

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Hoja Geológica 3969-II Neuquén



Grupo Neuquén en la vertiente occidental de la sierra Barrosa.

Provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa

María F. Rodríguez, Héctor A. Leanza y Matías Salvarredy Aranguren

Micropaleontología:

Carolina Nánuez

Dinosaurios y otros vertebrados terrestres:

Sebastián Apesteguía

Recursos minerales:

Ricardo Caba

Geología del petróleo:

Vivian Narciso

Supervisión:

Mario Franchi



**INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES**

SEGEMAR
SERVICIO GEOLÓGICO
MINERO ARGENTINO

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

Hoja Geológica 3969-II

Neuquén

Provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa

María F. Rodríguez, Héctor A. Leanza y Matías Salvarredy Aranguren

Micropaleontología: Carolina Náñez

Dinosaurios y otros vertebrados terrestres: Sebastián Apesteguía

Recursos minerales: Ricardo Caba

Geología del petróleo: Vivian Narciso

Supervisión: Mario Franchi

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

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

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Ing. Jorge Mayoral

Secretario Ejecutivo: Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Lic. Roberto F. 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

RODRÍGUEZ, M.F., H.A. LEANZA y M. SALVARREDY ARANGUREN, 2007. Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Instituto del Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 370, 165 pp. Buenos Aires.

Ejemplo cita particular

APESTEGUÍA, S., 2007. Dinosaurios y otros vertebrados terrestres. En: Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Instituto del Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 370, 165 pp. Buenos Aires.

ISSN 0328-2333

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
Ubicación de la Hoja y área que abarca	3
Naturaleza del trabajo	3
Investigaciones anteriores	3
2. ESTRATIGRAFÍA	4
Relaciones generales	4
2.1. Mesozoico	6
2.1.1. Cretácico superior	6
Grupo Neuquén	6
2.1.1.1. Cenomaniano - Turoniano inferior	8
Subgrupo Río Limay	8
2.1.1.2. Cenomaniano superior	9
Formación Huincul	9
2.1.1.3. Cenomaniano superior - Turoniano inferior	10
Formación Cerro Lisandro	10
2.1.1.4. Turoniano superior - Coniaciano	12
Subgrupo Río Neuquén	12
2.1.1.5. Turoniano superior - Coniaciano inferior	12
Formación Portezuelo	12
2.1.1.6. Coniaciano superior	16
Formación Plottier	16
2.1.1.7. Santoniano - Campaniano inferior	18
Subgrupo Río Colorado	18
2.1.1.8. Santoniano	19
Formación Bajo de la Carpa	19
2.1.1.9. Campaniano inferior	22
Formación Anacleto	22
2.2. Mesozoico - Cenozoico	24
2.2.1. Cretácico superior - Paleógeno	24
Grupo Malargüe	24
2.2.1.1. Campaniano superior - Maastrichtiano inferior	25
Formación Allen	25
2.2.1.2. Maastrichtiano - Daniano	32
Formación Jagüel	32
2.2.1.3. Daniano	35
Formación Roca	35

2.2.1.4.	Paleoceno <i>l.s.</i>	39
	Formación El Carrizo	39
2.3.	Cenozoico	41
2.3.1.	Paleógeno - Neógeno	41
2.3.1.1.	Oligoceno superior - Mioceno medio	41
	Formación Vaca Mahuida	41
2.3.2.	Neógeno	47
2.3.2.1.	Mioceno inferior a medio	47
	Formación Chichinales	47
2.3.2.2.	Mioceno medio	50
	Formación Barranca de los Loros	50
2.3.2.3.	Mioceno superior - Plioceno inferior	53
	Formación El Palo	53
2.3.3.	Neógeno - Cuaternario	54
2.3.3.1.	Plioceno superior - Pleistoceno inferior	54
	Formación Bayo Mesa	54
2.3.4.	Cuaternario	56
2.3.4.1.	Pleistoceno	56
	Formación El Sauzal	56
	Depósitos que cubren el primer nivel de pedimentos	57
	Formación Agua de la Caldera	57
	Depósitos que cubren niveles pedimentados	60
	Depósitos aluviales de Balsa Las Perlas	61
	Depósitos de la planicie psefítica del Jagüel de Canale	62
	Depósitos fluviales antiguos de los ríos Neuquén y Negro	63
	Depósitos fluviales antiguos del río Limay	63
	Depósitos fluviales antiguos del río Colorado	63
2.3.4.2.	Holoceno	64
	Depósitos de bajos y lagunas	64
	Depósitos eólicos	64
	Depósitos fluviales y eólicos	64
	Depósitos de médanos longitudinales	64
	Depósitos coluviales	64
	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	65
	Depósitos de las planicies aluviales actuales de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado	65
3.	ESTRUCTURA	65
3.1.	Unidades morfoestructurales	66
3.2.	Descripción de las estructuras principales	67
3.3.	Evolución tectónica	70

4. GEOMORFOLOGÍA	72
5. HISTORIA GEOLÓGICA	80
6. MICROPALEONTOLOGÍA	81
Grupo Neuquén	82
Grupo Malargüe	82
Formación Allen	82
Formación Jagüel	84
Formación Roca	88
Formación El Carrizo	88
7. DINOSAURIOS Y OTROS VERTEBRADOS TERRESTRES	89
Formación Candeleros	89
Formación Huincul	90
Formación Cerro Lisandro	90
Formación Portezuelo	90
Formación Plottier	91
Formación Bajo de la Carpa	91
Formación Anacleto	93
Formación Allen	97
Formación Jagüel	99
8. RECURSOS MINERALES	99
8.1. Depósitos de minerales industriales	99
Arcillas rojas	99
Bentonita	102
Diatomita	114
Yeso	115
Arenas, gravas y ripio calcáreo	118
Arena silícea	118
8.2. Depósitos de minerales metalíferos	119
Cobre	119
9. GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO	142
Rocas madre	142
Rocas reservorio	143
Rocas sello	146
Migración	147
Entrampamientos	147

10. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	147
Los Barreales	147
Sierra Barrosa	148
Comarca de Cinco Saltos	148
Borde oriental del bajo de Añelo (límite Cretácico - Paleógeno).....	148
 BIBLIOGRAFÍA	 150

RESUMEN

La Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, abarca parte de la región oriental de la provincia del Neuquén, el sector noroccidental de la provincia de Río Negro y, en su ángulo nordeste, un pequeño sector de la provincia de La Pampa. En su totalidad, se encuentra incluida en la provincia geológica conocida como Cuenca Neuquina.

El registro estratigráfico comienza en el Cretácico superior, con las sedimentitas continentales del Grupo Neuquén, cuya edad se extiende entre el Cenomaniano temprano y el Campaniano temprano. El Grupo Neuquén está cubierto en discordancia por sedimentitas de naturaleza continental, litoral y marina del Grupo Malargüe, desarrolladas entre el Campaniano tardío y el Paleoceno *l.s.*, que contienen al límite Cretácico - Paleógeno. Ambos grupos conforman un ciclo sedimentario (Riograndico) que corresponde a una etapa en que la Cuenca Neuquina se comportó como una cuenca de antepaís y experimentó por primera vez una transgresión marina de origen atlántico.

Durante el Eoceno, la fase orogénica Incaica causó la deformación de los grupos Neuquén y Malargüe. Con posterioridad, las sedimentitas de la Formación Chichinales denotan depositación en una red de drenaje incipiente, desarrollada durante el Mioceno inferior a medio. En forma parcialmente coetánea en el actual valle del río Colorado se produjo la depositación de la Formación Vaca Mahuida, que contiene en su sección inferior depósitos marinos someros. En discordancia sobre esta unidad y sobre diferentes términos del Grupo Malargüe se apoyan las sedimentitas neógenas de la Formación Barranca de los Loros (Mioceno medio) y de la Formación El Palo (Mioceno superior - Plioceno infe-

rior), que la sucede en discordancia. Los procesos de elevación y consecuente denudación del área resultantes del diastrofismo Diaguítico originaron los depósitos de la Formación Bayo Mesa.

En el sector pampeano, la Formación El Sauzal sucede en discordancia a la Formación El Palo. A continuación, ya en el Pleistoceno, tuvo lugar la elaboración de una importante superficie de pedimentación representada por el primer nivel de pedimentos. Episodios posteriores de agradación dieron lugar a la planicie psefítica del Jagüel de Canale. Aparentemente preservada a lo largo del valle del río Neuquén se depositó la Formación Agua de la Caldera. Durante el Pleistoceno, los procesos de modelamiento del paisaje y configuración de la red de drenaje generaron, en forma más o menos concomitante, superficies de pedimentación vinculadas a distintos niveles de base, así como los Depósitos aluviales de Balsa Las Perlas y los diversos niveles de terraza de los grandes ríos que atraviesan la Hoja (Neuquén, Limay, Negro y Colorado). El Holoceno comprende los depósitos de bajos y lagunas, médanos, aluviales y coluviales, y las planicies aluviales y abanicos actuales.

La Hoja Neuquén abarca un sector de la Cuenca Neuquina de enorme relevancia en la explotación petrolera, y comprende numerosos yacimientos de petróleo y gas en activo desarrollo. Los recursos mineros se centran en las rocas industriales, consistiendo mayormente en explotaciones de yeso y arcillas bentoníticas. Por otra parte, posee aspectos de gran relevancia paleontológica y estratigráfica dados por las importantes faunas de dinosaurios y otros tetrápodos hallados principalmente en el Grupo Neuquén, así como las microfaunas presentes en el Grupo Malargüe, donde se pone de manifiesto el límite Cretácico - Paleógeno.

ABSTRACT

The geological sheet 3969-II, Neuquén, embraces part of the eastern region of the Neuquén province, the northwestern area of the Río Negro province, and in its northeastern corner, a small sector of the La Pampa province. It is entirely comprised in the geological province known as the Neuquén basin.

The stratigraphic record begins in the Late Cretaceous, with continental sedimentary rocks of the Neuquén Group, whose age spans within the Early Cenomanian to the Early Campanian. The Neuquén Group is overlaid in unconformity by marine, littoral and continental sedimentary rocks of the Malargüe Group that were deposited during the Late Campanian to the Paleocene *l.s.*, in which the Cretaceous/Paleogene boundary is recognized. Both groups form a sedimentary cycle (Riograndican) which belongs to a stage in which the Neuquén basin performed as a foreland basin, and was affected for the first time by a marine transgression of Atlantic origin.

During the Eocene, as a result of the Incaican orogenic phase, the Neuquén and the Malargüe Groups were deformed. Later on, the sedimentary rocks of the Chichinales Formation were deposited in an incipient fluvial drainage system, which was developed during the Early to Middle Miocene. Almost simultaneously, the deposition of the Vaca Mahuida Formation, with shallow marine sedimentary rocks at its base, took place along the present Colorado river valley. In unconformity over the last unit and also above others, which form part of the Malargüe Group, Neogene continental sedimentary rocks of the Barrancas de los Loros Formation (Middle to Upper Miocene) and the El Palo Formation (Upper Miocene – Pliocene) were deposited. As a result of the uplift process due to the

Diaguitican diastrophism, the area was strongly denudated and important aggradational deposits, namely the Bayo Mesa Formation, were deposited.

In the La Pampa province portion of the mapped area, the El Sauzal Formation overly in unconformity the El Palo Formation. Later on, already in the Pleistocene, the development of an important surface of pedimentation represented by Deposits of the First Pediment Level took place. New aggradation episodes resulted in the formation of the Jagüel de Canale pseftic plain. Apparently preserved only along the Neuquén river valley, the Agua de la Caldera Formation was deposited. During the Pleistocene, landscape modelling processes and development of the actual drainage fluvial system, resulted in the more or less concomitant elaboration of pedimentation surfaces related with different base levels, as well as the alluvial deposits of Balsa Las Perlas, and diverse terraces of the great rivers present in the mapped region (Neuquén, Limay, Negro y Colorado). The Holocene comprises lowland and lagoonal deposits, dunes, colluvial and alluvial deposits, as well as alluvial plains and actual fans.

The Neuquén sheet embraces a sector of the Neuquén basin of great relevance in the oil exploitation, in which several oil and gas fields are actually operating in a very active way. The mineral resources are mainly related with the production of industrial minerals, mostly consisting in the exploitation of gypsum and bentonitic clays. The mapped area possesses aspects of great paleontological and stratigraphical relevance given by important dinosaurs and other tetrapod faunas mostly from the Neuquén Group, as well as the presence of significant microfaunas in the Malargüe Group, in which the Cretaceous/Paleogene boundary is recorded.

1. INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN DE LA HOJA Y ÁREA QUE ABARCA

La Hoja 3969-II, Neuquén, se extiende entre los paralelos 38° y 39° de latitud sur y los meridianos 67° 30' y 69° de longitud oeste. Abarca una importante porción de la región oriental de la provincia del Neuquén, el sector noroccidental de la provincia de Río Negro y, en su ángulo nordeste, un pequeño sector de la provincia de La Pampa (Fig. 1). Así delimitada, la región estudiada posee una superficie de 14.494 km². Comprende las bases topográficas de la Secretaría de Minería a escala 1: 100.000 correspondientes a las Hojas 34d, Cuenca del Añelo; 34e, Piedras Blancas; 35d, Cutral Có; 35e, Neuquén y 35f, Jagüel de los Milicos. A nivel de provincias geológicas, la Hoja está comprendida en la región oriental de la Cuenca Neuquina.

NATURALEZA DEL TRABAJO

El trabajo consistió en un levantamiento geológico expeditivo con recolección de muestras y confec-

ción de perfiles en las áreas más significativas. Se contó con imágenes satelitales LANDSAT ampliadas a escala 1: 250.000. Las imágenes sirvieron como orientación para realizar las tareas de campo. Una vez confirmados, los datos geológicos fueron volcados en la base topográfica de la Hoja IGM 3969-II, Neuquén, a escala 1: 250.000.

Las campañas se efectuaron durante los meses de noviembre de 2001, mayo de 2002 y junio de 2003. En esta última, se contó con la colaboración del geólogo Martín Cervera, en ese entonces becario del SEGEMAR y del geólogo Alberto Garrido (Museo Carmen Funes, Plaza Huincul). Este último aportó conocimientos y experiencia que fueron de vital importancia para el tratamiento del Grupo Neuquén.

INVESTIGACIONES ANTERIORES

Existe abundante bibliografía, publicada e inédita, referente a las unidades aflorantes en la Hoja, en particular al Grupo Neuquén. Entre los antecedentes más significativos, ya sea por su carácter de estudios pioneros o por los aportes que realiza-

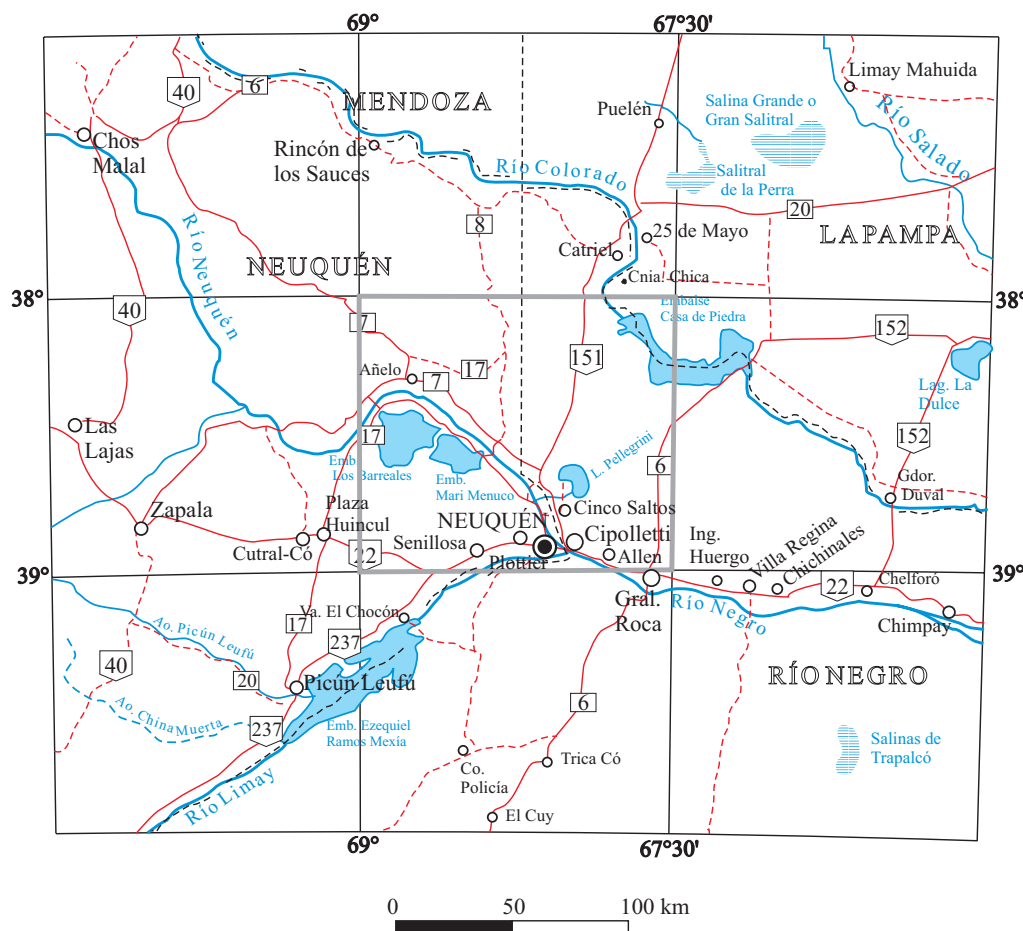


Figura 1. Mapa de ubicación.

ron, pueden citarse los de Doering (1882), Bodenbender (1892), Keidel (1917, 1925), Burckhardt (1902), Wichmann (1916, 1924, 1927a, 1927b, 1927c, 1934), Windhausen (1914, 1922), Schiller (1922), Roll (1939), Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947), Groeber (1945, 1956, 1959), De La Motta (1952), de Ferrarís (1968), Cazau y Uliana (1973); Digregorio (1972), Ramos (1981), Digregorio y Uliana (1980), Legarreta y Gulisano (1989) y más recientemente, Leanza y Hugo (2001). Los relevamientos geológicos regionales previos incluyen los trabajos de Ardolino *et al.* (1996) en el departamento Añelo, Danderfer y Vera (1992) en el departamento Confluencia (ambos en la provincia del Neuquén) y Uliana (1979) en la región noroccidental de la provincia de Río Negro.

2. ESTRATIGRAFÍA

RELACIONES GENERALES

La Hoja 3969-II, Neuquén, se enmarca en la Cuenca Neuquina, también conocida como Engolfamiento Neuquino (Braccacini, 1970), que comprende al sector extraandino de la provincia del Neuquén, sur de Mendoza, noroeste de Río Negro y sur de La Pampa. En la superficie de la citada Hoja, las unidades más antiguas aflorantes corresponden al Grupo Neuquén, que aflora fundamentalmente en su mitad occidental, disponiéndose en forma subhorizontal, con una suave pendiente regional hacia el sureste. Se han reconocido los términos medios y superiores del Subgrupo Río Limay (formaciones Huincul y Cerro Lisandro), el Subgrupo Río Neuquén (formaciones Portezuelo y Plottier) y el Subgrupo Río Colorado (formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto).

Las sedimentitas cretácico-paleógenas del Grupo Malargüe cubren al Grupo Neuquén mediante una discordancia, conocida como Huantráiquica, cuya mejor exposición se encuentra en las inmediaciones del lago Pellegrini. Estos depósitos a su vez exhiben una suave inclinación regional, resultado de la deformación del relleno sedimentario de la cuenca durante los movimientos andinos. El Grupo Malargüe, integrado por las formaciones Allen, Jagüel, Roca y El Carrizo, presenta buenos afloramientos en la región centro-oriental de la Hoja.

Por encima de las unidades cretácico-paleógenas se disponen en discordancia sedimentitas continentales de naturaleza epi- y piroclástica asignadas a la Formación Chichinales

(Mioceno inferior a medio), con afloramientos reducidos en algunas localidades del sector central de la Hoja. En la región nororiental, la unidad que se sobrepone en discordancia a diferentes términos del Grupo Malargüe es la Formación Vaca Mahuida, marina a continental (Oligoceno superior - Mioceno).

Las formaciones Barranca de los Loros y El Palo conforman sendos episodios de sedimentación continental ocurridos durante el Neógeno y ambas cubren en forma discordante -con espesores irregulares debido a la existencia de un acusado relieve previo en el caso de la Formación Barranca de los Loros- a las unidades más antiguas. Estas formaciones están también restringidas al sector rionegrino y pampeano de la Hoja.

La Formación Bayo Mesa (Plioceno superior - Pleistoceno) constituye un importante nivel de agradación que alcanza las mayores alturas topográficas de la región; sus afloramientos más occidentales se encuentran en la sierra Barrrosa y en el cerro Senillosa, donde cubren en discordancia al Grupo Neuquén, y a partir de la sierra Blanca se extienden ampliamente hacia la zona centro - oriental de la Hoja, donde la unidad se apoya en discordancia sobre la Formación El Palo.

La Formación El Sauzal, con afloramientos de extensión limitada, representa un evento de sedimentación continental desarrollado en el Pleistoceno inferior, no observándose sus relaciones con otras unidades dentro del área de estudio.

Con una distribución aparentemente restringida al valle del río Neuquén, las sedimentitas continentales de la Formación Agua de la Caldera (Pleistoceno) cubren en discordancia a diferentes términos del Grupo Neuquén; el volcanismo activo en regiones cercanas (Auca Mahuida) produjo un significativo aporte piroclástico en estos depósitos.

Las unidades estratigráficas más jóvenes son los depósitos cuaternarios representados por mantos de rodados correspondientes a niveles de agradación posteriores a la Formación Bayo Mesa, sedimentos fluviales aterrazados, depósitos aluviales, pedemontanos, eólicos y de bajos y lagunas, cuyo desarrollo superficial en conjunto cubre buena parte de la Hoja.

En el cuadro 1 se consigna la síntesis estratigráfica de la Hoja 3969-II, Neuquén, con la identificación numérica de las distintas unidades estratigráficas reconocidas en el mapa.

ERA	SIST.	SERIE	PISO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		LITOLOGÍA	FASES DIASTRÓFICAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO		Depósitos de las planicies aluviales actuales de los ríos Limay, Neuquén, Negro y Colorado (50)		Gravas, arenas, limos, arcillas			
				Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes (49)		Gravas, arenas, limos, arcillas			
				Depósitos coluviales (48)		Gravas, bloques, arenas, limos			
				Depósitos eólicos, fluviales y de médanos longitudinales del bajo de Añelo (45 a 47)		Arenas, limos			
				Depósitos de bajos y lagunas (44)		Limos, arcillas, arenas, sales			
		PLEISTOCENO		Depósitos fluviales antiguos del río Colorado (Niveles I a V) (38 a 43)		Gravas, arenas, pelitas			
				Depósitos fluviales antiguos del río Limay (37)		Gravas, arenas			
				Depósitos fluviales antiguos de los ríos Neuquén y Negro (I a VIII) (28 a 36)		Conglomerados, gravas, arenas			
				Depósitos de la planicie psefítica del Jagüel de Canale (27)		Gravas, arenas, limos			
				Depósitos aluviales de Balsa Las Perlas (26)		Areniscas, conglomerados			
				Depósitos que cubren niveles pedimentados (21 a 25)		Areniscas, conglomerados			
				Formación Agua de la Caldera (20)		Areniscas, conglomerados, limolitas, tufitas, arcilitas			
				Depósitos que cubren el primer nivel de pedimentos (19)		Gravas, arenas			
				Formación El Sauzal (18)		Areniscas, limolitas, conglomerados, arcilitas			
		PLIOCENO	Superior	Formación Bayo Mesa (17)		Conglomerados, areniscas gruesas		Diaguitica	
	Formación El Palo (16)			Areniscas, fangolitas, tufitas, calizas	Quéchuica				
	MIOCENO		Superior	Formación Vaca Mahuida (13)		Formación Chichinales (14)	Tobas, tufitas, arcilitas, limolitas, areniscas		
		Medio	Formación Barranca de los Loros (15)					Fangolitas, tufitas, areniscas	
		Inferior	Formación Vaca Mahuida (13)					Areniscas, pelitas, tufitas, conglomerados, calizas, yeso	Incaica
	OLIGOCENO	Superior							
	PALEOCENO	Daniano	GRUPO MALARGÜE		Formación El Carrizo (12)	Pelitas, areniscas			
					Formación Roca (11)	Calizas, arcilitas, margas, yeso			
					Formación Jagüel (10)	Limolitas, arcilitas			
	MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Maastrichtiano	GRUPO NEUQUÉN			Huantráiquica	
				Campaniano					
Santoniano				Subgrupo Río Neuquén (3)		Formación Anacleto (8)	Fangolitas, areniscas		
Coniaciano						Formación Bajo de la Carpa (7)	Areniscas, fangolitas, conglomerados		
Turoniano				Subgrupo Río Neuquén (3)	Formación Plottier (5)	Fangolitas, areniscas			
Cenomaniano					Formación Portezuelo (4)	Areniscas, fangolitas			
					Subgrupo Río Limay (pars.)	Formación Cerro Lisandro (2)	Fangolitas, areniscas		
						Formación Huincul (1)	Areniscas, fangolitas, conglomerados		

Cuadro 1. Síntesis estratigráfica de la Hoja 3969-II, Neuquén.

2.1. MESOZOICO

2.1.1. CRETÁCICO SUPERIOR

GRUPO NEUQUÉN (1 A 8)

Antecedentes

El Grupo Neuquén constituye una de las unidades más características de la Cuenca Neuquina y los principales asomos que lo conforman, incluyendo localidades tipo, se encuentran en el sector occidental de la Hoja.

Doering (1882) fue el primer autor en referirse con algún detalle a estas sedimentitas, a las que denominó Piso Pehuenche. Más tarde Roth (1898, 1899) las designó como Formaciones de Areniscas Rojas y Formación con Dinosaurios. Otras designaciones fueron introducidas por Wilckens (1906), quien las llamó Formación Guaranítica, en tanto que Ameghino (1906) las reunió con depósitos aflorantes en otras regiones en las Areniscas Abigarradas.

Windhausen (1914) realizó observaciones y descripciones en la región entre el río Neuquén y el volcán Auca Mahuida; en ese trabajo propuso una primera subdivisión de las Areniscas Abigarradas. Keidel (1917) consideró oportuno abandonar la denominación de Ameghino (1906), que incorporaba estratos de diversas litologías y edades, cambiándola por Estratos con Dinosaurios, en atención al contenido fósil de estas sedimentitas.

Estudios posteriores (Keidel, 1925; Wichmann, 1927a) procuraron establecer con mayor precisión las características litológicas, límites y subdivisión de los Estratos con Dinosaurios. El último autor, en su análisis de las unidades aflorantes a lo largo del río Neuquén, efectuó una subdivisión de estas capas en diversos “grupos” que los señaló de A hasta I, de arriba hacia abajo y en sentido ascendente por el valle. El Grupo A corresponde aproximadamente con la actual Formación Allen, base del Grupo Malargüe. El Grupo Neuquén está comprendido en los grupos B a F, en tanto que las unidades G a I de Wichmann incluyen al actual Grupo Bajada del Agrio (sedimentitas huirinianas y rayosianas).

El avance de la exploración petrolera y la realización de levantamientos geológicos de detalle impusieron la necesidad de resolver los problemas nomenclaturales y estratigráficos que presentaban estas capas. Roll (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) introdujo el término Formación del Neuquén o *Neuquen Schichten*. En trabajos posteriores de Roll

(1939, 1941) y Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947) se estableció la subdivisión clásica de la Formación del Neuquén que, con algunas modificaciones, continúa vigente. Estos autores distinguieron, en orden ascendente, los “grupos” de Candeleros, Huincul, Cerro Lisandro, Portezuelo, Plottier, Bajo de la Carpa, Anacleto y Allen.

De Ferrariis (1968) dio categoría de Grupo a la Formación del Neuquén, formalizó una división en dos formaciones (Río Limay y Río Neuquén), integradas por los miembros ya establecidos por Roll y Herrero Ducloux y reconoció dos subciclos de relleno en la cuenca. La denominación formal de Grupo Neuquén fue utilizada por primera vez por Stipanovich *et al.* (1968).

El esquema de de Ferrariis (1968) fue parcialmente modificado por Cazau y Uliana (1973), quienes hicieron una subdivisión en cuatro formaciones y siete miembros. De base a techo son: Formación Río Limay (Miembros Candeleros, Huincul y Cerro Lisandro), Formación Río Neuquén (Miembros Portezuelo y Plottier), Formación Río Colorado (Miembros Bajo de la Carpa y Anacleto) y Formación Allen.

En algunos trabajos concernientes a la región al sur de Auca Mahuida (Padula, 1951; Holmberg, 1964) se había separado a la Formación Allen del Grupo Neuquén, sobre la base de consideraciones estratigráficas y paleontológicas. Uliana (1973, 1979) también separó a la Formación Allen del Grupo Neuquén y la interpretó, en cambio, como la unidad basal del ciclo sedimentario cretácico-paleógeno representado por el Grupo Malargüe. Este criterio fue seguido posteriormente por Digregorio (1978), Uliana y Dellapé (1981) y Ramos (1981) y es el que se acepta actualmente.

Ramos (1981) elevó al rango de Formación a los distintos miembros y al de Subgrupo a las tres formaciones constitutivas del Grupo Neuquén, en razón de que eran unidades estratigráficas perfectamente diferenciables y mapeables a escala 1:200.000. Estos cambios fueron aplicados por algunos autores, como es nuestro caso, en tanto que otros prefirieron mantener la subdivisión en formaciones y miembros.

En épocas más recientes, Legarreta y Gulisano (1989) realizaron un análisis estratigráfico secuencial del relleno sedimentario de la Cuenca Neuquina entre el Triásico superior y el Paleoceno. Reconocieron tres supersecuencias limitadas por discontinuidades estratigráficas importantes que coinciden aproximadamente con los ciclos Cuyano,

Ándico y Riograndico de Groeber. La Supersecuencia Superior comprende los depósitos referidos a los grupos Neuquén y Malargüe. Estos autores otorgaron a la discontinuidad basal de esta supersecuencia (Discordancia Intersenoniana) una edad de 94 Ma, algo más joven que la asignada por Orchuela y Ploszkiewicz (1984). Dentro de la Secuencia Neuquén, Legarreta y Gulisano (1989) definieron 8 secuencias depositacionales, que progresivamente traslapan una sobre otra y amplían así el área de depositación. En líneas generales, cada una de ellas exhibe un neto dominio de psamitas y psefitas en posiciones próximas al borde de cuenca, en tanto que en posiciones más cercanas al depocentro las discontinuidades no son tan evidentes dado el predominio de pelitas en la litología.

Desde el punto de vista de la estratigrafía clásica, los términos areno-conglomerádicos de cada Subgrupo o Formación del Grupo Neuquén se presentan en los tramos inferiores, en tanto que las unidades pelíticas ocupan posiciones estratigráficas más altas, conformando tres ciclos claramente distinguibles en el relleno de la cuenca.

Garrido (2000) efectuó un estudio detallado de los depósitos del Grupo Neuquén en el área vecina a Plaza Huincul, con énfasis en el análisis de facies y en la interpretación de paleoambientes depositacionales.

Distribución areal

El Grupo Neuquén tiene amplia distribución en el ámbito de la Hoja, particularmente en el sector neuquino (occidental). Los potentes estratos rojos que lo caracterizan se reconocen en la extensa región comprendida entre el valle del río Limay por el sur y el límite norte de la Hoja, donde se presentan en las elevaciones situadas al norte de la ruta 22 (Barda González, cerro Challacó, cerro Senillosa, cerro Lisandro, barda de Plottier), en la sierra Barrosa (Foto 1), en la periferia de los embalses Los Barreales (Foto 2) y Mari Menuco, en el bajo de Añelo y en el valle del río Neuquén. Hacia el este, aflora hasta la longitud de la ciudad de Neuquén, para reaparecer los términos superiores en las proximidades del lago Pellegrini y en algunos puntos a lo



Foto 1. Afloramientos del Grupo Neuquén en el flanco occidental de la sierra Barrosa. Los niveles inferiores en primer plano corresponden a la Formación Cerro Lisandro; las areniscas que forman los paredones bajos a la izquierda de la foto pertenecen a la Formación Portezuelo; la Formación Plottier tiene poca expresión morfológica y la parte superior de la barda constituye la Formación Bajo de la Carpa. **Foto 2.** Aspecto del Grupo Neuquén en los Mogotes Colorados, embalse Los Barreales. Los cerros están constituidos por las formaciones Huincul, Cerro Lisandro y Portezuelo.

largo del valle del río Negro, bordeando las terrazas frente a las localidades de Fernández Oro y Allen. Asimismo, pequeños afloramientos de sus tramos cuspidales se han reconocido sobre la margen pampeana del río Colorado, en las proximidades de Colonia Chica.

En la gran mayoría de las áreas referidas, las unidades integrantes del Grupo son claramente distinguibles; sólo en algunos sectores, y en razón de los límites transicionales entre ellas o por problemas de escala, se hizo necesario mapear algunas formaciones en conjunto; esto sucede particularmente con las formaciones Portezuelo y Plottier y con el par Bajo de la Carpa - Anacleto. Sin embargo, en los párrafos subsiguientes se las trata por separado.

La única unidad del Grupo Neuquén que no aflora dentro de los límites de la Hoja es la Formación Candeleros, base del Subgrupo Río Limay.

Edad

La depositación de las capas rojas del Grupo Neuquén comienza luego de la denominada Fase Miránica Principal (Stipanovic y Rodrigo, 1970) de los movimientos Patagónicos. Esta fase diastrófica está expresada en la discordancia Intercretácica o Intersenoniana, que Orchueta y Ploszkiewicz, (1984) equipararon temporalmente a la discontinuidad de carácter global ubicada por Vail y Todd (1980) en los 97 ± 3 Ma (Cenomaniano temprano). Por su parte, Legarreta y Gulisano (1989) situaron a la discordancia Intersenoniana en los 94 Ma. El límite superior del Grupo está determinado por la discordancia Huantráiquica, datada en los 74 ± 3 Ma (Leanza, 1999; Leanza y Hugo, 2001). Esta discontinuidad lo separa del Grupo Malargüe, cuya edad máxima se ha establecido entre el Campaniano medio y el Maastrichtiano temprano (Heredia y Salgado, 1999; Parras, 1999).

Recientemente, Corbella *et al.* (2004) proveyeron una edad radimétrica obtenida en un nivel de toba blanca, estratigráficamente situado en la parte inferior de la Formación Huincul, aflorante en el cerro Policía, en la provincia de Río Negro. La muestra arrojó una edad de $88 \pm 3,9$ Ma, próxima al límite Turoniano - Coniaciano. Este único dato sugiere que las formaciones Huincul y Cerro Lisandro serían algo más jóvenes de lo previamente supuesto, pero no implica una edad menor para la infrayacente Formación Candeleros (Corbella *et al.*, 2004).

Por otra parte, estudios paleontológicos sobre vertebrados de la Formación Bajo de la Carpa (Bonaparte, 1991) sugieren una edad santoniana para esta unidad.

Datos paleomagnéticos aportados por Dingus *et al.* (2000) en la localidad bautizada por dinosaurólogos como Auca Mahuevo, indican una edad campaniana temprana o media temprana para los niveles portadores de huevos fósiles de titanosaurios, situados estratigráficamente en fangolitas de la Formación Río Colorado (en este trabajo, Formación Anacleto).

Los datos expuestos permiten asignar una edad campaniana temprana para los términos cuspidales del Grupo Neuquén, representados por las fangolitas de la Formación Anacleto. Así, la depositación de las sedimentitas del Grupo Neuquén insumió un lapso de aproximadamente 23 millones de años, entre el Cenomaniano temprano y el Campaniano temprano (Leanza, 1999).

2.1.1.1. Cenomaniano - Turoniano inferior

SUBGRUPO RÍO LIMAY

Antecedentes

La denominación Formación Río Limay fue introducida por de Ferrariis (1968), quien la propuso para incluir a los miembros Candeleros, Huincul y Lisandro; este agrupamiento fue aceptado por Cazau y Uliana (1973) y mantenido en trabajos posteriores. Cabe aclarar que Roll (1939) y Herrero Ducloux (1946, 1947) habían utilizado un nombre parecido (Grupos del Río Limay) para referirse a sedimentitas continentales que están por debajo de la discordancia Miránica Principal o Intersenoniana, y que actualmente se integran al Grupo Fortín Nogueira, perteneciente al Ciclo Ándico (Hugo y Leanza, 2001a).

La categorización de las tres formaciones que conforman el Grupo Neuquén como subgrupos y la elevación a formaciones de los miembros que las constituyen corresponde a Ramos (1981).

El Subgrupo Río Limay en el ámbito de la Hoja Neuquén está representado por las unidades media y superior que lo componen: formaciones Huincul y Cerro Lisandro, y aflora esencialmente en su sector occidental.

La edad del Subgrupo Río Limay estaría comprendida entre el Cenomaniano temprano y el Turoniano temprano (Leanza y Hugo, 1997, 2001).

2.1.1.2. Cenomaniano superior

Formación Huincul (1)

Areniscas, fangolitas, conglomerados

Antecedentes

Esta unidad fue reconocida por Keidel (en Wichmann, 1927c). Su localidad tipo está en las inmediaciones de Plaza Huincul, donde se encuentran los afloramientos de areniscas amarillentas resistentes que la caracterizan. Entre las referencias más importantes relativas a la Formación Huincul, cabe citar a Roll (1939, 1941), Herrero Ducloux (1946), Di Paola y Marchese (1970), Marchese (1971), Digregorio (1972), Cazau y Uliana (1973), Ramos (1981) y Leanza y Hugo (1997, 2001).

Distribución areal

La Formación Huincul aflora en las inmediaciones de Challacó al norte de la ruta 22, en la margen derecha del río Limay (borde suroccidental de la Hoja), en el tramo inferior del cañadón Mesa, que desagua en el embalse Los Barreales al oeste de la sierra Barrosa, en las inmediaciones del dique Portezuelo Grande y en la periferia del bajo de Añelo. En varios de esos sectores, los afloramientos están parcialmente cubiertos por depósitos cuaternarios, por lo que tienen escasa expresión en imagen satelital.

Litología

La Formación Huincul se caracteriza por las areniscas de colores claros, que varían del gris al amarillento, bien consolidadas, en estratos gruesos. Las areniscas son en general de grano medio a grueso y muy micáceas. En las proximidades del cerro Grande de Challacó (38° 52' 15" S, 68° 55' 25" O) se reconoció la parte superior de esta unidad, en contacto con la suprayacente Formación Cerro Lisandro. En este sector, la formación se compone de areniscas medianas a gruesas muy consolidadas, en estratos tabulares, con estructuras de corte y relleno de grandes dimensiones, estratificación cruzada en artesa de gran escala y *climbing ripples* hacia el tope de los cuerpos arenosos. Las areniscas son micáceas y presentan concreciones ferruginosas dispersas. Estos estratos arenosos alternan con niveles de no más de 1 m de espesor de fangolitas verdosas, grises y rojizas, laminadas. En todo el espesor aflorante

de la Formación Huincul (aproximadamente 80 m) se identificaron cuatro niveles de fangolitas (Foto 3).

