'00"	68°45'05"	1:100.000 3569-1	Tobas liticas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Ga, Py, Bi, Q, Ca, Srd Py, Cp, Py, Az, Ang, Lim, Q	Tres labores cortavetas, pique y galería inaccesible Labores de destape?
2	Plomo	La Paisanita		34°20'15"	68°46'36"	3569-7					
3	Caolín	La Nenina Don Martín		34°20'28" 34°26'20"	68°45'44" 68°54'45"	3569-7 3569-7					
4	Vanadio	Santa Elena	El Imperial	34°26'35"	68°54'30"	3569-7	Esquistos filíticos intruidos por cuerpos subvolcánicos riolíticos	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Van, Oxfe, Ga, Q, Ml, Py, Pírol, Cp, Lim	Numerosos labores superficiales, destapes, trincheras y un rajo de 85 m de largo por 7 m de profundidad. Pique de 16 m y otras labores subterráneas no accesibles
5	Manganeso	El Lindero	El Imperial	34°28'12"	68°49'36"	3569-7	Piroclastitas y sedimentitas volcánicas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Oxmn, Oxfe, Ca	Dos pequeños destapes de 3x2x1 m aproximadamente
6	Cuarzo	Maria Irma	El Imperial	34°27'30"	68°55'15"	3569-7	Esquistos filíticos	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Q	Socavones y trincheras
		Maria Eugenia		34°28'13"	68°55'56"						
		Julio César		34°28'20"	68°55'17"						
		Imperial		34°28'40"	68°55'40"						
		Don Héctor		34°28'44"	68°55'03"						
		Don Eusebio		34°28'45"	68°55'44"						
		El Milagro		34°28'46"	68°56'03"						
		Don Arturo		34°29'05"	68°55'25"						
Don César	34°29'09"	68°54'56"									
7	Plomo	El Rodeo	El Imperial	34°29'18"	68°54'08"	3569-7	Diques dioríticos	Granodiorita Agua de La Chilena	Carbonífero inferior	Q, Ga	Hay dos destapes dispuestos a 4 m entre sí, con dimensiones de 6x2x2 y 6x3x4. Chiflon de 4 m de profundidad.
				34°29'58"	68°54'38"	3569-7	Piroclastitas y sedimentitas volcánicas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Psi	Dos trincheras de escasas dimensiones
8	Manganeso	Don Torres	El Imperial	34°29'45"	68°49'10"	3569-7	Cuarcoitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior	Varios frentes dispersos	
9	Piedra leja	La Cantera	El Imperial	34°30'49"	68°55'51"	3569-7	Esquistos filíticos	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Q, Gra	1 socavón
10	Grafito	La Armonía	La Chilena	34°31'47"	68°46'43"	3569-7					

CUADRO-RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES, HOJA 3569-II SAN RAFAEL

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1:100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y						
11	Fluorita	Alvarez Condarco	La Chilena	34°32'17"	68°48'32"	3569-7	Pórfido riolítico	Grupo El Portillo	Pérmico inferior-Triásico inferior	Fi, Q	1 rajo de 3 m de largo, otro de 6 m y 1 pique de 2,5 m de profundidad, labado
		34°32'21"		68°48'24"	2 pequeños rajos						
		34°32'26"		68°48'19"	1 pique inundado de 10 m de profundidad y 3 rajos de 2-3 m de largo						
12	Grafito	La Paraguaya	La Chilena	34°32'38"	68°46'29"	3569-7	Esquistos filíticos	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Q, Gra	2 socavones derrumbados
13	Plomo-Plata	Río Diamante	Las Picazas	34°33'57"	68°49'34"	3569-7	Esquistos y filitas	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Garg, Bi, Py, Ars, Cp, Q, Fi, Cer, Ang, Lim, Mi, Az, Esc, otros.	6 niveles con 1780 m de labores diversas. Sondeos de exploración. Rajos, piques, chiflones, etc.
14	Fluorita	Los Dos Amigos	Agua del Toro	34°34'03"	69°00'00"	3569-7	Brecha andesítica	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Fi, Cid	70 m de socavón, 2 piques de 40 m, galería de 90 m, realeses, cortavetas y sondeos.
15	Fluorita	La Esmeralda	Agua del Toro	34°33'55"	68°57'25"	3569-7	Andesitas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Fi, Cid	Socavones, piques y galerías derrumbadas
		34°34'07"		68°57'15"							
		34°34'20"		68°57'10"							
16	Fluorita	Gibraltar	El Alumbre	34°35'03"	68°57'00"	3569-7	Cuarzitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior	Fi, Cid, Q, Ca	Labor de 150 m de largo por 7-8 m de ancho y 10 m de profundidad, siguiendo la veta
17	Plomo	Agua del Pablitto	Las Picazas	34°35'17"	68°48'06"	3569-7	Esquistos filíticos	Formación La Horqueta	Ordovícico-Silúrico	Lim, Ga, Fi, Py, Q	1 galería (7 m) y 5 pequeños destapes. Labores 700 m al NO: rajo a cielo abierto, 1 pique de más de 10 m de profundidad. Labores 750 m al SE: 1 destape, 1 galería de 6 m y 1 pique de 4 m de profundidad
18	Fluorita	La Esperanza	La Josefa	34°36'02"	68°58'45"	3569-7	Andesita	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Fi, Q, Cid	Rajo a cielo abierto con labores subterráneas inaccesibles
19	Piedra de afilar	El Alumbre	El Alumbre	34°36'14"	68°55'16"	3569-7	Areniscas y limolitas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior		
20	Plomo	El Cacique	La Horqueta	34°36'20"	68°54'04"	3569-7	Andesita	Formación Cerro de Las Yeguas	Pérmico inferior	Lim, Oxfé, Q, Ga, Py	3 piques de 3-4 metros de profundidad y un pequeño destape, separados 3 m

CUADRO-RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES, HOJA 3569-II SAN RAFAEL

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS			HOJA 1:100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y	Z						
21	Plomo	La Ceila	El infernillo	34°37'15"	68°47'10"	3569-7	Volcanitas alteradas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Q, Oxfe, Ga, Ca	1 pique semiderrumbado de 15 m de profundidad y numerosos socavones de escaso desarrollo	
22	Piedra de afilar	Alumbre Sur	El Alumbre	34°37'25"	68°55'26"	3569-7	Cuarzitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior			
23	Plomo	Rosario		34°37'37"	68°47'12"	3569-7				Oxcu, Ga, Lim,	3 piques, 1 inundado	
24	Cuarzo	Carlos Daniel Cardozo		34°38'20"	68°47'37"	3569-7				Q, Oxfe		
25	Plomo	Carmen	El infernillo	34°38'32"	68°47'04"		Rocas efusivas, hipabisales y piroclásticas			Oxfe, Lim	5 piques y 1 socavón inundados	
	Cobre	Santa Teresa		34°39'16"	68°47'132"	3569-7		Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Py, Ga, Lim	1 pique aterrado de 3 m de profundidad y 1 pique inundado	
	Plomo	San Francisco		34°39'42"	68°47'53"					Py, Hem, Lim, Ca, Oxcu	2 piques, 1 socavón y rajos	
26	Hierro	Claudia	Salinas del Diamante	34°40'02"	68°47'46"	3569-10	Cuarcita	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior	Py, Ga, Lim	2 piques inundados de profundidad desconocida	
				34°53'31"	68°51'00"					Oxfe, Q	Labor de exploración que consiste en un rajo de 20 m de largo por 3 m de ancho y 3 m de profundidad, con acumulación de material edúico con vegetación	
27	Halita	Salinas del Diamante	Salinas del Diamante	34°55'46"	68°52'09"	3569-10	Limos, arcillas y sales haloideas	Sedimentos de planicies de derrame, playas y salinas	Holoceno	Ha, escasos MgCl ₂ y Na ₂ SO ₄	En una superficie de 2.000 ha, preparación anual de piléatas y remoción de sedimentos de embanque, para una producción de hasta 30.000 t anuales, en 3 a 4 cosechas	
				34°56'19"	68°50'51"							
				34°56'30"	68°51'06"	3569-10						
				34°56'42"	68°51'20"							
28	Manganeso	Alegría		34°28'28"	68°41'48"	3569-7	Volcanitas mesosilíceas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Oxmn	Socavones	
29	Uranio	Los Reyunos	Cerro Bola	34°37'42"	68°36'44"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Urn, Bran, Coff, Uran, Lie, Hem, Gth	Idem N° 34	