También se reconocieron potentes bancos de areniscas grises entrecruzadas seguidos por paquetes algo más finos de color rojo ladrillo en la base de los Mogotes Colorados, en el embalse Los Barreales. Estas areniscas están cubiertas en forma concordante por las fangolitas rojas de la Formación Cerro Lisandro; el tope resistente de los mogotes está constituido por estratos arenosos rojizos de la Formación Portezuelo. El tramo inferior del cañadón Mesa, al sur de los Mogotes Colorados, está labrado en niveles de areniscas amarillas y grises de la Formación Huincul, con un espesor aflorante de 40 metros.

Danderfer y Vera (1992) detallaron areniscas cuarzosas de grano medio moderadamente seleccionadas, con niveles de conglomerados polimícticos con rodados de 2 a 10 cm de diámetro; la coloración amarillo blanquecina es distintiva. Hacia la parte superior de la unidad mencionaron intercalaciones de arcilitas rojas y verde claras con yeso y cristales de piritita en las cercanías del cerro Grande de Challacó.

Según Di Paola (1973) entre los fragmentos líticos de las areniscas se observan fragmentos de sedimentitas cuarzo-cloríticas, *chert* y plutonitas ácidas, en tanto que las arcillas siempre presentan una proporción del 10 al 30 % de caolinita.

Las características de la Formación Huincul son bastante homogéneas en el área analizada; Ardolino *et al.* (1996) describieron para la región situada al este de Paso de los Indios, sobre el valle del río Neuquén, una sección inferior compuesta por potentes estratos arenosos amarillentos con bancos conglomerádicos y una sección superior en la que alternan areniscas y margas arenosas coloradas, con areniscas coloradas y blanquecinas de grano fino en el tope. Estos autores caracterizaron a las areniscas de la Formación Huincul como de baja madurez composicional y textural.

Paleontología

El contenido paleontológico de la Formación Huincul comprende frecuentes restos de troncos silicificados y huesos grandes de dinosaurios, en general con evidencias de transporte (Cazau y Uliana, 1973). No existen registros de importancia dentro de los límites de la Hoja. Sin embargo, en afloramientos de la Formación Huincul situados en la localidad de Tambo Las Overas (Hoja Picún Leufú) se produjo el

hallazgo de *Argentinosaurus huinculensis* Bonaparte y Coria, un saurópodo titanosaurio excepcionalmente grande, considerado el mayor del mundo. Otros hallazgos corresponden a dinosaurios terópodos afines a *Giganotosaurus carolinii* (Coria y Currie, 1997) y abelisáuridos como *Ilokelesia aguadagrandensis* (Coria y Salgado, 2000), así como placas de tortugas y dientes de cocodrilos.

Ambiente

El ambiente de depositación de la Formación Huincul fue netamente fluvial. Las facies arenosas presentan estructuras tractivas de alto régimen de flujo y estructuras de corte y relleno. La alternancia con areniscas finas y fangolitas laminadas refleja variaciones en la energía de los cursos. Asimismo, se evidencian cambios en la energía del ambiente de base a techo de la unidad, con una tendencia general grano y estratodecreciente. Ramos (1981) puntualizó el cambio en las condiciones climáticas con relación a las que prevalecieron durante la depositación de la infrayacente Formación Candeleros. En este sentido, la precipitación de cemento calcítico, la formación de caolinita y el reemplazo de zeolitas indican condiciones de pH más alcalino, en un clima más cálido y árido.

Garrido (2000) propuso dos modelos paleoambientales para las formaciones Candeleros y Huincul en su conjunto: sistema fluvial de tipo entrelazado gravo-arenoso, reconocible en general en afloramientos más occidentales y en las vecindades de la Dorsal de Huincul, y sistema fluvial entrelazado arenoso con desarrollo de macroformas de tipo *sand flat* y barras linguoides, de menor energía que el anterior, identificado en afloramientos orientales de ambas unidades.

Relaciones estratigráficas

La base de la Formación Huincul no aflora en el área de estudio; pero la relación de yacencia con la Formación Candeleros es concordante. Asimismo, el pasaje hacia la suprayacente Formación Cerro Lisandro es transicional, y convencionalmente se establece el contacto donde la desaparición de los niveles psamíticos deja lugar a una neta preponderancia de fangolitas. El espesor determinado para la Formación Huincul en proximidades del cerro Grande de Challacó es de 80 metros. Distintos autores establecieron que los espesores máximos de esta unidad pueden alcanzar los 250 metros (Roll, 1939;

Leanza y Hugo, 1997). Para la comarca de los Chihuidos Norte, Ramos (1981) consignó espesores variables entre 195 m y 230 m, en tanto que Ardolino *et al.* (1996) indicaron que el espesor de la unidad dentro del departamento Añelo es bastante uniforme y cercano a los 200 metros.

Edad y correlaciones

Sobre la base de consideraciones generales acerca de la edad y desarrollo estratigráfico del Grupo Neuquén, Leanza y Hugo (1997, 2001) y Leanza, 1999) asignaron una edad cenomaniana tardía a la Formación Huincul.

Legarreta y Gulisano (1989) homologaron al Subgrupo Río Limay las tres secuencias depositacionales inferiores de la Mesosecuencia Neuquén; las discontinuidades que las limitan están datadas en 94 Ma -base del Grupo Neuquén- 93 y 91 Ma. Las discontinuidades coinciden con la aparición de depósitos areno-conglomerádicos que hacia el depocentro se interdigitan con fangolitas. Así, los clásticos más gruesos que podrían equipararse con la Formación Candeleros ("facies Candeleros") estarían comprendidos entre los 94 y 91 Ma, en tanto que el mayor desarrollo de psamitas ("facies Huincul") correspondería al lapso 93 a 91 Ma.

2.1.1.3. Cenomaniano superior - Turoniano inferior

Formación Cerro Lisandro (2)

Fangolitas, areniscas

Antecedentes

La Formación Cerro Lisandro tiene su localidad tipo en el cerro Lisandro, situado al norte de la ruta 22, 5 km al noroeste de Senillosa. La denominación fue introducida por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938). Con posterioridad, Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947) y Roll (1939, 1941) describieron y definieron la unidad, en tanto que Di Paola y Marchese (1970), Marchese (1971), Digregorio (1972), Cazau y Uliana (1973), Ramos (1981), Danderfer y Vera (1992), Ardolino *et al.* (1996), Leanza y Hugo (1997, 2001) y Garrido (2000) se ocuparon de aspectos estratigráficos, litológicos y genéticos de la misma. Más recientemente, Giusiano y Pettinari (1999) abordaron aspectos geológicos y mineralógicos de la Formación Cerro Lisandro.

Esta entidad constituye el tramo cuspidal del primer gran ciclo de sedimentación del Grupo Neuquén (Subgrupo Río Limay).

Distribución areal

La Formación Cerro Lisandro se encuentra bien expuesta en el sector suroccidental de la Hoja. Aflora al norte de la ruta 22, desde algo al este de la localidad tipo, formando una orla casi continua que bordea por el sur a las elevaciones de los cerros Senillosa y Challacó y a la Barda González, y por el oeste a la sierra Barrosa. También hay asomos de esta unidad en la costa occidental del embalse Los Barreales, en los Mogotes Colorados y en el borde sur del bajo de Añelo. En líneas generales, los afloramientos de la Formación Cerro Lisandro son algo más amplios y están situados hacia el este con respecto a los asomos de la Formación Huincul.

Litología

La Formación Cerro Lisandro se compone esencialmente de fangolitas de color rojo ladrillo, con niveles arenosos grises a amarillentos que se intercalan en la secuencia. En la localidad tipo se hallaron fangolitas rojas bien estratificadas que alternan con bandas verdosas a blanquecinas; los estratos individuales pueden ser muy espesos (hasta 20 m según Cazau y Uliana, 1973). Las capas son lateralmente continuas. Las fangolitas son macizas; resulta difícil apreciar las estructuras sedimentarias debido a la naturaleza friable de las rocas que se presentan muy autocubiertas en afloramiento. Hacia la parte superior de la unidad, aparecen intercalaciones areniscosas coherentes en estratos del orden de 1 m de espesor, con estratificación entrecruzada; el color predominante es amarillo o gris claro. El espesor total de la unidad en la localidad tipo es de 50 m (no se observa el contacto basal con la Formación Huincul, Foto 4).

Cazau y Uliana (1973) destacaron la coloración rojo apagada de las fangolitas de la Formación Cerro Lisandro como una característica distintiva, así como el paisaje típico de lomadas redondeadas que conforman. Estos autores señalaron que las fangolitas son micáceas, con minerales de arcillas moderadamente expansibles, en tanto que las areniscas son cuarzosas en su composición; indicaron para la unidad un espesor variable entre 70 y 150 metros.

Por su parte, Giusiano y Pettinari (1999) en la localidad del cerro Lisandro resaltaron ciertas dife-

rencias composicionales entre las fangolitas rojas y las grises; las primeras poseen un 30% de arcilla, 64% de limo y 18% de arena, en tanto que las segundas tienen 50% de arcilla, 38% de limo y 21% de arena. Los argilominerales determinados por estos autores son interestratificado (illita/esmectita), caolinita, clorita y como acompañantes, cuarzo y feldespatos.

En el pie occidental de la sierra Barrosa, la Formación Cerro Lisandro se compone de arcilitas de color rojo morado, muy cubiertas, que alternan con niveles amarillentos (Fig. 2). Las pelitas son macizas, consolidadas, con manchas de color verde claro por alteración. Están groseramente estratificadas en niveles de unos 2 m de espesor en los que se reconoce una ligera tendencia granodecreciente, desde limolitas en la base a arcilitas en el techo de cada estrato. Hacia arriba intercalan areniscas medianas de color rojo ladrillo oscuro; los niveles arenosos tienen una geometría lenticular muy extendida, con lo que presentan cierta continuidad lateral. Las areniscas son micáceas, los granos son angulosos, con escasa matriz y cemento ferruginoso. Se observaron concreciones esferoidales pequeñas (0,5 cm de diámetro) y planchas pequeñas de yeso, éstas últimas hacia la base de los estratos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada planar y laminación horizontal hacia el techo. Las intercalaciones arenosas son esporádicas en la parte inferior de la unidad, pero hacia el tercio superior las fangolitas pierden espesor a expensas de las areniscas. La sección fangolítica inferior ronda los 110 m, en tanto que la parte superior alcanza los 60 m de espesor. El límite con la Formación Portezuelo se ubica en el contacto entre el último paquete espeso de fangolitas rojo ladrillo (10 m) y el primer banco de areniscas amarillentas con estratificación cruzada planar de gran escala (Foto 5). El espesor total aflorante de la Formación Cerro Lisandro en la sierra Barrosa alcanza los 174 metros.

En el ámbito del valle del río Neuquén y del bajo de Añelo, Ardolino *et al.* (1996) refirieron la existencia de asomos de escasa expresión, visibles en algunos cortes naturales, constituidos por pelitas rojas macizas con algunas intercalaciones de areniscas blanquecinas. En el valle del arroyo Carranza (que desemboca en el ángulo noroeste de la Hoja Neuquén), los afloramientos están representados por una alternancia de limolitas violáceas, escasas arcilitas y bancos de areniscas gruesas grisáceas; la sucesión en total tiene 120 m de espesor (Holmberg, 1964). Cabe destacar que esta sucesión fue incluida

por Ramos (1981) en la Formación Cerro Lisandro. Por su parte, Ardolino *et al.* (1996) mapearon juntas a las formaciones Huincul y Cerro Lisandro que afloran en este sector, dada la gran similitud litológica entre ambas.

Paleontología

Existen muy escasas referencias al contenido paleontológico de la Formación Cerro Lisandro. Cazau y Uliana (1973) señalaron el hallazgo de huesos de reptiles (cocodrilos y tortugas) y bivalvos de agua dulce en la sección media a superior de la unidad, aunque no se han encontrado datos más específicos relativos a la localización del material, ni se cuenta con descripciones.

Garrido (2000) mencionó el descubrimiento de dientes, placas y restos esqueléticos de cocodrilos, placas de tortugas, dientes de dinosaurios terópodos y abundantes fragmentos óseos no determinados.

Ambiente

El predominio de fangolitas en los depósitos de la Formación Cerro Lisandro sugiere un ambiente fluvial de baja energía; las intercalaciones arenosas reflejan la acción esporádica de corrientes más fuertes, que hacia el techo de la unidad adquieren mayor relevancia. El contenido paleontológico refleja condiciones húmedas, en ambientes de lagunas o pantanos, bajo clima cálido (Leanza y Hugo, 2001).

Relaciones estratigráficas

La Formación Cerro Lisandro sucede en concordancia a la Formación Huincul, y pasa transicionalmente a la Formación Portezuelo, unidad basal del Subgrupo Río Neuquén. El contacto entre estas últimas unidades puede observarse muy bien en el perfil de la sierra Barrosa, donde se lo ubica en la base de un espeso estrato de areniscas amarillentas con estratificación entrecruzada, a partir del cual la sucesión es predominantemente arenosa.

Edad y correlaciones

Siguiendo los criterios previamente expuestos para la Formación Huincul, la Formación Cerro Lisandro se ubica en el Cenomaniano tardío - Turoniano temprano (Leanza, 1999; Leanza y Hugo, 2001).

2.1.1.4. Turoniano superior - Coniaciano

SUBGRUPO RÍO NEUQUÉN (3)

Areniscas, fangolitas

Antecedentes

La denominación -en el sentido que se le otorga actualmente- fue introducida por Cazau y Uliana (1973), quienes propusieron a la Formación Río Neuquén para incluir a los miembros Portezuelo y Plottier. Esta denominación se vio así restringida con relación a las subdivisiones estratigráficas de Herrero Ducloux (1946), quien consideraba dentro de los Grupos del Río Neuquén a todas las unidades comprendidas entre la base de la Formación Huincul y la transgresión del Cretácico tardío, y de de Ferrariis (1968), cuya Formación Río Neuquén incluía a los “grupos” Portezuelo, Plottier, Bajo de la Carpa, Anacleto y Allen. Ramos (1981) elevó a Subgrupo la Formación Río Neuquén de Cazau y Uliana (1973).

Las sedimentitas correspondientes al Subgrupo Río Neuquén están bien expuestas en el sector suroccidental de la Hoja, particularmente en la sierra Barrosa y en las bardas situadas al norte de la ruta 22, donde las formaciones Portezuelo y Plottier son claramente reconocibles. Esto no sucede con los afloramientos que bordean a los embalses Los Barreales y Mari Menuco al sur del Cordón Loma de la Lata, comarcas en las que fueron carteadas complexivamente como Subgrupo Río Neuquén.

El ciclo sedimentario que dio origen al Subgrupo Río Neuquén tuvo lugar entre el Turoniano tardío y el Coniaciano tardío (Leanza, 1999; Leanza y Hugo, 2001).

2.1.1.5. Turoniano superior - Coniaciano inferior

Formación Portezuelo (4)

Areniscas, fangolitas

Antecedentes

La Formación Portezuelo fue originalmente establecida por Keidel (en Wichmann, 1927c); el nombre deriva de la sierra del Portezuelo, situada unos 20 km al oeste de la ciudad de Plaza Huincul, donde se estableció el perfil tipo. Los principales antecedentes sobre esta unidad son los trabajos clásicos de Roll (1939, 1941) y Herrero Ducloux (1946), así como los de Cazau y Uliana (1973) y Ramos (1981).

En el sector del bajo de Añelo, Holmberg (1964) mapeó los depósitos correspondientes a esta unidad dentro de su Grupo del Rincón Grande; asimismo Padula (1951) incorporó los afloramientos de la Formación Portezuelo en su Grupo San Roque, al sur del volcán Auca Mahuida y en el borde sur del bajo de Añelo (véase Ardolino *et al.*, 1996). Referencias más recientes a la Formación Portezuelo en el ámbito del departamento Confluencia pueden verse en Danderfer y Vera (1992); Leanza y Hugo (2001) sintetizaron las características generales de la unidad en la porción sur de la Cuenca Neuquina y Sánchez *et al.* (2005) analizaron los paleoambientes de sedimentación de esta unidad en la comarca del embalse Los Barreales.

Distribución areal

Los afloramientos de la Formación Portezuelo en la Hoja Neuquén son extensos y distintivos. Se encuentran formando una orla continua en las elevaciones situadas al norte de la ruta 22, particularmente en los cerros Challacó y Senillosa; se prolongan hacia el oeste constituyendo el cuerpo principal de la Barda González, y hacia el norte se manifiestan en el flanco occidental de la sierra Barrosa.

Esta unidad también aflora en el borde occidental del embalse Los Barreales, forma el tope de los Mogotes Colorados y continúa hasta el dique Portezuelo Grande. Los asomos se extienden también rodeando al embalse Los Barreales y componen el área emergida que lo separa del embalse Mari Menuco. La Formación Portezuelo también está expuesta en la margen norte del valle del río Neuquén y en los bordes nororiental y sur del bajo de Añelo.

Litología

La Formación Portezuelo está constituida mayoritariamente de areniscas amarillentas, grises y castaño rojizas, con intercalaciones de poco espesor de fangolitas de color rojo ladrillo claro. Las areniscas son coherentes y forman resaltos y relieves positivos en el paisaje.

En el extremo occidental de la barda de Plottier, la unidad está integrada por areniscas medianas a finas de colores amarillo blanquecino y grisáceo, que alternan con niveles de pelitas rojo ladrillo a moradas. Las areniscas presentan estructuras de corriente poco discernibles en afloramiento debido a la friabilidad de las rocas, en tanto que las facies pelíticas son macizas y fragmentosas (Foto 6).

En el perfil de la sierra Barrosa, las areniscas de la Formación Portezuelo se apoyan en concordancia sobre la Formación Cerro Lisandro. Se observa un paquete arenoso basal de 3,5 m de espesor, con geometría lenticular y estratificación cruzada en artesa; las areniscas son medianas a gruesas, poco consolidadas, con buena selección; los clastos están subredondeados y composicionalmente predomina el cuarzo, fragmentos líticos y micas. Este paquete culmina en una costra de color castaño oscuro, que se interpreta como resultado de procesos de edafización (Foto 5). La secuencia continúa en forma bastante monótona, alternando estratos arenosos de entre 3 y 5 m de espesor con características similares al ya descripto y niveles fangolíticos que no superan los 10 m de espesor. Las estructuras de corriente en las areniscas son de gran escala, comienzan como artesas y hacia el techo de las capas pasan a estratificación cruzada planar. Son frecuentes las estructuras edáficas como pedotúbulos y costras en los estratos arenosos. Las capas pelíticas son macizas o débilmente laminadas, y presentan en los techos marcas de raíces y decoloración, como evidencia también de formación incipiente de suelos. En niveles arenosos cuspidales de la Formación Portezuelo se advirtieron numerosas estructuras biogénicas con predominio de excavaciones horizontales meniscadas (Foto 7).

En líneas generales, la Formación Portezuelo en la sierra Barrosa presenta una tendencia estratocreciente; el espesor total observado para la unidad es de 63 metros (Fig. 2).

En los Mogotes Colorados, la misma conforma la parte cuspidal de las elevaciones y se compone de gruesos paquetes de areniscas rojizas con estratificación entrecruzada; las intercalaciones fangolíticas son poco frecuentes y de poco espesor.

En la margen sur del río Neuquén la Formación Portezuelo está ampliamente expuesta en el cordón del Cerro Colorado y en el área de los yacimientos Loma de la Lata y Aguada Toledo, con sus características típicas.

En el borde sur del bajo de Añelo, Ardolino *et al.* (1996) destacaron el carácter atípico de los afloramientos de la unidad, integrados por areniscas gruesas y sabulíticas de color rojo, interestratificadas con areniscas medianas a gruesas de color verde y pelitas rojas a chocolate. Este conjunto da un aspecto escalonado al paisaje. Un aspecto similar muestran los afloramientos de la Formación Portezuelo en Aguada San Roque y Rincón Grande, cuyo extremo austral entra en la Hoja Neuquén. Para esta región, el espesor de esta unidad alcanza los 250 m (Ardolino *et al.*, 1996).

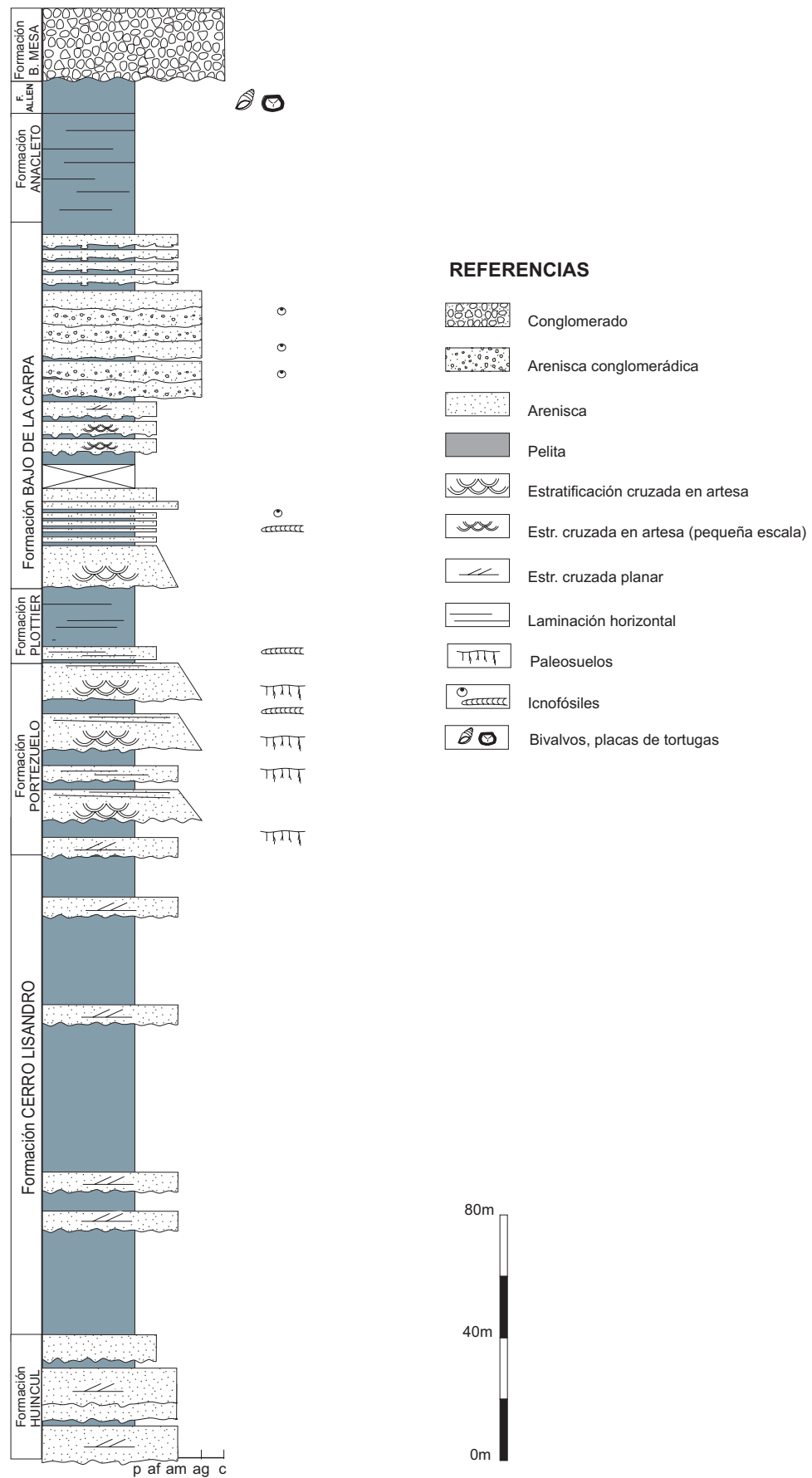


Figura 2. Perfil del Grupo Neuquén en el flanco occidental de la sierra Barrosa, entre el cañadón Mesa y Aguada Toledo.

Paleontología

La Formación Portezuelo posee un interesante contenido paleontológico, fundamentalmente restos de dinosaurios terópodos con características avianas: *Patagonikus puertai* y *Unenlagia comahuensis*, descriptos por Novas (1997). También se conocen troncos y ramas de coníferas y restos de cocodrilos pertenecientes a *Peirosaurus tommini* Price y *Lomasuchus palpebrosus* procedentes del área del embalse Los Barreales (Gasparini, 1982; Gasparini *et al.*, 1991). Cazau y Uliana (1973) mencionaron también bivalvos de agua dulce.

En el sector de Loma de la Lata, sobre la costa del embalse Los Barreales, existe un importante yacimiento paleontológico actualmente en excavación. Los primeros resultados del trabajo de recuperación involucran a restos muy completos de un titanosáurido (*Futalongkosaurus dukei*), así como restos de terópodos, cocodrilos, placas de tortugas, peces y restos de plantas que incluyen troncos y hojas de angiospermas y gimnospermas. Estos materiales se encuentran expuestos en el sitio de excavación, pero aún no han sido estudiados en su totalidad. Todos los fósiles han sido recuperados del tramo superior de la Formación Portezuelo, pocos metros antes del contacto transicional con la Formación Plottier.

En el perfil de la sierra Barrosa, las estructuras biogénicas reconocidas en el techo de la Formación Portezuelo son atribuibles a los icnogéneros *Taenidium*? y *Palaeophycus*. La asociación de trazas es monótona pero son muy abundantes. Las excavaciones horizontales meniscadas referidas a *Taenidium*? isp tienen un diámetro de 2 cm, en tanto que la longitud de las estructuras individuales puede alcanzar 1 metro. Por otro lado, las galerías de *Paleophycus* isp son mucho menores y muestran un patrón de distribución irregular. No se hallaron estructuras similares en otros niveles dentro de la unidad, pero no se descarta que estén presentes dado el carácter monótono y repetitivo de la sucesión.

Ambiente

La Formación Portezuelo se compone de depósitos de origen fluvial, con dominio de litologías psamíticas en el sector oriental de la cuenca y mayor proporción de pelitas hacia el oeste, en posiciones más centrales (Cazau y Uliana, 1973). La insta-

lación de un sistema fluvial con estas características señala un rejuvenecimiento del sector oriental, donde se desarrolló una amplia bajada en cuya parte distal se depositaban las facies pelíticas en una extensa llanura aluvial (Ramos, 1981). Por su parte, Danderfer y Vera (1992) interpretaron el ambiente como un sistema fluvial anastomosado, que gradaba progresivamente a sedimentos de llanura aluvial.

Leanza y Hugo (1997, 2001) señalaron, sobre la base del registro fósil de la unidad, condiciones de clima templado - cálido; por otra parte, los frecuentes intervalos con rasgos de edafización indican condiciones estables durante lapsos relativamente prolongados.

Garrido (2000) interpretó para esta unidad un típico sistema fluvial meandriforme de carga arenosa.

El registro icnológico en el cuerpo arenoso cuspidal de la Formación Portezuelo indica condiciones subácueas someras, de energía moderada a baja, que posibilitaron la buena preservación de las estructuras biogénicas.

En un estudio reciente realizado en afloramientos del tramo superior de esta unidad en el lago Los Barreales, Sánchez *et al.* (2005) reconstruyeron, sobre la base del análisis de litofacies, sistemas de canales fluviales entrelazados gravosos y de carga mixta de baja y alta sinuosidad, controlados por variaciones de largo plazo en la descarga, así como por fluctuaciones en el nivel de base, responsables de la arquitectura fluvial a gran escala.

Relaciones estratigráficas

La Formación Portezuelo sucede en concordancia a la Formación Cerro Lisandro. Cazau y Uliana (1973) indicaron, por otro lado, que el contacto entre la Formación Portezuelo y la Formación Plottier es interdigitado; así, este límite sería de naturaleza diacrónica, tornándose más joven hacia los bordes de cuenca; no así el límite inferior, donde la brusca aparición del complejo arenoso de la Formación Portezuelo en un área extensa guardaría mayor paralelismo con las líneas de tiempo (Cazau y Uliana, 1973).

Edad y correlaciones

La edad de la Formación Portezuelo, sobre la base de sus relaciones estratigráficas, fue establecida en el Turoniano tardío - Coniaciano temprano por Leanza y Hugo (2001).

2.1.1.6. Coniaciano superior

Formación Plottier (5)

Fangolitas y areniscas

Antecedentes

La denominación de la unidad fue introducida por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) y descripta en trabajos posteriores por Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947) y Roll (1939, 1941). En el área de la Hoja Neuquén, existen referencias a la misma en Cazau y Uliana (1973), Ramos (1981), Danderfer y Vera (1992), Ardolino *et al.* (1996) y Garrido (2000).

La localidad tipo se estableció en la barda situada al norte de la localidad de Plottier, 15 km al oeste de la ciudad de Neuquén, sobre la margen izquierda del valle del río Limay.

Distribución areal

La Formación Plottier se reconoce fundamentalmente en el sector suroccidental de la Hoja, donde se encuentran las mejores exposiciones. Desde la localidad tipo aflora de manera más o menos continua hacia el oeste, en el flanco sur de los cerros Senillosa y Challacó, bordeando a la sierra Barrosa, en el bajo de la Carpa y en la margen nororiental del embalse Los Barreales; por último, está bien representada por pequeños asomos en la margen norte del valle del río Neuquén, aguas abajo de la localidad de Añelo.

Litología

La Formación Plottier se distingue por el predominio de fangolitas de color rojo ladrillo en su composición; los estratos son en general macizos y espesos. Esta litología dominante alterna en sectores con areniscas finas verdes con estratificación cruzada de pequeña escala; las areniscas se presentan formando cuerpos lenticulares (Cazau y Uliana, 1973). Leanza y Hugo (2001) destacaron la pobre expresión morfológica de esta unidad, que resulta difícil de distinguir en el campo, en razón de que su única diferencia con la Formación Portezuelo es su mayor proporción de clásticos finos.

En el área tipo de la unidad (barda de Plottier) afloran, por encima de las areniscas amarillentas friables de la Formación Portezuelo, paquetes espesos de limolitas y areniscas muy finas de color rojo

ladrillo, bien estratificadas en estratos tabulares. Estas rocas alternan con algunos estratos delgados de areniscas medianas con estratificación entrecruzada en artesa. Frecuentemente muestran concreciones esféricas o botrioidales. El espesor apreciable es de 25 m; en contraste con el aspecto autocubierto de la Formación Portezuelo en esta localidad, la Formación Plottier tiene buena consolidación y tiende a formar paredones (Foto 8).

Los afloramientos de la región situada al oeste y norte del embalse Los Barreales se caracterizan por un espesor relativamente uniforme de fangolitas rojas macizas, en sectores decoloradas a verde pálido por alteración. En proximidades de Loma de la Lata, estas fangolitas pasan gradualmente hacia arriba a una alternancia de areniscas y pelitas rojas en bancos tabulares bien consolidados, con tendencia grano y estratocreciente (Foto 9).

En el perfil de la sierra Barrosa la unidad tiene 18 m de espesor y en general aparece con poca expresión morfológica, muy autocubierta.

Leanza y Hugo (2001) consignaron un espesor máximo de 25 m para la Formación Plottier en el sector sur de la Cuenca Neuquina, en tanto que Danderfer y Vera (1992) indicaron potencias de 18 a 22 m en los afloramientos situados al norte del río Limay.

En este sentido, Cazau y Uliana (1973) refirieron que los máximos espesores de la Formación Plottier se observan en la parte occidental de la cuenca, donde superan los 500 metros (cerro Villegas, sierra de la Cara Cura). Según observaciones propias, en el valle del río Colorado, al oeste de Rincón de los Sauces (Hoja Chos Malal), los espesores de esta unidad son también importantes, decreciendo sensiblemente el mismo, hasta alcanzar los 80 m en el sector noroccidental de la Hoja y sólo 25 m en la zona suroriental (barda de Plottier).

Paleontología

Recientemente se han efectuado hallazgos importantes de vertebrados en afloramientos atribuidos a la Formación Plottier, que se suman al ya conocido *Antarctosaurus giganteus* (Huene), y corresponden a titanosáuridos de menor porte, un terópodo celurosaurio, un quelonio y una mandíbula incompleta de mamífero (véase Cap. 7, Dinosaurios y otros vertebrados terrestres). Además, se mencionan fragmentos de troncos, bivalvos de agua dulce y restos de reptiles indeterminados (Leanza y Hugo, 1997, 2001).

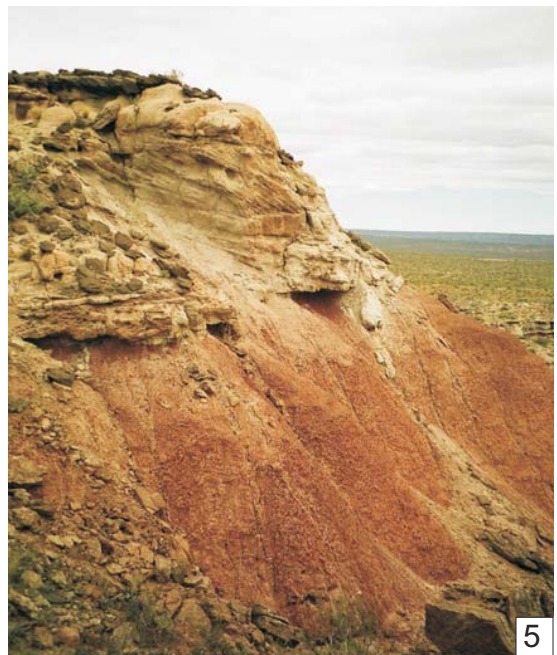


Foto 3. Aspecto de la Formación Huincul en las proximidades del cerro Grande de Challacó, integrada por estratos arenosos amarillentos con intercalaciones de fangolitas rojas, suavemente inclinados hacia el norte. **Foto 4.** La Formación Cerro Lisandro en su localidad tipo, 5 km al noroeste de Senillosa. **Foto 5.** Contacto entre las formaciones Cerro Lisandro y Portezuelo en el flanco occidental de la sierra Barrosa. El mismo se estableció en la base del primer paquete espeso de areniscas amarillentas con estratificación entrecruzada, en primer plano a la izquierda. El techo de este estrato presenta una costra oscura, resultante de procesos de edafización. **Foto 6.** Vista general de los afloramientos de Barda Plottier, tomada desde el extremo occidental de la barda, con vista al este. En primer plano, areniscas blanquecinas con intercalaciones pelíticas rojas de la Formación Portezuelo. En la parte más alta de la barda, al fondo, aflora la Formación Plottier, cubierta por depósitos aterrazados del río. **Foto 7.** Estructuras biogénicas en areniscas del tramo superior de la Formación Portezuelo, 2 m por debajo del contacto con la Formación Plottier. **Foto 8.** La Formación Plottier en su localidad tipo. Las intercalaciones arenosas friables de color blanquecino corresponden a la infrayacente Formación Portezuelo.

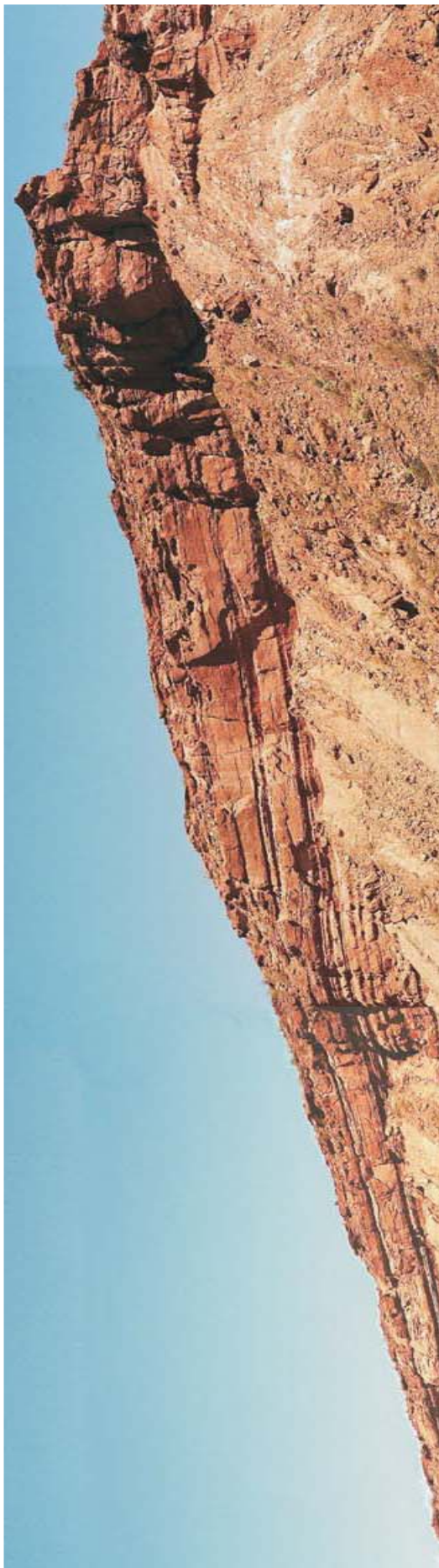


Foto 9. Vista de afloramientos de la Formación Plottier en Loma de la Lata, al norte del embalse Los Barreales. En esta localidad, la unidad presenta cuerpos arenosos tabulares que se intercalan con las fangolitas rojo ladrillo en una sucesión estratocreciente.

Ambiente

Las sedimentitas de la Formación Plottier responden en su origen a condiciones de baja energía (Cazau y Uliana, 1973), en tanto que Ramos (1981) interpretó que la facies pelítica de esta unidad refleja depositación en una llanura aluvial amplia y de escaso relieve. Garrido (2000) coincidió con esta interpretación, y apuntó que la existencia de cuerpos lenticulares de fangolitas verdosas señalaría la presencia de cuerpos de agua.

Relaciones estratigráficas

La Formación Plottier se apoya en contacto transicional sobre las areniscas de la Formación Portezuelo (Foto 10). Las importantes variaciones de espesor registradas en distintos sectores están dadas esencialmente por la desaparición, hacia el centro de cuenca (es decir, hacia el noroeste), de los términos psamíticos superiores de la Formación Portezuelo; el contacto entre ambas unidades es interdigitado y resulta por lo tanto diacrónico (Cazau y Uliana, 1973). El contacto con la suprayacente Formación Bajo de la Carpa es también transicional.

Edad y correlaciones

Sobre la base de relaciones estratigráficas, se interpreta que la Formación Plottier se depositó durante el Coniaciano tardío (Leanza, 1999; Hugo y Leanza, 2001a).

2.1.1.7. Santoniano - Campaniano inferior

SUBGRUPO RÍO COLORADO (6)

Areniscas, conglomerados, fangolitas

Antecedentes

Comprende a las unidades más jóvenes del Grupo Neuquén. En el significado original que Cazau y Uliana (1973) le dieron a su Formación Río Colorado, incluía a los miembros Bajo de la Carpa y Anacleto que, junto con la Formación Allen, remataban el Grupo Neuquén. Tiempo después, quedó establecida la vinculación de la Formación Allen con el Malalhueyano (Uliana, 1979; Uliana y Dellapé, 1981, entre otros), así como el cambio de rango de Formación a Subgrupo para la unidad Río Colorado (Ramos, 1981).

Los afloramientos del Subgrupo Río Colorado se distribuyen, con mayor o menor desarrollo, en gran parte de la Hoja. Las mejores exposiciones se encuentran entre la sierra Barrosa, el cerro Senillosa y la aguada de la Carpa. En el borde nordeste del bajo de Añelo, los asomos presentan una importante cubierta de depósitos recientes, por lo que se optó por mapear al Subgrupo en forma complexiva. Igual criterio se siguió en la margen izquierda del río Neuquén entre Añelo y La Estrechura, donde no fue posible por razones de escala representar los afloramientos de la Formación Bajo de la Carpa, y en el valle del río Neuquén aguas arriba de la ciudad de Neuquén, donde sucede lo mismo con las exposiciones de la Formación Anacleto.

Hacia el este del río Neuquén, los afloramientos del Subgrupo Río Colorado corresponden exclusivamente a las facies fangolíticas de la Formación Anacleto.

2.1.1.8. Santoniano

Formación Bajo de la Carpa (7)

Areniscas, fangolitas, conglomerados

Antecedentes

Esta unidad fue denominada y definida por Herrero Ducloux (1939). En los años subsiguientes, el mismo autor (1946, 1947) y Roll (1939, 1941) abordaron el tema en diversos trabajos. De Ferrariis (1968), Cazau y Uliana (1973) y Uliana (1979) la trataron como miembro, y finalmente Ramos (1981) la elevó al rango de Formación. Otras referencias que aluden con detalle a esta unidad se deben a Bonaparte (1991), Danderfer y Vera (1992) y Garrido (2000).

Distribución areal

La Formación Bajo de la Carpa está ampliamente distribuida en el sector occidental de la Hoja. Las mejores exposiciones corresponden a las de la sierra Barrosa y los cerros Challacó y Senillosa. A partir de este último, se la observa en forma continua hacia el norte, hasta la margen sur del lago Mari Menuco. Esta franja de afloramientos contiene a la localidad tipo, el Bajo o Aguada de la Carpa. Otros asomos se localizan al norte del lago Mari Menuco, en la barda Blanca.

En el borde norte de la Hoja, es visible en la periferia del bajo de Añelo. Al norte de la laguna La

Guadalosa se ubican asomos que se mapean en forma conjunta con la Formación Anacleto, y continúan hacia el este, preservados bajo niveles de pedimentación.

Al sureste del bajo y bordeando el nivel de terraza que conforma la planicie de Añelo se localizan otros afloramientos de escasa expresión. En el valle del río Neuquén, desde la localidad de Añelo hacia el este hasta las proximidades de Tratayén, existen buenas exposiciones de esta unidad, que localmente forman un paisaje de altos paredones verticales. Un importante sector de afloramientos se encuentra en los alrededores de la ciudad de Neuquén; parte del ejido urbano se asienta sobre esta unidad, donde se ha dado cuenta de importantes registros paleontológicos de vertebrados terrestres.

Litología

La Formación Bajo de la Carpa se compone de areniscas rojizas, castaño amarillentas y grisáceas en estratos tabulares o lenticulares muy extendidos, gruesos y muy resistentes. Composicionalmente son cuarzo-líticas, pobremente seleccionadas, con matriz arcillosa; el tamaño de grano es mediano a grueso, con algunos niveles sabulíticos a conglomerádicos y frecuentes intraclastos pelíticos. Son comunes los niveles arenosos medianos a finos con concreciones esféricas de 4 o 5 cm de diámetro muy abundantes; también se observan geodas de calcita y rosetas de yeso. Los niveles de areniscas presentan intercalaciones de fangolitas rojizas, en general de escaso espesor.

En el bajo (o Aguada) de la Carpa, localidad tipo de la unidad, los afloramientos tienen aproximadamente 50 m de espesor y se ubican en la parte superior de la barda, apoyados en concordancia sobre las fangolitas de la Formación Plottier. En esta localidad, la unidad comienza con niveles pelíticos con intercalaciones arenosas, en tanto que el tramo superior está compuesto por areniscas de color rojo claro, en estratos lenticulares con estratificación cruzada en artesa (Foto 11).

En el flanco noroccidental del cerro Senillosa, la Formación Bajo de la Carpa está constituida por areniscas grisáceas con estratificación entrecruzada. El paquete tiene un espesor variable entre 20 y 30 m; se apoya sobre fangolitas rojas de la Formación Plottier y está cubierto por la secuencia predominantemente pelítica de coloración rojiza morada correspondiente a la Formación Anacleto.



Foto 10. Vista de las relaciones estratigráficas de la Formación Plottier en la localidad de Sierra Barrosa. En primer término se observan las areniscas amarillentas cuspidales de la Formación Portezuelo, sucedidas en contacto transicional por las fangolitas de la Formación Plottier, muy friables y con escaso espesor. Los términos arenosos de color rojo ladrillo suprayacentes corresponden a la Formación Bajo de la Carpa, base del Subgrupo Río Colorado. **Foto 11.** Afloramientos de la Formación Bajo de la Carpa en su localidad tipo, donde se observan los cuerpos arenosos canalizados de color rojo claro de la parte superior de la unidad. Al pie de la barda se encuentra el contacto con la Formación Plottier. **Foto 12.** Formación Bajo de la Carpa en la vertiente occidental de la Sierra Barrosa. Predominan las areniscas medianas a gruesas de color rojo ladrillo oscuro, en estratos de geometría tabular o lenticular muy extendida. **Foto 13.** Concreciones esféricas en capas arenosas del tramo medio de la Formación Bajo de la Carpa, vertiente occidental de la Sierra Barrosa.

En la vertiente occidental de la Sierra Barrosa, sobre el lado sur de un cañadón que desagua hacia el oeste, se midieron 112 m de espesor de la unidad, que se compone de areniscas medianas a gruesas de colores rojo claro a violáceo y rojo ladrillo oscuro, en estratos de geometría tabular o lenticular muy extendida (Foto 12).

La Formación Bajo de la Carpa se apoya en concordancia sobre la Formación Plottier. La base está definida por la aparición de niveles arenosos del orden de 3 a 5 m de espesor. En el tramo inferior es importante la participación de pelitas en la secuencia. Los bancos de areniscas tienen escaso espesor y se hallan algunos cuerpos canaliza-

dos que lateralmente pasan a alternancias delgadas de areniscas y fangolitas. El tramo medio se compone de una sucesión de paquetes pelíticos de 3 a 4 m con bancos arenosos lenticulares de 1 m de espesor en promedio; se reconocen por lo menos cuatro ciclos totalizando 15 metros. Esta parte del perfil está parcialmente cubierta. El tramo superior (60 m aproximadamente) se caracteriza por la neta dominancia de paquetes arenosos de color rojo ladrillo de 6 m de espesor, con intercalaciones fangolíticas más delgadas. Las areniscas son medianas a gruesas, con clastos dispersos tamaño sábulo, tienen aspecto macizo, geometría tabular y contactos netos. Son abundantes

las concreciones carbonáticas. Los niveles finos tienen espesores del orden de 1 m y presentan frecuentes marcas de raíces. La columna culmina con una sucesión alternante de fangolitas rojas con niveles delgados de areniscas bien estratificadas, cubierta en discordancia por la Formación Bayo Mesa.

En observaciones de detalle se reconocieron frecuentes niveles arenosos con concreciones calcáreas esféricas (Foto 13) y capas arenosas delgadas con abundantes estructuras de bioturbación de tipo endichnia en el tramo inferior a medio de la unidad así como costras ferruginosas en los techos de paquetes arenosos del tramo superior. La sucesión alternante que remata la secuencia está caracterizada por estratos de alrededor de 1 m de areniscas color rojo ladrillo con estratificación cruzada planar y calcos de carga en la base; las pelitas presentan laminación paralela y son algo más oscuras.

En el flanco sur de la sierra Barrosa, la Formación Bajo de la Carpa aflora en las cotas más altas; el tope de los cerros Challacó y Grande está formado por areniscas de colores amarillo y castaño claro que se apoyan sobre la Formación Plottier, que en este sector tiene un espesor muy reducido.

En las proximidades de Lomas Coloradas, en el borde oriental del bajo de Añelo, Uliana (1979) describió un perfil completo que involucra los términos superiores del Grupo Neuquén; allí la Formación Bajo de la Carpa está compuesta esencialmente por areniscas gruesas a medianas, de colores rojo ladrillo a gris, que alternan, en general, con niveles de fangolitas de poco espesor. Algunos niveles arenosos comienzan con conglomerados de tipo intraformacional. El mismo autor mencionó también la existencia de geodas de cuarzo, concreciones redondeadas con cemento calcáreo y frecuentes estructuras de bioturbación; el espesor total para la unidad es de 65 metros.

En el paraje Los Pilares, cercano a la localidad de Tratayén, Uliana (1979) consignó un espesor de 145 m para esta unidad, que se compone de areniscas rojas, violáceas, grises y castaño claras, con niveles alternantes de fangolitas rojas expansibles. Las areniscas presentan lentes de conglomerado intraformacional, concreciones calcáreas y bioturbación. Muchos bancos tienen gran espesor y aspecto macizo.

En los alrededores de la ciudad de Neuquén, los afloramientos de la Formación Bajo de la Carpa son mayoritariamente areniscas castaño-rosadas; el contacto basal está cubierto por depósitos

coluviales y aluviales de los ríos Limay y Neuquén y está sobrepuesta por la Formación Agua de la Caldera, Hacia el nordeste y sobre la margen derecha del río Neuquén, está cubierta por la Formación Anacleto y los depósitos de terrazas fluviales del río. En las proximidades del cementerio de la ciudad se observan limolitas de color rojo ladrillo oscuro en estratos tabulares de 5 a 7 m de espesor, fragmentosas, macizas a groseramente laminadas, con delgados niveles arenosos intercalados. Las fangolitas pasan lateralmente a areniscas medianas a gruesas con estratificación entrecruzada en artesa, en cuerpos lenticulares de unos 5 m de espesor. Más hacia el este, las facies arenosas se vuelven dominantes. Las areniscas están pobremente diagenizadas, son de colores rosados y blanquecinos, y poseen granulometría fina y buena selección. Conforman paquetes espesos; las estructuras sedimentarias son poco visibles debido a la baja consolidación de los depósitos. Estas areniscas son coronadas por un nivel arenoso grueso, de igual composición, que configura un cuerpo canalizado de 50 cm de espesor.

Heredia y Calvo (2002) describieron los afloramientos de esta unidad próximos al *campus* de la Universidad del Comahue; reconocieron facies arenosas finas poco diagenizadas con estructuras entrecruzadas de alto ángulo, rematadas por un banco de escaso espesor compuesto por areniscas blanquecinas con laminación paralela, con rizolitos y concreciones. Este conjunto está cubierto por areniscas canalizadas gruesas, areniscas finas y limolitas rojizas y verdosas de 5 m de espesor, que los autores refirieron a la Formación Anacleto.

Paleontología

Los afloramientos cercanos a la ciudad de Neuquén proporcionaron restos en general bien conservados de especímenes pequeños, entre los que se citan aves como *Patagopteryx deferrariisi* y *Neuquenornis volans* (Bonaparte, 1991, Alvarenga y Bonaparte, 1992; Chiappe y Calvo, 1994), dinosaurios terópodos como *Alvarezsaurus calvoi* y *Velocisaurus unicus* (Bonaparte, 1991; Heredia y Calvo, 1997), cocodrilos como *Notosuchus terrestris* Woodward y *Comahuesuchus brachibuccalis* Bonaparte, ofidios (*Dinilysia patagonica* Woodward, en Bonaparte, 1991) y numerosos huevos de aves (Schweitzer *et al.*, 2002). A ellos se agregan restos de huesos de dinosaurios titanosáuridos dados a conocer recientemente por

Heredia y Calvo (2002). En las proximidades de Loma de la Lata, Gasparini *et al.* (1991) citaron un cocodrilo Peirosauridae.

En afloramientos de la Formación Bajo de la Carpa ubicados en las cercanías del bajo de Jagüel, Musacchio *et al.* (2002) mencionaron el hallazgo de carófitos (algas verdes) girogonites próximos a "*Chara*" *barbosai*. En todo el desarrollo de esta unidad es asimismo frecuente la presencia de troncos fósiles de gran tamaño. Cazau y Uliana (1973) señalaron en la sierra Negra (provincia del Neuquén), la existencia de una flora de helechos. También se encontraron ejemplares de nidos de insectos en asociación con los niveles concrecionales de la formación.

Ambiente

En líneas generales, los depósitos de la Formación Bajo de la Carpa corresponden a sistemas fluviales de baja sinuosidad y abundante carga de lecho arenosa (Garrido, 2000). Sin embargo, en los afloramientos de la ciudad de Neuquén los paquetes arenosos inferiores tienen origen eólico. Estas facies pueden corresponder a depósitos de llanura aluvial distal removilizados por el viento y depositados como arenales o acumulaciones al reparo (Garrido, 2003, com. pers.). Heredia y Calvo (2002) interpretaron a estas mismas rocas como facies de duna e interduna húmeda. Los niveles limolíticos y fangolíticos se adjudican a planicies de inundación, con canalizaciones arenosas generadas durante episodios de inundación.

Relaciones estratigráficas

La Formación Bajo de la Carpa se apoya mediante contacto concordante y transicional sobre la Formación Plottier y es cubierta de la misma manera por la Formación Anacleto. Cazau y Uliana (1973) señalaron que el límite con la Formación Anacleto se define por la aparición de fangolitas color rojo ladrillo asociado a la disminución en el contenido de areniscas.

Edad y correlaciones

Sobre la base del contenido paleontológico de las unidades, en las bardas de la ciudad de Neuquén, Bonaparte (1991) le asignó una edad santoniana. Por otra parte, Legarreta y Gulisano (1989) ubicaron a las secuencias correspondientes al Subgrupo Río Colorado entre los 83 y 86 Ma, es decir entre el Santoniano medio - Campaniano temprano, en tanto

que Cruz *et al.* (1989) las situaron entre los 88,5 y 80 Ma (Coniaciano - Campaniano medio). En este trabajo se sigue el criterio de Hugo y Leanza (2001a), quienes atribuyeron al Santoniano a la Formación Bajo de la Carpa.

2.1.1.9. Campaniano inferior

Formación Anacleto (8)

Fangolitas, areniscas

Antecedentes

Inicialmente reconocida por Wichmann (1927c) al este de la localidad de Tratayén, la Formación Anacleto fue denominada por Herrero Ducloux (en Fossa Mancini *et al.*, 1938) y posteriormente descripta por Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947) y Roll (1939, 1941) como Grupo de Anacleto. Su localidad tipo se encuentra en la Aguada de Anacleto, situada 50 km al oeste de la ciudad de Neuquén, sobre el faldeo suroccidental del cerro Senillosa. Descripciones más modernas de esta unidad corresponden a Cazau y Uliana (1973), Uliana (1979), Uliana y Dellapé (1981), Ramos (1981), Danderfer y Vera (1992), Ardolino *et al.* (1996) y Garrido (2000).

Distribución areal

Los afloramientos más occidentales de la Formación Anacleto se localizan en la pendiente oriental de la sierra Barrosa, donde infrayacen a la Formación Allen, a la Formación Bayo Mesa o bien están biselados por el primer nivel de pedimentos. Hacia el este, hay buenas exposiciones en el cerro Senillosa y aparece en las cotas más altas (cerros Moro y Lulú) al sur del lago Mari Menuco.

Otros asomos se ubican en ambas márgenes del río Neuquén y sobre la margen izquierda del río Negro. En las proximidades del lago Pellegrini es posible observar la discordancia entre la Formación Anacleto y la Formación Allen, unidad basal del Grupo Malargüe. Aguas abajo, entre Allen y General Roca, la Formación Anacleto se presenta truncada por niveles de terrazas. En el sector del bajo de Añelo, se halla en el límite oriental del bajo, desde Lomas Coloradas hacia el sur; en general aparece truncada por niveles de pedimentos.

Finalmente, se hallaron pequeños afloramientos referibles a la Formación Anacleto en ambas márgenes del río Colorado, en el área del yacimiento Pampa del Medanita.

Litología

La Formación Anacleto se caracteriza por su composición fangolítica y escasa expresión morfológica. El color predominante es rojo ladrillo a morado, en algunos casos bandeado con verde. Las fangolitas son micáceas, presentan niveles de concreciones calcáreas y geodas de calcita (Cazau y Uliana, 1973). En los términos inferiores se observan limolitas gris-verdosas y areniscas castaño claras formando intercalaciones delgadas, en tanto que la parte superior es exclusivamente pelítica (Cazau y Uliana, 1973).

En la Aguada de Anacleto (Foto 14) la unidad consiste en de fangolitas rojizas a moradas que hacia el tope pasan a ser bandeadas, algo amarillentas; se apoya sobre areniscas grises con estratificación entrecruzada y está cubierta en discordancia de erosión por la Formación Bayo Mesa. El espesor de la unidad en esta localidad es de 42 metros. Cabe aclarar que la parte superior con fangolitas amarillentas bandeadas fue atribuida a la Formación Allen por Danderfer y Vera (1992).

En la sierra Barrosa, los afloramientos de la Formación Anacleto situados hacia el este del yacimiento Aguada Toledo se componen de arcilitas y limolitas moradas a verdosas, laminadas, con geodas de calcita. El espesor aproximado es de 35 a 40 m y están cubiertos por un pequeño espesor (15 m) de fangolitas verdes de la Formación Allen. Al respecto, Garrido (2000) señaló que la Formación Anacleto está presente en las cotas más altas de la sierra Barrosa, localizadas más al oeste, y su composición se aparta de las características típicas; aquí hay areniscas cuarzolíticas y cuarzo-feldespáticas medianas a gruesas, de coloración rojiza, con abundante matriz arcillosa, en general macizas, a veces con estructuras entrecruzadas de alto ángulo o estratificación paralela. Son comunes las geodas de calcita. Intercaladas en la secuencia arenosa, aparecen fangolitas moradas y niveles pelíticos bioturbados, muy calcáreos (Garrido, 2000). En este trabajo, se refiere esta secuencia a la parte superior de la Formación Bajo de la Carpa.

En Loma de la Lata, la unidad está formada de fangolitas rojizas en la base y verdosas hacia arriba, macizas y friables, cubiertas por un nivel de terraza del río Neuquén (Foto 15). En el valle de este río, aguas abajo, afloran fangolitas moradas y bandeadas, que en Planicie Banderita están cubiertas, en forma paraconcordante, por la Formación Allen. La base de la Formación Anacleto no se observa en este sector.

Más hacia el sureste, en el camino que une la ciudad de Neuquén con Centenario, aparecen en cortes de ruta afloramientos de fangolitas hasta areniscas finas de color rojo ladrillo.

Sobre el camino que une la localidad de Cinco Saltos con el lago Pellegrini se encuentra muy bien expuesto el tramo superior de la Formación Anacleto, cubierto por la Formación Allen mediante la discordancia Huantráiquica. En este sector, la base de la barda está formada por fangolitas de color rojo a morado, macizas y fragmentosas, con cuerpos arenosos canalizados en la parte superior, de color rojo y granulometría mediana a gruesa. El contacto discordante se da entre facies arenosas moradas de la Formación Anacleto y el litotopo arenoso basal de la Formación Allen, de color amarillento (Foto 16).

En el área de Pampa del Medanito, sobre la margen derecha del río Colorado, se reconocieron afloramientos de fangolitas macizas, friables, castaño rosadas, con algunas intercalaciones de areniscas finas blanquecino-rosadas; éstas presentan estructuras pedogenéticas. El conjunto no supera los 5 m de espesor. En la margen izquierda del río, se pudo observar a la Formación Anacleto por debajo de los niveles de terraza inferiores. Aquí se compone de fangolitas rojas, macizas, friables y muy cubiertas. En las proximidades de la Batería 16 del yacimiento Pampa del Medanito, afloran unos 15 m de fangolitas rosadas, rojo ladrillo y rojo oscuro, con niveles de areniscas muy gruesas intercalados hacia el techo; esta sucesión está cubierta en discordancia por la Formación Allen (Foto 17).

Paleontología

El registro paleontológico de la Formación Anacleto es importante y conocido desde principios del siglo XX, aunque los materiales procedentes de una de las localidades más representativas (Cinco Saltos) fueron inicialmente referidos a la Formación Allen. La reciente revisión de la estratigrafía de la zona realizada por Heredia y Salgado (1999) permitió ubicar correctamente a esta fauna. De esta localidad proceden *Titanosaurus araukanikus* (Huene, 1929), *Pellegrinisaurus powelli* Salgado, 1996, *Neuquensaurus australis* (Lydekker, 1893; Powell 1992); en la zona del lago Pellegrini se recuperaron *Abelisaurus comahuensis* Bonaparte y Novas, 1985, restos de un terópodo abelisauroideo. En las proximidades de Cinco Saltos se halló *Gasparinisaura cincosaltensis* Coria y Salgado, 1996. En la sierra Barrosa se registraron abundan-

tes icnitas de aves (Coria *et al.*, 2001, 2002a), en tanto que Garrido (2000) mencionó la existencia de numerosos restos óseos en la misma unidad. Otros elementos presentes en la fauna de la Formación Anacleto son lagartos Teiidae, aunque escasamente representados (Albino, 2002).

Fuera del área de estudio, en la región de Auca Mahuida, Chiappe *et al.* (1998) dieron a conocer el hallazgo de numerosas nidadas y huevos de saurópodos titanosáuridos con embriones fosilizados y restos de impronta de piel.

En niveles atribuidos a la Formación Anacleto situados en los alrededores de la ciudad de Neuquén, Calvo *et al.* (1997) describieron fragmentos de huevos de dinosaurios saurópodos asignados a la ooespecie *Megaloolithus patagonicus*, en lo que constituye el primer registro para el Grupo Neuquén. Heredia y Calvo (2002) indicaron la existencia de tres niveles de nidificación con cierta continuidad lateral en el sector próximo al *campus* de la Universidad del Comahue.

Ambiente

Varios autores (Cazau y Uliana, 1973; Ramos, 1981; Hugo y Leanza, 2001a, 2001b) coincidieron en señalar que las fangolitas de la Formación Anacleto se depositaron en un ambiente fluvial de baja energía, con cursos fluviales divagantes en amplias llanuras aluviales. Ramos (1981) señaló que las variaciones de facies entre las formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto sugieren un área de procedencia situada hacia el este y una paulatina madurez del sistema fluvial hacia el techo. En términos del análisis estratigráfico secuencial, las facies esencialmente pelíticas que caracterizan a las unidades superiores de cada subgrupo del Grupo Neuquén representan el “cortejo sedimentario de nivel de base alto” (Cruz, 1993), caracterizado por sistemas fluviales con ríos de alta sinuosidad, buen desarrollo de llanuras de inundación y una baja relación carga de lecho/carga en suspensión.

Para las facies pelíticas de los alrededores de la ciudad de Neuquén, Heredia y Calvo (2002) interpretaron un ambiente de llanura de inundación, interrumpido por areniscas generadas durante avenidas estacionales.

Por otro lado, Garrido (2000) propuso un modelo paleoambiental de planicie entrelazada efímera, con canales poco definidos. Sin embargo, dado que esta interpretación está fundada en afloramientos arealmente restringidos, el autor no le otorgó representatividad regional.

Relaciones estratigráficas

La relación con la Formación Bajo de la Carpa es transicional; en las exposiciones del contacto, éste queda evidenciado por la paulatina desaparición de estratos arenosos potentes que dan lugar a facies pelíticas rojas o bandeadas.

El contacto con el Grupo Malargüe es discordante. En las proximidades de Cinco Saltos, esta relación está muy bien expuesta; la Formación Anacleto presenta términos pelíticos con intercalaciones arenosas de color rojo a violáceo, sobre las que se apoya la sección basal arenosa de color amarillo a ocre de la Formación Allen.

En las proximidades de Planicie Banderita, el pasaje entre ambas unidades se da en facies pelíticas; la Formación Anacleto se caracteriza por la coloración rojiza alternando con verde, en tanto que las fangolitas de la Formación Allen son castaño verdosas, finamente estratificadas y con abundante yeso.

En la margen pampeana del río Colorado, el contacto es erosivo entre fangolitas rojas friables y macizas de la Formación Anacleto y areniscas y limolitas blanquecinas de la Formación Allen.

Edad y correlaciones

Considerando la edad santoniana de la infrayacente Formación Bajo de la Carpa, y teniendo en cuenta que la edad de la discordancia Huantráiquica que señala la base del Grupo Malargüe está establecida en los 74 + 3 Ma (Leanza, 1999; Hugo y Leanza, 2001a), se atribuye la Formación Anacleto al Campaniano inferior.

2.2. MESOZOICO - CENOZOICO

2.2.1. CRETÁCICO SUPERIOR - PALEÓGENO

GRUPO MALARGÜE

Antecedentes

Esta unidad fue originalmente reconocida por Gerth (1925) en el portezuelo de Loncoche, en el sur de Mendoza bajo la denominación de “Estratos de Malargüe”. Allí este autor describió una sucesión sedimentaria conformada por tres unidades, la primera límnic en la base y de marismas hacia el techo, la segunda netamente marina

y la tercera con tobas y conglomerados de origen continental, que se corresponden con las actuales formaciones Loncoche, Roca y Pircala.

En el ámbito de la Hoja y regiones vecinas, fueron Windhausen (1914) y Wichmann (1924) quienes hicieron los primeros estudios y sentaron las bases de la actual subdivisión estratigráfica de estas unidades, así como del Grupo Neuquén.

En los trabajos dedicados a caracterizar y esclarecer la subdivisión estratigráfica del Grupo Neuquén de Roll (1939) y Herrero Ducloux (1939, 1946), también se aborda el problema de la nomenclatura estratigráfica y subdivisiones del Grupo Malargüe y del resto de las unidades cenozoicas del Neuquén central. Otros autores que se refirieron a estas acumulaciones fueron de Ferrariis (1968), Cazau y Uliana (1973), Andreis *et al.* (1974) y Uliana (1973, 1979).

Como ya se explicitó al tratar el Grupo Neuquén, Groeber (1946) fue quien reconoció la existencia del ciclo sedimentario Riográndico que incluía a rocas del Cretácico tardío - Terciario temprano, integrado por dos series: Neuqueniano (continental) y Malalhueyano (marino - continental). Siguiendo esta idea, Uliana y Dellapé (1981) formalizaron a la serie superior de Groeber como Grupo Malargüe, en razón de que la sucesión interpuesta entre el Grupo Neuquén y las sedimentitas terciarias no deformadas en el área comprendida entre los ríos Colorado y Negro presenta un desarrollo estratigráfico, posición en la secuencia y antigüedad similares a las de los perfiles típicos de portezuelo de Loncoche y Cañada Colorada en las vecindades de Malargüe. Para la región que nos ocupa, Uliana y Dellapé (1981) propusieron incluir en el Grupo Malargüe a las formaciones Allen, Jagüel, Roca y El Carrizo.

Barrio (1990a, 1990b, 1991), en un estudio que comprende afloramientos del Grupo Malargüe en localidades de Neuquén y Río Negro, señaló que el Superciclo Riográndico de Groeber (1946) representa la sedimentación en una cuenca de antepaís de retroarco, configurada durante la fase orogénica Miránica de los movimientos Patagónicos. En este contexto, el Malalhueyano representa la primera transgresión atlántica en la cuenca, producida durante un lapso de relativa quietud tectónica e inundación epírica debida a un ascenso eustático del nivel del mar. Barrio (1990b) determinó la existencia de dos secuencias depositacionales en el Grupo, separadas por una discontinuidad localizada en el techo de las evaporitas de la Formación Allen.

Referencias más recientes a este Grupo corresponden a Camacho (1992), Casadío (1994), Parras *et al.* (1998), Parras y Casadío (1999) y Hugo y Leanza (2001a).

Distribución areal

El Grupo Malargüe presenta muy buenas exposiciones en el borde oriental del Bajo de Añelo, desde Lomas Coloradas hasta la sierra Blanca; los afloramientos siguen hacia el sur y el este en las escarpas por debajo de niveles de terraza de los ríos Neuquén y Negro, en la periferia del lago Pellegrini, y continúan hacia el sureste del lago en las bardas que flanquean al río Negro al norte de las localidades de Allen, Fernández Oro y General Roca. Dentro de los límites de la Hoja se encuentran los perfiles tipo de las formaciones Allen, Jagüel, Roca y El Carrizo. En los alrededores del embalse Casa de Piedra hay asomos de menor expresión.

2.2.1.1. Campaniano superior - Maastrichtiano inferior

Formación Allen (9)

Areniscas, arcilitas bentoníticas, yeso, calizas

Antecedentes

Las sedimentitas que actualmente se refieren a esta unidad fueron incluidas dentro de las Capas de Jagüel por Windhausen (1914). Wichmann (1927a) separó a las facies no marinas de las Capas de Jagüel incluyéndolas en la Facies Lacustre Senoniana de los Estratos con Dinosaurios. Durante mucho tiempo, los autores que se ocuparon de estas rocas, las consideraban estrechamente vinculadas al Grupo Neuquén, por lo cual las incluían dentro de éste (de Ferrariis, 1968; Digregorio, 1972; Cazau y Uliana, 1973).

En la región de Auca Mahuida, Holmberg (1964), siguiendo a Groeber (1946), ya había evaluado a la sucesión correspondiente a la Formación Allen como parte del Malalhueyano (Rocanense). Sin embargo, este criterio no se generalizó hasta muchos años después, cuando Andreis *et al.* (1974) interpretaron que debe restringirse el término Formación Allen a las sedimentitas que están por encima de la sección continental del Cretácico superior (Grupo Neuquén) y por debajo de las capas marinas del Maastrichtiano (Formación Jagüel). Con posterioridad, Uliana (1979) analizó en detalle el problema e incluyó a la Formación Allen dentro del Grupo Malargüe, formalizado en Uliana y Dellapé (1981).

La introducción del término Allen se debe a Roll (1939), quien discriminó bajo el nombre de Grupo de Allen a una serie de sedimentitas que suprayacen a los estratos de Anacleto en Balsa Córdova, y que también afloran en pequeña extensión al N y S de Allen. Sin embargo, Uliana y Dellapé (1981) definieron una nueva localidad y perfil tipo para la Formación Allen en el paraje Lomas Coloradas (borde oriental del bajo de Añelo) en las proximidades de El Caracol, algo al norte de la Hoja, donde están claramente expuestas las relaciones de base y techo.

Descripciones más recientes de esta unidad pertenecen a Barrio (1989, 1990a, 1990b, 1991), Ardolino *et al.* (1996), Casadío (1994), Parras *et al.* (1998) y Hugo y Leanza (2001a).

Distribución areal

Las sedimentitas de la Formación Allen están presentes en el sector centro-oriental de la Hoja. En el ámbito del bajo de Añelo quedan expuestas desde Lomas Coloradas hacia el sur en forma continua al pie de la sierra Blanca; otros asomos se delimitan en las márgenes del río Neuquén y en el río Negro, siempre por debajo de niveles de terraza. Otros sectores con afloramientos importantes son el lago Pellegrini y las mesetas situadas al este y sureste de este lago, hasta alcanzar las proximidades del borde oriental de la Hoja.

En el valle del río Colorado, la unidad se localiza por debajo de los niveles de terraza más jóvenes, en tanto que en los alrededores del embalse Casa de Piedra existen afloramientos truncados por superficies de pedimentación. En el sector occidental de la Hoja, hay asomos reducidos en la sierra Barrosa, biselados por el primer nivel de pedimentos.

Litología

La Formación Allen está constituida por areniscas amarillentas a ocre en su tramo basal, arcilitas bentoníticas de color verde oliva a ocre en su sección media y yeso en su sección superior.

Los afloramientos del lago Pellegrini conforman las bardas que lo rodean por el suroeste y sur, donde están representadas las tres secciones con las cuales clásicamente se divide a la unidad. En las proximidades de Cinco Saltos se sobrepone en discordancia (Discordancia Huantráiquica) a la Formación Anacleto. En esta localidad, la Formación Allen se compone de areniscas medianas a gruesas de color amarillento, con estratificación entrecruzada planar,

artesas de mediana escala y laminación paralela (Foto 16); aquí la sección inferior arenosa ronda los 15 m de espesor (véase Andreis *et al.*, 1974). Hacia el este, y en la pendiente de las bardas hacia el lago, predominan las arcilitas bentoníticas de color castaño y oliva, laminadas, fragmentosas, con delgados niveles limolíticos o arenosos de colores claros. La estratificación es difusa, en general tabular o lenticular extendida; estos depósitos caracterizan a la sección media de la Formación Allen, e incluyen horizontes bentoníticos en explotación. Contienen abundante yeso fibroso. En las proximidades de La Yesera se han medido 30 m de espesor de esta sección (Andreis *et al.*, 1974). Finalmente, la sección superior está caracterizada por pelitas con potentes niveles de yeso y calizas finas, que se distribuyen preferentemente hacia el sur y sureste de la depresión; el mayor espesor está en La Yesera. Las calizas presentan laminación algal o bien son macizas en estratos delgados, en tanto que el yeso es blanco y con espesores de más de 5 metros. El yeso posee una intercalación de caliza gris, fina y muy dura, que en las canteras suele denominarse “el fierrillo”.

En la sierra Barrosa, al este de la planta compresora, los afloramientos son reducidos arealmente, pero se registran unos 15 m de espesor de fangolitas amarillentas y verdosas, con placas de tortugas y gastrópodos de agua dulce, cubiertas en discordancia por la Formación Bayo Mesa (Garrido, com. pers.). En un sector cercano se observaron pelitas amarillentas dispuestas en aparente concordancia sobre las fangolitas moradas de la Formación Anacleto, con un espesor muy reducido (aproximadamente 3 m).

Con una presentación y relación de campo similar se reconoció a la Formación Allen en las barrancas de la margen derecha del río Neuquén, en las proximidades de Planicie Banderita. Aquí se presenta la sección pelítica, compuesta por arcilitas bentoníticas finamente estratificadas de colores castaño claro, amarillento y oliva, con mucho yeso en forma de agregados aciculares. Estos depósitos alcanzan espesores de 10 m como máximo; suceden en aparente concordancia a términos fangolíticos bandeados de la Formación Anacleto y están cubiertos en discordancia por depósitos aluviales del río Neuquén.

En la margen opuesta del río, la Formación Allen aflora por debajo de niveles de terraza; en las proximidades de San Patricio del Chañar aparecen depósitos fluviales de la sección inferior de la unidad con restos de dinosaurios.



Foto 14. Afloramientos de fangolitas rojas bandeadas de la Formación Anacleto en las cercanías de la Aguada de Anacleto (localidad tipo). La unidad presenta escasa expresión morfológica. **Foto 15.** Formación Anacleto en Loma de la Lata. La unidad se compone de fangolitas rojizas a verdosas, cubiertas en discordancia por depósitos aterrazados del río Neuquén. **Foto 16.** Contacto discordante entre los grupos Neuquén y Malargüe. El tramo cuspidal de la Formación Anacleto se compone de fangolitas rojo ladrillo y areniscas violáceas; la sección basal de la Formación Allen está representada por areniscas de color amarillento a ocre bien estratificadas. **Foto 17.** Fangolitas bien estratificadas rojo ladrillo y areniscas castaño rosadas de la Formación Anacleto en cercanías de la Batería 16 del yacimiento Pampa del Medaniño. **Foto 18.** Niveles de calizas lacustres fosilíferas de la Formación Allen en la cantera Morales, al norte de General Roca. La fauna está dominada por gastrópodos dulceacuícolas, con escasos bivalvos y vértebras de peces.

Los afloramientos ubicados en la barda situada al norte de General Roca corresponden a la sección media y superior de la Formación Allen. Constan de pelitas de color gris verdoso, calizas estromatolíticas delgadas y yeso nodular, con un espesor aflorante de 10 m como máximo (Weber, 1972).

En la cantera Morales (bentonita), situada al N de General Roca, la sección superior de la Formación Allen está representada por areniscas finas bien estratificadas con laminación ondulítica que alternan con bancos de calizas arenosas, con fósiles (asociación casi monoespecífica de gastrópodos, con muy escasos bivalvos, placas de

tortugas y vértebras de peces). Este paquete tiene 3 m de espesor aflorante (Foto 18).

En el sector Lomas Coloradas - sierra Blanca, los afloramientos de la Formación Allen se distribuyen en una faja continua con orientación norte - sur. Aquí se reconoce la secuencia completa, que comienza con areniscas de grano mediano a grueso, de colores claros (amarillo y gris claro); la discordancia de erosión que la separa de la Formación Anacleto se manifiesta por la existencia de clastos pelíticos rojizos en las sabulitas basales. Estas capas son de tendencia granodecreciente, particularidad mencionada por Andreis *et al.* (1974) en los afloramientos del lago Pellegrini. Sobre las areniscas basales se observan arcilitas bentónicas con abundante yeso, características de la sección media. Son de colores verde oliva a castaño, friables y muy autocubiertas. Finalmente, la sección superior se presenta como una serie de estratos de yeso blanco con pliegues enterolíticos, con calizas intercaladas, asociado con arcilitas verdosas laminadas. El espesor total en Lomas Coloradas ronda los 60 metros.

En las proximidades de la localidad de El Caracol (algo al N de la Hoja), la sección media de la Formación Allen está muy bien expuesta y se manifiesta en contacto paraconcordante sobre fangolitas rojas de la Formación Anacleto. Está constituida por pelitas y areniscas muy finas de colores castaño y verdoso, con abundante yeso en venillas, que rematan en un banco de yeso grisáceo. Esta unidad a su vez es cubierta por pelitas verde oliva de la Formación Jagüel (Foto 19).

En el embalse Casa de Piedra, la Formación Allen aparece expuesta en diversas localidades. Los afloramientos en general son discontinuos y en algunos sectores es posible observarla sólo en laboreos mineros a cielo abierto, dedicados a la explotación de los horizontes bentónicos contenidos en la sección media de la unidad.

En el cañadón situado al E de Puesto Avendaño (Perfil La Araña), la Formación Allen aflora a nivel del embalse. Se compone de limolitas verdosas laminadas, ocreas por oxidación, con un banco delgado de caliza gris oscura, muy dura y homogénea; muestra en el techo texturas de disolución. Por encima del banco de caliza siguen fangolitas con laminación ondulítica muy fina; se intercala un banco arenoso fino, cementado por carbonato de calcio, con abundantes moldes mal preservados de bivalvos. Los niveles fangolíticos presentan hacia el tope capas cada vez más espesas de yeso, que culminan en un banco de yeso muy macizo, de color blanco a rosado, de 60

cm de espesor (Foto 20). Por encima, sigue yeso finamente interestratificado con pelitas y, finalmente, yeso bandeado, algo brechoso hacia el techo. En este punto, el espesor aflorante sobre la cota actual del embalse es de aproximadamente 3 metros. Unos 400 m al sur del punto anterior, por encima del yeso y en contacto transicional, afloran pelitas y calizas con fósiles marinos pertenecientes a la Formación Jagüel.