CUADRO-RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES, HOJA 3569-II SAN RAFAEL

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1:100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y						
30	Piedra Iaja	El Coral	Cerro Bola	34°38'25"	68°35'40"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior		Varios frentes dispersos
31	Piedra Iaja	Los Reyunos		34°38'37"	68°36'30"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas				
32	Piedra Iaja	Cerro Bola		34°38'45"	68°35'15"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas				
33	Piedra Iaja	Patricia		34°39'35"	68°35'00"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas				
34	Uranio	Dr. Baulies	La Pintada	34°39'50"	68°36'41"	3569-7	Areniscas cuarzo-feldespáticas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Urn, Bran, Coff, Uran, Lie, Hem, Gth	Open pit de 800 m por 500 m y otros de menores dimensiones, en conjunto con depósito N° 29 Los Reyunos
35	Piedra Iaja	La Generosa	La Pintada	34°40'40"	68°40'20"	3569-10	Cuarzitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior		Frente de explotación de 200 m en distintos sectores
36	Uranio	La Pintada	La Pintada	34°40'58"	68°40'36"	3569-10	Areniscas cuarzo-feldespáticas	Grupo Cochicó	Pérmico inferior	Urn, Bran, Coff, Uran, Lie, Hem, Gth	40 perforaciones de hasta 300 m, trincheras
37	Piedra Iaja	El Toscal Rozado	La Pintada	34°41'28"	68°40'05"	3569-10	Cuarzitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior-Pérmico inferior		Frente de explotación de 600 m y explotado en 5 sectores con 50-60 m
38	Uranio	Cuesta de los Temeros	Cuesta de los Temeros	34°41'35"	68°34'10"	3569-10	Pórfido riolítico	Grupo Choyoi	Pérmico inferior-Triásico inferior	Urn, Uran, Scho, Aut, Cld, Gyp, Op	1 pique de exploración, trincheras
39	Manganeso	San Rafael	Cuesta de los Temeros	34°41'58"	68°32'23"	3569-10	Pórfido riolítico	Grupo Choyoi	Pérmico inferior-Triásico inferior	Pírol	
40	Caolín	Blanquita	Cuesta de los Temeros	34°42'27"	68°32'20"	3569-10	Pórfido riolítico	Grupo Choyoi	Pérmico inferior-Triásico inferior	Cln	

CUADRO-RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES, HOJA 3569-II SAN RAFAEL

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1:100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABORES MINERAS
				X	Y						
41	Piedra laja	El Eden II	La Pintada	34°43'23"	68°42'30"	3569-10	Cuarcitas y areniscas	Formación El Imperial	Carbonífero superior- Pérmico inferior		
42	Piedra laja	El Eden I		34°44'18"	68°42'00"	3569-10					
43	Hierro	La Venturosa	La Venturosa	34°49'10"	68°30'40"	3569-10	Riolitas	Grupo Choiyoi	Hem, Gth		Labor de escasa profundidad y de 4 m de ancho
44	Manganeso	El Baqueano	Puesto Aisol	34°53'45"	68°30'48"	3569-10	Riolitas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior	Oxmn	
45	Hierro	El Nihuil	Puesto Aisol	34°59'15"	68°35'30"	3569-10	Riolitas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior	Oxfe	
46	Manganeso	Pozo Verde	Cuesta de los Terneros	34°42'45"	68°28'15"	3569-11	Riolitas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior	Psi	
47	Bentonita	La Carmona	Cuesta de los Terneros	34°45'00"	68°28'48"	3569-11	Riolitas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior	Ben	
48	Uranio	Rincón del Atuel	Cuesta de los Terneros	34°46'10"	68°28'40"	3569-11	Dique basandesítico	Grupo El Portillo	Triásico inferior	Mez, Jar, Esc	30 perforaciones de hasta 30 m, trincheras
49	Piedra laja	Cerro Carrizalito Oeste	Cerro Carrizalito	34°47'15"	68°29'30"	3569-11	Ignimbritas riolíticas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior		
50	Cuarzo	Valle Encantado	Cerro Carrizalito	34°47'15"	68°27'24"	3569-11	Basalto	Grupo Chapúa	Plioceno-Pleistoceno	Q	
51	Caolín	La Escondida	Cerro Carrizalito	34°48'15"	68°27'25"	3569-11	Tobas riolíticas	Grupo Choiyoi	Pérmico inferior- Triásico inferior	Cln	

Abreviaturas: Ang: anglesita, Ars: arsenopirita, Aut: autnita, Az: azurita, Ben: bentonita, Bl: blenda, Bran: brannerita, Ca: calcita, Cld: calcedonia, Cln: caolín, Cp: calcopirita, Cer: cerussita, Coff: coffinita, Esc: escorodita, Fl: fluorita, Ga: galena, Garg: galena argentífera, Gra: grafito, Gyp: yeso, Gth: goethita, Ha: halita, Hem: hematita, Jar: jarosita, Lie: liebigita, Lim: limonita, Mez: metazeunerita, Ml: malaquita, Op: ópalo, Oxmn: óxidos de manganeso, Oxcu: óxidos de cobre, Oxfe: óxidos de hierro, Pírol: pirolusita, Psi: psilomelano, Py: pirita, Q: cuarzo, Scho: schroëckingerita, Sid: siderita, Uran: uranofano, Urn: uraninita, Van: vanadinita

ron las pautas iniciales para indicar una prospección adecuada sobre las unidades geológicas consideradas fértiles.

En 1968 se realizó la prospección aérea en detalle, en una malla de 250 m, de un sector amplio (aproximadamente 1800 km²) de las sierras Pintada y de las Peñas. Como consecuencia de ello, se detectaron numerosas anomalías confirmadas posteriormente por control terrestre. Esta investigación permitió la ubicación de los depósitos de la estructura braquianticlinal del arroyo El Tigre que constituyen hoy los yacimientos Dr. Baulés al S y Los Reyunos al N y la confirmación de indicios uraníferos de tipo vetiforme sobre fallas abiertas ocupadas por diques basálticos pérmicos. También se pudieron descubrir los yacimientos en areniscas La Pintada, Los Reyunos y Carrizalito

En el año 1969 y en la década del '70 se verificaron ensayos y operativos de prospección geoquímica estratégica de aluvión y aguas, que cubrieron un área de 400 kilómetros cuadrados.

Entre 1969 y 1975 se hicieron relevamientos geológicos, prospección radimétrica y perforaciones que brindaron la información que posibilitó conocer el potencial del yacimiento.

En 1975 comenzó la explotación de una pequeña cantera en el Sector Tigre III y, en 1976, la explotación parcial de Tigre I, la que luego se extendió a otros sectores al implementarse en el lugar el sistema de lixiviación en pilas para la recuperación del uranio.

Desde 1975 hasta 1982 se efectuaron perfiles geológicos semi-regionales y programas de perforaciones en malla y de exploración. También se realizó un mapa fotogeológico a escala 1:20.000.

Para el distrito, el total de perforaciones en malla regular (de evaluación de reservas y de exploración) y abierta, alcanza 150.700 m, de los cuales el 79% corresponde a perforaciones de exploración en malla regular y el 21% a sondeos de exploración geológico - estructural. Para el braquianticlinal del arroyo El Tigre y adyacencias, el metraje de perforaciones se aproxima a los 97.000 metros

Desde el descubrimiento de los depósitos, las tareas de exploración involucraron, en sucesivas etapas, estudios e interpretaciones orientadas a determinar la génesis de los yacimientos del distrito y la significación de los aspectos estructural, de roca madre (proveniencia posible del uranio), sedimentológico, mineralógico, de estratigrafía y sedimentología de ambientes volcániclasticos y de

terminación de la paleogeografía. Los estudios sirvieron para establecer guías de exploración adecuadas al modelo de mineralización al que se ha arribado.

Con relación a la litología, las rocas portadoras de la mineralización son areniscas cuarzo-feldespáticas y cuarzo-feldespático-líticas, que pertenecen al Miembro Areniscas Atigradas de la Formación Los Reyunos. Son ricas en sodio debido a que el feldespato que predomina es albita. En el área de los yacimientos, las areniscas están apoyadas en concordancia sobre conglomerados del Miembro Psefítico y subyacen a ignimbritas riódacíticas pertenecientes al Miembro Toba Vieja Gorda, formando parte del Grupo Cochicó.

El yacimiento se ubica en el flanco occidental del braquianticlinal del arroyo El Tigre, de rumbo N25°O y de unos 15 km de extensión. Los buzamientos de la roca portadora y por ende de la mineralización estratoligada, oscilan desde 10° hasta 30° en especial hacia el Oeste.

La morfología de la mineralización es de tipo lenticular. El nivel principal tiene un desarrollo de unos 4000 m de longitud por 600 m de ancho. El nivel secundario está debajo de la intercalación de toba; yace hasta 30 m por debajo del nivel principal y en algunas zonas se superponen. Se extiende 800 m en la dirección N-S y 400 m con rumbo E-O.

Los minerales primarios de uranio, en orden de importancia, son uraninita, brannerita y coffinita; entre los de oxidación se encuentran uranofano y liebigita. Los óxidos no radioactivos más comunes son hematita, goethita, titanomagnetita y anatasa.

La edad del yacimiento, entre 270 y 260 Ma, ha sido inferida por relaciones de campo y sobre la base de dataciones radimétricas sobre rocas asociadas, es decir, pérmica inferior.

Las concentraciones económicas se ubican principalmente en un área no mayor a 10 kilómetros cuadrados.

Para las reservas minerales se considera que los depósitos del braquianticlinal del arroyo El Tigre se agrupan en los yacimientos Dr. Baulés y Los Reyunos. En el primero, los sectores mineralizados más importantes son Tigre I, Tigre III, Media Luna I-II y Gaucho I-II. En el segundo, los principales cuerpos o sectores son La Terraza B y La Terraza C.

De todos estos cuerpos o sectores mineralizados sólo Tigre I y La Terraza B y C cuentan con un Proyecto de Ingeniería Básica de Mina, los restantes sólo tienen cálculo de reservas geológicas. El Proyecto de Ingeniería Básica de Mina en Tigre I y La Terraza,

realizados en el año 1984, para un tenor de corte, de fondo de explotación de 0,025 % de U, arrojó los siguientes resultados: reserva de mineral explotable a cielo abierto 11.571.445 t, ley media *in situ* 0,099 % U y ley media de explotación 0,090% U.

Las reservas geológicas (sin estudio de factibilidad a la fecha), a un tenor de corte de fondo de 0,034% U para los otros cuerpos o sectores mineralizados de mayor interés, son las siguientes:

Tigre III: tonelaje de mineral 1.343.882 t, ley media 0,072 % U.

Gaucha I- II: tonelaje de mineral 188.760 t, ley media *in situ* 0,073 % U.

Medialuna I-II: tonelaje de mineral 1.619.835 t, ley media *in situ* 0,063 % U.

Los sectores Tigre III y Gaucha I-II, si bien no tienen un proyecto de ingeniería básica, contaron en su momento con un proyecto de explotación a cielo abierto, el cual se llevó a cabo.

6.2. DEPÓSITOS DE MINERALES INDUSTRIALES

Fluorita

La mineralización de fluorita ocurre principalmente al O de 25 de Mayo, donde se encuentra el grupo Los Tolditos, integrado por las minas Álvarez Condarco, El Ñuco, Rosita y Los Tolditos. Se accede desde la mencionada población por la ruta que va a la localidad de Agua El Toro. A los 24 km se ingresa hacia el S hasta el puesto La Chilena, por huellas en muy mal estado. Desde el puesto, se pueden utilizar sólo vehículos de doble tracción o caballos. A partir del desvío se transitan unos 10 kilómetros.

Hacia el O se halla el denominado grupo 25 de Mayo compuesto por las minas Los Dos Amigos, Las Águilas, Esmeralda, Nostalgia y Carbajal (escasos metros al O de los 69°). Se llega a la zona desde la localidad de Agua El Toro, por huellas y/o cauces en un recorrido de unos 15 kilómetros.

Otro grupo ubicado muy próximo al anterior pero al S del río Diamante, conocido como Piedra de Afilar, está formado por las minas La Esperanza y Gibraltar. Se accede desde Agua El Toro por la ruta 40, unos 5 km hacia el S, donde se ingresa hacia el E por huellas en muy mal estado hasta el puesto La Josefa, allí se encuentra la mina La Esperanza. Para llegar a la mina Gibraltar se debe seguir unos 4 km hacia el E, para luego continuar a pie 3 kilómetros.

Las rocas de caja corresponden a la Formación Choique Mahuida y Grupo El Portillo, las que se presentan en general argilizadas y en menor grado propilitizadas y sericitizadas. Las texturas de las vetas indican relleno de fracturas y varios pulsos minerales. Se observan brechas tectónicas bandeadas, escarapelas y agregados drusoides, fibrosos y arriñonados, también son comunes varias generaciones de fluorita y, además, clastos de este mineral cementados por otras generaciones de distintos colores.

La mineralización ocurre a través de fallas y conforma vetas, rellenos de brecha y bolsones lenticulares, con potencias variables.

En 1974 se realizó la estimación de reservas del grupo 25 de Mayo que arrojó los siguientes datos: mineral medido 470 t, mineral probable 880 t, mineral posible 6625 t, total reservas 7975 t, con una ley media de 66,93 % (Mallimacci, 1999).

Para el grupo Piedra de Afilar la evaluación de mineral posible es de 1800 toneladas.

Halita

En el ángulo SO de la Hoja, se localizan las salinas del Diamante donde se explota cloruro de sodio desde hace varias décadas mediante el sistema de cosecha anual. Para llegar a la zona, desde San Rafael se toma hacia el O por la ruta asfaltada 144 que va a Malargüe; el ingreso al establecimiento se encuentra después de un recorrido de 75 kilómetros. Se puede utilizar un vehículo de tracción simple.

Los depósitos son de origen lagunar y la concentración es por evaporación. Se acumulan en bajos topográficos durante los períodos lluviosos anuales, acompañados por arcillas y limos.

La composición es cloruro de sodio con escaso contenido de cloruro de magnesio y sulfato de sodio.

La explotación se realiza en una superficie de casi 2000 ha, con una preparación anual de piletas y remoción de sedimentos de embanque.

Lo producido se procesa para diferentes usos en el establecimiento ubicado en el lugar.

Ónix, travertino y aragonita

Los aislados depósitos de ónix, travertino y aragonita se encuentran desde el extremo NNO de la sierra de Las Peñas hasta unos 45 km al Sur. Tres afloramientos se ubican en el extremo N, próximos al río Seco de las Peñas; luego aparecen 16 km al S

en las cercanías del arroyo Agua de los Cielos. Desde este lugar, 16 km al SE, al N del arroyo La Chilena, está la cantera Riominsa y unos 13 km en la misma dirección se halla la cantera Las Malvinas.