En el yacimiento Pampa del Medanito (Fig. 3), sobre la margen pampeana del río Colorado, por encima de fangolitas rojizas de la Formación Anacleto (éstas casi no afloran) se observa una secuencia grano y estratocreciente, compuesta por limolitas blanquecinas en la base, que alternan con delgadas capas arenosas de granulometría fina, de colores rosados a verdosos. Hacia arriba, los estratos arenosos son más potentes y de granulometría mediana a gruesa; las areniscas son líticas y con abundante matriz arcillosa. Algunos niveles presentan estructuras de bioturbación intraestratales formando redes densas. Finalmente, afloran areniscas conglomerádicas amarillentas que culminan en un conglomerado fino clasto soportado con estratificación cruzada en artesa; en estos niveles aparecen frecuentes astillas de hueso de pequeño tamaño (Foto 21). Por encima siguen limolitas blanco amarillentas, muy cubiertas, que culminan en un nivel de yeso de espesor centimétrico. El espesor total de la Formación Allen en esta localidad es de 60 m, aunque el último tramo hasta los depósitos fluviales del río Colorado que la sobreyacen (Terraza VI) se encuentra muy cubierto.

Unos 4 km al sureste, en las cercanías de la batería 16 del yacimiento Pampa del Medanito, afloran 15 m de limolitas de colores rosado, rojo ladrillo y rojo oscuro, con areniscas muy gruesas intercaladas en los últimos metros, referidas a la Formación Anacleto; siguen 5 m de areniscas y limolitas blanquecinas de la Formación Allen, con astillas pequeñas de huesos.

En la cantera Don José, perteneciente a la minera Cholino Hermanos, se exponen arcilitas verdosas, alternantes con delgadas capas y guías de yeso. El nivel bentónico en explotación es de color verde claro y se encuentra en la base del frente de cantera de 7 m de altura (Foto 22).

Paleontología

La Formación Allen presenta un interesante contenido paleontológico, conocido desde principios del siglo XX. Las primeras menciones corresponden a

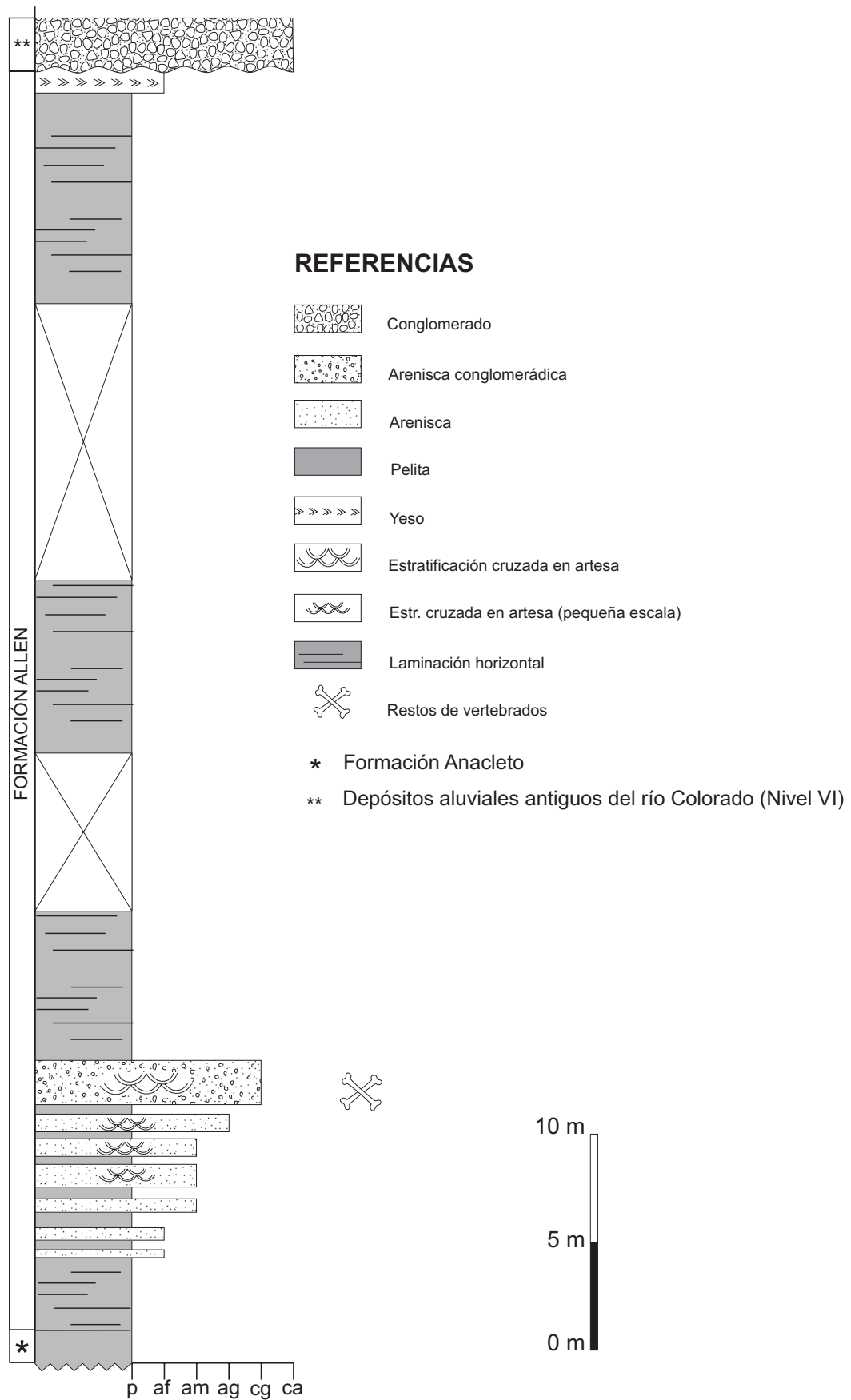


Figura 3. Perfil de la Formación Allen en el yacimiento Pampa del Medani.



Foto 20. Afloramientos de la sección media y superior de la Formación Allen a pocos metros sobre el nivel del embalse Casa de Piedra. Se presentan limolitas verdosas laminadas, calizas y un banco de yeso macizo (alabastro), rosado, de 60 cm de espesor.



Foto 21. Areniscas conglomerádicas grises a amarillentas de la Formación Allen en la comarca del yacimiento Pampa del Medano, donde se aprecian astillas de hueso, probablemente de dinosaurios.



Foto 22. Arcilitas verdosas a ocre con niveles y guías de yeso de la Formación Allen. Esta sección contiene un nivel bentonítico verde claro, en explotación. Cantera Don José, proximidades de Islas Malvinas, La Pampa.

registros efectuados por Wichmann (1924, 1927a) en su Facies Lacustre Senoniana, entre los que pueden indicarse restos vegetales, pelecípodos de agua dulce (*Corbicula*), gastrópodos de agua dulce (*Hydrobia*, *Viviparus*), ostrácodos (en ocasiones muy abundantes), huesos de cocodrilos, placas de tortugas y dientes de peces pulmonados (*Ceratodus*). Por su parte, Uliana (1979) y Uliana y Dellapé (1981) citaron la existencia de concreciones calcáreas con bivalvos marinos (*Perna* y

Panopea) en la base de la sección media de la Formación Allen en la localidad de El Caracol, fuera de la Hoja; en niveles próximos, Uliana (1979) señaló restos de troncos carbonizados y vegetales mal preservados.

En la cantera Morales, al N de General Roca, se hallaron abundantes ejemplares de *Hydrobia*?, asociados con bivalvos indeterminables, restos de peces y plaquitas de tortugas, en niveles calcáreos de la sección superior de la unidad.

El registro de vertebrados de la Formación Allen dentro de la Hoja incluye a saurópodos como *Aeolosaurus*, procedente de facies fluviales en San Patricio del Chañar y hadrosáuridos extraídos de la sección inferior en la localidad de Islas Malvinas (La Pampa) (véase Cap. 7, Dinosaurios y otros vertebrados terrestres). Por otro lado, plesiosaurios elasmosáuridos han sido colectados en sedimentitas de la sección media de la Formación Allen en las comarcas del lago Pellegrini y Contralmirante Cordero.

El contenido micropaleontológico de la Formación Allen incluye asociaciones de ostrácodos y escasos foraminíferos, procedentes del área del lago Pellegrini, Lomas Coloradas y El Caracol (al N de la Hoja). El registro palinológico de la unidad procede también de Lomas Coloradas y presenta elementos terrestres, formas acuáticas continenetales y escasos quistes de dinoflageladaos (véase Cap. 6, Micropaleontología).

Ambiente

Las sedimentitas de la Formación Allen se depositaron bajo condiciones continentales (sección inferior) a marino marginales (secciones media y superior), que reflejan la primera ingresión marina de origen atlántico en la Cuenca Neuquina.

Los depósitos de la sección inferior fueron interpretados como parte de una planicie arenosa, con cursos fluviales sujetos a acción mareal (Uliana, 1979; Uliana y Dellapé, 1981). Estas condiciones de ambiente transicional, próximo a la línea de costa, se reconocen en los alrededores del lago Pellegrini (Andreis *et al.*, 1974). Las pelitas y areniscas intercaladas de la sección media corresponden a un ambiente de tipo intermareal, con mayor influencia marina, donde los niveles con predominio de pelitas y restos de plesiosaurios estarían marcando el momento de mayor profundidad y conexión con el mar abierto. Finalmente, según el esquema de Uliana y Dellapé (1981), las evaporitas de la sección superior evidencian una restricción de la cuenca con generación de ambientes marginales tipo *sabkha*.

Por su parte, Barrio (1990a) infirió para la sección arenosa inferior un origen submareal a intermareal bajo, en tanto que las fangolitas con niveles bentoníticos de la sección media representan un ambiente de planicie de mareas mixta; las bentonitas responderían en su origen a acumulaciones de ceniza volcánica en ambientes protegi-

dos de las corrientes, tales como lagunas litorales. Finalmente, propuso un ambiente de depositación supramareal en condiciones de extrema aridez (*sabkha*) para la sección evaporítica superior.

En el ámbito de la vecina Hoja 3969-IV, General Roca, se ha propuesto un ambiente depositacional fluvial a lagunar para la Formación Allen (Hugo y Leanza, 2001a).

Relaciones estratigráficas

La Formación Allen representa el inicio del ciclo de sedimentación Malalhueyano y se apoya, mediante discordancia de erosión, sobre la Formación Anacleto, claramente apreciable en los alrededores del lago Pellegrini, donde la base de la unidad contiene clastos provenientes de la unidad infrayacente. Sin embargo, como ya se indicó, en otras localidades la discordancia Huantraíquica se ve oscurecida, ya que el pasaje se da en facies pelíticas. Esta discordancia constituye el límite inferior de la secuencia depositacional representada por la Formación Allen (Barrio, 1990a). En el sur de Mendoza, Parras *et al.* (1998) la consideraron una discontinuidad de tipo I (discordancia erosiva de carácter regional).

La relación de techo de la Formación Allen es de aparente concordancia, aunque Barrio (1990a) evaluó a este contacto como el límite inferior de la secuencia depositacional representada por las formaciones Jagüel, Roca y El Carrizo.

Edad y correlaciones

La edad de la Formación Allen se ha determinado en el Campaniano tardío - Maastrichtiano temprano, sobre la base de la edad intracampaniana de la discordancia Huantraíquica (Hugo y Leanza, 2001a, 2001b) y tomando en consideración algunos datos con relación al contenido paleontológico de esta unidad y otras equivalentes. En este sentido, Ballent (1980) indicó una edad maastrichtiana temprana para una microfauna procedente de la sección superior de la Formación Allen en la comarca del lago Pellegrini por comparación con la estudiada por Bertels (1969b) en el miembro superior de la Formación Huantraico. Esta edad se confirma si se acepta la correlación de esta unidad con la Formación Los Alamitos (Franchi y Sepúlveda, 1978), ubicada por Papú y Sepúlveda (1995) en el

Campaniano tardío - Maastrichtiano temprano; previamente, Bonaparte (1991) estableció la edad Alamitense en el Campaniano - Maastrichtiano.

La Formación Allen se correlaciona con la parte inferior de las formaciones Loncoche (Gerth, 1925) y Huantraico (Bertels, 1969b; Uliana y Dellapé, 1981). Como ya se mencionó, también es correlacionable con la Formación Los Alamitos en el ámbito del Macizo de Somún Curá. Hugo y Leanza (2001a) propusieron homologar la sección basal arenosa de la Formación Allen con la Formación Angostura Colorada (Volkheimer, 1973), aflorante en las cercanías de Ingeniero Jacobacci.

De manera tentativa, Ardolino *et al.* (1996) correlacionaron a la Formación Allen con la Formación Paso del Sapo (Petersen, 1946) y con el sector inferior de la Formación La Colonia (Ardolino y Delpino, 1987) aflorantes en Chubut.

2.2.1.2. Maastrichtiano - Daniano

Formación Jagüel (10)

Limolitas, arcilitas

Antecedentes

El término Jagüel fue introducido por Windhausen (1914) para referirse a la parte inferior del Piso Rocanense. En el sentido que el citado autor le otorgaba, esta unidad comprendía a todo el paquete sedimentario ubicado estratigráficamente entre las sedimentitas continentales del Piso Pehuenche, nombre con el cual se conocía en esa época a las sedimentitas del Grupo Neuquén y a los calcáreos con fósiles del Rocanense superior (= Formación Roca). Wichmann (1924, 1927c) subdividió a estas capas en Senoniano Lacustre o inferior y el Senoniano Superior o Jagüel, de carácter marino. Este criterio prevaleció en los trabajos de autores posteriores, con lo que se llegó a la definición de las actuales formaciones Allen y Jagüel. Así, la Formación Jagüel comprende al conjunto de sedimentitas pelíticas desarrollado entre la sección superior o "Yeso" de la Formación Allen y la base de la primera caliza organógena de la Formación Roca (Andreis *et al.*, 1974; Uliana y Dellapé, 1981; Leanza y Hugo, 1985; Barrio, 1990b; Casadío y Leanza, 1992; Massabie, 1993). Particularmente significativo fue el aporte de Náñez y Concheyro (1996), quienes establecieron la presencia del límite Cretácico - Paleógeno en sedimentitas de la Formación Jagüel aflorantes en el bajo de Añelo.

Distribución areal

La Formación Jagüel tiene buenas exposiciones en el flanco oriental del bajo de Añelo (sector Lomas Coloradas - sierras Blanca), en los alrededores del lago Pellegrini, en las bardas al N del río Negro hasta General Roca y con asomos reducidos se la observa en los alrededores del embalse Casa de Piedra. Dada su litología fina y homogénea, los afloramientos tienen poca expresión morfológica y suelen estar muy cubiertos.

Litología

Las sedimentitas de la Formación Jagüel son un conjunto monótono de pelitas (arcilitas, limolitas, limoarcilitas) de colores verde oliva y amarillento, atravesadas por guías delgadas de yeso fibroso. Estas guías quedan en la superficie meteorizada otorgando un brillo característico a los afloramientos. Las arcilitas son plásticas, con brillo céreo, fragmentosas; algunas presentan laminación, en tanto que las limolitas son grisáceas; todas las pelitas son calcáreas y reaccionan con HCl, lo que permite diferenciarlas de las facies finas de la Formación Allen. Con estas particularidades aflora en su localidad tipo (Jagüel de Rosauer) y en el paraje Lomas Coloradas (Foto 23), donde la unidad alcanza 18 y 26 m de espesor, respectivamente (Barrio, 1990b).

Los afloramientos que circundan al lago Pellegrini conservan las características típicas de la unidad. En el sector norte del lago, biseladas por superficies de pedimentación muy disectadas, asoman pelitas calcáreas, macizas y fragmentosas, de color verde oliva y con restos fragmentarios de moluscos (ostreidos). Andreis *et al.* (1974) mencionaron abundante contenido fósil constituido por pectínidos y pequeños braquiópodos en este sector, además de una importante asociación microfaunística referida por Bertels (en Andreis *et al.*, 1974) al Maastrichtiano medio. El espesor aflorante en esta área no supera los 30 metros.

En las bardas situadas al norte de General Roca (localidad tipo de la Formación Roca), los afloramientos de la Formación Jagüel son muy friables, autocubiertos, de color castaño a verde oliva; conforman la parte basal de las bardas y presentan el aspecto típico de esta unidad. El límite con la suprayacente Formación Roca está dado por la aparición de calizas amarillentas resistentes. Hacia el sureste de la localidad anterior, en las proximidades



Foto 23. Vista general de los afloramientos del Grupo Malargüe en Jagüel de Rosauer, localidad tipo de la Formación Jagüel. Se observan las pelitas verdosas de esta unidad cubiertas por las margas y calizas fosilíferas amarillentas de la Formación Roca.

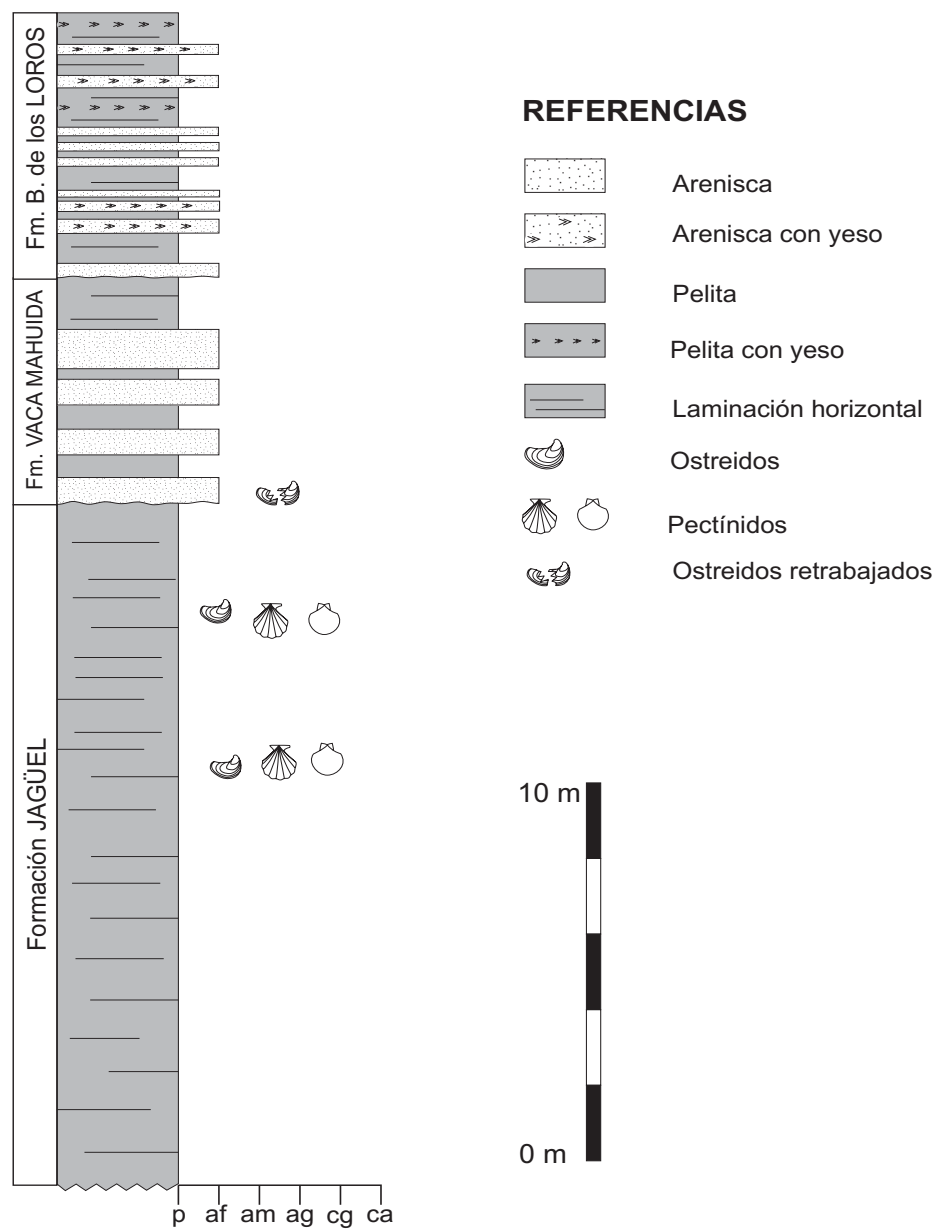


Figura 4. Perfil al sureste del puesto Fernández.

del cerro La Mocha se observaron asomos muy similares, cubiertos por bancos calcáreos fosilíferos de la Formación Roca.

Finalmente, en las proximidades del puesto Avendaño sobre la margen sur del embalse Casa de Piedra, aflora la parte inferior de la Formación Jagüel, constituida por pelitas castañas a ocre, con muchas guías de yeso hacia la base, y un nivel delgado de calizas muy fosilíferas a 1 m por encima del contacto con la Formación Allen. El espesor aflorante de la unidad es de 25 metros. Sobre la orilla norte del embalse, al sureste del puesto Fernández frente a la localidad de Sargento Ocón, afloran fangolitas castaño oscuras muy fragmentosas con restos de moluscos en la parte inferior, próxima a la orilla; hacia arriba pasan a pelitas de color ocre, yesosas y muy cubiertas; el espesor aquí es de 20 metros (Foto 24). En este sector, la Formación Jagüel está cubierta en discordancia por la Formación Vaca Mahuida (Fig. 4).

Paleontología

Las bardas situadas al norte de General Roca han sido desde principios del siglo XX la localidad clásica para el estudio de las unidades próximas al límite Cretácico - Paleógeno. Así, se debe a Schiller (1922) el primer muestreo detallado y sistemático de invertebrados marinos en las actuales formaciones Jagüel y Roca. Posteriormente, Bertels (1969a, 1969b, 1970a), conjuntamente con el estudio micropaleontológico de estas unidades, procuró establecer la distribución vertical de algunas especies de invertebrados; en este sentido, concluyó que la especie *Ostrea clarae* Ih. se registra sólo en niveles del Maastrichtiano inferior a medio.

Casadío (1998) revisó los ostreidos del límite Cretácico - Paleógeno en el ámbito de la Cuenca Neuquina. Las especies que se encuentran restringidas al Maastrichtiano (mayoritariamente en la Formación Jagüel y en niveles cretácicos de la Formación Roca) son *Amphidonte mendozana* (Ihering), *Ambigostrea clarae* (Ihering), *Gyrostrea lingua* (Camacho) y *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (Lamarck); las tres primeras se hallan en facies pelíticas de ambiente marino abierto, en asociación con *Nucula (Leionucula) aff. hunickeni* Zinsmeister y Macellari, *Australoneilo cf. A. casei* Zinsmeister y Macellari, *Arca* sp., *Cucullaea* sp., *Atrina* sp., *Camptonectes* sp., *Chlamys mahuidaensis* (Weaver), *C. modestus* (Camacho), *Paranomia* sp., *Austrotrigonia pampeana* Leanza

y Casadío, *Pacitrigonia sobrali* Leanza y Casadío, *Pterotrighonia (Rinetrighonia) windhauseniana* (Wilckens), *Lahillia cf. L. luisa* (Wilckens), *Roudaireia pampaensis* Leanza y Hunicken, *Paraesa* sp., *Panopea inferior* Wilckens, *Turritella?* sp., *Turritella? doeringi* Boehm, *Baculites* sp. y *Eubaculites argentinicus* (Weaver). *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* está presente en facies pelíticas de ambientes más profundos, asociada con *Chlamys mahuidaensis* (Weaver) y *Amphidonte mendozana* (Ihering). Los nanofósiles asociados en ambos casos indican una edad maastrichtiana tardía (Casadío, 1998).

En localidades situadas sobre el embalse Casa de Piedra, la Formación Jagüel contiene abundantes moldes y valvas de moluscos. En las proximidades del puesto Avendaño se halló un nivel de caliza copiosamente fosilífero situado 1 m por encima del yeso de Allen, con bivalvos (*Paranomia?* sp.), braquiópodos y abundantes tubos de anélidos; en niveles superiores, son frecuentes las valvas de ostreidos. La única referencia sistemática relativa a los braquiópodos de la Formación Jagüel corresponde a Caba *et al.* (1998) en la localidad pampeana de Colonia Chica, pocos kilómetros al noroeste del puesto Avendaño; los terebratulidos de esta fauna fueron referidos al género *Ruegenella*, hasta ese momento conocido exclusivamente en el Maastrichtiano del norte de Europa y centro de Asia.

Sobre la margen pampeana del embalse, en el puesto Fernández, las pelitas de la Formación Jagüel proporcionaron cuantiosos fragmentos de bivalvos referibles a *Chlamys modestus* (Camacho) y *Ostrea wilckensi* Ihering (Foto 25).

El registro micropaleontológico de la Formación Jagüel es sumamente importante, ya que esta unidad contiene al límite Cretácico - Paleógeno en diversas localidades dentro del área de estudio (véase Cap. 6, Micropaleontología). En los afloramientos del puesto Avendaño, una muestra tomada en niveles pelíticos por encima del yeso superior de la Formación Allen proporcionó material micropaleontológico pobremente preservado constituido por foraminíferos muy escasos correspondientes a "*Pararotalia*" sp., pocos ostrácodos y restos de briozoarios (*Fungella* sp.) (véase Nánuez, 2002). "*Pararotalia*" sp. es una especie reconocida en asociaciones de baja diversidad de la parte inferior de la Formación Jagüel, en la laguna del Indio Muerto y el bajo de Santa Rosa. Los briozoarios también están en una caliza con pequeños tubos de anélidos? situada inmediatamente por

encima del yeso de la Formación Allen en la Hoja 3966-III, Villa Regina (Hugo y Leanza, 2001b), al norte del salitral Ojo de Agua; una caliza similar fue registrada en el perfil de El Caracol (provincia del Neuquén) en idéntica posición estratigráfica (Náñez y Concheyro, 1993, 1996; Náñez, 2002). Estas calizas tienen características comparables al nivel fosilífero con tubos de anélidos presente en el puesto Avendaño. La edad dada por Náñez (2002) para la asociación procedente de esta localidad es maastrichtiana.

Ambiente

Las evidencias sedimentológicas y paleontológicas sugieren para la Formación Jagüel un ambiente de depositación marino franco, con profundidades que varían de plataforma interna a externa, siempre en condiciones de baja energía, con buena circulación y lejos de las fuentes de aporte detrítico (Uliana y Dellapé, 1981). Para Barrio (1990b), el tamaño de grano, la escasez de estructuras sedimentarias y las microfaunas indican un ambiente de plataforma externa, con predominio de condiciones atmosféricas normales y por debajo del nivel de base del oleaje.

Los estudios micropaleontológicos más recientes señalan que la depositación se habría producido en un mar somero, en profundidades que alcanzarían como máximo la plataforma media a externa; los ambientes de plataforma interna son los más representados. Además, existen indicios de cierta deficiencia de oxígeno en el fondo marino para el tramo maastrichtiano de la Formación Jagüel (véase Cap. 6, Micropaleontología).

Relaciones estratigráficas

La Formación Jagüel se apoya en forma concordante sobre la Formación Allen e infrayace también en concordancia a la Formación Roca. Localmente (puesto Fernández, lago Pellegrini) donde la Formación Roca está ausente por erosión, está cubierta en forma discordante por unidades más jóvenes (formaciones Vaca Mahuida y Barranca de los Loros) en las proximidades del puesto Fernández y por depósitos cuaternarios en el área del lago Pellegrini).

Edad y correlaciones

Según Náñez y Concheyro (1996) y Náñez (2002), el contenido micropaleontológico de la For-

mación Jagüel ha permitido ubicarla temporalmente en el Maastrichtiano tardío - Daniano (temprano y tardío).

La Formación Jagüel es correlacionable con la Formación Coli Toro en la meseta homónima (Río Negro) y con la parte superior de las formaciones Loncoche (Mendoza) y Huantraico (Neuquén). Ardolino *et al.* (1996) también la homologaron con la Formación Lefipán del río Chubut medio y con la Formación La Colonia al sur de la meseta de Somún Curá.

2.2.1.3. Daniano

Formación Roca (11)

Calizas, arcilitas, margas, yeso

Antecedentes

La denominación de esta unidad procede del término *Étage Rocanéen* acuñado por Ihering (1903) para referirse a las sedimentitas marinas fosilíferas aflorantes al norte de General Roca. La localidad fue descubierta durante la Expedición al Desierto en 1879 (Doering, 1882); más tarde, Roth (1899) fue quien realizó la primera comunicación científica sobre estas sedimentitas.

Las primeras descripciones de fósiles corresponden a Burckhardt (1902), Boehm (1903) e Ihering (1903, 1904, 1907). En los años subsiguientes, Wilckens (1906), Ameghino (1906), Windhausen (1914, 1918, 1922), Schiller (1922) y Weaver (1927) se ocuparon con más detalle del Piso Rocanense; casi todos estos autores coincidieron en atribuirlo al entorno del límite Cretácico - Terciario.

Feruglio (1950) revisó la bibliografía existente al respecto y discutió la presencia del Piso Rocanense en localidades de la cuenca del golfo de San Jorge, así como su relación con el Salamanquense; ambos pisos serían producto de una misma transgresión marina atlántica, cuya fase final estaría representada por el Salamanquense. Groeber (1956, 1959) propuso una subdivisión del Rocanense en un Roca I, típico o Malalhueyano, caracterizado por una abundante y variada fauna maastrichtiana, y un Roca II, discordante sobre el anterior y con fauna empobrecida de edad daniana. Estas ideas tuvieron poca aceptación y finalmente Ramos (1981) mostró que el Roca II pertenece al Oligoceno y lo ubicó en la Formación Carrere.

Durante la década de 1960 se produjeron numerosos estudios paleontológicos en diversos afloramientos de la Formación Roca (A.F. Leanza,

1964, 1967; Camacho, 1967, 1968) y un significativo avance representado por los estudios micropaleontológicos y bioestratigráficos de Bertels (1969b), quien demostró la existencia de dos conjuntos microfaunísticos distintos; uno maastrichtiano y restringido a los estratos de la Formación Jagüel y otro daniano, presente en las capas de la Formación Roca en su localidad tipo; al mismo tiempo, estableció el estratotipo de esta unidad en la barranca situada 12 km al norte de General Roca. Cabe aclarar que según esta autora y la descripción del perfil tipo realizada por Weber (1972), la Formación Roca comienza con una sección pelítica verde oliva oscuro, de 10 m de espesor, litológicamente indistinguible de la infrayacente Formación Jagüel, pero portadora de microfósiles danianos; a esta sección se superponen margas y calizas, finalizando con potentes niveles de yeso. Más tarde, Uliana (1979) y Uliana y Dellapé (1981) redefinieron a la Formación Roca en función de la representación cartográfica; así, restringieron esta unidad a los paquetes calcáreos y a las evaporitas suprayacentes, criterio que fue sustentado en trabajos posteriores.

Otros estudios paleontológicos y estratigráficos importantes sobre esta unidad corresponden a Riccardi (1974), Leanza y Hugo (1985), Casadío y Leanza (1992), Casadío (1994, 1998), Ardolino *et al.* (1996), Casadío *et al.* (1999) y Hugo y Leanza (2001a; 2001b). Los aspectos micropaleontológicos fueron abordados por Concheyro y Nández (1994) y Nández y Concheyro (1996), quienes a su vez detallaron los antecedentes bibliográficos existentes al respecto hasta esa fecha.

Distribución areal

La Formación Roca tiene una distribución geográfica aproximadamente coincidente con la de la Formación Jagüel, aunque algo más restringida. Desde la localidad de Lomas Coloradas hacia el sur, aflora en forma discontinua en los Barreales Colorados, Jagüel de Rosauer y sierra Blanca, en el borde oriental del bajo de Añelo.

La localidad tipo se ubica en las bardas situadas al norte de General Roca, desde donde los afloramientos continúan hacia el oeste y noroeste hasta terminar en Loma del Horno, en el flanco nordeste del lago Pellegrini. Un afloramiento más reducido se sitúa en La Rinconada, cerca del límite oriental de la Hoja en la margen sur del embalse Casa de Piedra.

Litología

En líneas generales, los afloramientos de la Formación Roca presentan buenas exposiciones, con importante expresión morfológica debida a los paquetes calcáreos resistentes que forman cornisas, la coloración amarilla, ocre o anaranjada pálida y el abundante contenido fosilífero.

Tanto Weber (1972) como Uliana y Dellapé (1981) reconocieron en la Formación Roca tres secciones (miembros La Aguada, Mutchinic y Quiroga para la primera autora). La **sección inferior** tiene en promedio unos 20 m de espesor, y está formada por calizas, margas organógenas y arcilitas alternadas, en estratos tabulares de espesor variable pero no mayor de 1,50 metros. Los calcáreos son muy fosilíferos, con texturas tipo *wackestone* o *packstone*, sin orientación aparente de las conchillas (Uliana y Dellapé, 1981). Los contactos con las arcilitas son transicionales. Weber (1972) indicó que las arcilitas se componen de montmorillonita con calcita y cuarzo. La **sección media** muestra predominio de calizas en su composición, y el espesor no supera los 8 metros. Comienza con una alternancia de calizas y limolitas amarillas en estratos muy finos, a las que se superponen calizas amarillentas de grano grueso, muy porosa, con alvéolos irregulares a veces rellenos por yeso o recubiertos de sílice (Weber, 1972). Siguen calizas dolomíticas gris amarillentas, con estratificación irregular y localmente laminación estromatolítica, con estructura en ojo de pájaro, sílice y yeso relleno alvéolos; estas rocas y las anteriores suelen formar cornisas; finalmente, la parte superior de esta sección está constituida por una brecha de dolomita cementada por yeso sacaroide o material calcáreo (Uliana y Dellapé, 1981). Las calizas de la sección media están casi desprovistas de invertebrados fósiles. La **sección superior** tiene un espesor de 25 a 30 m y se compone esencialmente de yeso blanco en grandes cristales espáticos inmersos en una matriz de yeso sacaroide; localmente se aprecian pliegues enterolíticos y algunas intercalaciones lenticulares de limolitas verdosas con laminación ondulítica y fragmentos de yeso (Foto 26).

En su localidad tipo, la Formación Roca está compuesta por una alternancia de calizas grises a amarillentas, muy fosilíferas, con arcilitas y margas verdosas, con abundante yeso hacia el techo. El conjunto tiene un espesor de aproximadamente 26 m (según el perfil Norte Roca de Weber, 1972) y comprende a las secciones inferior y media; no está presente el yeso



Foto 24. La Formación Jagüel en la margen norte del embalse Casa de Piedra, frente a la localidad de Sargento Ocón. A nivel del embalse afloran pelitas castañas fragmentosas muy fosilíferas, cubiertas por pelitas ocre con alto contenido de yeso. **Foto 25.**

Vista en detalle de pelitas fosilíferas de la Formación Jagüel, con abundantes valvas desarticuladas de *Chlamys modestus* (Camacho) y *Ostrea wilckensi* Ihering. **Foto 26.** Sección superior de la Formación Roca en la cantera Lucía, cercana a la cantera El Carrizo, al norte de Allen. El yeso presenta pliegues enterolíticos y localmente termina en una brecha de fragmentos de yeso removilizados cementados por carbonato de calcio. **Foto 27.** Barda al norte de General Roca, vista hacia el este, donde aflora la Formación Roca en su localidad tipo. Predominan las arcilitas y margas ocre a verdosas, alternando con calizas muy fosilíferas.

En la base de la barda están expuestos los términos superiores de la Formación Jagüel.

superior. Los bancos individuales son en general delgados, de menos de 1 m de espesor (Foto 27).

En la cantera El Carrizo y en Loma del Horno, la unidad se exhibe completa (Uliana y Dellapé, 1981). En la cantera Don Eugenio (Minera José Cholino) se observaron unos 7 m de espesor de yeso sobrepuestos a limolitas amarillentas poco cementadas. En sectores donde el techo está expuesto o muy cerca de la superficie, el tope de la sección superior presenta una brecha generada por removilización del yeso y cementación por carbonato de calcio.

En los afloramientos situados al este del bajo de Añelo no se observa la sección superior (Ardolino *et al.*, 1996). En las localidades de Lomas Coloradas y Jagüel de Rosauer, Barrio (1990b) determinó para la Formación Roca espesores de 14 m y 10,4 m respectivamente. La unidad se compone de

calcarenitas arenosas, fangolitas y carbonatos fosilíferos (coquinas y *grainstones* biorudíticos). Los carbonatos fosilíferos son calizas amarillentas, con fragmentos de conchillas desgastados, en ocasiones con estratificación cruzada planar de bajo ángulo; las calcarenitas arenosas son de grano fino a mediano, con estratificación entrecruzada de mediana escala, frecuentes intraclastos pelíticos, fragmentos de conchillas y restos de plantas; estas sedimentitas alternan con fangolitas.

En La Rinconada, la Formación Roca está formada por margas amarillentas y calizas muy fosilíferas, con bivalvos de conchilla calcítica (ostreidos) bien preservados. El espesor total medido es de 9 m; la unidad está cubierta por tufitas blanco amarillentas de la Formación Vaca Mahuida, o bien aparece truncada por superficies de pedimentación.

Paleontología

Existe copiosa bibliografía con relación a la fauna de invertebrados fósiles de la Formación Roca en diversas localidades. Estas asociaciones se conocen desde finales del siglo XIX y las primeras comunicaciones científicas sobre ellas (particularmente material procedente del área tipo en General Roca) se publicaron en la primera década del siglo XX. En años posteriores, parte de esos materiales fueron revisados por otros autores y se reconocieron especies nuevas; una completa reseña de antecedentes y un listado de las especies descriptas para las formaciones Roca y Salamanca fueron efectuados por Camacho (1992), mientras que Casadío (1994, 1998) realizó una revisión sistemática y actualización de los conjuntos faunísticos de la unidad, en particular de los ostreidos.

Entre los elementos más frecuentes en la fauna de la Formación Roca se encuentran las siguientes especies: *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* (Boehm), *P. (P.) sarmientoi* Casadío, *Gryphaeostrea callophylla* (Ihering), *Ostrea wilckensi* Ihering, *Ostrea neuquena* Ihering, *Cubitostrea ameghinoi* (Ihering), *Nucula (Leionucula) dynastes* Ihering, *Neilo* cf. *N. ornata* (Sowerby), *Cucullaea rocana* Ihering, *Chlamys patagonensis negroina* Ihering, *Musculus rionegrensis* (Ihering), *Venericardia iheringi* (Boehm), *V. ameghinorum* Ihering, *V. feruglioi* Petersen, *Aphrodina burckhardti* (Ihering), “*Aporrhais*” spp., *Turritella burckhardti* Ihering, *Turritella* aff. *T. malaspina* Ihering, *Hercoglossa romeroi* (Ihering), *Cimomia camachoi* Masiuk, *Callianassa burckhardti* Boehm, *Linthia joannis-boehmi* Oppenheim, *Nucleopygus salgadoi* Parma, briozoarios y restos de vermes. Además, las margas y calizas de la sección inferior muestran niveles con abundantes icnofósiles referibles a *Thalassinoides* isp.

Los ostreidos *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* y *Gryphaeostrea callophylla* son las especies dominantes en la asociación que caracteriza a los niveles inferiores de la Formación Roca y están presentes en facies de plataforma externa con baja tasa de sedimentación; los nanofósiles asociados indican una edad daniana temprana. Los niveles superiores de la unidad tienen la particularidad de tener asociaciones de tipo biostromal conformadas por *Cubitostrea ameghinoi*, de edad daniana tardía; con una dis-

tribución vertical similar se hallan *Ostrea neuquena* y *Pycnodonte (Phygraea) sarmientoi* (Casadío, 1998).