Para llegar desde la ciudad de San Rafael a la cantera La Julia, uno de los depósitos ubicados en la sierra de las Peñas, se deben recorrer 48 km hacia el NO, por ruta 143, hasta llegar al arroyo La Tosca. Se ingresa al cauce con dirección O, unos 14 km, para luego tomar hacia el NO por una huella que conduce a La Julia después de 11 km, totalizando 73 kilómetros. A los otros dos depósitos, de la misma zona, se arriba siguiendo por el cauce del río Seco de las Peñas, unos 3 km hacia el ONO.

A Riominsa se accede desde 25 de Mayo por la ruta que hacia el ONO va a Villa Agua El Toro. A los 18 km sale hacia el S, el camino de 1 km que conduce a la entrada de la propiedad.

A la cantera Las Malvinas se llega desde 25 de Mayo por la ruta que va a Villa Agua El Toro, a los 3 km se ingresa hacia el O, a una huella de 4 km que va al depósito.

La entrada a los depósitos ubicados en la sierra de las Peñas se realiza normalmente con vehículo de doble tracción, mientras que para ir a las canteras Riominsa y Las Malvinas se puede utilizar tracción simple.

El travertino de la sierra de Las Peñas consiste en lentes discontinuas, de espesores variables, intercaladas con capas de la denominada «tosca» que es una arenisca tobácea. La pila sedimentaria completa tiene un espesor de alrededor de 6 m verticales, donde se intercalan a veces bolsones pequeños de ónix. La secuencia de depositación, desde los niveles inferiores a los superiores, es ónix-travertino, aragonita y travertino.

En la zona de La Chilena, el depósito se extiende en un área mucho más amplia que la anterior, cubriendo unos 10 km en sentido ONO-ESE. Los espesores conocidos de la formación carbonática varían desde un par de decímetros hasta 5 metros. Éstos presentan lentes y horizontes irregulares donde en algunos sectores predomina ónix y en otros aragonita y travertino. En este lugar, la firma Riominsa S.A. explotó uno de los más importantes depósitos de ónix del país. Los tonos son claros, de color ámbar hasta blanco verdoso. El espesor de las capas oscila entre 30 cm y 1 m y su extensión areal es de 3 a 3,5 ha, con islas de areniscas tobáceas intercaladas debido a un probable paleorrelieve (Fusari, 2000).

En los afloramientos más cercanos a 25 de Mayo, en la cantera Las Malvinas de la firma Godoy y Pía, el material se observa con frecuencia intercalado en la «tosca» con capas delgadas de travertino-aragonita y ónix. La aragonita es escasa; el ónix constituye delgados lentes blanquecinos y el travertino contiene manchas de óxidos de hierro.

En general, los depósitos carbonáticos yacen sobre tobas pérmicas y pórfiros riolíticos pérmico-triásicos, como también sobre sedimentos, sedimentitas y basaltos cuaternarios. Según Dessanti (1956), estos depósitos serían cuaternarios sin aclarar su ubicación precisa. Polanski (1963) le asignó, a las formaciones Las Peñas Sur y Agua de Loyola, edad pleistocena inferior y holocena inferior, mientras que para los autores de esta Hoja la Formación Las Peñas Sur pertenece tentativamente al Pleistoceno temprano a medio.

En la sierra de Las Peñas, el material que recibe el nombre de «ciampo», proveniente de la cantera La Julia (trabajada por la firma Di Cesari) corresponde a una aragonita de tono amarillento caramelo con intercalaciones de bandas de tonos más claros (ambarino). Como se extrae de bancos delgados y muy fracturados, el material se utiliza para trituración en tamaños de 0,5 a 2 cm, y se destina a la fabricación de mosaicos calcáreos.

El ónix que se produce se caracteriza por sus tonalidades amarillentas a verdosas, siendo escaso y poco explotado.

En la zona de La Chilena, la firma Riominsa sacó un ónix de tonos claros, ámbar a caramelo. Al ónix se lo cortó en plaquetas y listones de dimensiones que varían entre 10 x 15 cm y 20 x 30 cm, en el primer caso, y en 8 x 20 cm para el segundo caso, con destino a la fabricación de pisos, mesadas y zócalos.

La aragonita, explotada por la firma Godoy y Pía en la cantera Las Malvinas, solamente se tritura con destino a la producción de mosaicos del llamado «calcáreo reconstituido».

Otros productos calcáreos, que se obtienen de los yacimientos mencionados, son los que se conocen comercialmente como mármoles «Popelín», «Napoleón» y «San Martín». Se trata de travertino de distinta coloración, dada por óxidos de hierro. A los dos primeros se los corta en el sentido de la estratificación y al último en forma transversal. Son explotados eventualmente en Las Peñas por la firma Di Cesari y, en la cantera Las Malvinas, por la firma Godoy y Pía.

Piedra laja

Este producto constituye un recurso muy explotado en diversos lugares de la Hoja San Rafael. Las zonas de la cuesta de Los Terneros y de El Imperial son las más importantes. Un tercer grupo de canteras se encuentra en un área menos extensa, ubicada en las proximidades del cerro Bola. La explotación en todos los casos es caótica. La actividad es esporádica acorde al mercado. a la fecha está paralizada en la mayoría de los casos.

Para llegar desde la ciudad de San Rafael al área de la cuesta de Los Terneros, se deben recorrer 37 km por la ruta 144 que va a Malargüe, donde después de atravesar dicha cuesta nace, hacia el NO, el camino que lleva a varias canteras en un recorrido de 15 km aproximadamente.

A la zona de El Imperial se arriba desde San Rafael, pasando 25 de Mayo por la ruta que va a Villa Agua El Toro, debiendo ingresar al camino que a los 64 km nace hacia el S y que conduce a las canteras después de unos 8 kilómetros. Se puede utilizar vehículo de tracción simple.

Para acceder desde 25 de Mayo a la zona del cerro Bola, se debe recorrer 1 km hacia el O por la ruta que va a Agua El Toro, donde nace hacia el S el camino que conecta esta ruta con la 144 (San Rafael-Malargüe). Apenas transitados 3 km se encuentra, con dirección SO, la entrada a la CNEA, por la que se ingresa a las canteras después de marchar 1 km aproximadamente. Se puede usar vehículo de tracción simple, dado que hasta el desvío a las canteras el camino está totalmente asfaltado.

Las denominadas piedras lajas son areniscas cuarzo-feldespáticas, areniscas cuarzo-micáceas y cuarcitas, de grano mediano a fino con estratificación diagonal y laminar, presentan tonos pardo, pardo rojizo, blanquecino, amarillento y verdoso. En todos los casos corresponden a la Formación El Imperial del Carbonífero superior-Pérmico inferior.

Gran parte de este producto se comercializa tal como se lo extrae de la cantera y el resto se prepara en cortes de diversos tamaños en talleres artesanales. Se utiliza para revestimientos, pisos, escalones, entre otros usos.

«Pórfido»

Se denomina localmente «pórfido» a las ignimbritas que se explotan en el cerro Carrizalito, que fueron punto de partida para el aprovechamiento, en otros lugares, donde aflora esta roca.

Para llegar desde San Rafael, se recorren 21 km por el camino a Valle Grande hasta la entrada del mismo, donde hacia el O sale un camino de tierra, de unos 6 km, que conduce a la cantera.

La roca es una ignimbrita riolítica de colores pardo oscuro, pardo rojizo, gris violeta y violeta. Corresponden a la Formación Choique Mahuida del Triásico inferior.