La Formación Roca posee un abundante registro micropaleontológico, conformado por escasos foraminíferos planctónicos, numerosas especies de foraminíferos bentónicos y ostrácodos, además de nanofósiles calcáreos, que se comenzaron a estudiar en profundidad con los trabajos de Bertels (1965, 1969b, 1970a, 1978, 1979, etc.; véase Cap. 6, Micropaleontología).

Ambiente

Los distintos autores que se han ocupado de la Formación Roca coinciden en señalar que estas sedimentitas se depositaron en un ambiente marino somero que experimentó una retracción gradual (Ardolino *et al.*, 1996).

Uliana y Dellapé (1981) consideraron que la parte baja de la sección inferior, donde alternan arcilitas con foraminíferos planctónicos y margas con escasos moluscos sugiere una zona de plataforma poco afectada por el oleaje; en cambio, la parte alta de la sección inferior con invertebrados de valvas gruesas y algo de arena en la matriz, refleja una variación gradual hacia condiciones siempre por debajo de la zona de mareas pero perturbada por el oleaje. Dentro de la sección media, las calizas con ondulitas, los calcáreos dolomíticos con estructuras en ojo de pájaro, los estromatolitos y las brechas intraclásticas, con ausencia generalizada de conchillas, indican condiciones intermareales hasta supramareales. La sección superior con predominio de evaporitas, habla de un ámbito supralitoral con extensos cuerpos de agua aislados y sujetos a fuerte evaporación y a ocasionales vinculaciones con el medio marino y continental.

Barrio (1990b), en las localidades de Lomas Coloradas y Jagüel de los Rosauer, interpretó a los calcáreos de la parte inferior de la unidad como depósitos de tormentas. Las acumulaciones bioclásticas tabulares, con conchillas desgastadas y matriz fangolítica, representan depósitos de tormenta generados en ambientes de plataforma externa a interna; en tanto que las coquinas con capas amalgamadas, bases canalizadas, frecuente estratificación entrecruzada y matriz terrígena gruesa, permiten discriminar a las tempestitas proximales, originadas en sectores próximos a la costa y con energía del oleaje significativamente

mayor. Estas coquinas también están presentes formando una importante cornisa en los afloramientos del lago Pellegrini (Barrio, 1990b).

La sección media de la Formación Roca está escasamente representada en la zona norte de la Hoja, pero sí aparece bien desarrollada en el lago Pellegrini; aquí, los carbonatos (calcarenitas oolíticas) conforman, según Barrio (1990b), ciclos de somerización que comienzan con depósitos submareales con evidencias de acción de oleaje; éstos pasan a intermareales y supramareales de grano fino, con evidencias de exposición subaérea, formación de halita y nódulos de sílice en condiciones hipersalinas, estructuras en ojo de pájaro, laminación algal y dolomitización. Para las evaporitas de la sección superior, que aparecen sólo en los afloramientos del área del lago Pellegrini, interpretó un ambiente supramareal de tipo *sabkha*, que representa la culminación de los ciclos de somerización de la sección media, probablemente como relleno de lagunas litorales.

Las asociaciones de foraminíferos sugieren un ambiente marino de plataforma interna, de escasa profundidad, cercano a la costa, con aguas de salinidad normal a hipersalinas (véase Cap. 6, Micropaleontología).

Relaciones estratigráficas

La Formación Roca presenta relaciones de concordancia con la Formación Jagüel, hecho observado por la mayoría de los autores que abordaron el tema (Feruglio, 1950, Groeber, 1959, Uliana y Dellapé, 1981) quienes consideraron que ambas unidades forman un mismo ciclo sedimentario. La Formación El Carrizo que se le sobrepone también lo hace en relación de concordancia.

Barrio (1990b) determinó la existencia de dos grandes secuencias depositacionales en el Malalhueyano; la inferior integrada por la Formación Allen, y la superior por las formaciones Jagüel, Roca y El Carrizo. La discordancia basal de la secuencia superior se da entre las evaporitas del techo de Allen y las fangolitas marinas de la Formación Jagüel.

Dada la limitada distribución geográfica de las facies continentales malalhueyanas (= Formación El Carrizo) en el sector oriental de la Cuenca Neuquina, en general la Formación Roca se encuentra infrayaciendo en discordancia de erosión a otras unidades, como las formaciones Vaca Mahuida,

Barranca de los Loros, El Palo y depósitos en tránsito sobre niveles de pedimentación.

Edad y correlaciones

En el ámbito de la Hoja Neuquén, la edad de la Formación Roca se ha determinado sobre la base de microfauna y nanofósiles calcáreos en el Daniano tardío (Náñez y Concheyro, 1993, 1996, Concheyro y Náñez, 1994). Sin embargo, en el sector occidental de la Cuenca Neuquina (afloramientos de Malargüe, Mendoza), la edad de la Formación Roca es maastrichtiana tardía (Parras *et al.*, 1998, Parras y Casadío, 1999), con lo cual la unidad resulta diacrónica.

La Formación Roca, con sus características típicas, presenta una amplia distribución desde el sur de Mendoza, norte y este de Neuquén, occidente de La Pampa y centro - oeste de Río Negro. Unidades con fauna comparable se han reconocido en numerosas localidades de la provincia de Río Negro al sur y sureste del área tipo; así Camacho (1992) efectuó una reconstrucción paleogeográfica para el "mar rocanense" que incluye a los afloramientos denominados Formación Arroyo Barbudo (Lizuaín y Sepúlveda, 1979) en el Gran Bajo del Gualicho, Formación El Fuerte (Kaaschieter, 1965) en la región costera al norte de Sierra Grande y Formación Arroyo Salado (Weber, 1983) en la desembocadura del arroyo homónimo.

2.2.1.4. Paleoceno *l.s.*

Formación El Carrizo (12)

Pelitas, areniscas

Antecedentes

Con este nombre, Uliana (1979) y Uliana y Dellapé (1981) refirieron por primera vez a un conjunto de estratos que se superponen a la sección evaporítica de la Formación Roca en la cantera El Carrizo, situada 16 km al norte de la localidad de Guerrico (provincia de Río Negro), sin que se conozcan publicaciones previas sobre estas capas.

Weber (1972) separó a estos estratos del Malalhueyano y los incluyó en la Formación Río Negro (Plioceno) para lo cual propuso el Miembro El Carrizo. Esta propuesta estaba fundada en el hecho de que en los cerros La Parva y Bayo aparecía un nivel de areniscas intercaladas en paquetes pelíticos rojizos, que lateralmente pasaba a la típica arenisca gris azulada rionegrense. Sin embargo, en

el presente trabajo se descarta este planteo debido a que en las localidades mencionadas, se comprobó la presencia de las formaciones Barranca de los Loros (constituida por fangolitas rojizas) y El Palo (compuesta por areniscas grises a azuladas); la correlación entre esta última unidad y la Formación Río Negro fue puesta en duda por Uliana (1979).

Con posterioridad a los trabajos citados, Franchi *et al.* (1984) se refirieron brevemente a esta unidad, y Barrio (1990b) se ocupó del tema en el contexto de su estudio del Malalhueyano, reconociendo en estas sedimentitas dos asociaciones de litofacies que representan sistemas fluviales meandriformes como culminación de la secuencia depositacional conformada por las formaciones Jagüel y Roca.

Distribución areal

Las exposiciones de la Formación El Carrizo están virtualmente restringidas al área tipo, donde aparecen en el flanco de la meseta al norte de General Roca. Uliana y Dellapé (1981) señalaron la existencia de asomos aislados en Loma del Horno y, con dudas, al sur y suroeste de Barda del Medio, ninguno de los cuales fue reconocido en el presente trabajo. Cabe destacar que los afloramientos tienen poca expresión morfológica y se encuentran muy cubiertos. Las mejores exposiciones halladas en el transcurso de las tareas de campo se localizan en el curso de un arroyo cercano a la cantera El Carrizo.

Fuera de la Hoja Neuquén, Massabie (1993) describió afloramientos atribuidos a esta unidad en las vecindades del dique Casa de Piedra.

Litología

En la Formación El Carrizo se reconoce una sección inferior con 10 m de arcilitas y fangolitas verdes, macizas, fragmentosas, con intercalaciones de margas blancas que pasan lateralmente a concreciones calcáreas. La sección superior, de unos 20 m, se compone de areniscas medianas castaño amarillentas, bien seleccionadas, con clastos cuarzolíticos angulosos, friables, con estratificación entrecruzada y cementación calcárea localizada, que alternan con fangolitas rojo ladrillo, localmente decoloradas a verde, micáceas, con grietas de desecación y geodas de cuarzo (Uliana y Dellapé, 1981) (Foto 28).

En las vecindades de la cantera Liliana (Yeso del Comahue), unos 1500 m al N de la cantera El Carrizo, se observaron a lo largo de un cañadón

afloramientos correspondientes a la sección superior de la unidad en análisis, integrados por limolitas arcillosas muy micáceas, a las que se sobreponen unos 5 m de fangolitas rojo ladrillo, expansibles, muy friables y autocubiertas, en algunos sectores decoloradas a verde; siguen 2 m de areniscas gruesas, amarillentas, micáceas, con abundante matriz arcillosa y estratificación cruzada planar, que pasan a 2 m de limolitas amarillentas muy cubiertas. Todo el conjunto está truncado por el primer nivel de pedimentos (Foto 29).

Paleontología

Existen pocas referencias al contenido fósil de la Formación El Carrizo. Uliana y Dellapé (1981) citaron la presencia de troncos silicificados alóctonos y algunas placas óseas de tortugas. Musacchio y Moroni (1983) describieron una asociación de ostrácodos no marinos y carofitas en la localidad tipo (véase Cap. 6, Micropaleontología). En el transcurso de este trabajo, se extrajeron muestras para análisis palinológico, actualmente en estudio.

Ambiente

El ambiente de depositación de la Formación El Carrizo es continental, aunque al respecto existen algunas diferencias de interpretación por parte de distintos autores. Uliana y Dellapé (1981) indicaron un ambiente lacustre ocasionalmente sujeto a precipitación de carbonatos para la sección inferior, y un ambiente fluvial para la sección superior; este conjunto constituye el episodio final del proceso de progradación sedimentaria verificado en la Formación Roca.

Por su parte, Barrio (1990b) reconoció en esta unidad dos asociaciones de facies: areniscas finas a muy finas con estratificación entrecruzada en artesa y fangolitas rojizas masivas; en conjunto representan facies de canal y planicie de inundación de un sistema fluvial meandriforme. Los niveles carbonáticos sugieren un clima subhúmedo a árido con baja tasa de sedimentación y lapsos de no depositación en los que se produjo pedogénesis.

Para el área de Casa de Piedra, Massabie (1993) interpretó un ambiente lagunar costero en tránsito a un régimen fluvial franco; cabe señalar que este autor incluyó en la sección basal de la unidad bancos de yeso que pasan lateralmente a arcilitas laminadas, a

diferencia de los autores precedentes que incluyeron los niveles de yeso en la sección superior de la Formación Roca.

Relaciones estratigráficas

La Formación El Carrizo se apoya en concordancia sobre la Formación Roca; Uliana y Dellapé (1981) sugirieron cierta transicionalidad entre ambas unidades, sobre la base de la similitud litológica entre las intercalaciones arcillosas de la sección superior evaporítica de la Formación Roca y el paquete pelítico basal de la Formación El Carrizo. En relación con el arreglo estratigráfico de estas sedimentitas, reconocieron una discontinuidad estratigráfica entre la sección media carbonática y las evaporitas superiores de la Formación Roca, que corresponde a brechas intraclásticas originadas por redepositación de calizas en el techo de la sección media. Así, la sección evaporítica de la Formación Roca y los depósitos continentales de la Formación El Carrizo forman parte de una misma secuencia depositacional; sin embargo, los autores prefirieron considerar a los yesos como parte de la Formación Roca siguiendo el uso ya establecido (Uliana y Dellapé, 1981).

En Casa de Piedra, Massabie (1993) situó el contacto en el techo de una caliza travertínica y señaló una discordancia angular de bajo ángulo entre ambas unidades sugerida por un truncamiento progresivo de los términos superiores de la Formación Roca, que podría equipararse a la discontinuidad descripta por Uliana y Dellapé (1981).

En este trabajo no fue posible identificar con certeza los niveles de calizas redepositadas en afloramientos de la sección superior de la Formación Roca, por lo cual se mantiene la definición clásica de esta unidad y de la suprayacente Formación El Carrizo.

Edad y correlaciones

La Formación El Carrizo resulta correlacionable con la Formación Pircala en el sector occidental de la Cuenca Neuquina (Barrio, 1990b). La sustancial diferencia de espesores y litofacies verificada entre este sector y el oriental fueron atribuidos por Barrio (1990b) a la marcada asimetría de la cuenca para ese momento.

La edad de la Formación El Carrizo es paleocena l.s., sobre la base de sus relaciones estratigráficas y sustentada en parte por el contenido paleontológico

de carofitas y ostrácodos (Uliana y Dellapé, 1981; Musachio y Moroni, 1983). En afloramientos del sur mendocino, Parras *et al.* (1998) establecieron la presencia del límite Cretácico - Paleógeno en facies lagunares de la Formación Pircala.

2.3. CENOZOICO

2.3.1. PALEÓGENO - NEÓGENO

2.3.1.1. Oligoceno superior - Mioceno medio

Formación Vaca Mahuida (13)

Areniscas, pelitas, tufitas, conglomerados, calizas, yeso

Antecedentes

Esta unidad fue establecida por Uliana y Camacho (1975) para designar a una serie de estratos de naturaleza marina, transicional y continental que en el valle del río Colorado sobreyacen erosivamente a distintos términos del Grupo Malargüe y están cubiertos en discordancia por la Formación Barranca de los Loros.

La localidad tipo de la Formación Vaca Mahuida se ubica en las vecindades del yacimiento La Rinconada, 11 km al oeste del cerro Vaca Mahuida, sito en la Hoja Gobernador Duval. Es importante destacar que buena parte de estos afloramientos quedaron cubiertos cuando se produjo el llenado del lago artificial del embalse Casa de Piedra, en particular los de la sección inferior de la unidad, portadores de fósiles marinos que no han sido hallados en otras localidades.

Uliana y Camacho (1975) y Uliana (1979) incluyeron en esta unidad a los denominados Estratos post Rocanenses de Sobral (1942), aflorantes en el suroeste de la provincia de La Pampa. Los afloramientos pampeanos fueron descriptos o mencionados en trabajos donde se les otorgaron diferentes denominaciones (Formación Copel en Llambías, 1975; Formación Vaca Mahuida en Linares *et al.*, 1980; Melchor *et al.*, 1992 y Massabie, 1993; Formación Casa de Piedra en Rimoldi y Turazzini, 1984). Finalmente, Melchor *et al.* (2004) instituyeron la Formación El Fresco para incluir a los Estratos post Rocanenses aflorantes en la sierra homónima, lomas de Cochicó y las localidades de Agua de la Viuda y Cerros Bayos, por considerarlos claramente diferenciables de la Formación Vaca Mahuida tal como fuera definida por Uliana y Camacho (1975).

Leanza y Hugo (1988) detallaron un perfil en la localidad tipo de la Formación Vaca Mahuida, y coleccionaron invertebrados marinos en la sección inferior de la unidad, los cuales se encuentran actualmente en estudio.

En la vecina Hoja Gobernador Duval, Espejo y Silva Nieto (2004) describieron afloramientos en la localidad tipo de la unidad y en la margen izquierda del río Colorado.

Las referencias citadas hasta aquí obligan a efectuar algunas precisiones con relación a qué se entiende por Formación Vaca Mahuida en el marco del presente trabajo. En primer término, la ausencia de afloramientos de la sección marina fuera del área cubierta por la represa Casa de Piedra determina que el significado estratigráfico y cronológico de estas capas debe evaluarse sobre la base de la información provista por Uliana y Camacho (1975), Uliana (1979) y Leanza y Hugo (1988) y sus respectivas colecciones de invertebrados. En segundo lugar, Melchor *et al.* (2004) indicaron que las diferencias litológicas entre la Formación El Fresco (= Estratos post Rocanenses) y la Formación Vaca Mahuida justifican la creación de la primera, pese a una relativa proximidad geográfica y relaciones de yacencia semejantes; del mismo modo, dejan abierta a futuros estudios la equivalencia temporal entre ambas unidades. Las evidencias paleontológicas y una datación aportadas por estos autores revelan una edad eocena temprana para la Formación El Fresco en su área tipo. En este contexto, parece adecuado considerar a la Formación Vaca Mahuida representada únicamente por las sedimentitas de naturaleza fluvial y lacustre ubicadas estratigráficamente entre el Grupo Malargüe y la Formación Barranca de los Loros en los alrededores del embalse Casa de Piedra, excluyendo a los Estratos post Rocanenses.

Por su parte, la información existente sobre la sección marina de la unidad permite efectuar algunas observaciones acerca de su edad, por comparación de su fauna con la de otras unidades cenozoicas de la Patagonia.

Distribución areal

En el ámbito de la Hoja Neuquén, la Formación Vaca Mahuida aflora en las vecindades del embalse Casa de Piedra, desde la localidad de Tapera Avendaño al oeste hasta Bajada Vidal, en el límite oriental de la Hoja. Los afloramientos tienen poco espesor y en general se presentan bajo niveles delgados de gravas que cubren pedimentos con pendiente al río Colorado. En la margen pampeana del

río, la Formación Vaca Mahuida aflora con cierta continuidad lateral cubierta por la Formación Barranca de los Loros.

Litología

Los afloramientos de la Formación Vaca Mahuida tienen disposición subhorizontal y coloración castaño blanquecina, amarillenta y verdosa; son friables, ocasionalmente aparecen bancos resistentes pero en general están muy autocubiertos (Foto 30). En el área tipo, y según la descripción de Uliana y Camacho (1975), se pueden identificar tres secciones. La inferior se compone de un conglomerado polimítico amarillento en la base, arcilitas verdosas expansibles, seguidas por calizas fosilíferas con estratificación entrecruzada en artesa y geometría marcadamente lenticular de 5 m de espesor máximo. En el tramo medio se reconocen paquetes gruesos de arcilitas verde pálido y chocolate que alternan con areniscas tobáceas de color gris o verde claro con bases erosivas y algunos estratos tabulares de calizas fosilíferas blanquecinas. La parte superior consta de arcilitas verde oliva y varias capas de areniscas grises a azuladas de grano medio a grueso con estratificación cruzada, algunos conglomerados finos y un nivel delgado de calizas con bivalvos y restos de madera opalizada (Uliana y Camacho, 1975). El espesor total de la unidad en análisis en su perfil tipo es de 44 metros. Sobre la margen izquierda del río Colorado, Uliana y Camacho (1975) mencionaron además un estrato de yeso blanco con textura sacaroide de 3 m de espesor, asociado a arcilitas y tufitas blancas.

Leanza y Hugo (1988) durante el transcurso de trabajos de campo previos a la inundación del embalse, levantaron un perfil y coleccionaron fósiles de la Formación Vaca Mahuida en su localidad tipo (Fig. 5).

Los afloramientos observados en general están pobremente expuestos, y los espesores promedian los 10 metros. En las proximidades del puesto Avendaño cercano el embalse Casa de Piedra, la Formación Vaca Mahuida se dispone por encima de la Formación Jagüel, aunque el contacto está cubierto. Aquí afloran limolitas tobáceas de color blanco amarillento, verde claro en fractura fresca, resistentes, que pasan a niveles más friables con guías de yeso; presentan una intercalación de areniscas finas lajosas con estratificación cruzada de pequeña escala; por encima de estas areniscas el yeso es más abundante y llega a formar niveles delgados. El

espesor total es de 3 m y continúa un tramo muy cubierto sobre el que se apoya un nivel delgado de rodados algo cementados que cubre a un pedimento con pendiente al río Colorado.

Más hacia el este, se reconocieron afloramientos en las proximidades del puesto C. Ñanculeo, 2,5 km al noroeste de Sargento Ocón, que constan de pelitas amarillentas con abundantes moldes de



Foto 28. Afloramientos de la sección superior de la Formación El Carrizo en su localidad tipo, conformada por areniscas castaño claras alternantes con fangolitas rojas, localmente decoloradas a verde claro. **Foto 29.** Fangolitas bandeadas verdosas y rojas con intercalaciones de margas blancas de la sección superior de la Formación El Carrizo en las proximidades de la cantera Liliana, 1500 m al norte de la cantera El Carrizo. En discordancia, se hallan los depósitos que cubren el Primer Nivel de pedimentos, cementados por carbonato de calcio. **Foto 30.** Formación Vaca Mahuida en el yacimiento Pampa del Medaño. La unidad consta de tufitas y areniscas tobáceas de color amarillo muy pálido, friables, cubiertas por niveles conglomerádicos delgados que tapizan a pedimentos con pendiente al río Colorado. **Foto 31.** Vista de las formaciones Vaca Mahuida y Barranca de los Loros en el puesto Carlos Ñanculeo, 2,5 km al noroeste de Sargento Ocón. La Formación Vaca Mahuida se compone de pelitas con moldes de bivalvos dulceacuícolas, tufitas y niveles delgados de calizas lacustres de color amarillo verdoso claro, cubiertas por las areniscas y limolitas rojas de la Formación Barranca de los Loros.

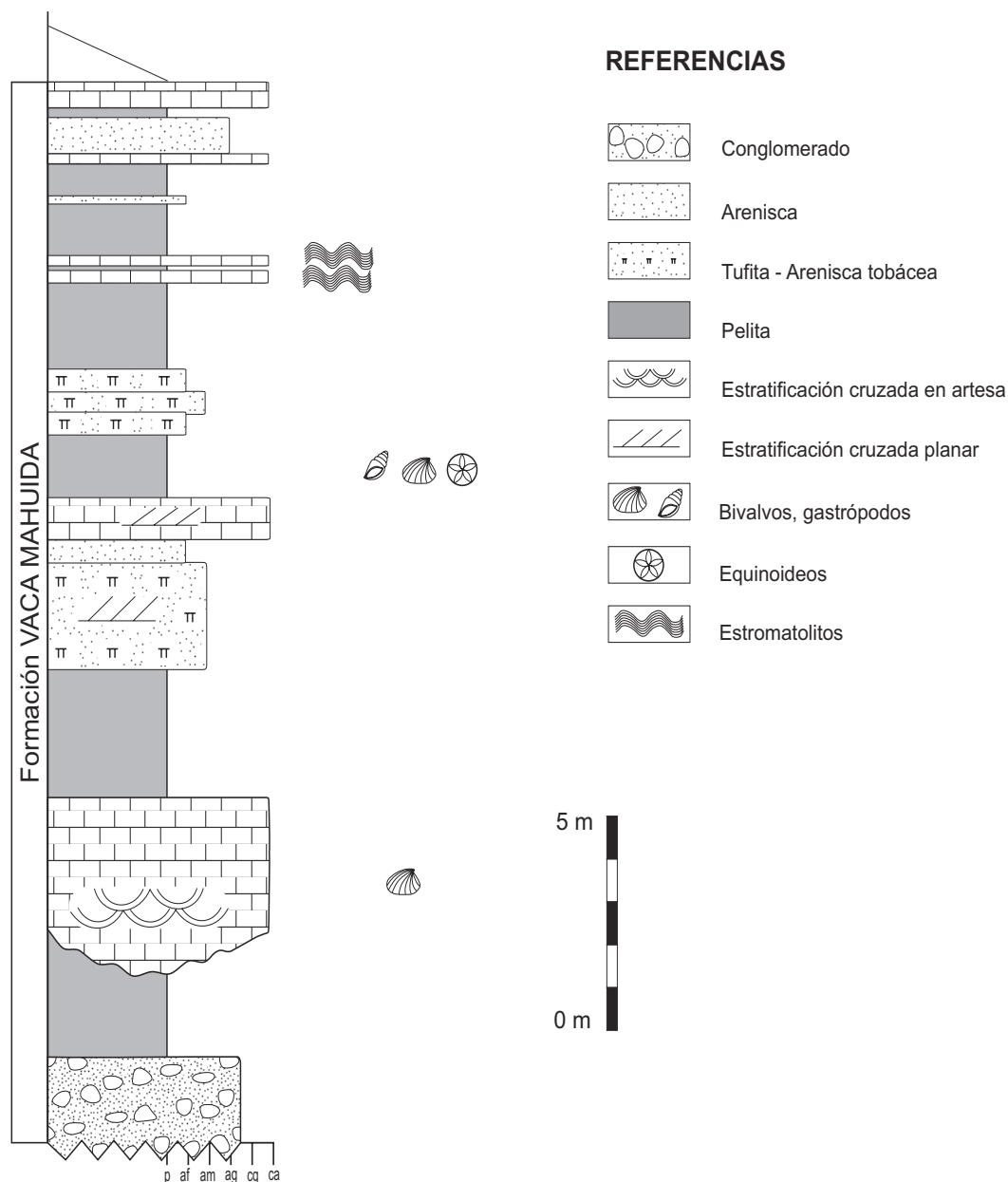


Figura 5. Perfil La Rinconada, localidad tipo de la Formación Vaca Mahuida, según Leanza y Hugo (1988).

bivalvos pequeños, tufitas, calizas delgadas y yeso, que infrayacen a pelitas y areniscas rojas de la Formación Barranca de los Loros (Foto 31).

En La Rinconada, algo al nordeste de Bajada Vidal, los afloramientos de la Formación Vaca Mahuida se presentan en niveles topográficos algo más altos que la Formación Roca, pero el contacto está cubierto. Se compone de 5 m de tufitas blancuecinas en la base, friables y muy cubiertas, 1 m de areniscas líticas grises y finalmente tufitas amarillentas con abundantes fragmentos de valvas trituradas, muy cementadas; el espesor total es de 8 metros. Unos 1000 m al suroeste del punto anterior

se observó otro pequeño afloramiento de la unidad que comienza con un nivel delgado de calizas con fragmentos triturados de conchillas y líticos tamaño arena muy gruesa, siguen 5 m de arcilitas de color rosado, macizas, muy cubiertas y finalmente un nivel de yeso de 1 m de espesor, de color castaño rojizo claro. La base y el techo están cubiertos.

Los afloramientos mejor expuestos se localizan en la margen pampeana del embalse Casa de Piedra. En un cañadón que desemboca algo al SE del puesto Fernández, la Formación Vaca Mahuida se apoya en discordancia sobre la Formación Jagüel, y es cubierta de la misma manera por la Formación

Barranca de los Loros. Aquí se presenta con un espesor de 6 m, muy cubierta, formada por areniscas tobáceas de color gris amarillento claro muy friables; cerca del contacto con la Formación Jagüel se observaron valvas rodadas de *Cubitostrea ameghinoi*, que se interpretan como un retrabajo de la Formación Roca. Este afloramiento tiene poca continuidad lateral, ya que unos 400 m hacia el sureste, la Formación Jagüel se encuentra sobrepuesta en discordancia por la Formación Barranca de los Loros. Unos 1000 m hacia el nordeste, la unidad comienza con tufitas arenosas amarillo grisáceas, con cemento calcáreo; posee clastos líticos volcánicos dispersos de hasta 3 cm de diámetro. Hacia arriba, siguen areniscas tobáceas blanco grisáceas, macizas, con frecuentes restos de madera silicificada (troncos pequeños y ramas). Culmina con un conglomerado polimítico amarillento, compuesto por clastos redondeados de cuarzo y volcanitas en una matriz de fragmentos de conchillas y arena gruesa cementado por carbonato de calcio. Dentro de la fracción bioclástica, la presencia de restos muy rodados de ostras con costulación fina similares a *Cubitostrea* sugiere que se trata de material de la parte superior de la Formación Roca que ha sido redepositado. El espesor total del perfil descrito ronda los 15 metros.

En las proximidades del puesto Sánchez aflora la Formación Vaca Mahuida cubierta por la Formación Barranca de los Loros. La base, en la cota del embalse, está cubierta; luego se expone 1 m de tufitas arenosas castaño amarillentas, macizas, friables, fragmentosas, dispuestas en estratos delgados; pasan a fangolitas verdosas, laminadas, que hacia arriba cambian a coloración rojiza, de 3 m de espesor. Luego sigue un nivel delgado (0,5 m) de areniscas muy finas de color castaño rosado con laminación ondulítica; en el plano de estratificación se observaron ondulitas simétricas. Estas areniscas forman un pequeño resalto, sobre el cual afloran 4 m de fangolitas castaño rosadas, gris blanquecinas en superficie, muy cubiertas; hacia arriba siguen 4 m de tufitas verde amarillentas muy friables con un nivel delgado de yeso intercalado; luego, 1 m de areniscas medianas a gruesas con estratificación cruzada planar, y 1 m de tufitas amarillentas, sobre las que se apoya la Formación Barranca de los Loros.

Finalmente, se reconocieron buenas exposiciones de la unidad en las proximidades de la Batería 16 del Yacimiento Pampa del Medanita. La sucesión, que allí alcanza 30 m de espesor, está compuesta por limolitas

tobáceas con intercalaciones delgadas de areniscas gruesas con estratificación entrecruzada planar y en artesa, con color dominante blanco amarillento, aunque localmente la coloración varía a rosado o anaranjado pálido. Hacia el tope de la sección, aflora un nivel de conglomerado fino con matriz arenosa, cementado por carbonato de calcio, con frecuentes fragmentos de valvas de moluscos de la Formación Roca. Estos materiales aparecen sueltos en asociación con las gravas del nivel de pedimentación que bisela a la Formación Vaca Mahuida (Fotos 31 y 32).

Paleontología

El contenido paleontológico de la sección inferior marina de la Formación Vaca Mahuida fue descrito por Uliana y Camacho (1975), quienes citaron las especies *Venericardia (Venericor)* sp., *Turritella rustica* Camacho y el equinodermo *Iheringiana patagonensis* (Desor) en calizas bioclásticas. *Diplodon glaucus* Camacho se registró en psamitas grises con restos de troncos. Además mencionaron la existencia de moldes de bivalvos pequeños en facies limolíticas, así como restos de vertebrados (mamíferos) en tufitas y areniscas tobáceas aflorantes en las proximidades de Aguará.

El material coleccionado por Leanza y Hugo (1988) se compone de moluscos marinos silicificados, actualmente en estudio: *Ostrea* sp., *Venericardia (Venericor)* sp., *Glycymeris (Glycymerita?)* sp., los gastrópodos *Turritella rustica* Camacho, "*Fusus?*", Naticidae indet., Volutidae? indet. y cirripedios (Foto 33).

En el transcurso del presente trabajo sólo se hallaron fragmentos de madera silicificada, y algunos niveles con abundantes moldes de bivalvos dulceacuícolas pequeños. En los afloramientos de La Rinconada se encontró un único ejemplar de *Diplodon* sp.

Ambiente

Uliana y Camacho (1975) y Uliana (1979) señalaron la diversidad de ambientes de sedimentación sugeridos por los rasgos sedimentológicos y paleontológicos de la Formación Vaca Mahuida. En términos generales, infirieron un ambiente marino somero submareal a intermareal para la parte inferior, donde las pelitas verdes representarían llanuras de marea, y las calizas fosilíferas acumulaciones generadas en condiciones de mayor energía y escasa profundidad; los cuerpos con bases erosivas y estratificación cruzada en artesa corresponden a

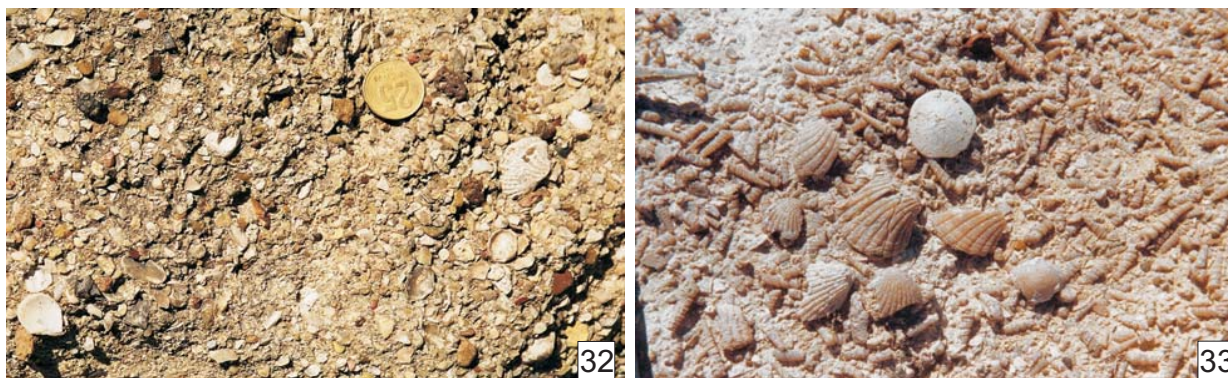


Foto 32. Detalle del nivel de conglomerado con valvas retrabajadas de la Formación Roca en la Formación Vaca Mahuida. Yacimiento Pampa del Medanita, próximo a la batería 16. **Foto 33.** Calizas silicificadas con *Venericardia* (*Venericor*) sp., *Turritella rustica* Camacho y equinoideos regulares, de la sección inferior marina de la Formación Vaca Mahuida. La fotografía fue tomada por H. A. Leanza en 1988, con anterioridad a la inundación del embalse Casa de Piedra que dejó todos los afloramientos de esta sección bajo el nivel del agua.

canales de marea. Las tufitas y psamitas de la sección superior se depositaron en ambiente continental, con dominio fluvial hasta lacustre.

Las características de los afloramientos reconocidos en este trabajo, con predominio de paquetes tufíticos y pelíticos, con algunas calizas delgadas y restos de bivalvos de agua dulce, sugieren condiciones lacustres, en tanto que las areniscas y conglomerados denotan un medio fluvial de mayor energía. Los únicos niveles posiblemente marinos son las calizas con fragmentos conchiles descriptas en La Rinconada, aunque por su limitada extensión y espesor resultan difíciles de interpretar desde el punto de vista paleoambiental.

Relaciones estratigráficas

En el ámbito de la Hoja Neuquén, la Formación Vaca Mahuida se apoya sobre las formaciones Roca y Jagüel, mediante una discordancia que Uliana y Camacho (1975) calificaron de ligeramente angular. Las observaciones de campo señalan la existencia de un acusado relieve previo. Así, en las proximidades del puesto Fernández, facies arenosas de la Formación Vaca Mahuida que incluyen valvas retrabajadas de la Formación Roca quedan encajadas en un paleorrelieve deprimido elaborado en términos de la Formación Jagüel. A su vez, todo el conjunto está cubierto en discordancia por la Formación Barranca de los Loros.

En otros sitios, la Formación Vaca Mahuida infrayace a delgadas cubiertas de rodados sobre superficies de pedimentación.

Edad y correlaciones

La edad de la Formación Vaca Mahuida fue establecida por Uliana y Camacho (1975) entre el

Eoceno y el Mioceno medio, sobre la base de su posición estratigráfica entre la Formación Roca, de probada edad paleocena, y la Formación Barranca de los Loros, portadora de mamíferos de edad Friasense (Mioceno medio a superior). La fauna de invertebrados marinos de la parte inferior fue atribuida al Eoceno superior por Camacho (en Uliana y Camacho, 1975), quien sugirió que la misma permite vincular a la Formación Vaca Mahuida con los Estratos con *Monophoraster* y *Venericor*, es decir, con las sedimentitas depositadas por la transgresión “patagónica” aflorantes en la costa patagónica desde San Antonio Oeste hasta el sur del golfo de San Jorge. Actualmente, esta unidad informal propuesta en Camacho (1974) recibe distintas denominaciones, como Formación Gaiman en el río Chubut y Formación Chenque en el golfo de San Jorge. Al respecto, es importante señalar que estas unidades se atribuyen, según estudios micropaleontológicos y microfiorísticos recientes, al Oligoceno tardío - Mioceno temprano (véase Malumián, 1999 y referencias).

Franchi *et al.* (1984) ubicaron a la Formación Vaca Mahuida en el lapso Eoceno superior - Mioceno medio, sobre la base de los invertebrados estudiados por Camacho y la presencia de restos de mamíferos en las tufitas fluvio-lacustres de la parte superior, correspondientes a la edad Friasense (Mioceno medio a tardío) según comunicación verbal de Pascual (en Franchi *et al.*, 1984).

Por su parte, Malumián (1999) incluyó parcialmente a la Formación Vaca Mahuida en el ciclo sedimentario desarrollado en el Eoceno cuspidal - Oligoceno temprano. El nivel del mar alto del Oligoceno temprano estaría representado en subsuelo de la cuenca del Colorado por la Formación Elvira, y

en superficie por la Formación Arroyo de las Pinturas (Franchi y Sepúlveda, 1978); la sección inferior marina de la Formación Vaca Mahuida con fauna de *Monophoraster* y *Venericor*, comprendería, según este autor, al Eoceno cuspidal.

Si se acepta la vinculación de la fauna marina de la Formación Vaca Mahuida con la “patagoniana” propuesta en Uliana y Camacho (1975), la edad máxima de la unidad debería situarse en el Oligoceno tardío - Mioceno temprano, considerando la información más reciente sobre la edad de la transgresión. En este caso, es válido correlacionar la sección marina de la Formación Vaca Mahuida con otras depositadas en diferentes cuencas por la misma ingresión, como la parte inferior de la Formación Gran Bajo del Gualicho, la Formación Gaiman y la Formación Chenque. Esta interpretación, sumada a la presencia de vertebrados fósiles de la Edad Mamífero Friasense en facies fluviolacustres de la localidad de Aguará (Uliana, 1979; Franchi *et al.*, 1984), permite extender la edad de la Formación Vaca Mahuida al Mioceno medio. Esto a su vez invalida la equiparación propuesta por Uliana (1979) con los Estratos post Rocanenses (= Formación El Fresco), cuya edad eocena está suficientemente fundamentada.

Finalmente, vale mencionar que Uliana (1979) planteó que la Formación Vaca Mahuida y la Formación Chichinales (Mioceno temprano a medio?) serían parcialmente sincrónicas, sobre la base de ciertas similitudes en el carácter litológico y en las relaciones de yacencia.

2.3.2. NEÓGENO

2.3.2.1 Mioceno inferior a medio

Formación Chichinales (14)

Tobas, tufitas, arcilitas, limolitas, areniscas

Antecedentes

Las capas de referencia fueron observadas inicialmente por Doering (1882) en la sierra de Chichinal, unos 50 km río arriba de Choele Choel. Las denominó Formación Detrítica del Chichinal y las incluyó en el Piso Araucano, como un equivalente de la Formación Miocena inferior.

Windhausen (1914) ubicó a los afloramientos de la zona de General Roca en su Piso Rocanense; más tarde, Wichmann (1916) reparó en la semejanza de estas capas con las de Chichinales. Estas observa-

ciones, sumadas al hallazgo de mamíferos fósiles, determinaron que Windhausen (1922) las reubicara en su Santacruceño.

Otros autores en tratar sobre el tema fueron Groeber (1945), en la localidad de Paso Córdoba; Etchevehre (1950) y Weber (1964, 1972), al norte de General Roca; Galante (1960), al sur del río Negro y de Ferrariis (1966), quien designó a estos estratos como Formación Colloncurenses. Uliana (1979) se ocupó de los afloramientos de la unidad situados en la región entre los ríos Negro y Colorado, proporcionando un perfil en Paso Córdoba, donde están expuestas las relaciones de base y techo, en tanto que Barrio *et al.* (1989) se refirieron al contenido fosilífero de la unidad en la misma localidad. En las Hojas General Roca y Villa Regina, Hugo y Leanza, (2001a, 2001b) proporcionaron también descripciones de sus afloramientos.