Se comercializa de acuerdo con los requerimientos como: «laja» de hasta 70 x 70 y hasta 5 cm de espesor, «adoquín» de 10 x 10 x 10 cm y «medio adoquín o plotá» de 10 x 10 x 5 centímetros. La explotación la realiza el Sr. Roque Amendolía.

7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Desde el punto de vista paisajístico son numerosos los lugares de la comarca que merecen ser tenidos en cuenta. De todos ellos, se tomarán solamente algunos que son los descollantes, a los que se agregarán otros sitios que, por sus características propias, se estima deben ser considerados como tales.

Cañón del Atuel

Es francamente imponente el paisaje que presenta este cañón en su recorrido. Sobre sus paredes sumamente inclinadas, compuestas por volcanitas, metasedimentitas y sedimentitas, la erosión hídrica y eólica modelaron formas que a la imaginación fecunda asemejan ora personajes, ora monstruos o construcciones de un reino encantado.

Cañón del Diamante

Si bien el turismo no desarrolló aún la explotación de esta belleza natural, no le va en zaga a lo que se puede observar en el cañón del río Atuel. Para el ojo del geólogo, no pueden pasar inadvertidos en su mitad occidental, los sobrecorrimientos de las metasedimentitas de la Formación La Horqueta sobre las sedimentitas de la Formación El Imperial; o las de esta última unidad sobre sus mismas rocas.

Cueva del Indio

Se trata de un alero labrado en las volcanitas del Grupo Chapúa, sobre las que se puede advertir pinturas rupestres y grabados, atribuidos a las primeras

culturas que habitaron la zona. Es una reserva arqueológica y el ingreso a sus visitantes está controlado.

Cerro Bola

Es una forma redondeada de rocas del Grupo El Portillo, que llama la atención por su sobresalir de las serranías que lo rodean. Su atractivo se ve aumentado por la presencia en sus cercanías, de aguas termales, que han sido usadas con fines terapéuticos.

Rincón del río Atuel

En la barranca S del río Atuel, antes de ingresar a la llanura sanrafaelina, puede observarse una excelente discordancia entre las sedimentitas de la Formación Puesto Viejo sobre las volcanitas ácidas del Grupo Choiyoi. Las sedimentitas se desarrollan en facies de abanicos aluviales, a las que la imaginación popular ha denominado «milhojas».

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham de Vázquez, E.M. y K. Garleff, 1984. Evidencias de cuñas de hielo fósiles en el sur de la provincia de Mendoza. Segunda Reunión del Grupo Periglacial Argentino, 3-11. Mendoza.
- Abraham de Vázquez, E.M. y K. Garleff, 1985. Fenómenos periglaciales (geocriogénicos) fósiles en el centro y sur del piedemonte mendocino, Argentina, *Südamerika: Geomorphologie und Paläoökologie des Jüngerer Quartärs*, Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Stuttgart. Teil I, Heft 11/12:1709-1719.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos Minerales de la República Argentina, Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata.
- Azcuy, C.L. y R. Gelín, 1980. Las palinozonas del límite Carbónico-Pérmico en la Cuenca Paganzo. 2° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1^{er} Congreso Latinoamericano de Paleontología (1978), 4: 51-67. Buenos Aires.
- Azcuy, C.L. y P.R. Gutiérrez, 1985, Palinología de sedimentitas carbónicas de la Cuenca San Rafael. *Ameghiniana*, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 22(1-2): 97-109. Buenos Aires.
- Azcuy, C.L., G.B. García, E.G. Ottone y C.V. Rubinstein, 1993. Palinología del Paleozoico Superior. En: Ramos, V.A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 2 (2): 273-278. Mendoza.
- Baez, A.M., C. Marsicano y A.L. Cione, 1993. Vertebrados Mesozoicos. En: Ramos, V.A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 2(13): 341-348. Mendoza.
- Bermúdez, A., 1988. *Geología y Petrología de las formaciones ígneas cenozoicas del volcán Nevado y áreas adyacentes*. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias naturales. Tesis Doctoral, inédita. La Plata.
- Bermúdez, A., D. Delpino, F. Frey y A. Saal, 1993. Los Basaltos de Retroarco Extraandinos. En: Ramos, V.A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza, Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 1(13): 161-172. Mendoza.
- Bodenbender, G., 1891. Apuntes sobre rocas eruptivas de la pendiente oriental de los Andes entre el río Diamante y el río Negro. *Revista Argentina de Historia Natural*, 1:177-202. Buenos Aires.
- Bonaparte, J.F., 1966. Una «nueva» fauna triásica de Argentina (Therapsida: Cynodontia, Dycinodontia). Consideraciones filogenéticas y paleobiogeográficas. *Ameghiniana*, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 4(8):243-296. Buenos Aires.
- Bonaparte, J.F., 1981. Nota sobre una nueva fauna del Triásico inferior del sur de Mendoza, Argentina, correspondiente a la zona de *Lystrosaurus*. 2° Congreso Latino-Americano de Paleontología. *Anais* 1: 227-288. Porto Alegre.
- Borrello, A.V., 1969. Los Geosinclinales de la Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, *Anales* 14:1-188. Buenos Aires.
- Burckhardt, C., 1900, *Profils Géologiques transversaux de la Cordillere Argentino-Chilienne*. Museo de La Plata, *Anales*, Sección Geología y Mineralogía, 2:1-136. La Plata.
- Caballé, 1990. Magmatismo permo-triásico al oeste de Calingasta, Cordillera Frontal de San Juan, Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 1:28-31. San Juan.
- Cabrera, A.L. y A. Willing, 1973. Biogeografía de América Latina. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Organización de los Estados Americanos, Monografías 13, Serie Biología:1-109.
- Caminos, R., 1993. El Basamento Metamórfico Proterozoico - Paleozoico Inferior. En: Ramos, V.A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 1(2):11-19. Mendoza.
- Carpio, F.W., 1999. El Yacimiento polimetálico Río Diamante Mendoza. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, *Anales* 35: 877-879. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1942. Excursión al asiento minero «El Nevado» (Mendoza). Informe N° 44, Dirección General de Fabricaciones Militares. Buenos Aires.
- Césari, S.N., 1986. Zonación palinológica del Carbonífero tardío en Argentina. 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 1:228-230. Mendoza.
- Cingolani, C. y A. Cuerda, 1996. El Ordovícico del flanco oriental del cerro Bola, en la Sierra Pintada de San Rafael, provincia de Mendoza. 13° Congreso Geológico Argentino y 3^{er} Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1:369. Buenos Aires.
- Cisneros, H. y H. Bastías, 1993. Neotectónica del borde oriental del Bloque de San Rafael, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3:270-276. Mendoza.