Distribución areal

Los afloramientos de la Formación Chichinales en el área abarcada por la Hoja son reducidos y desconectados. Se agrupan en tres sectores: el primero, en el paraje conocido como Bajada de la Tordilla, al sur de la sierra Blanca; el segundo, en el ángulo sureste de la Hoja, al norte de General Roca; un tercer afloramiento, situado en la margen izquierda del río Limay a la altura de la estancia China Muerta, se atribuye con reservas a esta unidad. En casi todos los casos, los afloramientos son pobres y están muy cubiertos.

Litología

En Paso Córdoba la Formación Chichinales exhibe sus mejores exposiciones, superando los 100 m de espesor, pudiendo diferenciarse dos secciones (Uliana, 1979; Hugo y Leanza, 2001a). La **sección inferior**, de 51 m según Uliana (1979) o 40 m según Hugo y Leanza (2001a), se compone de tufitas macizas castaño claras, friables, alternando con areniscas grisáceas con estratificación cruzada de bajo ángulo, además de limolitas y arcilitas verde claras a oscuras y lentes de areniscas y conglomerados con cemento carbonático. En esta sección aparecen frecuentes troncos silicificados. La **sección superior**, con espesor de 64 m (Hugo y Leanza, 2001a), es más homogénea en su composición, predominando las limolitas y tufitas gris blanquecinas a castaño claras, macizas y friables, alternando con tufitas blancas y limoarcilitas plásticas verde claras. La colora-



Foto 34. Paraje China Muerta, al norte del río Limay. Afloramientos de arcilitas bentoníticas macizas de color castaño verdoso cubiertas por tufitas blancas, algo oxidadas, referidas tentativamente a la Formación Chichinales. **Foto 35.** Bajada del Palo. Afloramientos de la Formación Barranca de los Loros, compuestos por fangolitas y areniscas finas castaño rojizas, friables, con estratificación horizontal. Los niveles arenosos consolidados que forman cornisas corresponden a la suprayacente Formación El Palo.

ción general de los afloramientos es blanco amarillento, y los estratos son tabulares, lateralmente continuos (Uliana, 1979).

En la Bajada de la Tordilla, las exposiciones de la Formación Chichinales son pobres; están constituidas esencialmente por limolitas tobáceas blancas a castaño muy claras, friables, macizas; no se observaron las relaciones de base y techo, y el espesor reconocido no supera los 10 metros. Ardolino *et al.* (1996) describieron intercalaciones de paquetes arenosos medianos a muy gruesos con estratificación cruzada y espesores de 2 a 3 metros.

En las bardas situadas unos 5 km al norte de General Roca, la Formación Chichinales aflora con base y techo poco expuestos y un espesor de más de 32 m, según el perfil NChE de Weber (1972). En este sector, los afloramientos se componen de areniscas medianas hasta muy gruesas en la parte inferior, macizas, friables, con troncos silicificados. Hacia arriba, se presentan areniscas finas con algo de yeso, tobas y limos tobáceos de color gris amarillento claro, blanco grisáceo y verdoso, en estratos macizos o con estratificación poco marcada. Weber (1972) indicó que la búsqueda de restos fósiles en este tramo de la unidad -que es la portadora de restos de vertebrados- resultó infructuosa.

En el río seco que desemboca en General Roca, los afloramientos están integrados esencialmente por tobas blanquecinas con concreciones silíceas y areniscas medianas a gruesas amarillentas hasta ocre, con cemento silíceo irregularmente distribuido (Weber, 1972). Estos asomos y los localizados al norte de la estación Stefenelli proporcionaron restos de plantas.

En las proximidades del paraje China Muerta, al noroeste de Plottier, se hallaron bajo un nivel de terraza del río Limay afloramientos que se atribuyen a

la Formación Chichinales. Los mismos son de coloración general castaño verdosa a verde oliva y se componen de arcillas bentoníticas macizas, de color verde blanquecino en fractura fresca; los afloramientos están autocubiertos de manera que no fue posible observar estratificación. Rematan en un nivel de tufitas arenosas blancas con estratificación cruzada y frecuentes concreciones calcáreas redondeadas en la base del estrato; el espesor aflorante es de 10 m aproximadamente (Foto 34). Estos depósitos se incluyen en la sección inferior de la Formación Chichinales, caracterizada según Uliana (1979) y Hugo y Leanza (2001a; 2001b), por frecuentes variaciones laterales de facies. Estos últimos autores señalaron que la sección inferior de la unidad presenta en algunos sectores facies de tipo lagunar predominantemente arcillosas y tufíticas, muy similares a las aquí descriptas.

Paleontología

La primera publicación sobre fósiles de la Formación Chichinales perteneció a Conwentz (1885), que describió troncos silicificados asignándolos al género *Betuloxylon*. Más tarde, Wichmann (1916) mencionó restos de dicotiledóneas y diatomeas.

Desde el punto de vista cronológico, los hallazgos más importantes correspondieron a Windhausen (1918), quien coleccionó al sur de General Roca restos de *Colpodon* sp., *Hegetotherium* sp., *Edentata* y *Chelonia*. Groeber (1929) -citado por Uliana (1979)- indicó “fósiles del Santacruceano” al suroeste de Roca, sin señalar al colector. Galante (1960) mencionó nuevamente troncos del género *Betuloxylon* en afloramientos ubicados al sur del río Negro.

Weber (1964, 1972) halló restos de mamíferos en la parte inferior de la Formación Chichinales al

sur del río Negro, correspondientes a los géneros *Prozaedyus*?, *Adinotherium*, *Proterotherium* y *Thoatherium*, conjunto que atribuyó al Santacrucense. Esta misma autora indicó restos de troncos y abundantes improntas de hojas lanceoladas en niveles tobáceos próximos a la estación Stefenelli. En afloramientos al sur del río Negro, Weber (1964) encontró diatomeas en muestras obtenidas en el tercio inferior y la porción cuspidal de la unidad; los géneros citados son *Melosira* (muy abundante), *Pinnularia*, *Denticula*, *Ciclotella* y *Synedra* (muy infrecuente).

Uliana (1979) mencionó también el hallazgo de diatomeas (*Melosira*, *Tabellaria* y *Navicula*), en tanto que Barrio *et al.* (1989) se ocuparon de la fauna de vertebrados de la Formación Chichinales en Paso Córdoba, representada por tortugas (*Geochelone* sp., *Pleurodira* indet.), aves (*Psilopteryx* indet.) y numerosos mamíferos pertenecientes a los órdenes Polyprotodonta, Edentata, Rodentia, Litopterna y Notoungulata. Hugo y Leanza (2001b) señalaron también la presencia de nidos fósiles de escarabajos asignables a *Croprinisphaera* isp., muy abundantes y vinculados con niveles de paleosuelos.

Ambiente

La Formación Chichinales se depositó en un ambiente continental caracterizado por sistemas fluviales de escaso gradiente y cuerpos lagunares hasta pantanosos (Uliana, 1979). Weber (1972) interpretó como depósitos de mallines a las tobas y limos tobáceos con abundantes restos vegetales. Pascual *et al.* (1984) y Barrio *et al.* (1989) coincidieron en señalar la existencia de áreas abiertas con ocasionales grupos de árboles, en un ambiente semejante a la sabana actual, con cuerpos de agua temporarios y clima templado cálido.

Relaciones estratigráficas

Dentro de la Hoja Neuquén, la Formación Chichinales se apoya en relación de discordancia erosiva sobre distintos términos del Grupo Malargüe; en Bajada de la Tordilla se dispone sobre la Formación Jagüel, en tanto que al norte de General Roca lo hace sobre la Formación Allen. En ambos casos el techo de la unidad está truncado por superficies erosivas (pedimentos con pendiente al bajo de Añelo en el primer caso, y terrazas fluviales del río Negro en el segundo).

Uliana (1979) destacó que la acumulación de las sedimentitas de la Formación Chichinales se produjo en una depresión elongada en sentido NO - SE, aproximadamente coincidente con el valle del río Negro. La variación de cotas de la base en diferentes localidades denota la existencia de un marcado relieve previo.

Edad y correlaciones

La edad de la Formación Chichinales ha sido inferida sobre la base de sus mamíferos fósiles. Inicialmente fue referida al Oligoceno tardío por la presencia de *Colpodon* y *Cramauchenia* hallados por Windhausen (1918). Pascual *et al.* (1984) indicaron que la unidad podría involucrar a las Edades Mamífero Colhuehuapense, Santacrucense y posiblemente Friasense, extendiendo la edad al Mioceno medio.

Barrio *et al.* (1989) establecieron una Edad Mamífero Colhuehuapense (Oligoceno tardío - Mioceno temprano) para la fauna de mamíferos de Paso Córdoba, que junto con la asociación de vertebrados de la Formación Cerro Bandera constituyen la expresión más septentrional conocida de esta edad (Kramarz *et al.*, 2005). Sin embargo, actualmente se sitúa a la Edad Mamífero Colhuehuapense en el Mioceno temprano (19 - 21 Ma) (véase Flynn y Swisher, 1995), lo que permitiría referir al Mioceno temprano y no al Oligoceno tardío a la sección inferior de la Formación Chichinales.

De acuerdo con lo expuesto, y teniendo en cuenta lo aportado por Pascual *et al.* (1984), la edad de la Formación Chichinales estaría comprendida en el Mioceno temprano a medio.

La Formación Chichinales resulta correlacionable por su litología, ambiente de depositación y posición en la secuencia con la Formación Collón Curá aflorante en el suroeste de Neuquén y Río Negro (Uliana, 1979, Hugo y Leanza, 2001a; 2001b). En el caso específico de la sección inferior, Uliana (1979) consideró que sería equivalente a la Formación Naupa Huen (Digregorio y Uliana, 1975) por litología y relaciones de yacencia. Del mismo modo, Leanza y Hugo (1997) la correlacionaron con la Formación Cerro Bandera aflorante en las Hojas Picún Leufú y Zapala, caracterizada por una alternancia de tufitas y arcilitas bentónicas. Kramarz *et al.* (2005) destacaron que ambas unidades presentan diferencias en su contenido faunístico, debidas esencialmente a las condiciones ambientales locales más que a su rango temporal.

2.3.2.2. Mioceno medio

Formación Barranca de los Loros (15)

Fangolitas, tufitas, areniscas

Antecedentes

Uliana y Camacho (1975) identificaron con la grafía del epígrafe a un conjunto de sedimentitas pelíticas rojizas con huesos de vertebrados de edad Friasense, que cubren en discordancia a la Formación Vaca Mahuida. En esa oportunidad, los autores designaron como localidad tipo al paraje homónimo, 6 km al NE de Colonia Catriel.

Más tarde, Uliana (1979) proporcionó un estudio detallado de esta nueva unidad en el área comprendida entre los ríos Colorado y Negro. La primera descripción de estas rocas se debe a Windhausen (1914), quien las reconoció como sedimentos colorados en la parte inferior de las Areniscas del Río Negro, en la localidad de Bajada del Palo, en tanto que en Lomas Coloradas asimiló al Piso Rocanense a margas de color rojo oscuro con areniscas fosilíferas intercaladas. La presencia de fósiles del Rocanense redepositados junto a huesos de mamíferos determinó que Wichmann (1924) separara a las margas rojas del Rocanense de Windhausen por considerarlas pliocenas, y las paralelizara con las Areniscas del Río Negro.

Padula (1951) refirió a estas mismas capas a su Plioceno inferior, conformado por areniscas residuales de los Estratos con Dinosaurios y de la Formación Roca, con fósiles redepositados.

Groeber (1956) y más tarde de Ferrariis (1966), denominaron a estas capas Chasicoense (Charito) y Chasicoense - Araucano. Miranda (1960) levantó un perfil en la localidad tipo y coleccionó restos de anuros, que fueron estudiados por Casamiquela (1963). Barrio (1989) incluyó a los afloramientos de Lomas Coloradas y a otros situados en Jagüel de Rosauer en la Formación El Carrizo.

Ardolino *et al.* (1996) investigaron la unidad en el ámbito del departamento Añelo (Neuquén), pero la restringieron a los sedimentos finos con intercalaciones de areniscas, excluyendo la sección basal con fósiles rocanenses redepositados que Uliana (1979) había incluido en la unidad en análisis en las localidades de Lomas Coloradas, Jagüel de Rosauer y Sierra Blanca.

Espejo y Silva Nieto (2004), en tanto, describieron pequeños afloramientos al este del cerro Vaca Mahuida en los dominios de la Hoja Gobernador Duval.

Distribución areal

La Formación Barranca de los Loros aflora en Lomas Coloradas; más hacia el sur, forma una faja continua desde la sierra Blanca hacia el norte, en Bajada del Palo, y hacia el este de esta localidad está expuesta al pie de la barranca en forma más o menos continua hasta la localidad de La Angostura. Existen buenas exposiciones en las vecindades de Sargento Ocón. Sobre la margen pampeana del embalse Casa de Piedra, aflora en forma continua desde algo al noroeste del puesto Sánchez hasta el límite oriental de la Hoja.

Otros afloramientos se presentan en las vecindades de La Rinconada, en el paraje Corral de Piedra, en el yacimiento Aguada de los Indios, en el cerro Cortado y en un cerrito algo al sur de Barreales de La Amarga.

Litología

La Formación Barranca de los Loros está constituida por fangolitas macizas de color rojo a castaño rojizo, laminadas, en estratos gruesos, con frecuentes concreciones calcáreas; alternan con limolitas algo tobáceas, castaño claras, macizas, y areniscas finas gris rosadas, con estratificación entrecruzada y base de corte y relleno que contienen huesos de vertebrados (Uliana, 1979). En general, las sedimentitas que la componen se caracterizan por su granulometría fina y la coloración rojiza, aunque localmente se reconocieron también fangolitas verdosas y bandeadas, con abundante yeso.

En Lomas Coloradas, Barrio (1990b) reconoció una asociación de facies predominantemente arenosa, de 6 m de espesor, conformada esencialmente por areniscas finas a muy finas en estratos gruesos a medianos, con estratificación cruzada en artesa en la base y estructuras de alto régimen de flujo en el techo, que lateralmente pasan a areniscas con estratificación cruzada en artesa e intraclastos pelíticos. Una segunda asociación de facies es fangolítica, más potente (17 m), de coloración rojiza, con delgados estratos arenosos con nódulos calcáreos; estas fangolitas muestran ocasionalmente estratificación *flaser* y laminación paralela.

En la Bajada del Palo, la Formación Barranca de los Loros se compone de fangolitas de color rojizo a castaño rojizo, algo tobáceas, con estratificación horizontal definida por estratos arenosos finos; todo el conjunto es muy friable. Ocasionalmente, ligeras variaciones de color o la presencia de niveles

blanquecinos otorgan al afloramiento un aspecto bandeado (Foto 35). En ese punto de observación no aflora la base de la unidad, que más hacia el oeste se apoya sobre la Formación Jagüel. En este sector, Uliana (1979) indicó un espesor de 30 m para la Formación Barranca de los Loros, de los cuales se observaron los 20 m superiores. En discordancia erosiva la sobreyace la Formación El Palo.

En el puesto C. Ñanculeo, al noroeste de Sargento Ocón, aflora por encima de la Formación Vaca Mahuida un espesor aproximado de 10 m de fangolitas rojizas, friables, macizas, con estratos arenosos gruesos a conglomerádicos intercalados; estos niveles son más resistentes. El perfil culmina con un banco duro de 1,5 m de espesor, de color rosado, con abundante yeso, truncado por superficies pedimentadas con pendiente al río Colorado (Foto 31).

En las vecindades de la localidad de Sargento Ocón, se localizan buenas exposiciones de la Formación Barranca de los Loros. Los afloramientos presentan aspecto homogéneo y tienen buena continuidad lateral. Se componen de fangolitas rojas, en estratos delgados, tabulares, de 15 a 20 cm de espesor. Se intercalan areniscas muy finas laminadas, con geometría lenticular muy amplia, y dos niveles duros con abundante yeso. En general, los términos fangolíticos predominan hacia la base, en tanto que el tramo superior de la secuencia aflorante es más arenoso y con yeso (Foto 36). En la base de la barranca situada bajo la escuela, afloran a nivel del lago pelitas verdes con pequeñas lentes de conglomerado fangosoportado; la fracción gruesa puede alcanzar los 25 mm de diámetro y está formada esencialmente por fragmentos líticos volcánicos bien redondeados; estos niveles poseen abundante yeso epigenético. El espesor máximo medido en esta localidad es de 20 metros.

En la margen opuesta del embalse, la Formación Barranca de los Loros mantiene las características observadas; en las proximidades del puesto Fernández se apoya en discordancia sobre las formaciones Vaca Mahuida y Jagüel, con un espesor aproximado de 10 m; se compone de fangolitas rojas muy friables, con una intercalación arenosa delgada con estructuras de corriente (Fig. 4).

En el puesto Sánchez (Fig. 6), la unidad se apoya en contacto neto sobre la Formación Vaca Mahuida; comienza con 5 m de fangolitas rojizas laminadas, muy cubiertas; siguen 0,5 m de areniscas medianas grises con yeso y luego una alternancia de fangolitas y areniscas rojizas de 7 m de espesor, que

culmina con 1,5 m de yeso de color castaño oscuro, al que se sobreponen gravas del nivel de terraza I del río Colorado.

Paleontología

La Formación Barranca de los Loros contiene restos de anfibios, peces y mamíferos. Los primeros pertenecen a los anuros *Gigantobatrachus parodii* y *Wawelia gerholdi*, hallados por Miranda (1960) en la localidad tipo y descriptos posteriormente por Casamiquela (1963).

Uliana (1979) coleccionó vertebrados en las localidades de Barranca del Palo, Bajada del Piche, Vaca Mahuida, Angostura y Puesto Avendaño. Éste último corresponde a un puesto que se halla unos 10 km al sureste de Bajada La Escondida y no al puesto Avendaño actual, situado 21 km al este de dicho paraje.

De acuerdo con Pascual *et al.* (1984), en Barranca de los Loros se registraron los anuros *Wawelia gerholdi* Casamiquela, *Caudiverbera caudiverbera* Linneo (= *Gigantobatrachus parodii* Casamiquela 1963), y el mamífero cf. *Eucholoeops* sp.; en Vaca Mahuida, *Cullinia levis* Cabrera y Kraglievich y un Mesotheriinae; finalmente, en Angostura, *Protypotherium* sp. y ?*Pseudohegetotherium* sp. Pascual *et al.* (1984) atribuyeron los mamíferos de la unidad a la edad Friasense.

Además de vertebrados, Uliana (1979) mencionó el hallazgo de bivalvos pequeños en la localidad de Dos Cerritos, y Miranda (1960) citó restos de plantas pobremente preservados.

Ambiente

Las características litológicas y paleontológicas de la Formación Barranca de los Loros señalan un ambiente continental, dominado por sistemas fluviales de bajo gradiente, con extensas llanuras de inundación y ocasionales cuerpos de agua, que fueron el hábitat de peces, anuros y bivalvos, además de favorecer la precipitación de carbonatos (véase Uliana, 1979).

Barrio (1990b) interpretó los afloramientos de Lomas Coloradas -que incluyó en la Formación El Carrizo- como depósitos de canal y de desbordamiento para las facies arenosas, y llanura de inundación para las facies fangolíticas. Los nódulos calcáreos representan para este autor lapsos de baja o nula agradación, con desarrollo de pedogénesis en condiciones subhúmedas a áridas.

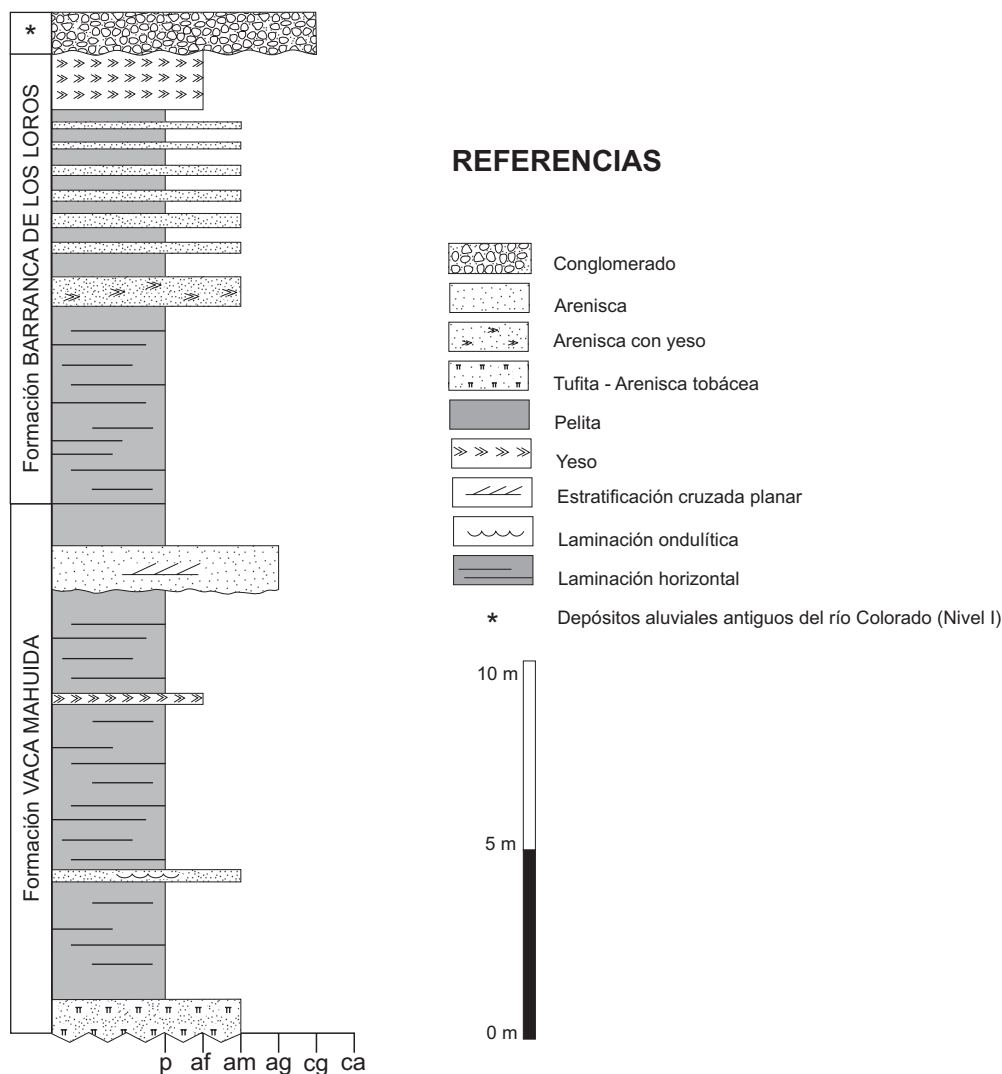


Figura 6. Perfil puesto Sánchez.

Relaciones estratigráficas

La Formación Barranca de los Loros se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Roca en las localidades situadas en la región centro - occidental de la Hoja (desde Lomas Coloradas hacia el sur). Hacia el este, en el área circundante al embalse Casa de Piedra, lo hace sobre las formaciones Vaca Mahuida, Roca? y Jagüel. En el primer caso, el contacto es neto; el pasaje en facies finas entre ambas formaciones se verifica por un brusco cambio de color (vecindades de Sargento Ocón). Las relaciones de yacencia con unidades del Grupo Malargüe están dadas por una discordancia erosiva, señalada en algunas localidades por fósiles redepositados (Puesto Fernández, Puesto Sánchez). Uliana (1979) señaló que esta discordancia estuvo precedida de una ligera basculación y erosión regio-

nales. La distribución de espesores indica para este autor una paleotopografía semejante a la del actual valle del río Colorado.

El contacto superior con la Formación El Palo es algo difícil de establecer; en la región occidental (Barranca del Palo, sierra Blanca) se observa un contacto erosivo entre las capas arenosas de la unidad suprayacente y las facies más finas de la Formación Barranca de los Loros; hacia el este de la primera localidad, Uliana (1979) ubicó el límite en la base del primer paquete de areniscas grises azuladas.

Edad y correlaciones

La edad de la Formación Barranca de los Loros ha sido evaluada sobre la base de sus vertebrados fósiles, adjudicados a la Edad Mamífero Friasense (Pascual, com. verb., en Uliana, 1979). Posterior-

mente, Pascual *et al.* (1984) refirieron el elenco de mamíferos de la unidad al Mioceno medio tardío. Actualmente, la edad Friasense se ubica, según Flynn y Swisher (1995), en el Mioceno medio bajo (15,5 - 16,5 Ma).

La Formación Barranca de los Loros fue correlacionada con sedimentitas incluidas en la Formación Gran Salitral tal como fuera definida originalmente en el ámbito de la Hoja La Reforma por Melchor *et al.* (2004). Esta opinión fue sustentada más tarde por Espejo y Silva Nieto (2004), quienes destacaron que Melchor (2002) redefinió a la Formación Gran Salitral restringiéndola a facies lacustres calcáreas y pelíticas, en tanto que facies arenosas y loésicas comparables a la Formación Barranca de los Loros fueron reasignadas a la Formación Cerro Azul (Linares *et al.*, 1980). De esta manera, se establecería de modo indirecto una probable correlación entre la Formación Barranca de los Loros y la Formación Cerro Azul, sobre la base de semejanzas litológicas. Cabe destacar, sin embargo, que la fauna de mamíferos de la Formación Cerro Azul fue referida por distintos autores a las Edades Mamífero Chasicense y Huayqueriense (véase Folguera *et al.*, 2005) del Mioceno tardío. Consecuentemente, sería necesario un conocimiento más profundo del elenco de mamíferos de la Formación Barranca de los Loros para sustentar esta correlación.

2.3.2.3. Mioceno superior - Plioceno inferior

Formación El Palo (16)

Areniscas, fangolitas, tufitas, calizas

Antecedentes

Las sedimentitas referidas por Uliana (1979) a esta unidad fueron previamente reconocidas y denominadas por diferentes autores, quienes las equipararon parcialmente o en su totalidad al Rionegrense o Areniscas del Río Negro, agrupándolas con otras entidades de diferentes edades entre el Mioceno y el Cuaternario; la correlación estaba en general fundada en la presencia de areniscas gris-azuladas en la secuencia, consideradas típicas del Rionegrense (Windhausen, 1914; Wichmann, 1924; Padula, 1951; Groeber, 1955; de Ferrariis, 1966).

En el área noroccidental de la provincia de Río Negro, Uliana (1979) concluyó que las Areniscas Azuladas integran dos unidades estratigráficas. La más joven, con afloramientos restringidos al valle del río Neuquén, fue correlacionada con los afloramientos

típicos de la Formación Río Negro en el valle inferior del río homónimo. La más antigua, desarrollada entre las formaciones Barranca de los Loros y Chichinales por debajo y la Formación Bayo Mesa por encima, fue diferenciada de los depósitos “rionegrenses” y denominada Formación El Palo. La separación de la unidad está basada en sus características litológicas, relaciones de yacencia y posición topográfica. El perfil tipo se localiza 6 km al oeste-suroeste de Barranca del Palo.

Weber (1972) asignó estas sedimentitas -junto con otra que en este trabajo se consideran que pertenecen a niveles de agradación más jóvenes- al Miembro Paso de los Indios de la Formación Río Negro, tal como fuera definido por de Ferrariis (1966); además, incluyó dentro de la Formación Río Negro a los afloramientos de la Formación El Carrizo, con categoría de miembro. Menciones más recientes sobre la Formación El Palo se encuentran en Franchi *et al.* (1984), Ardolino *et al.* (1996), Hugo y Leanza (2001a, 2001b) y Espejo y Silva Nieto (2004).

Distribución areal

La Formación El Palo presenta, en general, buenas exposiciones en la parte superior de las barrancas que bordean a la meseta extendida en la parte centro - oriental de la Hoja, coronada por los conglomerados de la Formación Bayo Mesa. Los afloramientos tienen buena continuidad lateral.

Litología

La litología dominante consiste en areniscas gruesas a muy gruesas, a veces conglomerádicas, de color gris azulado o verdoso. Son líticas, con predominio de clastos de basalto, y selección regular a mala. En el tramo superior, el tamaño de grano disminuye y la coloración pasa a castaña y blanquecina. Los estratos son gruesos, con geometría lenticular y estratificación cruzada en artesa de gran escala; son frecuentes las bases de corte y relleno con intraclastos. Como intercalaciones aparecen fangolitas castañas a rojizas, algunos niveles de calizas impuras, horizontes con evidencias de edafización y alternativamente, limolitas y areniscas limosas gris blanquecinas con abundante detrito piroclástico (Uliana, 1979); estas características son reconocibles en el área tipo (Bajada del Palo (Foto 37) y en los afloramientos que continúan hacia el norte y este, por debajo del primer nivel de agradación (= Formación Bayo Mesa). El espesor de la unidad es

relativamente constante, y ronda los 50 m en la mayor parte de las localidades donde se la observó. Uliana (1979) citó también espesores de hasta 80 metros.

Paleontología

Uliana (1979) indicó la presencia de restos de dientes de mamíferos en el faldeo norte del cerro Vaca Mahuida. Pascual *et al.* (1984) señalaron diversos taxones de mamíferos fósiles: *Kraglievichia* sp. y *Palaehoplophorini* inc. sed. (cerro Vaca Mahuida); *Plohophorini* inc. sed. (Aguada del Piche); *Aspidocalyptus* sp. y *Panochtini* inc. sed. (Angostura). Este elenco corresponde a la Edad Mamífero Huayqueriense, del Mioceno tardío.

Por su parte, Hugo y Leanza (2001b) citaron el hallazgo de un *Megalonychidae* en el bajo de Santa Rosa, dentro de la Hoja Villa Regina, atribuido por Scillato Yané *et al.* (1976) al Plioceno inferior. Esta ocurrencia es referida al Mioceno tardío - Plioceno por Alberdi *et al.* (1997), quienes consideraron a las sedimentitas portadoras como “rionegrenses”.

Ambiente

En líneas generales, las sedimentitas de la Formación El Palo se depositaron en un medio fluvial de energía variable; las acumulaciones arenosas lenticulares con estructuras de corriente y bases erosivas señalan la presencia de ríos anastomosados, en tanto que las intercalaciones finas con concreciones calcáreas y paleosuelos corresponden a llanura aluvial (véase Uliana, 1979).

Relaciones estratigráficas

La Formación El Palo se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Barranca de los Loros en la mayor parte del área donde aflora. En la sierra Blanca, lo hace sobre niveles calcáreos de la Formación Roca, en tanto que en la meseta ubicada al norte de General Roca se dispone sobre términos de la Formación Jagüel. Más hacia el este, fuera del área de la Hoja, cubre a la Formación Chichinales. Para el caso de las unidades del Grupo Malargüe, Uliana (1979) destacó que la discordancia es ligeramente angular.

Edad y correlaciones

Sobre la base de sus relaciones estratigráficas, resulta claro que la Formación El Palo es post Mioceno medio; en tanto que los vertebrados fósiles

adjudicados a la Edad Huayqueriense indican el Mioceno tardío, según la escala vigente para las Edades Mamífero sudamericanas. Esta asignación de edad llegaría al Plioceno temprano, considerando el mamífero procedente de afloramientos en el bajo de Santa Rosa (Alberdi *et al.*, 1997; Hugo y Leanza, 2001b).

Tal como fuera definida por Uliana (1979), la Formación El Palo equivale a una serie de unidades informales propuestas por otros autores, tales como Areniscas del Río Negro (Windhausen, 1922; Wichmann, 1924), Rionegrense (Groeber, 1959), Plioceno Blanco (Padula, 1951), Camadas Pliocénicas (Sobral, 1942) o Grupo Superior (Miranda, 1960), entre otros. Uliana (1979) propuso la equivalencia entre la Formación El Palo y el Miembro Paso de los Indios de la Formación Río Negro en el sentido de de Ferrarís (1966). Sin embargo, Ardolino *et al.* (1996) consideraron que esta última unidad es más joven que la Formación El Palo y la refieren a la Formación Agua de la Caldera.

Alberdi *et al.* (1997) incluyeron dentro del Rionegrense a sedimentitas posteriormente atribuidas a la Formación El Palo por Hugo y Leanza (2001b); los primeros autores sostuvieron que los sedimentos rionegrenses occidentales, portadores de mamíferos huayquerienses (Mioceno tardío) son más antiguos que los orientales, cuya fauna es referible a la Edad Montehermosense del Plioceno.

2.3.3. NEÓGENO - CUATERNARIO

2.3.3.1. Plioceno superior - Pleistoceno inferior

Formación Bayo Mesa (17)

Conglomerados, areniscas gruesas

Antecedentes

Esta unidad fue inicialmente denominada por de Ferrarís (1966), para reunir a un conjunto de sedimentitas rudíticas que formaban la parte cuspidal de la Formación Río Negro, y le otorgó categoría de miembro (Miembro Cerro Bayo Mesa). Uliana (1979) entendió que esta unidad constituye una entidad litoestratigráfica independiente, por lo cual elevó su rango a Formación, y estableció como perfil tipo el desarrollado en Barranca del Palo - sierra Blanca.

La entidad forma parte de los extensos mantos de grava que con diferente desarrollo y en distintos niveles topográficos cubren buena parte de las me-

setas de la Patagonia Extraandina, y que han recibido diferentes denominaciones: Formación Tehuelche (Doering, 1882), Rodados Tehuelches (Windhausen, 1914), Rodados Patagónicos (Wichmann, 1924), II Nivel de Piedemonte (Groeber, 1955), entre otros. Muchos de estos trabajos abordaron el origen de los depósitos (véase Fidalgo y Riggi, 1970). Entre los más recientes, puede citarse a Cortelezzi *et al.* (1968) y Lapido y Pereyra (1999).

En el ámbito de la Hoja Jagüel de los Milicos, Weber (1972) describió varios niveles de rodados - entre los que se incluyen los aquí adjudicados a la Formación Bayo Mesa- como Formación Tehuelche.

Distribución areal

Esta unidad forma la cubierta de la meseta situada en la porción centro - oriental de la Hoja, desde la sierra Blanca hacia el este, continuando en la Hoja Gobernador Duval.

Afloramientos menores se reconocen en el ángulo sureste de la Hoja, coronando la meseta ubicada al nordeste de la estación de bombeo Allen, y en las cotas más altas de la sierra Barrosa y el cerro Senillosa, en territorio neuquino. Los depósitos son resistentes, de manera que controlan el relieve y se observan en la parte alta de las mesetas, pero sólo se encuentran buenas exposiciones en cortes de rutas o en canteras destinadas a la extracción de gravas; en su mayor parte, están cubiertos por coluvio, sedimentos finos y vegetación.

La Formación Bayo Mesa exhibe una suave pendiente hacia el este; los afloramientos de la sierra Barrosa y el cerro Senillosa se localizan por encima de los 800 m; en la sierra Blanca están a los 700 m; en Bajada El Santiaguense descienden hasta los 550 m, y desde el yacimiento Aguada de los Indios hacia el este, las cotas se encuentran por debajo de los 500 metros.

Litología

Predominan los conglomerados de color gris claro, con clastos de 10 a 12 cm de diámetro máximo, redondeados y con moderada a buena selección; en la composición predominan los fragmentos de basalto, con menor proporción de otras rocas volcánicas y cuarzo. Es frecuente la imbricación de clastos y la estratificación está pobremente definida. En forma subordinada se presentan cuerpos lenticulares de areniscas gruesas de color gris, con estratificación cruzada en artesa. El tramo superior de la unidad (alre-

dor de 1 m) está cementado por carbonato de calcio (caliche) de color blanquecino a castaño claro. El espesor de la unidad es relativamente constante, y oscila entre los 10 y 15 metros (Uliana, 1979).

Ambiente

Existen múltiples interpretaciones sobre el origen de los mantos psefíticos patagónicos, que invocan la acción de procesos marinos, fluviales y/o glaciares. Para la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, Fidalgo y Riggi (1970) sostuvieron que el origen de estas unidades responde a repetidos cambios en el nivel de base y que su dispersión estuvo controlada por procesos de pedimentación, acción fluvial y remoción en masa; estos autores consideraron que son claramente distinguibles de los mantos de grava de origen glaciar por sus características litológicas, morfología y posición estratigráfica.

Relaciones estratigráficas

En el sector centro - oriental de la Hoja, la Formación Bayo Mesa se apoya sobre la Formación El Palo (Foto. 37); el contacto es erosivo y en algunas exposiciones existen evidencias de redepósito de la unidad infrayacente. Uliana (1979) indicó que la gradual desaparición de los términos superiores de la Formación El Palo hacia el este de la sierra Blanca sugiere que la Formación Bayo Mesa bisela regionalmente a su sustrato.

En la región occidental de la Hoja, la unidad se apoya en discordancia ligeramente angular sobre la Formación Anacleto.

Edad y correlaciones

La edad de esta unidad fue considerada post Plioceno medio, dado que al este de Gobernador Ayala cubre a depósitos con mamíferos de edad Huayqueriense (Uliana, 1979). Franchi *et al.* (1984) y Ardolino *et al.* (1996) la situaron tentativamente en el Plio - Pleistoceno. Weber (1972) ubicó a la Formación Tehuelche en el Pleistoceno inferior sobre la base de su relación discordante con la Formación Río Negro (Formación El Palo en este trabajo).

La unidad resulta correlacionable con diversos depósitos descriptos por Fidalgo y Riggi (1965, 1970), Flint y Fidalgo (1968) y con la Formación Rentería aflorante en la vecina hoja General Roca (Hugo y Leanza, 2001a).

2.3.4. CUATERNARIO

2.3.4.1. Pleistoceno

Formación El Sauzal (18)

Areniscas, limolitas, conglomerados, arcilitas

Antecedentes

Las sedimentitas incluidas en la Formación El Sauzal, ampliamente distribuidas en el occidente de la provincia de La Pampa, fueron descriptas en primer término por Wichmann (1928) y más tarde por Sobral (1942); este último autor atribuyó a los depósitos una edad pliocena. Posteriormente, Linares *et al.* (1980) definieron formalmente a la unidad, pero restringiéndola a depósitos generados en paleocauces del río Colorado que adoptan la forma de depresiones elongadas de gran tamaño, desarrolladas entre la sierra de Carapacha y la localidad de El Sauzal.

Las investigaciones más recientes corresponden a Melchor *et al.* (2004) en la Hoja La Reforma y a Espejo y Silva Nieto (2004) en la vecina Hoja Gobernador Duval. Cabe destacar que los primeros autores consideraron para esta formación una edad pliocena con dudas, en tanto que Espejo y Silva Nieto (2004) la atribuyeron al Pleistoceno inferior.

Distribución areal

Los asomos de la Formación El Sauzal están restringidos al ángulo nororiental de la Hoja, y constituyen una pequeña porción de los afloramientos más extensos localizados en el sector sureste de la Hoja Colonia Catriel, el sector suroccidental de la Hoja La Reforma y en el área noroccidental de la Hoja Gobernador Duval. La sección superior de la unidad conforma una superficie mesetiforme al norte del río Colorado, y los términos inferiores más finos están expuestos en la escarpa de erosión, en gran parte cubiertos por depósitos coluviales.