- Coira, B. y M. Koukharsky, 1976. Efusividad tardío hercínica en el borde oriental de la Cordillera Frontal, zona arroyo Tigre, provincia de Mendoza, República Argentina. 1^{er} Congreso Geológico Chileno, 2(F):105-124. Santiago.
- Corte, A.E., 1954-1957. Sobre Geología Glacial Pleistocénica de Mendoza. Universidad nacional de Cuyo. Departamento de Investigaciones Científicas (DIC), Anales 2(2):1-27. Mendoza.
- Corte, A.E., 1955. Contribución a la morfología periglacial especialmente criopedológica de la República Argentina. Acta Geographica, 14:84-102. Helsinki.
- Creer, K.M., J.G. Mitchell y D.A. Valencio, 1971. Evidence for a normal geomagnetic field polarity event at 263 My within the Late Palaeozoic Reversed Interval. Nature Phys. Science, 233(40):87-89.
- Criado Roque, P., 1972. Bloque de San Rafael. En: Leanza, A. (Ed.), Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1:283-295. Córdoba.
- Criado Roque, P., 1979. Subcuenca de Alvear. En: Turner, J.C.M. (Ed.), Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1:811-836. Córdoba.
- Criado Roque, P. y G. Ibáñez, 1979- Provincia sanrafaelino-pampeana. En: Turner, J.C.M. (Ed.), Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1:837-839. Córdoba.
- Cuerda, A.J., C. Cingolani y O. Bordonaro, 1993, Las Secuencias Sedimentarias Eopaleozoicas. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1(3): 21-30. Mendoza.
- Davicino, R. y J.C. Sabalúa, 1990. El cuerpo básico de El Nihuil, Departamento San Rafael, provincia de Mendoza, Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 1:43-47. San Juan.
- Dessanti, R.N., 1945. Informe geológico preliminar sobre la Sierra Pintada, Departamento San Rafael, Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Carpeta 28, inédita. Buenos Aires.
- Dessanti, R.N., 1955. La estructura geológica de la Sierra Pintada (Departamento de San Rafael, provincia de Mendoza). Revista de la Asociación Geológica Argentina (1954), 9(4): 246-252. Buenos Aires.
- Dessanti, R.N., 1956. Descripción Geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante (provincia de Mendoza), Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 85. Buenos Aires.
- Dessanti, R.N. y R.L. Caminos, 1967. Edades potasio-argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 22(2):135-162. Buenos Aires.
- Digregorio, J.H., 1972. Neuquén. En: Leanza, A. (Ed.), Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1:439-505. Córdoba.
- Di Persia, C.A., 1972. Breve nota sobre la edad de la denominada Serie de la Horqueta, zona Sierra Pintada, Departamento San Rafael, provincia de Mendoza. 4^{as} Jornadas Geológicas Argentinas (1969), 3:29-41. Buenos Aires.
- Espejo, I.S., 1990. Análisis estratigráfico, paleoambiental y de proveniencia de la Formación El Imperial, en los alrededores de los ríos Diamante y Atuel (provincia de Mendoza). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Tesis Doctoral, inédita. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1946. Sistemas orográficos de la Argentina. GAEA, 4: 220-225. Buenos Aires.
- Frenguelli, J., 1934. Diatomeas del Plioceno superior de las Guayquerías de San Carlos, provincia de Mendoza. Revista del Museo de La Plata. La Plata.
- Fusari, C., 2000. Yacimientos carbonáticos de Mendoza. Informe inédito. Servicio Geológico Minero Argentino. Mendoza.
- Fuschini, M., 1968. Plan Cordillerano. Informe final. Zona: Infiernillo. Mendoza.
- García, G.B., 1991. Cordaitales y semillas platispérmicas de la Formación El Imperial, (Paleozoico superior), Cuenca San Rafael, República Argentina. Ameghiniana, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 27(3-4): 239-249. Buenos Aires.
- García, G.B. y C.L. Azcuy, 1987. Dos asociaciones palinológicas de la Formación El Imperial, al sur del Río Diamante, provincia de Mendoza, República Argentina. 7° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Actas 1: 59-62. Buenos Aires.
- González, R.R., 1971. Edades radimétricas de algunos cuerpos eruptivos de Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 26(3): 411-412. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1964. Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27-d (San Rafael) y zona occidental vecina (Provincia de Mendoza). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 19(3): 151-188. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1966. El hallazgo del infra? - Mesotriásico continental en el sur del área pedemontana mendocina. Acta Geológica Lilloana, 7:101-134. San Miguel de Tucumán.
- González Díaz, E.F., 1972 a. Descripción Geológica de la Hoja 27d, San Rafael, provincia de Mendoza. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín N° 132, 127 pp. Buenos Aires.

- González Díaz, E.F., 1972 b. Descripción Geológica de la Hoja 30e, Agua Escondida, provincias de Mendoza y La Pampa. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín N° 135, 78 pp. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1972 c. Descripción Geológica de la Hoja 30d Payún Matrú, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Minería y Geología, Boletín 130, 88 pp. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1981. Nuevos argumentos a favor del desdoblamiento de la denominada «Serie de la Horqueta» del Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza. 8° Congreso Geológico Argentino, 1: 341-354. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F. y L.E. Fauqué, 1993. Geomorfología. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1(17):217-234. Mendoza.
- Groeber, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 58, 109 pp. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1939 a. Informe geológico sobre la zona de embalse del proyectado dique en Nihuil, Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1939 b. Mapa geológico de Mendoza, *Physis*, Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, 14(46): 144 – 220. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. Sociedad Geológica Argentina, 1(2): 177-208. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1951. La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29°30'. Instituto de Investigaciones de las Ciencias Naturales. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Revista (Ciencias Geológicas), 1(5): 1-352. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1952. Mesozoico. En: Geografía de la República Argentina, 2, GAEA, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires.
- Grosso, S.A. y A.E. Corte, 1989. Pleistocene ice wedge casts at 34° S Eastern Andes piedmont, south-west of South America, *Geografiska Annaler*, 71 A(3-4): 125-136.
- Guerstein, P.G., 1993 a. Origen y significado geológico de la Asociación Piroclástica Pumícea. Pleistoceno de la provincia de Mendoza entre los 33° 30' y 34° 40' L.S. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Tesis Doctoral, inédita. La Plata.
- Guerstein, P.G., 1993 b. El volcanismo explosivo cuaternario en el sector septentrional de la Zona Volcánica Sur de los Andes (33°-36° L.S.). Primeras Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil (Malargüe, 1992). Mendoza.
- IDEMSA, 1987. Caracterización químico-mineralógica de una mena compleja de sulfuros, Anexo I. Secretaría de Estado de Minería, Centro de Exploración Mendoza.
- Haller, M. y V.A. Ramos, 1993. Las ofiolitas y otras rocas afines. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1(4): 31-39. Mendoza.
- Hauthal, R., S. Lange y E. Wolff, 1896. Examen topográfico y geológico de los Departamentos de San Carlos, San Rafael y Villa Beltrán, provincia de Mendoza. Revista del Museo de La Plata, 7: 13-96. La Plata.
- Holmberg, E., 1946. Estudio Geológico estructural de la región del Cerro Bola, Departamento de San Rafael, provincia de Mendoza. Tesis Doctoral, inédita. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires.
- Holmberg, E., 1948. Geología del cerro Bola. Contribución al conocimiento de la tectónica de la Sierra Pintada, Revista de la Asociación Geológica Argentina, 3 (4): 313-361. Buenos Aires.
- Holmberg, E., 1973. Descripción Geológica de la Hoja 29d Cerro Nevado, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 144, 71 pp. Buenos Aires.
- Instituto Argentino de Investigación de Zonas Áridas (I.A.D.I.Z.A.), 1995. La reserva de biosfera de Ñacuñán: relevamiento ecológico, cultural y de manejo actual. Trabajo inédito: 1-172. Mendoza.
- Iriondo, M., 1997. Models of deposition of loess and loessoids in the upper Quaternary of South America, *Journal of South American Earth Sciences*, 10 (1): 71-79.
- Jorgensen, E., 1961. Informe Mina «Río Diamante», Dirección de Minería, provincia de Mendoza.
- Karte, J., 1983. Periglacial phenomena and their significance as climatic and edaphic indicators, *Geojournal*, 7 (4): 329-340.
- Kleiman, L.E., 1993. El volcanismo Permo-Triásico y Triásico del Bloque de San Rafael (provincia de Mendoza): su potencial uranífero. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 5: 284-293. Mendoza.
- Kleiman, L.E. y J.A. Salvarredi, 1989. El vulcanismo del Pérmico inferior relacionado con la mineralización de uranio en el área de Sierra Pintada (Mendoza). Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe interno D.E.E: 6-89, inédito. Buenos Aires.
- Krömer, R.A., 1996. Los sedimentos cuaternarios del SE de la llanura mendocina: implicancias paleoclimáticas. *Multiequidna*, 5: 49-55. Mendoza.