Espejo y Silva Nieto (2004) destacaron que los afloramientos de la unidad se encuentran siempre en un nivel topográficamente inferior al de la Formación Bayo Mesa en territorio rionegrino, hecho que se verifica en las reducidas exposiciones de la Hoja Neuquén.

Litología

La Formación El Sauzal se compone esencialmente de areniscas medianas y finas con

intercalaciones de limolitas y arcilitas rojizas de escaso espesor, cubiertas por una capa de conglomerado clasto sostenido con cemento carbonático.

Los asomos en el área de estudio mantienen estas características e incluyen un importante nivel de diatomitas (Caba, com. pers.).

En el ámbito de la Hoja La Reforma, Melchor *et al.* (2004) describieron la presencia de estratificación cruzada en artesa en los conglomerados, y cuerpos de sección canaliforme. En los términos más finos de la secuencia, es frecuente la existencia de yeso y de algunos nódulos y concreciones de carbonato de calcio en las areniscas. Melchor *et al.* (2004) destacaron la predominancia de fragmentos líticos volcánicos en la composición de las areniscas. En este sector, la Formación El Sauzal alcanza aproximadamente 11 m de espesor.

En la Hoja Gobernador Duval, Espejo y Silva Nieto (2004) indicaron espesores variables entre 2 y 30 m para la unidad, en la que reconocieron niveles de cineritas en casi todos los perfiles levantados.

Paleontología

En muestras procedentes de la parte basal de la Formación El Sauzal en la Hoja La Reforma, Melchor *et al.* (2004) hallaron abundantes frústulos de diatomeas; además, mencionaron una placa de gliptodonte.

Ambiente

El ambiente de depositación de la Formación El Sauzal es continental fluvial, de tipo efímero (Melchor *et al.*, 2004), con algunos episodios lacustres someros de aguas frías y pH alcalino, estos últimos evidenciados por el abundante registro de diatomeas.

Melchor *et al.* (2004) y Espejo y Silva Nieto (2004) coincidieron en señalar que los depósitos de esta unidad forman parte de un extenso abanico aluvial cuyo ápice estaría en el área situada entre el sur de Mendoza y el norte de Neuquén, descendiendo hacia el sureste. Las depresiones alargadas serían rasgos erosivos labrados sobre la superficie aluvial, con posterioridad a la depositación y la subsiguiente cementación de la parte superior de la unidad.

Relaciones estratigráficas

En los afloramientos de la Hoja no es posible discernir las relaciones de yacencia de la Formación El Sauzal, debido a que se encuentra en una altura

topográfica superior a la del nivel de terraza I del río Colorado, y la escarpa de la meseta donde aflora parcialmente está muy cubierta por depósitos modernos. Sin embargo, en la Hoja Gobernador Duval la unidad se apoya en discordancia erosiva sobre las formaciones El Palo y Vaca Mahuida (Espejo y Silva Nieto, 2004).

Edad y correlaciones

Wichmann (1928) y Sobral (1942) atribuyeron estos depósitos al Plioceno; Linares *et al.* (1980) los refirieron con dudas al Plioceno superior, criterio seguido por Melchor *et al.* (2004). Por su parte, Espejo y Silva Nieto (2004) consideraron que la Formación El Sauzal es posterior a la Formación Bayo Mesa y la ubicaron en el Pleistoceno inferior, opinión que se comparte en este trabajo.

Melchor *et al.* (2004) señalaron que la unidad podría ser equivalente a la Formación Peñas Blancas (Bisceglia, 1977) aflorante al sur de Colonia 25 de Mayo, caracterizada por un potente banco de diatomita (Gaillardou, 1987).

Depósitos que cubren el primer nivel de pedimentos (19)

Arenas, gravas

Son acumulaciones de arenas y gravas subconsolidadas que se han depositado sobre una superficie de erosión elaborada en sedimentitas cretácico - paleógenas.

Los depósitos se presentan en el sector suroccidental de la Hoja cubriendo a distintos términos del Grupo Neuquén, en cotas más bajas con respecto a las de la Formación Bayo Mesa (desde los 650 hasta los 550 m, descendiendo hacia el este y el norte). Otro importante sector de afloramientos se encuentra en el área sureste, donde cubren principalmente a las formaciones Roca y El Carrizo (entre los 450 y los 400 m con pendiente hacia el este); en ambos casos exhiben poco espesor (no mayor de 2 m).

La fracción gruesa se compone de fragmentos de rocas de las unidades infrayacentes; en el caso de la Formación Roca es común la existencia de conchillas algo desgastadas. Cabe destacar que el material bioclástico está notablemente menos desgastado que en los redepósitos observados en la Formación Barranca de los Loros, por ejemplo. Localmente, se observa cementación por carbonato de calcio. El diámetro de los clastos no supera los 5 centímetros.

Formación Agua de la Caldera (20)

Areniscas, conglomerados, fangolitas, limolitas, tufitas, aricilitas

Antecedentes

Esta unidad fue definida por Ardolino *et al.* (1996), quienes incluyeron en ella a “*un conjunto sedimentario que aflora en el valle inferior del río Neuquén entre las localidades de Paso de los Indios hasta Bajada Colorada, cubierto por los mantos de gravas que tapizan la parte superior de las mesetas vinculadas genéticamente a la historia evolutiva del río Neuquén*”.

Wichmann (1922, 1924) había descripto afloramientos en el borde sur del bajo de Añelo que incluyó en a las Areniscas del Río Negro; estas capas cubren depresiones elaboradas en los Estratos con Dinosaurios y se componen mayoritariamente de areniscas grises azuladas muy friables, medianas a gruesas, y con estructuras de corriente; contienen, además, grandes bloques de areniscas rojizas y amarillentas de las capas cretácicas infrayacentes. Aquí el espesor es de 60 metros.

Todos los autores que se han ocupado de estas capas (Wichmann, 1922, 1924; Biondi, 1933; Gentili, 1950; Padula, 1951; de Ferrariis, 1966) correlacionaron estas areniscas con las aflorantes en Barranca del Palo, y con diferentes denominaciones las refirieron al Rionegrense. Uliana (1979) diferenció a estas capas de la Formación El Palo, pero continuó situándolas dentro de la Formación Río Negro.

Finalmente, Ardolino *et al.* (1996) introdujeron la nueva denominación con el propósito de desvincular a estos estratos de la Formación Río Negro, cuya expresión más típica son las areniscas gris azuladas, con estratificación cruzada, de edad pliocena media a superior, aflorantes en la región comprendida entre los valles inferiores de los ríos Negro y Colorado. Estos autores establecieron como perfil tipo al descripto por Uliana (1979) en la localidad de Agua de la Caldera.

En este trabajo se incluyen en la Formación Agua de la Caldera, afloramientos localizados en las bardas ubicadas al oeste de la ciudad de Neuquén frente al aeropuerto internacional, que Heredia y Calvo (2002) denominaran informalmente “Estratos terciarios” y tentativamente correlacionaran con la Formación Chichinales y que Danderfer y Vera (1992) adjudicaron a la Formación Allen.

Distribución areal

Dentro de los límites de la Hoja Neuquén se presentan los afloramientos típicos de la unidad en las barrancas que bordean por el norte y por el sur a la planicie de Añelo. Además, se reconocieron asomos en los faldeos del cerro Colorado situado al norte del Embalse Los Barreales, y en la parte alta de las mesetas próximas a la ciudad de Neuquén, por debajo del nivel de terraza III.

Litología

En Agua de la Caldera, la unidad se compone de areniscas gruesas gris azuladas en la base, con lentes de conglomerado polimíctico con fenoclastos de volcanitas, arcilitas castaño blanquecinas, fangolitas rojo ladrillo y areniscas claras del Grupo Neuquén; la base es de corte y relleno. Continúa con una alternancia de limoarcilitas claras laminadas con areniscas gris oscuras delgadas, con estratificación cruzada de pequeña escala; a veces son más potentes y se asocian a conglomerados intraformacionales con bases erosivas. En el tercio superior de la unidad, puede apreciarse deformación sinsedimentaria en la secuencia (estructuras de tipo bola y cojín); los últimos metros del perfil son de areniscas grises con intercalaciones lenticulares de areniscas tobáceas gris blanquecinas y limolitas arenosas y finalmente areniscas gris claras, medianas a gruesas, con estratificación cruzada de pequeña escala, laminación ondulítica y bases de corte y relleno; presentan concreciones calcáreas cilíndricas (Uliana, 1979, en Ardolino *et al.*, 1996). El espesor total es de 53 metros.

En los faldeos del cerro Colorado, los afloramientos están constituidos por conglomerados finos, muy friables, formados casi exclusivamente por fragmentos angulosos de volcanitas, de color gris muy oscuro; incluyendo grandes clastos redondeados de areniscas rojizas y amarillentas cuyo diámetro varía entre 0,5 y 1 metro. Se aprecia estratificación horizontal grosera. El espesor apreciable del depósito alcanza los 10 metros (Foto 38).

En la subida desde Añelo a la planicie homónima se observaron, en un corte de ruta, areniscas castaño grisáceas finas a medianas con estratificación cruzada en artesa, alternando con limolitas arenosas laminadas (Foto 39). Wichmann (1924) destacó el abundante contenido de ceniza volcánica y fragmentos pumíceos en los términos más finos de la unidad. En la bajada del camino desde la localidad de Añelo

hacia el bajo homónimo, según descripciones de este autor, el espesor alcanza los 35 metros.

Los afloramientos registrados en las bardas del oeste de la ciudad de Neuquén se componen de unos 10 m de espesor de tufitas de color gris verdoso. Presentan laminación fina; algunos estratos delgados de granulometría más gruesa muestran laminación ondulítica. Como intercalaciones aparecen estratos arenosos conteniendo abundantes clastos pumíceos oscuros, con bases erosivas de corte y relleno; éstos culminan en pelitas con grietas de desecación, marcas de gotas de lluvia y rizolitos (Heredia y Calvo, 2002). Todo el conjunto se apoya mediante contacto neto sobre términos arenosos a fangolíticos del Subgrupo Río Colorado (Foto 40).

Paleontología

Las referencias al contenido paleontológico de la Formación Agua de la Caldera se deben a Wichmann (1924), quien señaló la presencia de moluscos de agua dulce (*Chilina*, *Hydrobia*), escamas y esqueletos de peces, ostrácodos, diatomeas, espículas de esponjas y restos vegetales. También de Ferrariis (1966) mencionó la abundancia de diatomeas en muestras de arcilla de su Formación Río Negro. Heredia y Calvo (2002) citaron colonias de bivalvos dulceacuícolas en facies de areniscas canalizadas.

Ambiente

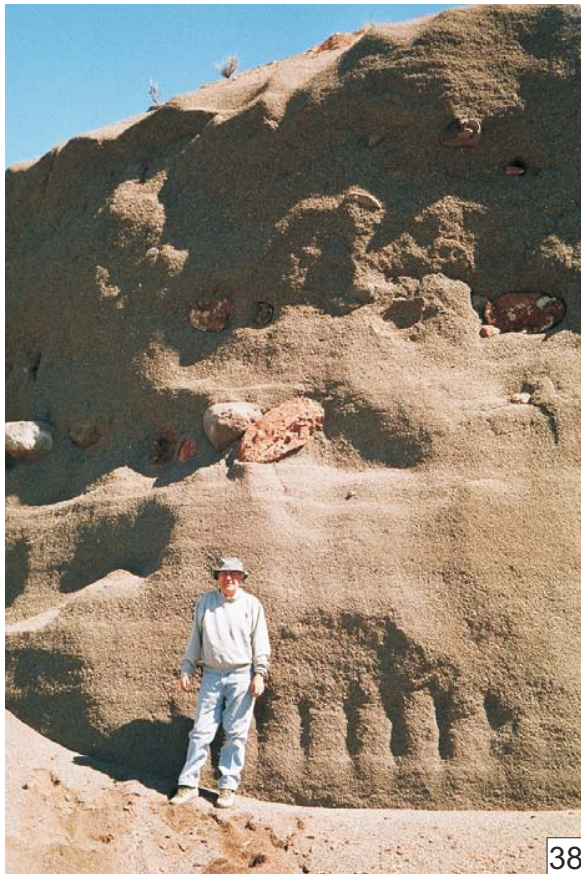
Las sedimentitas de la Formación Agua de la Caldera corresponden, de acuerdo con las estructuras sedimentarias y contenido fosilífero, a un medio continental, en facies fluviales de canal y planicie de inundación, con esporádicos cuerpos de agua (Uliana, 1979; Ardolino *et al.*, 1996). Los depósitos con bloques observados en el cerro Colorado, y las facies similares descritas en Paso de los Indios responderían en su origen a fenómenos de remoción en masa. El material tobáceo y los fragmentos de pómez provendrían de efusiones volcánicas cercanas (Ardolino *et al.*, 1996). Para el sector cercano a la ciudad de Neuquén, predominan las condiciones lacustres en las que se acumuló abundante ceniza volcánica, con esporádicos eventos fluviales.

Relaciones estratigráficas

En todas las localidades donde se la describió, la Formación Agua de la Caldera se apoya en discor-



36



38



37



39

Foto 36. Formación Barranca de los Loros en la margen sur del embalse Casa de Piedra, cerca de Sargento Ocón. Predominan las fangolitas rojo claras, alternantes con areniscas muy finas y niveles duros con yeso. **Foto 37.** Afloramientos de areniscas castaño grisáceas resistentes de la Formación El Palo en su localidad tipo, en discordancia de erosión sobre fangolitas rojizas de la Formación Barranca de los Loros. La Formación El Palo es cubierta a su vez, en discordancia, por los conglomerados grises de la Formación Bayo Mesa, coronando la meseta. **Foto 38.** Afloramientos de la Formación Agua de la Caldera en el cordón de Cerros Colorados, al norte del embalse Los Barreales, con conglomerados finos grises muy oscuros con bloques dispersos de areniscas rojas y amarillentas del Grupo Neuquén. **Foto 39.** Afloramientos de la Formación Agua de la Caldera en la subida de Añelo, sobre la ruta provincial 7. Areniscas castaño grisáceas con estratificación entrecruzada en artesa y limolitas castañas laminadas, cubiertas por gravas del nivel de terraza del río Neuquén.

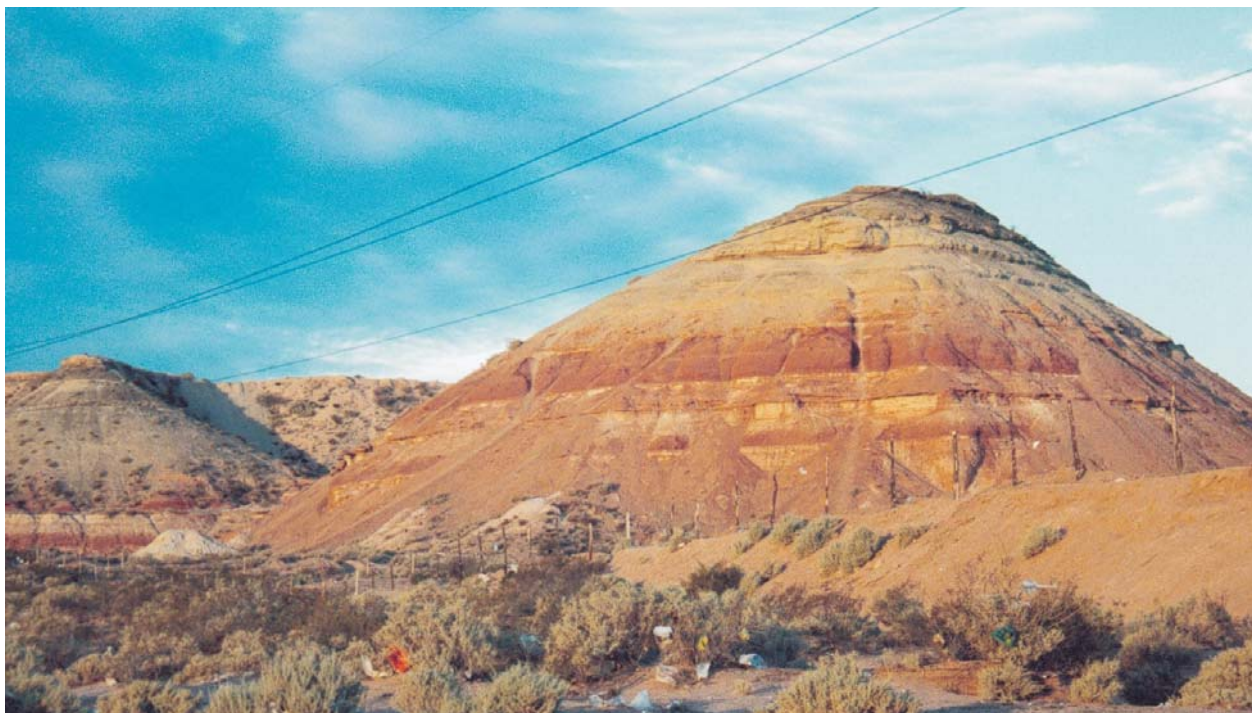


Foto 40. La Formación Agua de la Caldera en las proximidades del aeropuerto de la ciudad de Neuquén. Tufitas laminadas, apoyando sobre términos arenosos a fangolíticos rojos del Subgrupo Río Colorado l.s. del Grupo Neuquén.

dancia ligeramente angular sobre distintos términos del Grupo Neuquén e infrayace a terrazas del río Neuquén. Así, en los afloramientos más occidentales (Paso de los Indios) se apoya sobre las formaciones Candeleros y Huincul; en Añelo y en el cerro Colorado lo hace sobre la Formación Portezuelo, en tanto que en Bajada Colorada y en las bardas de Neuquén se apoya sobre las formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto.

La unidad infrayace a distintos niveles de terraza del río Neuquén; en Paso de los Indios, está cubierta por el nivel de terraza I de Leanza *et al.* (2001), en tanto que en los restantes afloramientos -ya dentro de la Hoja Neuquén- siempre está cubierta por el nivel de terraza III.

La presencia de clastos de basalto en algunos niveles dentro de la unidad y su distribución areal restringida al valle fluvial, sugieren la posibilidad de una vinculación genética entre la Formación Agua de la Caldera y los niveles de rodados que integran las terrazas del río Neuquén (Uliana, 1979; Ardolino *et al.*, 1996).

Edad y correlaciones

Sobre la base de las relaciones estratigráficas previamente expuestas, y considerando que la unidad se acumuló con posterioridad a la Formación Bayo Mesa, se la refiere al Pleistoceno.

De acuerdo con Uliana (1979) sería correlacionable -sobre la base de litología y relaciones de yacencia similares- con los Sedimentos límnicos-conglomerádicos descriptos por Holmberg (1962) en la sierra de Chachahuén.

Depósitos que cubren niveles pedimentados (21 a 25)

Areniscas, conglomerados

Bajo este encabezado se agrupan los sedimentos arenosos a conglomerádicos vinculados en su origen con superficies de pedimentación posteriores al denominado primer nivel de pedimentos. La presencia de estas superficies es una constante en el ámbito de la Hoja. Las mismas presentan desarrollo variable y genéticamente se encuentran vinculadas a diferentes niveles de base (véase Cap. 4, Geomorfología).

En el mapa geológico se han cartado las siguientes unidades: Depósitos que cubren pedimentos con pendiente al río Colorado (21), Depósitos que cubren pedimentos vinculados a los ríos Neuquén y Negro (22), Depósitos que cubren pedimentos con pendiente al lago Pellegrini (23), Depósitos que cubren pedimentos con pendiente al bajo de Añelo (24) y Depósitos que cubren pedimentos con niveles de base locales (25).

Estos depósitos fueron agrupados en la Formación Lomas Coloradas por Uliana (1979), quien la

definió como “*un conjunto de arenas conglomerádicas, subconsolidadas, dispuestas sobre las pendientes que constituyen el flanco de las mesetas*”.

Estas acumulaciones adoptan la forma de mantos de espesor variable (hasta 12 m según Uliana, 1979), constituidos por areniscas limosas rosado blanquecinas, con lentes de conglomerado polimíctico gris, con clastos redondeados de tamaño variable entre 2 y 4 cm, a veces con estratificación cruzada tangencial; localmente presentan fragmentos rodados de valvas de la Formación Roca. En algunos sectores se observó cementación por carbonato de calcio. En general los mantos exhiben pendiente más fuerte en su sector proximal, en tanto que en los sectores distales la pendiente disminuye y pasan en forma transicional a depósitos aluviales, eólicos y de bajos y lagunas, entre otros.

Estos planos de erosión comúnmente sufren disección vertical, por lo que se desarrollan nuevos pedimentos en niveles topográficos más bajos. La superficie inactiva queda cubierta por un depósito relíctico “colgado”. Así, en algunos sectores como el borde oriental del bajo de Añelo o el flanco norte de la sierra Blanca, es posible reconocer hasta tres órdenes de pedimentos. No obstante, dada la escala del mapa se los ha carteadado en una única unidad.

Debido a su génesis, la proveniencia de estos sedimentos es local, pero en el área de estudio buena parte de los depósitos en tránsito deriva de la destrucción de la Formación Bayo Mesa (Uliana, 1979), por lo que composicionalmente no difieren mucho de los restantes niveles de rodados. Según este último autor y conclusiones propias, se estima que los Depósitos que cubren niveles pedimentados agrupados en el epígrafe se desarrollaron durante el Pleistoceno.

Depósitos aluviales de Balsa Las Perlas (26)

Areniscas, conglomerados, fangolitas

Esta denominación informal alude a un conjunto de depósitos arenosos con términos fangolíticos y conglomerádicos subordinados que afloran en la margen sur del río Limay, en las proximidades de la localidad de Balsa Las Perlas. Estos afloramientos fueron previamente mencionados por Galante (1960), quien los incluyó en su Grupo de Portezuelo, que aflora en el flanco nordeste de la meseta de Rentería y continúa hacia el norte, hasta el río Limay frente a

Plottier, y sigue marginando el río Limay y el Negro hasta unos 3 km al este de la confluencia con el río Neuquén.

Las observaciones de detalle realizadas en este trabajo permitieron desvincular del Grupo Neuquén a una parte de estos afloramientos, cuyas características permiten atribuirlos al Cuaternario. El reconocimiento en el campo se efectuó en el sector comprendido entre unos 3 km al oeste y 2 km al este del puente de Las Perlas; tentativamente, y sobre la base de fotointerpretación, la unidad se extendió hacia el oeste hasta la isla Los Vapores, y hacia el este hasta unos 7 km del puente.

En un cañadón ubicado 3 km al oeste de Las Perlas, en el flanco de la meseta coronada por rodados de un nivel de terraza del río Limay, afloran unos 10 m de areniscas medianas a gruesas rojizas y blanquecinas, muy friables; en sectores son conglomerádicas con clastos de volcanitas de 2 cm de diámetro. Se presentan en estratos gruesos de aspecto macizo. No está expuesta la base, y el conjunto está cubierto en discordancia por el nivel de terraza.

Unos 2 km al este del puente, en un cañadón donde se localiza una pequeña cantera para extracción de arenas, aflora un conjunto de areniscas, fangolitas y conglomerados rojos, de 15 m de espesor (Foto 41). La secuencia está muy poco diagenizada, y los términos arenosos son friables, permitiendo la explotación mediante pala mecánica. El perfil comienza con areniscas gruesas a conglomerádicas de color rojo ladrillo claro (Foto 42). Poseen abundante matriz y se componen de clastos subredondeados de cuarzo, calcedonia, fragmentos de volcanitas ácidas y mesosilícicas, además de fangolitas moradas. La fracción gruesa puede alcanzar los 10 cm de diámetro. Estas capas muestran estratificación cruzada planar en *sets* de 0,5 m de espesor; algunos niveles están fuertemente cementados y forman resaltos en el cauce. Las areniscas rondan los 12 m de espesor. Hacia arriba, siguen fangolitas arenosas rojizas, con algunos niveles decolorados a castaño blanquecino. Presentan estratificación horizontal y son internamente macizas; el espesor alcanza los 3 metros. Toda la sucesión infrayace a las gravas de la terraza fluvial.

La diferenciación de estas capas como una entidad independiente y muy posterior al Grupo Neuquén se fundamenta en la composición de los clásticos, muy similar a la de las gravas y arenas de la terraza, la escasa diagénesis que presentan y su posición topográfica en cotas inferiores a las de las

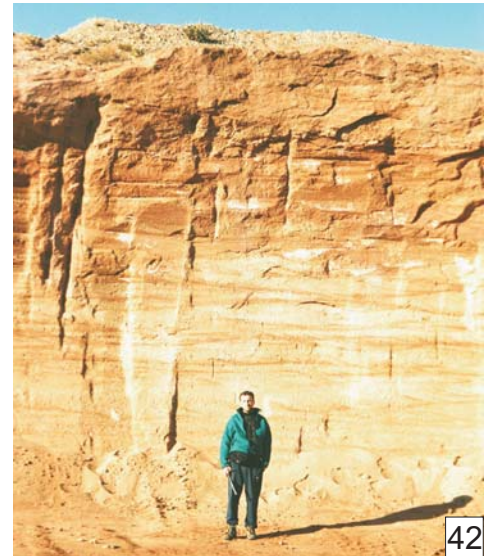


Foto 41. Depósitos aluviales de Balsa Las Perlas, aflorantes en un cañadón 2 km al este del puente sobre el río Limay. Predominan las areniscas gruesas con niveles de conglomerados rojos, poco diagenizados. **Foto 42.** Detalle de areniscas muy gruesas, cuarzolíticas, con estratificación entrecruzada en artesa. Depósitos de Balsa Las Perlas, en el cañadón al este del puente.

unidades del Cretácico en las bardas de la margen opuesta del río. No ha sido posible reconocer en el campo la base de esta sucesión, pero se infiere que podría tratarse de depósitos aluviales producto de la denudación de términos del Grupo Neuquén aflorantes más hacia el sur, y probablemente relacionados o contemporáneos con los niveles de terraza del río Limay.

Depósitos de la planicie psefítica del Jagüel de Canale (27)

Gravas, arenas, limos

Se ha utilizado esta denominación informal para aludir a una extensa acumulación de gravas, arenas y limos inconsolidados que corona la meseta desarrollada desde el flanco nordeste de la cuenca Vidal (en cuya máxima depresión se aloja el lago Pellegrini) hasta la laguna La Playa, desde donde continúa en la vecina Hoja Gobernador Duval. Esta planicie tiene como rasgos topográficos salientes la loma del Horno y la lomita del Jagüel de Canale, y en su borde sur los bajos del puesto Quintana y del Piquillín. El manto de rodados presenta una suave pendiente hacia el sureste, desde los 454 m en la loma del Horno hasta 360 m en las vecindades de la laguna La Playa. La meseta se encuentra separada del valle del río Negro por las elevaciones de la Calera y la barda Negra, conformadas por las psefitas de la Formación Bayo Mesa y los depósitos del primer nivel de pedimentos, cuyas cotas más altas alcanzan los 480 metros.

En su sector occidental predominan las gravas, con clastos de diámetro variable entre 2 y 20 cm, en su mayoría de rocas volcánicas básicas. El espesor es de aproximadamente 10 m en la loma del Horno. Hacia el sureste, el diámetro de la fracción gruesa tiende a disminuir, a la vez que se incrementa la proporción de matriz arenosa. Esta unidad se apoya en discordancia sobre el yeso cuspidal de la Formación Roca en los alrededores de la loma del Horno, al nordeste del lago Pellegrini. En el borde norte de la meseta, las gravas se apoyan sobre las calizas del miembro medio de dicha unidad, relación observable sólo en destapes de caminos.

Uliana (1979) incluyó a éste y otros niveles de gravas presentes en el área entre los ríos Colorado y Negro en los Rodados Patagónicos y distinguió ocho subunidades en función de sus relaciones topográficas; seis de ellas corresponden a niveles de terrazas del sistema fluvial Neuquén - Negro, en tanto que otras dos (sin especificar cuáles) fueron tentativamente relacionadas por este autor al paleocauce del río Neuquén propuesto por Steckhoven (en Uliana, 1979).

Si bien la planicie psefítica del Jagüel de Canale se encuentra a la misma altura topográfica que el nivel II de terrazas de los ríos Neuquén - Negro, se la separa de este sistema dado que está desvinculada del valle actual por las elevaciones de la Calera y la barda Negra. Alternativamente, y de acuerdo con lo sugerido por Uliana (1979), este manto de gravas (junto a los que en este trabajo se mapean como niveles I y II de los Depósitos fluviales antiguos de

los ríos Neuquén y Negro) podría estar genéticamente vinculado con el paleocauce del río Neuquén, que se habría desarrollado entre Planicie Banderita y el actual río Negro en las cercanías de Villa Regina (véase Cap. 4, Geomorfología).

Depósitos fluviales antiguos de los ríos Neuquén y Negro (28 a 36)

Conglomerados, gravas, arenas

En el área de estudio, los valles fluviales de los ríos Neuquén y Negro presentan extensas acumulaciones de gravas y arenas localmente dispuestas en distintos niveles topográficos, flanqueando la planicie aluvial actual. Se han podido reconocer y mapear ocho niveles para el sistema formado por estos ríos; en general, se verifica que los niveles más antiguos muestran fuerte disección, en tanto que los inferiores están más preservados. Cada nivel conforma una planicie con bordes irregulares dispuesta en forma aproximadamente paralela al valle.

Litológicamente, se trata de ortoconglomerados polimícticos compuestos por clastos subredondeados de volcanitas mesosilíceas y básicas, de colores gris, castaño oscuro y negro, con diámetros que pueden llegar a 25 cm (Ardolino *et al.*, 1996; de Ferrarís, 1966). Presentan estratificación grosera, con algunas intercalaciones arenosas. Algunos niveles poseen cementación por carbonato de calcio en la parte superior y resultan así impermeables y más resistentes.

Estos depósitos conforman terrazas fluviales. Los niveles más altos (I y II) se disponen aproximadamente paralelos al valle actual sólo hasta las vecindades del lago Pellegrini, a partir del cual exponen una disposición divergente.

Los distintos niveles fueron mapeados en forma separada hasta la confluencia del río Neuquén con el Limay; los niveles reconocidos en el río Negro se consideraron indiferenciados, ya que no se pudo establecer con certeza su correlación con los situados aguas arriba.

Estas unidades se apoyan sobre una superficie labrada en las formaciones precedentes, en general distintos términos del Grupo Neuquén para las situadas más al occidente, y del Grupo Malargüe para las más orientales. Cabe señalar que los niveles aquí mapeados como Depósitos fluviales antiguos indiferenciados del río Negro fueron interpretados como Planicies estructurales por arrasamiento por González Díaz y Malagnino (1984).

Los depósitos fluviales antiguos del sistema Neuquén - Negro se originaron en forma concomi-

tante con la evolución del valle fluvial. Su posición topográfica inferior permite considerarlos más jóvenes que los rodados de la Formación Bayo Mesa, por lo que se los asigna al Pleistoceno; los niveles altos podrían corresponder al Pleistoceno inferior y los bajos al Pleistoceno superior.

Depósitos fluviales antiguos del río Limay (37)

Gravas, arenas

El borde sur de la Hoja abarca una parte del valle inferior del río Limay, inmediatamente antes de la confluencia con el Neuquén. En este sector se desarrollaron depósitos fluviales antiguos compuestos esencialmente por gravas gruesas y arenas poco consolidadas. La extensión limitada de los mismos dentro de la Hoja y su desconexión con otros niveles del sistema conformado por los ríos Neuquén - Limay - Negro dificulta su correlación, de manera que se mapearon en conjunto sin discriminar niveles. Sobre la base de su altura sobre el piso del valle actual del río Limay, serían equivalentes a los depósitos fluviales antiguos de los niveles VI a VIII de los ríos Neuquén - Negro.

Desde el punto de vista de la nomenclatura adoptada por Hugo y Leanza (2001b) en la Hoja General Roca, las gravas aflorantes algo al sur de la localidad de Las Perlas corresponderían al V nivel, desarrollado por encima de los 275 metros. Se asigna a estos niveles una edad pleistocena.

Depósitos fluviales antiguos del río Colorado (38 a 43)

Gravas, arenas, pelitas

En el tramo del valle de este río que atraviesa el ángulo nordeste de la Hoja, los depósitos fluviales conforman seis niveles de terraza por encima del aluvio actual. El más antiguo es una extensa planicie de rodados que controla el relieve en el sector pampeano de la Hoja y se apoya en discordancia sobre las formaciones Vaca Mahuida y Barranca de los Loros. En dirección al cauce actual, se desarrollan niveles de gravas más bajos, con mayor o menor disección, subparalelos al curso.

En la margen rionegrina del valle del río Colorado, la topografía es muy suave y la granulometría de los depósitos es más fina, por lo que resulta difícil discriminar los límites de los distintos niveles, muchas veces oscurecidos por depósitos aluviales y coluviales más jóvenes. La edad inferida para estos depósitos es pleistocena *l.s.*

2.3.4.2. Holoceno

Depósitos de bajos y lagunas (44)

Limos, arcillas, arenas, sales

Dentro de la Hoja son muy frecuentes las depresiones ocupadas por lagunas temporarias en las que tiene lugar la acumulación de sedimentos limosos a arcillosos. En general, estos depósitos están vinculados a cursos efímeros, y las características de las acumulaciones dependen del material aportado durante las lluvias ocasionales. Así, en el bajo de Añelo, en Los Barreales y en Barreales Colorados estos depósitos son esencialmente clásticos finos (arenas, limos, arcillas), conformando una superficie lisa. En otros sectores como en el bajo del Salitral, en el puesto Los Jagüelitos, en la laguna La Playa y en Jagüel de los Milicos, se desarrollan importantes costras salinas.

Depósitos eólicos (45)

Arenas, limos

Corresponden a acumulaciones de arena que adoptan la forma de mantos y dunas de diferentes tipos, principalmente barjanes y crestas barjanoides, además de médanos “al reparo”. Se presentan en diferentes sectores del bajo de Añelo, y se relacionan con abanicos aluviales desarrollados en la desembocadura de arroyos que drenan las áreas elevadas situadas al oeste, norte y nordeste del bajo. La procedencia local se evidencia en la coloración rojiza de las arenas, resultado de la degradación de sedimentitas del Grupo Neuquén (Foto 43).

Ardolino *et al.* (1996) mencionaron la presencia de depósitos de interduna, formados por acumulaciones delgadas de limos y arenas; en ocasiones se observan charcas interdunales.

Localmente, y fuera de la escala de mapeo, se reconocieron dunas en sectores del pie occidental de la sierra Barrosa, localizadas sobre una planicie estructural elaborada en areniscas resistentes de la Formación Portezuelo.

Depósitos fluviales y eólicos (46)

Arenas, limos

Bajo esta denominación se agrupa un conjunto de depósitos de abanicos aluviales, depósitos fluviales distales y sedimentos finos eólicos, cuya expresión más importante se encuentra en los bordes y en sectores internos del bajo de Añelo. Lateralmente

pasan a los sedimentos de bajos y lagunas que ocupan la parte central del bajo y algunas depresiones menores.

Los depósitos fluviales relacionados con abanicos están formados por acumulaciones de gravas, arenas y limos, con escasa organización interna y pendiente suave hacia el bajo; la litología se corresponde con la de las áreas elevadas que marginan la depresión, drenadas por arroyos efímeros.

Los sectores distales de los abanicos se caracterizan por presentar una superficie plana con canales amplios de baja sinuosidad; la litología es fina, con arenas y limos en capas delgadas, probablemente generadas en condiciones de flujo mantiforme (Ardolino *et al.*, 1996).

Localmente, estas facies se encuentran asociadas con acumulaciones importantes de sedimentos finos eólicos, que por lo general cubren a los depósitos fluviales.

En otros sectores de la Hoja, existen acumulaciones mantiformes de arena y limo de origen eólico, generalmente asociados con bajos o lagunas temporarias.

Depósitos de médanos longitudinales (47)

Arenas

En el sector norte del bajo de Añelo, se presenta una franja de unos 4 km de ancho cubierta por médanos longitudinales, que son parte de las crestas arenosas que rodean por el norte y sur al volcán Auca Mahuida (Ardolino *et al.*, 1996). Estos médanos responden, según los autores citados, a la deflexión de los vientos predominantes del oeste originada por el cono volcánico, cuya altura alcanza los 2232 m sobre el nivel del mar. Así, en el sector norte del bajo se generan direcciones secundarias oblicuas a la dirección predominante del viento, y las crestas arenosas se orientan según la resultante de estos vectores. Una situación similar se produce en el área al norte del volcán. Hacia el este, al alejarse de la morfoestructura, los médanos disminuyen su tamaño y luego desaparecen.

Depósitos coluviales (48)

Gravas, bloques, arenas, limos

Resultan de la acumulación en flancos de pendientes suaves o en depresiones de sedimentos de procedencia local, que son removidos y depositados por acción fluvial efímera o por gravedad; no presentan una morfología o arreglo interno definidos. Pueden estar



Foto 43. Depósitos de médanos en el sector norte del bajo de Añelo, formados por arena fina rojiza, derivada de la denudación de las sedimentitas rojas del Grupo Neuquén aflorante en los bordes del bajo. Al fondo, el volcán Auca Mahuida.

compuestos por fragmentos gruesos (gravas hasta bloques) de afloramientos próximos, además de arenas y limos; la granulometría varía según la disponibilidad de materiales y con la distancia al área de aporte. Están muy desarrollados en asociación con afloramientos de sedimentitas friables, tales como las de la Formación Anacleto o el Grupo Malargüe, o bien ocupando depresiones amplias sin drenaje organizado, como la que contiene a los bajos del Salitral, del puesto Los Jagüelitos y del Jagüel de los Milicos.

Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes (49)

Gravas, arenas, limos, arcillas

Corresponden a los sedimentos transportados por los cursos fluviales, que conforman las planicies de inundación, los rellenos de canal y abanicos aluviales de variables dimensiones. Con excepción de los ríos principales que atraviesan la Hoja (Neuquén, Limay, Negro y Colorado), los cursos menores son siempre de carácter efímero, y en general la competencia es baja, por lo que predominan las granulometrías arenosas a pelíticas en los depósitos, con proporciones menores de grava fina en capas delgadas.

Entre los abanicos aluviales, el de mayor desarrollo corresponde al canal desviador que alimenta al lago Pellegrini, constituido por gravas procedentes de los depósitos fluviales antiguos adyacentes (nivel V del sistema Neuquén - Negro).

Depósitos de las planicies aluviales actuales de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado (50)

Gravas, arenas, limos, arcillas

Son los materiales detríticos transportados y depositados por los ríos de carácter permanente que atraviesan la Hoja. En razón de la competencia de estos cursos, las planicies aluviales están constituidas por gravas, con participación menor de arena gruesa como matriz y limos y arcillas en los depósitos de canales y meandros inactivos.

En el tramo del río Colorado aguas arriba del embalse Casa de Piedra, es mayor la proporción de sedimentos arenosos o más finos que presentan una densa cubierta vegetal.

En general, son las zonas más fértiles de la comarca, donde se emplazan fincas con sofisticados mecanismos de riego dedicadas al cultivo de frutas y hortalizas.