- Kusiak, M.E., 1993. Nuevos afloramientos basales de la Formación Puesto Viejo al suroeste de la presa Valle Grande, río Atuel, San Rafael - Mendoza. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2:63-70. Mendoza.
- Linares, E., 1977. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. II) años 1974-1976. Realizados por INGEIS sin publicar I) años 1972-1974. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), 4: 1-38, Buenos Aires.
- Linares, E., 1979. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. III) años 1977-1978. Catálogo de edades radimétricas realizados por INGEIS y sin publicar II) 1975-1976. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), 6: 1-32. Buenos Aires.
- Linares, E., 1981. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. IV) años 1979-1980. Catálogo de edades radimétricas realizados por INGEIS y sin publicar III) 1977-1978. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), 10: 1-63. Buenos Aires.
- Linares, E. y R. González, 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina 1957-1987. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), 19: 1-628. Buenos Aires.
- Linares, E., E.J. Llambías y C.O. Latorre, 1979 a. Geología y Geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina. 7° Congreso Geológico Argentino (1978), 1: 795-808. Buenos Aires.
- Linares, E., E.J. Llambías y C.O. Latorre, 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y Geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(1): 87-146. Buenos Aires.
- Linares, E., M.A. Manavella y A. Piñeiro, 1979 b. Geocronología de las rocas efusivas de las zonas de los yacimientos «Dr. Baulies» y «Los Reyunos». Sierra Pintada de San Rafael, Mendoza. República Argentina. 7° Congreso Geológico Argentino (1978), 2: 13-22. Buenos Aires.
- López Gamundi, O.R., L. Álvarez, R.R. Andreis, G.E. Bossi, I. Espejo, F. Fernández Seveso, L. Legarreta, D.A. Kokogian, C.O. Limarino y H. Sessarego, 1989. Cuencas intermontanas. En: Chebli, G y L. Spalletti (Eds.), Cuencas sedimentarias argentinas. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Correlación Geológica Serie 6: 123-167. San Miguel de Tucumán.
- Llambías, E.J., L.E. Kleiman y J.A. Salvarredi, 1993. El Magmatismo Gondwánico. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de la provincia de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1(6): 53-64. Mendoza.
- Malvicini, L. y D. Delpino, 1989. Metalogénesis de los complejos riolíticos de la provincia geológica Sanrafaelina pampeana y la comarca norpatagónica argentina. En: Schalamuk, I.B.A., M.K. de Brodtkorb y H.A. Leanza (Eds.), Procesos metalogénicos. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Correlación Geológica Serie 3, 1: 63-82. San Miguel de Tucumán.
- Mallimacci, H. S., 1999. Yacimientos de Fluorita del Bloque de San Rafael, Mendoza. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 881-892. Buenos Aires.
- Manavella, M.A., 1976. Contribución al conocimiento de las rocas eruptivas de la zona «Los Reyunos», Sierra Pintada (provincia de Mendoza). Trabajo Final de Licenciatura, inédito. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Marquat, J.F. y A.J. Menéndez, 1985. Graptofauna y edad de la Formación Lutitas del Cerro Bola, Sierra Pintada, Departamento de San Rafael, provincia de Mendoza, Argentina. Centro Cuyano de Documentación Científica: 1-11. Mendoza.
- Méndez, V., J.C. Zanettini y E.O. Zappettini, 1995. Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Secretaría de Minería de la Nación, Anales 23: 1-190. Buenos Aires.
- Meza, J.C., 1988. Informe mensual del mes de julio. Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe inédito. Buenos Aires.
- Meza, J.C., 1990. Interpretación geológica y potencial uranífero de la prolongación sur de la cuenca pérmica oriental, Bloque de San Rafael, Mendoza, Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 2: 177-180. San Juan.
- Meza, J.C. y M.M. Mazzoni, 1996. Depósitos de flujos de detritos volcánoclasticos en la Formación Yacimientos Los Reyunos (Pérmico). Sierra Pintada de San Rafael, Mendoza. 13° Congreso Geológico argentino y 3^{er} Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2:73. Buenos Aires.
- Monchablón, A. y D. Mirson, 1948. Informe sobre la mina de plomo Río Diamante, (ex Las Picazas), provincia de Mendoza. Trabajo inédito. Biblioteca de la Dirección de Minería, provincia de Mendoza.

- Morel, E.M. y A.E. Artabe, 1993. Floras Mesozoicas. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de la provincia de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2(10):317-324. Mendoza.
- Morón, F., 1968. Informe de Mina Río Diamante. Trabajo inédito. Dirección de Minería, provincia de Mendoza.
- Muñoz, J., C.A. Stern, A. Bermúdez, D. Delpino y M. Dobbs, 1987. El volcanismo plio-cuaternario a través de los 38° y 39° LS de los Andes. Simposio Internacional sobre Vulcanismo Andino, 10° Congreso Geológico Argentino, 4:199-201. San Miguel de Tucumán.
- Núñez, E., 1976 a. Descripción geológica de la Hoja 31e, Chical-co, provincias de Mendoza y La Pampa. Dirección Nacional de Geología y Minería. Trabajo inédito, 95 pp. Buenos Aires.
- Núñez, E., 1976 b. Descripción Geológica de la Hoja 28c El Nihuil, provincia de Mendoza. Servicio Geológico Nacional. Informe inédito. Buenos Aires.
- Núñez, E., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 28d Estación Soitúé, provincia de Mendoza. Servicio Geológico Nacional, Boletín 166, 67 pp. Buenos Aires.
- Olazábal, A.G., 1948. Estudio Geológico de la Zona Rincón del Atuel (Sierra Pintada, prov. Mendoza). Tesis inédita. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Ortega Furlotti, A., E. Rodríguez, A. Prieto y A. Valdiviezo, 1974. El nuevo distrito uranífero de Sierra Pintada, provincia de Mendoza, República Argentina. 5° Congreso Geológico Argentino (1972), 2: 267-284. Buenos Aires.
- Ottone, E.G. y G.B. García, 1991. A Lower Triassic miospore assemblage from the Puesto Viejo Formation, Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology, 68: 217-232. Amsterdam.
- Padula, E.J., 1949. Descripción geológica de la Hoja 28c El Nihuil, San Rafael (Mendoza) Escala 1:100.000. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito. Buenos Aires.
- Padula, E.J., 1951. Contribución al conocimiento geológico del ambiente de la Cordillera Frontal, Sierra Pintada, San Rafael, Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 6(1): 5-13. Buenos Aires.
- Pérez, E.E. y J.A. Solís, 1984. Reconstrucción paleogeográfica de la Formación Cochicó y su influencia en la mineralización uranífera en el flanco oriental del Bloque de San Rafael, Mendoza. 9° Congreso Geológico Argentino, 5: 497-506. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1954. Rasgos geomorfológicos del territorio de la provincia de Mendoza, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas, Cuaderno de Estudios e Investigaciones N° 4: 4-10, Ministerio de Economía. Mendoza.
- Polanski, J., 1963. Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano, entre los ríos Diamante y Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina (1962), 17(3-4): 127-349. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1964. Descripción geológica de la Hoja 26c La Tosca, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 98, 94 pp. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1966. Edades de eruptivas suprapaleozoicas asociadas con el diastrofismo variscico. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 21(1):5-19. Buenos Aires.
- Prieto, A., 1996. Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. Quaternary Research, 45:73-88.
- Ramonell, C., M. Iriondo y R. Krömer, 1992. Guía de Campo CADINQUA (Comité Argentino de Investigación del Cuaternario), Universidad Nacional de San Luis: Departamento de Geología y Minería: 1-37. San Luis.
- Ramos, V.A. (Ed.), 1993 Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso Exploración de Hidrocarburos, 1-762. Mendoza.
- Rodrigo, F., 1948. Levantamiento geológico de la zona limitada al norte por el paralelo 34° 30', al sur por el Arroyo La Faja - Río Diamante, al este por el meridiano Cerro La Chilena y al oeste por la Ruta Nacional N° 40. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Tesis inédita. Córdoba.
- Rodrigo, F., 1949, Levantamiento y ampliación de levantamiento geológico de la Hoja I.G.M. Cerro Diamante. Ejército Argentino, Dirección General de Ingeniería. Trabajo inédito. Buenos Aires.
- Rodríguez, E.J. y A. Valdiviezo, 1970. Informe sobre los resultados de la investigación geológica semiregional (perfiles y plano geológico) en el área de las manifestaciones nucleares de Sierra Pintada. Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe interno inédito. Buenos Aires.
- Rodríguez Fernández, L.R., N. Heredia, G. Marín, C. Quesada, A. Robador, D. Ragona, y R. Cardó, 1996. Tectonoestratigrafía y estructura de los Andes argentinos entre los 30°30' y 31°00' de latitud S. 13° Congreso Geológico Argentino y 3^{er} Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2: 111-124. Buenos Aires.

- Rolleri, E.O. y P. Criado Roque. 1970. Geología de la provincia de Mendoza. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas (1969), 2:1-60. Buenos Aires.
- Rubinstein, C.V., 1997. Primer registro de palinomorfos del Silúrico en la Formación La Horqueta, Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza, Argentina. Ameghiniana, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 34(2): 163-167. Buenos Aires.
- Sabattini, N., E.G. Ottone y C.L. Azcuay, 1991, La zona de *Lissochonetes jachalensis* - *Streptorhynchus inaequiornatus* (ex Fauna Intermedia) en la localidad de la Delfina, provincia de San Juan. Ameghiniana, Revista de la Asociación Paleontológica Argentina, 27(1-2) (1990): 75-81. Buenos Aires.
- Salvarredi, J.A., 1996. Caldera del Potrerito. Sección superior del Grupo Choiyoi. Bloque de San Rafael (Mendoza). 13° Congreso Geológico Argentino y 3^{er} Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 347. Buenos Aires.
- Salvarredi, J.A., 1999. Yacimiento Doctor Baulés y otros depósitos del Distrito uranífero Sierra Pintada, Mendoza. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 895-906. Buenos Aires.
- Santamaría, G.R., 1999. Descripciones petrográficas de muestras de la Hoja 3569 - II San Rafael. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Delegación Mendoza. Trabajo inédito. Mendoza.
- Sepúlveda, E.G., A. Bermúdez, O.L. Bordonaro, D. Delpino y S.H. Mallimacci, 1999. Hoja Geológica 3569-IV Embalse El Nihuil, provincia de Mendoza, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR (Versión preliminar), Buenos Aires.
- Soria, M.F., 1984. Vertebrados fósiles y edad de la Formación Aisol, provincia de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina (1983), 38(3-4): 299-306. Buenos Aires.
- Spalletti, L. y M. Mazzoni, 1972. Paleocorrientes del Miembro Medio de la Formación Yacimientos Los Reyunos, Sierra Pintada, provincia de Mendoza. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrografía y Sedimentología, 3: 77-90. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R., 1913. Apuntes hidrogeológicos sobre el sudeste de la provincia de Mendoza. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 6, Serie B (Geología): 1-31. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R., 1934. Geología de la montaña de San Rafael. Dirección Nacional de Geología y Minería, Carpeta 82, inédita. Buenos Aires.
- Stern, C., H. Amini, R. Charrier, E. Godoy, F. Herve y J. Varela, 1984. Petrochemistry and age of the rhyolitic pyroclastic flows which occur along the drainage valleys of the río Maipo and río Cachapoal (Chile) and the río Yaucha and río Papagayos (Argentina). Revista Geológica de Chile 23: 39-52. Santiago de Chile.
- Stipanovic, P.N., 1965. El Jurásico en vega de la Veranada (Neuquén), el Oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz-Yaila) en la Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 20(4): 403-478. Buenos Aires.
- Stipanovic, P.N., 1967. Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 22(2):101-133. Buenos Aires.
- Storni, C.D., 1933. Bosquejo geológico de la región situada al oeste de la Sierra Pintada, en el Departamento de San Carlos, Mendoza. Revista de la Universidad Nacional de Córdoba, 20(9-10): 1-47. Córdoba.
- Tanquilevich, R.F., 1971. Los suelos de la reserva ecológica de Ñacuñán, Deserta 2:131-206. Mendoza.
- Tapia, A., 1935. Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. Dirección de Minería y Geología, Boletín N° 40. Buenos Aires.
- Testori, F., 1948. Informe geológico La Tosca - 25 de Mayo - San Rafael. Ejército Argentino, Dirección General de Ingeniería. Trabajo inédito. Buenos Aires.
- Toubes, R.O., 1979. Nuevas edades K/Ar para la Sierra Pintada, provincia de Mendoza. Nota breve. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 34(1):73-79. Buenos Aires.
- Toubes, R.O. y P.J. Spikermann, 1976. Algunas edades K/Ar para la Sierra Pintada, provincia de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 31(2):118-126. Buenos Aires.
- Trombotto, D., 1996. Fossiler kryogener Formenschatz des südlichen Südamerika, Z. Geomorphologie N.F., Berlin-Stuttgart, Suppl. Bd. 104: 175-186.
- Trombotto, D., 1998. Paleopermafrost in Patagonia, Bamberg Geographische Schriften Bd. 15, S. 133-148.
- Trumpy, E., 1940. Probable extensión de la Cuenca Rética de Mendoza. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito. Buenos Aires.
- Valencio, D.A. y J. Mitchell, 1972. Edad potasio-argón y paleomagnetismo de rocas ígneas de las Formaciones Quebrada del Pimiento y Las Cabras, provincia de Mendoza, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 27(2):170-178. Buenos Aires.

- Vilas, J.F.A. y D.A. Valencio, 1982. Implicancias geodinámicas de los resultados paleomagnéticos de formaciones asignadas al Paleozoico tardío-Mesozoico temprano del centro oeste argentino. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, 3: 743-758. Buenos Aires.
- Werhli, L. y C. Burckhardt, 1989. Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la Cordillera Argentinienne entre le 33° et 36° Lat. Sud. Museo de La Plata, Revista 8: 374 – 388. La Plata.
- Wichmann, R., 1928 a. Reconocimiento geológico de la región del Nihuil con referencia especial al proyectado dique de embalse de las aguas del río Atuel (Prov. de Mendoza). Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- Wichmann, R., 1928 b. Datos geológicos sobre la región comprendida entre el cerro Nevado y cerro Nihuil (Prov. de Mendoza). Dirección Nacional de Minería Geología e Hidrología. Informe inédito. Buenos Aires.
- Zárate, M. y A. Blasi, 1993. Late Pleistocene-Holocene eolian deposits of the southern Buenos Aires Province, Argentina: a preliminary model, Quaternary International, 17: 15-20.
- Zanettini, J.C.M., 1998. Hoja geológica 3772-II, Las Ovejas, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, informe inédito. Buenos Aires.
- Zavattieri, A.M., 1999. Descripción de una microflora de la base de la Formación Puesto Viejo, San Rafael, Mendoza. Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales CRICYT. Trabajo inédito. Mendoza.
- Zavattieri, A.M. y O.H. Papú, 1993. Microfloras Mesozoicas. En: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2(9):309-316. Mendoza.
- Zöllner, W. y A.J. Amos, 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b Chos Malal (provincia del Neuquén). Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 143, 109 pp. Buenos Aires.

Entregado: enero 2001

Validado: septiembre 2001

Edición revisada: julio 2007