3. ESTRUCTURA

La Hoja 3969-II, Neuquén, está ubicada en la Cuenca Neuquina. Esta provincia geológica comprende al sector extraandino de la provincia del Neuquén, sur de Mendoza, noroeste de Río Negro y sur de La Pampa. En superficie, la Hoja en análisis se caracteriza por afloramientos de unidades conti-

nentales cretácicas, algunos remanentes de las sedimentitas cretácico - paleógenas correspondientes a la última ingresión marina registrada en la cuenca, y depósitos cenozoicos de escaso espesor cuyo depocentro principal se encuentra en la región de Añelo (Ramos, 1999a). No obstante, en el subsuelo se reconocen unidades del Triásico, del Jurásico y del Cretácico inferior, la mayoría preservadas en facies de borde de cuenca, a las que se hará referencia más adelante (véase Cap. 9, Geología del Petróleo).

El área de estudio está comprendida en el sector oriental de la Cuenca Neuquina, donde la deformación está controlada por el basamento y se manifiesta como un plegamiento muy suave generado por inversión tectónica de sistemas extensionales del Mesozoico inferior. Esta deformación tuvo lugar en sucesivos pulsos durante el Jurásico y Cretácico que determinaron la configuración de las estructuras principales, las que fueron reactivadas en diversa medida durante la orogenia Ándica (Vergani *et al.*, 1995; Ramos, 1999a). Por lo general, muestran escasa o nula expresión en superficie, debido a la extendida cobertura sedimentaria cenozoica no perturbada. A excepción del área suroccidental de la Hoja, donde son reconocibles algunos rasgos vinculados con la Dorsal de Huincul, las estructuras más importantes se pueden identificar por medio de la profusa información de subsuelo generada por la exploración petrolera.

3.1. UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

El Engolfamiento Neuquino se desarrolló como una cuenca de retroarco mesozoica situada al este de la Cordillera Principal de Neuquén (Mosquera y Ramos, 2005). La parte central de la cuenca conformó el antepaís al este de la Faja Plegada y Corrida del Agrio, y sus límites están definidos por el basamento precámbrico - paleozoico del Bloque de San Rafael, al nordeste, y el Macizo Nordpatagónico, al sureste. Esta configuración aproximadamente triangular responde a inhomogeneidades del basamento que distintos autores atribuyen a la acreción de terrenos exóticos al margen suroccidental del Gondwana durante el Paleozoico (Chernicoff y Zappettini, 2003; Mosquera y Ramos, 2005, entre otros). La deformación que afectó al antepaís neuquino desde el Jurásico temprano hasta el Mioceno -momento en que alcanzó su máxima intensidad- generó un complejo mosaico de unidades morfoestructurales controladas por las característi-

cas del basamento (Mosquera y Ramos, 2005). El área de la Hoja comprende parte del denominado "Antepaís fragmentado" de estos autores, donde se diferencian el Sistema de transcurrencia de Huincul, el Sistema Entre Lomas, también conocido como Eje Charco Bayo - El Caracol o Plataforma Nororiental, y la Antefosa de Añelo (Fig. 7).

Sistema de transcurrencia de Huincul

Es un rasgo transversal mayor, de orientación E - O y unos 400 km de longitud. La porción central de este sistema coincide con la Dorsal de Huincul y se caracteriza por fallas extensionales de rumbo E - O reactivadas por esfuerzos laterales o bien fallamiento inverso. La inversión tectónica del sistema de hemigrábenes original tuvo lugar en diversos episodios a lo largo del Jurásico y Cretácico; las estructuras así generadas sufrieron pocas modificaciones durante la orogénesis Andina (Vergani *et al.*, 1995; Vergani, 2005; Mosquera y Ramos, 2005).

La gran continuidad regional del Sistema de transcurrencia de Huincul, así como su persistencia temporal, llevaron a diversos autores a considerar que su localización estaba relacionada con una estructura de primer orden en la corteza (Ramos, 1978; Orchuela y Ploszkiewicz, 1984; Mosquera, 2002; Mosquera y Ramos, 2005), resultante de la acreción del terreno Patagonia al margen suroccidental de Gondwana. En este sentido, Chernicoff y Zappettini (2003) presentaron evidencias aeromagnéticas de la existencia de esta zona de sutura, desarrollada como un arco de orientación sublatitudinal y convexo hacia el norte.

Sistema Entre Lomas

Comprende una serie de anticlinales simétricos de rumbo noroeste (Entre Lomas, El Caracol, Charco Bayo, Loma Montosa, La Jarilla) y estructuras menores de rumbo E - O (El Medanito, Aguada de los Indios, Puesto Morales Norte). Estos anticlinales resultan de la inversión tectónica de antiguos depocentros de *rift*. El límite oriental de esta estructura se extiende hacia el este del río Colorado; hacia el norte está cubierta por el campo volcánico del Auca Mahuida, en tanto que hacia el sur está alineada con el sistema de fallas de Estancia Vieja, considerado como parte del sistema de Huincul.

El anticlinal Entre Lomas conforma un importante umbral en la cuenca, donde se verifica una fuerte reducción de espesores del registro

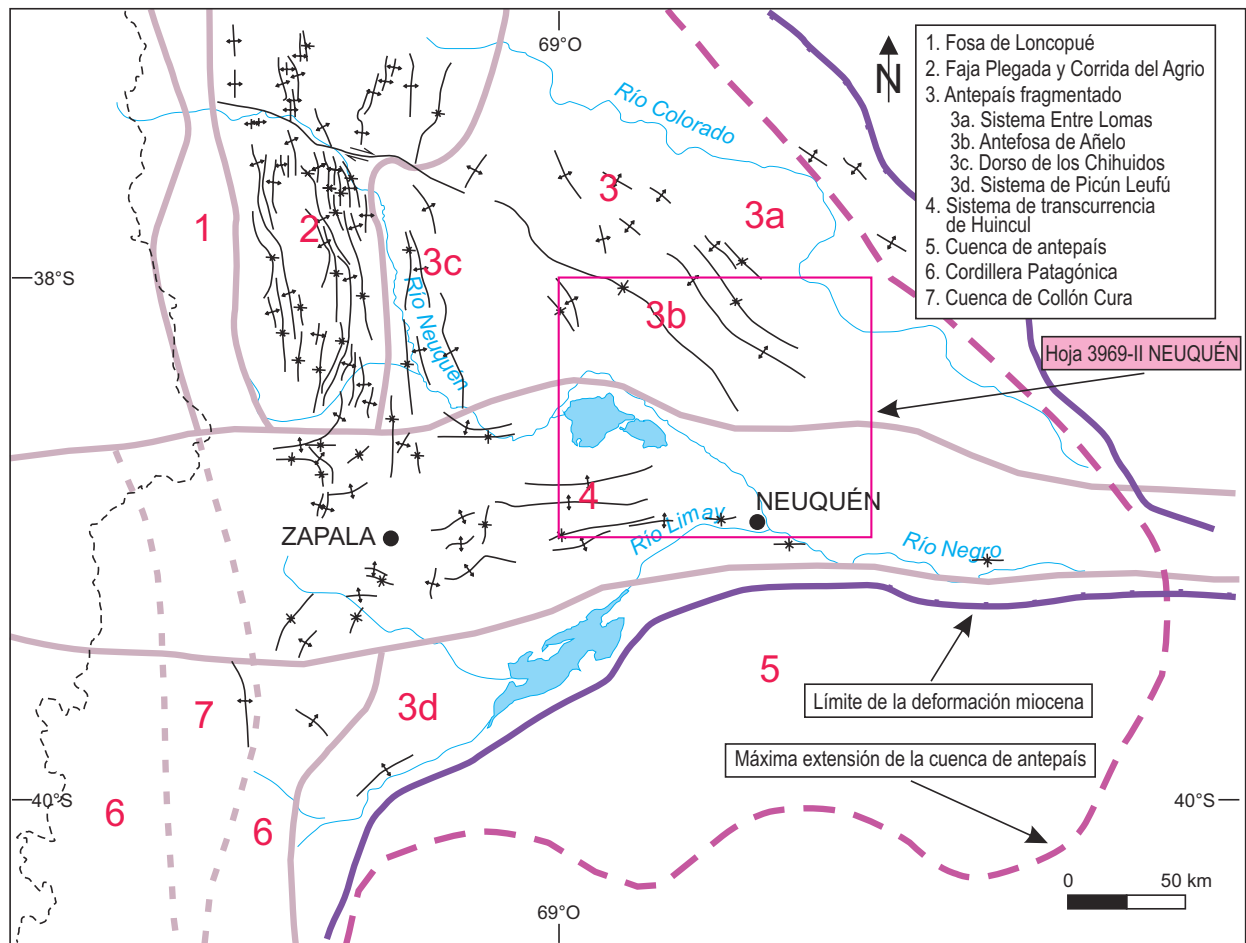


Figura 7. Situación de la Hoja 3969-II, Neuquén en el contexto de las unidades morfoestructurales de la cuenca Neuquina. Adaptado de Mosquera y Ramos (2005).

sedimentario (Mosquera y Ramos, 2005). La localización y orientación del Sistema Entre Lomas están estrechamente vinculadas con la sutura entre los terrenos Cuyania y Chilenia, y con la fábrica original de tendencia noroeste que presenta este último bloque de basamento (Mosquera y Ramos, 2005).

Antefosa de Añelo

Constituye el sinclinal localizado entre los altos estructurales de Los Chihuidos por el oeste y Entre Lomas por el este. Es una estructura con rumbo noroeste, alineada con la falla transcurrente de Cortaderas; hacia el sur, separa la Dorsal de Huíncul del cierre sur del Sistema Entre Lomas.

La Antefosa de Añelo, poco conspicua durante el Mesozoico, adquirió su configuración durante el Mioceno, en relación con el ascenso del anticlinal de los Chihuidos (Mosquera y Ramos, 2005). Este sinclinal aloja más de 5000 m de sedimentos, incluyendo depósitos sinorogénicos del Mioceno tardío localizados en el eje de la estructura.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES

Las estructuras más importantes en el área relevada están vinculadas con la evolución temprana de la cuenca, que comenzó con la instalación de un sistema de fallas extensionales en el basamento. Este sistema, activo durante el Triásico tardío – Jurásico temprano, controló la formación de hemigrábenes que actuaron como depocentros inicialmente aislados. Hacia el Jurásico medio estas depresiones fueron paulatinamente integradas en una única cubeta, cuya configuración aproximadamente triangular responde a tres direcciones principales de fracturación: N - S, ENE - OSO y NO - SE (Vergani *et al.*, 1995). La orientación de estas fracturas está estrechamente relacionada con las discontinuidades de orden mayor en el basamento, resultantes de la acreción de los terrenos Cuyania, Chilenia y Patagonia al margen del Gondwana durante el Paleozoico (Mosquera y Ramos, 2005).

En los párrafos siguientes, se describen los principales elementos que conforman las unidades morfoestructurales reconocidas en el área de la Hoja, y las características generales de las estructuras visibles en superficie, esquematizados en la figura 8.

- **Dorsal de Huincul** (de Ferrariis, 1947; Braccacini, 1970) - **Falla del Río Negro**. Constituye la estructura más conspicua de la cuenca. Es un elemento positivo que infrayace a los términos del Cretácico superior, pero se manifiesta por la presencia de discordancias angulares muy pronunciadas y biselamientos erosivos (Ramos, 1978). En las localidades clásicas de cerro Lotena y cerro Graniito, situadas en la Hoja 3969-III, Picún Leufú (Leanza y Hugo, 1997), se exponen en superficie las discordancias que separan los grandes ciclos sedimentarios del relleno de la cuenca, así como rocas plutónicas pertenecientes al basamento. En la Hoja Neuquén, la Dorsal de Huincul se expresa en superficie mediante suaves pliegues y fracturas de rumbo general E-O que afectan al Grupo Neuquén.

La dorsal de Huincul fue interpretada de distintas maneras. Así, de Ferrariis (1947) la indicó como una zona lineal de *horst* y *graben*, idea que fue ampliamente aceptada. Más tarde, Orchuela *et al.* (1981) la definieron como una fractura mayor de componente lateral que produjo un alzamiento transpresivo, dada la linealidad de la estructura y la presencia de ejes de plegamiento (en subsuelo y en superficie) oblicuos pero con direcciones muy variables en asociación con la dorsal. Esta zona de transcurrancia, desarrollada entre dos bloques de basamento, habría sufrido una compleja historia de deformación; la tendencia positiva de la estructura se habría establecido a partir del Ciclo Orogénico Patagónico. Siguiendo las ideas de Orchuela *et al.* (1981), Ramos y Cortés (1984) consideraron que, dado el movimiento dextrógiro postulado para la dorsal, las variaciones en el rumbo de la misma determinan que para los segmentos de componente nordeste predomine la transpresión y en los de componente noroeste, la transtensión. Este modelo permite explicar la coexistencia de estructuras compresivas y extensionales en una misma región.

En la década de 1990, diferentes autores propusieron una interpretación de la Dorsal de Huincul como una zona de inversión tectónica (Vergani *et al.*, 1995; Uliana *et al.*, 1995; Gómez Omil *et al.*, 2002, entre otros) que registró desplazamientos de rumbo y compresiones esencialmente durante el Calloviano y Jurásico superior, con reactivaciones

en el Cretácico y en el Cenozoico (Ramos, 1999a; Cobbold y Rossello, 2003).

Por su parte, Vergani (2005) planteó un modelo que involucra la inversión selectiva de fallas lítricas con geometría rampa -plano y rumbo ENE - OSO. Estas fallas, escalonadas y segmentadas por fallas de transferencia con rumbo NO - SE, generaron sistemas de bloques que controlaron el relleno sedimentario continental y marino (Precuyano y Grupo Cuyo inferior respectivamente) de la etapa de *rift*. En el Toarciano comenzó una etapa de deformación compresiva que produjo la inversión tectónica selectiva de algunas de las estructuras originales, con alzamiento de algunos bloques en un marco de sedimentación activa (Grupo Cuyo superior). Esta actividad compresiva tuvo su máximo en el Calloviano, con predominio del movimiento vertical de las estructuras, y erosión de gran parte de la columna sedimentaria en el eje de inversión principal. A partir de ese momento, la zona se transformó en un alto estructural que condicionó el relleno posterior de la cuenca (Vergani, 2005). Un segundo pulso de inversión aún más conspicuo (Fase Araucánica, Oxfordiano - Kimmeridgiano) afectó a todo el sistema extensional de Huincul desde las estructuras de Chacaico - Barda Colorada - Piedra del Águila hasta Estancia Vieja en el este, y provocó la erosión de más de 2000 m de sedimentos en el área de Plaza Huincul, llegando a afectar al Precuyano y al basamento (Grupo Choiyoi) (Vergani *et al.*, 1995).

La inversión tectónica de los depocentros del Jurásico inferior generó anticlinales asimétricos, tales como los de Los Bastos y Sierra Barrosa. El depocentro de Estancia Vieja, situado en el extremo oriental del Sistema de Huincul, es uno de los más profundos de la Cuenca Neuquina, y uno de los más intensamente afectados por la inversión tectónica del Oxfordiano - Kimmeridgiano. Este proceso determinó la configuración de la Dorsal y el estilo estructural predominante en el área, que no fue sustancialmente modificado por los eventos de deformación del Cretácico y Cenozoico.

La actividad tectónica registrada en el Cretácico temprano a lo largo del Sistema de Huincul se manifiesta por la retracción del frente de deformación compresiva del Jurásico, con el consiguiente colapso extensional de algunas estructuras, entre ellas el anticlinal de Estancia Vieja. Sin embargo, un área estrecha alrededor de la falla principal de Huincul permaneció tectónicamente activa, con evidencias de deformación compresiva, durante el Cretácico tardío (Vergani *et al.*, 1995; Cobbold y Rosello, 2003; Mosquera y Ramos, 2005).

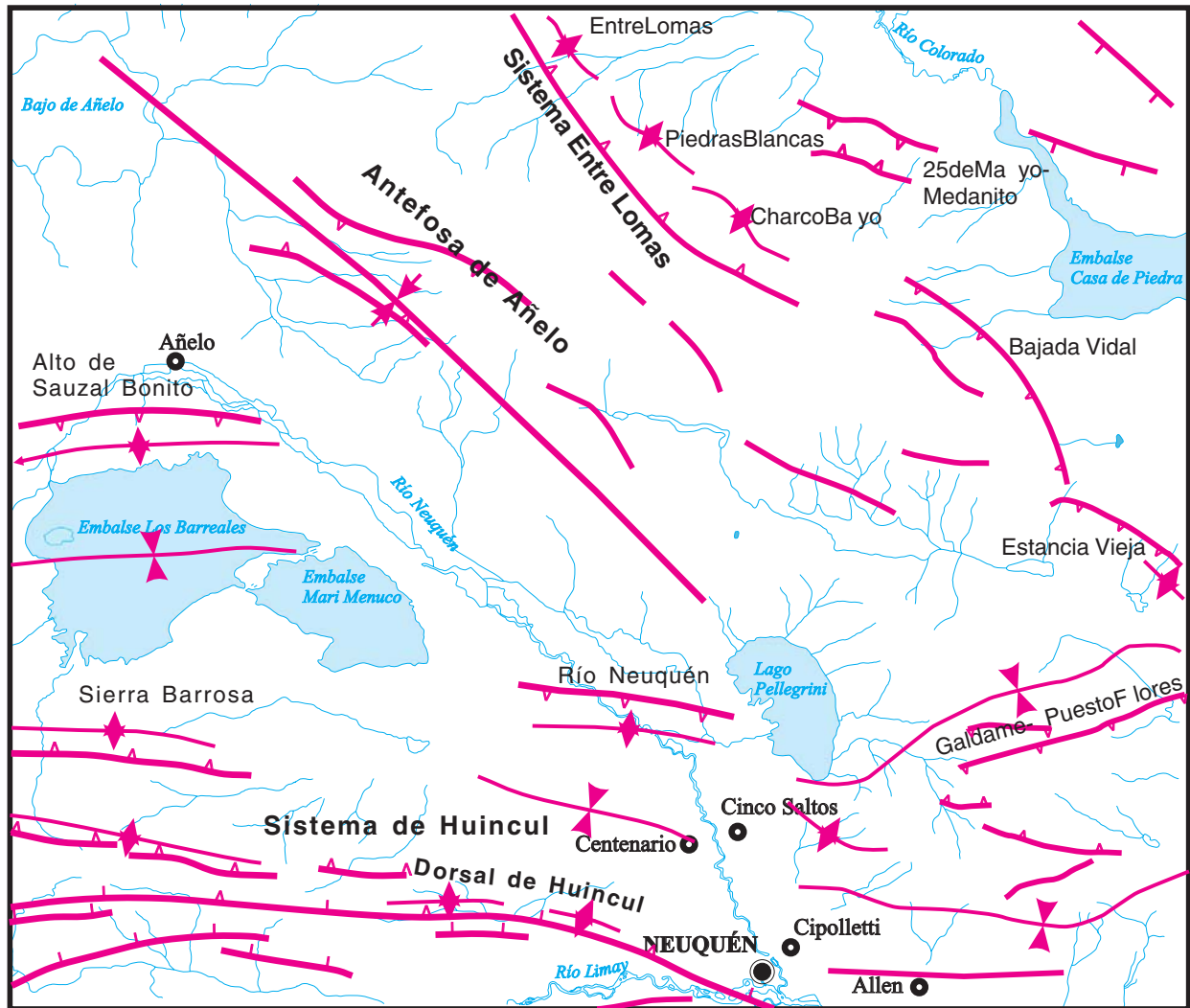


Figura 8. Esquema tectónico de la Hoja 3969-II, Neuquén, indicándose sus principales elementos estructurales

La Dorsal de Huincul continúa en subsuelo, al este de la ciudad de Neuquén, en la falla del río Negro, con orientación N80°O. Esta estructura se asocia a fallamiento normal y fosas tectónicas de orientación E - O que fueron reconocidas en los yacimientos Fernández Oro y General Roca e interpretadas como estructuras transtensivas secundarias (Ramos y Cortés, 1984). Estudios geofísicos recientes señalan la continuidad de esta falla en el subsuelo de la provincia de Río Negro por 350 km, con rumbo variable E - O a SE, en asociación con depocentros como el localizado en Chelforó (Kostadinoff *et al.*, 2005).

- **Eje Charco Bayo - El Caracol.** Constituye un elemento positivo del flanco norte de la cuenca con orientación noroeste - sureste, también referido en la bibliografía como Plataforma de Catriel, Plataforma Nororiental o también Sistema Entre Lomas.

El mismo es interpretado como un margen de cuenca ascendido y tectónicamente activo con una persistencia temporal y control del registro sedimentario comparables a los de la Dorsal de Huincul (Mosquera y Ramos, 2005). Esta estructura está conformada por anticlinales elongados con orientación noroeste, resultantes de la inversión tectónica por transpresión de depocentros "precuyanos", tales como los de Entre Lomas, Charco Bayo, El Caracol y más al sur, Bajada Vidal. Estos depocentros responden al sistema de fallas extensionales con orientación NO - SE que controló la subsidencia inicial en la mitad oriental de la cuenca, y marcan el quiebre entre la plataforma y el centro de cuenca (Vergani *et al.*, 1995).

La inversión tectónica originada por el diastrofismo jurásico afectó principalmente al sector occidental del Sistema Entre Lomas. Durante el Cretácico temprano (Albiano - Cenomaniano), la actividad tectónica se manifiesta por la fuerte inver-

sión de todo el sistema, en particular un conjunto de estructuras de orientación E-O, entre ellas el hemigraben de El Medanito (Mosquera y Ramos, 2005). El relieve generado fue peneplanizado por la discordancia intercenomaniana (Miránica).

La orogénesis Andina causó el plegamiento en las rocas del Grupo Neuquén durante el Mioceno (Orchuela y Ploszkiewicz, 1984), y finalmente en el Plioceno se produjo el colapso extensional de las estructuras mayores, tales como los anticlinales de Entre Lomas y Loma Montosa (Mosquera y Ramos, 2005).

- **Antefosa de Añelo** (Sinclinorio del Añelo, Braccacini, 1970). Es el depocentro principal de la Cuenca Neuquina. Conformar una depresión alargada de orientación noroeste, donde se acumulan 5000 m de espesor de relleno sedimentario (Cortés, 1996); su localización, aproximadamente coincidente con el bajo de Añelo, es contigua al lineamiento Añelo - Cortaderas (Ramos, 1978). Desde esta depresión los espesores disminuyen hacia la "plataforma de Catriel" al nordeste, el dorso de Los Chihuidos al oeste y la Dorsal de Huincul hacia el sur. Durante la estructuración inicial de la cuenca, al menos tres hemigrábenes importantes se formaron siguiendo anisotropías del basamento en este sector (Mosquera y Ramos, 2005).

Los procesos de inversión tectónica que afectaron a la mayor parte de las estructuras de la cuenca durante el Jurásico generaron anticlinales estrechos y zonas de deformación alrededor de las fallas principales; esta actividad cesó en el Valanginiano, por lo cual el Grupo Mendoza superior, el Grupo Rayoso y el Grupo Neuquén presentan geometrías tabulares. El subsuelo del bajo de Añelo constituyó durante el Neógeno un sector depocentral para los sedimentos sinorogénicos producto del ascenso del Dorso de los Chihuidos (Ramos, 1999b).

Otros ejes estructurales importantes que involucran al basamento de la cuenca son el alto estructural de Kauffman y el anticlinal Galdame - Puesto Flores, algo al oeste de la falla Estancia Vieja. Estas estructuras se originaron como hemigrábenes tempranamente invertidos por transpresión, restringiéndose la actividad tectónica compresiva al Jurásico (Limeres *et al.*, 2005).

Estructuras reconocidas en superficie

En líneas generales, pueden diferenciarse dos sectores con distinto grado de deformación delimi-

tados por una línea aproximadamente N - S que estaría definida por Barreales Colorados - sierra Blanca - valle del río Neuquén. Al oeste de dicha línea, se localizan las exposiciones del Grupo Neuquén, con una disposición homoclinal con valores bajos de inclinación y rumbo general N-NE; localmente se distinguen pliegues suaves y fallas de pequeño rechazo.

En el área de la Dorsal de Huincul se reconocen pliegues de segundo orden con ejes paralelos a la estructura principal, con valores de buzamiento inferiores a 1° y longitudes de onda de 5 a 10 kilómetros (Danderfer y Vera, 1992). Las direcciones de inclinación de las capas son variables, aunque siguen una tendencia general hacia el E y SE.

La existencia de fracturas menores con rumbo E - O y NO - SE fue mencionada por Herrero Ducloux (1946) en las localidades de Aguada Anacleto, Plottier y en el valle del río Neuquén. En el flanco norte de la barda de Plottier se observa localmente que los estratos de las formaciones Portezuelo y Plottier se presentan muy inclinados en relación con una fractura de rumbo E-O vinculada con la Dorsal de Huincul.

Hacia el este, en territorio rionegrino y pampeano, los afloramientos de sedimentitas cenozoicas se encuentran subhorizontales, y no hay evidencias superficiales de deformación. Uliana (1979) definió al área entre los ríos Negro y Colorado como un extenso sinclinal de rumbo ONO - ESE donde reconocieron dos horizontes estructurales; uno inferior configurado en los términos de los grupos Neuquén y Malargüe, y uno superior presente en las sedimentitas cenozoicas suprayacentes a la Formación El Carrizo.

El horizonte estructural inferior está formado por homoclinales extensos con inclinaciones que no superan los 2°, y direcciones de inclinación bastante variables (al ESE en el borde oriental del bajo de Añelo, al NE en la margen izquierda de los ríos Neuquén - Negro, al SE en el yacimiento Rinconada, próximo al embalse Casa de Piedra). El análisis estructural referido al techo de la Formación Allen permite reconocer algunas características salientes del horizonte estructural inferior, tales como el escaso gradiente hacia el este, ausencia de contrapendientes y relieve estructural reducido, así como la existencia de una anomalía positiva en los alrededores del lago Pellegrini, que Uliana (1979) interpretó como una estructura anticliniforme muy amplia y suave, con hundimiento al sureste.

El horizonte estructural superior se caracteriza por la posición subhorizontal de las unidades, que guardan una relación de discordancia angular con las infrayacentes, observable en pocas localidades, como Paso Córdova o Yacimiento Rinconada (Uliana, 1979). No obstante, en un análisis regional, es posible verificar biselamientos del sustrato por las unidades del horizonte superior.

La escasa dislocación puesta de manifiesto en ambos horizontes estructurales determina que no estén presentes rasgos superficiales de las estructuras detectadas en subsuelo (Uliana, 1979).

3.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA

La estructuración de la Cuenca Neuquina se inició durante el Triásico tardío, cuando comenzaron a acumularse sedimentos en una serie de fosas tipo *rift* (Legarreta y Uliana, 1999) del basamento pérmico-triásico; la tectónica extensional que originó estos depocentros y se mantuvo activa durante el Jurásico temprano se relaciona con el colapso extensional del cinturón orogénico pérmico-triásico (Vergani *et al.*, 1995). Durante esta etapa se generaron las fracturas y lineamientos principales de la cuenca, controladas por las anisotropías del basamento.

La subsidencia regional que prevaleció hasta el Oxfordiano produjo la amalgamación de los depocentros previos en una única cubeta; durante el Calloviano, un importante episodio compresivo produjo inversión tectónica selectiva, principalmente a lo largo del Sistema de transcurrencia de Huincul y en el sector occidental de la cuenca.

El segundo evento de gran importancia corresponde a los Movimientos Araucánicos, responsables de la Discordancia Intermálmica (Oxfordiano - Kimmeridgiano), uno de cuyos efectos fue la configuración de la Dorsal de Huincul como estructura positiva. Este ascenso fue el resultado de la inversión tectónica de mayor envergadura registrada en la Cuenca Neuquina. Este diastrofismo marcó la reorganización del campo de esfuerzos regional, en relación con la fragmentación del margen suroccidental del Gondwana y la apertura del Atlántico Sur (Vergani *et al.*, 1995; Hugo y Leanza, 2001a). La inversión tectónica del Jurásico alcanzó también al flanco occidental del Sistema Entre Lomas y causó deformación en las estructuras localizadas en el eje de la Antefosa de Añelo.

Con posterioridad a los Movimientos Araucánicos, la deformación compresiva acaecida durante el Cretácico inferior produjo inversión

tectónica generalizada en el Sistema Entre Lomas. En el Sistema de Huincul, la reducción del área de deformación del Jurásico tardío dio lugar al colapso extensional - transtensivo de varias estructuras importantes, entre ellas el anticlinal de Estancia Vieja. Sin embargo, en el eje de la Dorsal la actividad tectónica compresiva persistió durante este lapso (Mosquera y Ramos, 2005).

Durante el Ciclo Orogénico Patagónico se produjo una intensa deformación en la región cordillerana que involucró ascenso, plegamiento del relleno de la Fosa del Agrio, desvinculación de la cuenca con el Pacífico y una subsidencia generalizada al este del río Neuquén (Ramos, 1978, 1981). Esta fase tectónica conocida como Miránica, reactivó las áreas de proveniencia que resultaron en la acumulación de las sedimentitas del Grupo Neuquén (Vergani *et al.*, 1995) y se refleja en la discordancia regional que separa al Grupo Neuquén de las infrayacentes sedimentitas rayosianas. Barrio (1990a) indicó que la Fase Miránica provocó un abrupto cambio en la evolución tectónica de la Cuenca Neuquina, en el que el ascenso del retroarco transformó al área de sedimentación en una cuenca de antepaís, dominada por sedimentación molásica procedente de la cordillera en ascenso al oeste. Esta etapa de antepaís en la evolución de la cuenca está representada por el Ciclo Riograndico (grupos Neuquén y Malargüe).

De la misma manera, la Fase Huantráiquica del Ciclo Patagónico (Méndez *et al.*, 1995) se manifiesta por medio de la discordancia que separa al Grupo Neuquén del Grupo Malargüe. Esta fase tiene suma importancia en la evolución tectónica de la región ya que originó la subsidencia que permitió el ingreso de aguas atlánticas de la última transgresión marina en la historia de la Cuenca Neuquina (Grupo Malargüe), y desvinculó en forma definitiva a la cuenca de la vertiente pacífica (Hugo y Leanza, 2001a).

La tectónica compresiva cenozoica (Ciclo Orogénico Andino), que alcanzó su clímax en el Mioceno y Plioceno, produjo intensa deformación y ascenso en la faja plegada y corrida andina. El estilo de deformación en diferentes sectores del cinturón orogénico estuvo controlado por las estructuras extensionales preexistentes, así como por el comportamiento mecánico de las rocas de la secuencia mesozoica (Vergani *et al.*, 1995). En líneas generales, esta deformación originó plegamiento y fallamiento de la cobertura jurásico - cenozoica y reactivación de antiguas estructuras con ascenso de bloques del basamento.

Este ciclo orogénico comprende un subciclo paleógeno y un subciclo neógeno (Ramos, 1999c). El subciclo paleógeno alcanza su máxima expresión con la Fase Incaica (Steinmann, 1919), del Eoceno tardío - Oligoceno temprano. Estos movimientos habrían producido plegamiento y fracturación que afectaron por primera vez a los grupos Neuquén y Malargüe (Ramos, 1981; Hugo y Leanza, 2001b). También se manifiestan por la discordancia que separa a los términos superiores del Grupo Malargüe de las sedimentitas cenozoicas suprayacentes (formaciones Vaca Mahuida, Chichinales, Barranca de los Loros).

En el subciclo neógeno, los movimientos principales corresponden a la Fase Quéchuica (Ramos, 1999c). Entre los eventos relevantes registrados en la cuenca se encuentra el ascenso del Dorso de los Chihuidos al occidente del área de estudio, con la consecuente acumulación de depósitos sinorogénicos en la cuenca de antepaís de Añelo (Ramos, 1999b, 1999c), localizada en el subsuelo del bajo homónimo. La actividad compresiva miocena causó reactivación del proceso de inversión tectónica, que se hace evidente por el plegamiento de las rocas del Grupo Neuquén en los sistemas Entre Lomas y Huincul, probablemente asociado a un importante desplazamiento dextrógiro en este último (Mosquera y Ramos, 2005). Esta deformación se expresa en superficie como fallas de pequeño rechazo y pliegues suaves en el sector occidental de la Hoja, particularmente en el eje del sistema de Huincul, en tanto que hacia el este no se observan rasgos superficiales importantes.

Durante el Plioceno temprano se registró un episodio extensivo generalizado en la Cuenca Neuquina al sur de los 38°. En el ámbito cordillerano, se refleja en la presencia de estructuras extensivas tales como el graben de Loncopué (Ramos, 1999c). En subsuelo, se verifica el colapso extensional del sistema de Huincul a lo largo de las fallas principales, y de muchas estructuras en el Sistema Entre Lomas, tales como los anticlinales de Loma Montosa y Entre Lomas (Mosquera y Ramos, 2005).

Mosquera y Ramos (2005) relacionaron los principales eventos en la evolución tectónica de la Cuenca Neuquina con cambios en los vectores de convergencia entre las placas Pacífica y Gondwana - Sudamérica durante el Mesozoico y Cenozoico.

Hugo y Leanza (2001a, 2001b) atribuyeron la generación del primer nivel de agradación (Formación Bayo Mesa y equivalentes) a la Fase Diaguitica (Yrigoyen, 1979) de los movimientos Ándicos, ocu-

rrida durante el Plioceno (4,3 Ma). Por su parte Folguera *et al.* (2005) vincularon a estos depósitos plegados con un evento de deformación ocurrido en el Plioceno tardío, a raíz de la estructuración de la faja plegada y corrida de Guanacos, en el ámbito de la cordillera neuquina al norte de los 38° S.

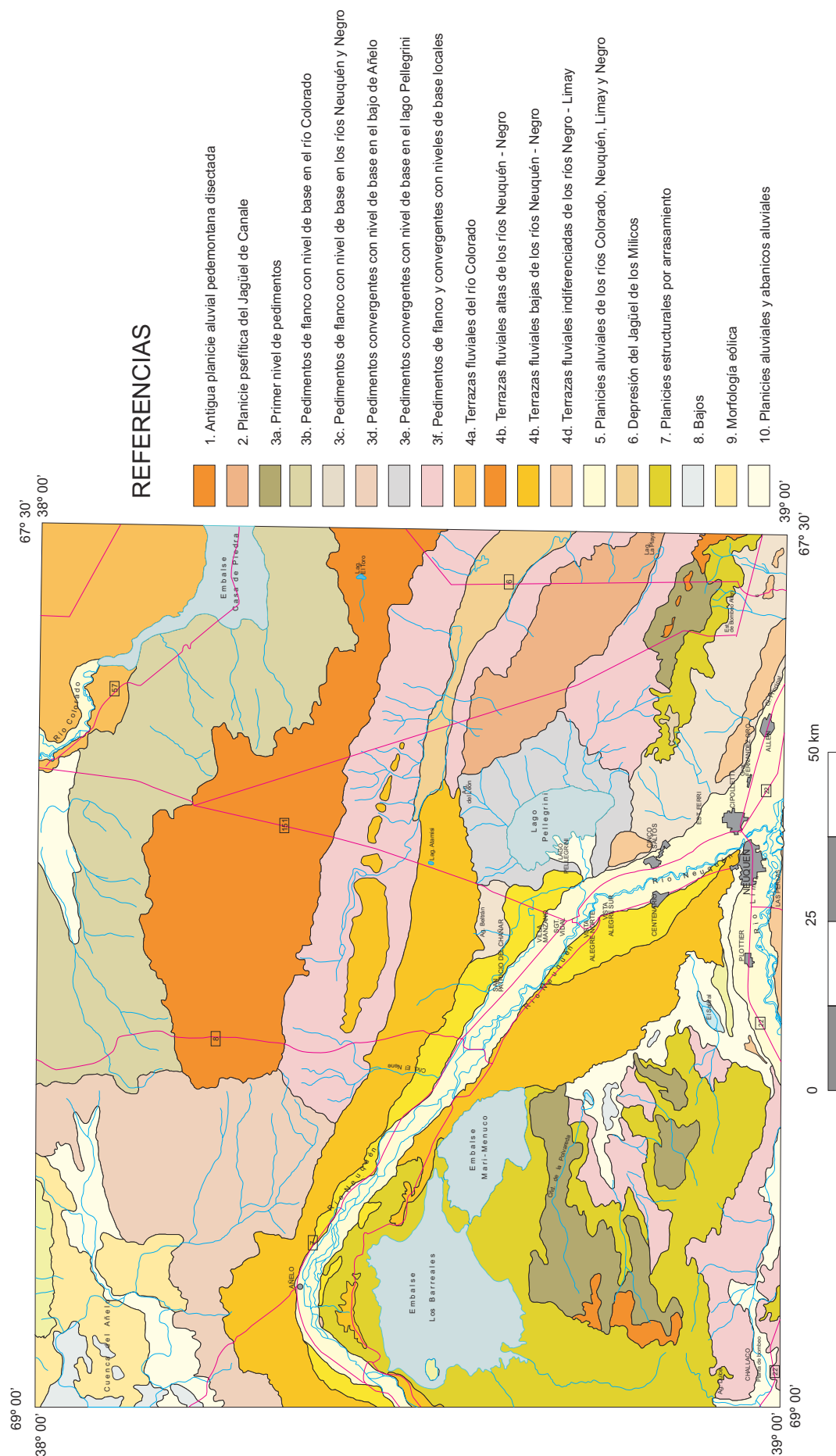
4. GEOMORFOLOGÍA

En el ámbito de la Hoja 3969-II, Neuquén, el paisaje es esencialmente mesetiforme, interrumpido por los amplios valles fluviales de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado, todos de carácter alóctono. Otro rasgo característico de la región son los numerosos bajos sin salida de variables dimensiones, de los cuales el más importante es el de Añelo. El modelado del relieve responde a procesos fluviales y en menor medida, eólicos y de remoción en masa. Se han reconocido y mapeado diferentes unidades geomorfológicas (Fig. 9), las que se describen a continuación.

1. Antigua planicie aluvial pedemontana disectada

Se trata de un extenso nivel mesetiforme coronado por mantos de gravas, descrito en el capítulo 2, Estratigrafía, como Formación Bayo Mesa. Esta geoforma, cuyo desarrollo excede ampliamente los límites de la Hoja, fue tratada originalmente por González Díaz y Malagnino (1984) y González Díaz y Ferrer (1986). En la sierra Blanca, esta planicie alcanza su cota máxima de 700 m s.n.m., y desciende suavemente hacia el este; según los autores citados, en las proximidades de la ciudad de Viedma se encuentra a sólo 50 m sobre el nivel del mar. La pendiente regional no supera los 10°. González Díaz y Malagnino (1984) señalaron que la distribución de estos depósitos sugiere la forma de un gran abanico aluvial cuyo ápice estaría en las vecindades de la sierra Blanca.

Dentro de la Hoja Neuquén, esta amplia superficie está bordeada por escarpas de erosión donde afloran sedimentitas del Grupo Malargüe y de las formaciones Barranca de los Loros y El Palo. La cubierta de gravas actúa como protección para estas rocas de escasa resistencia. Toda la planicie está flanqueada por importantes superficies de pedimentación. La parte alta está surcada por cauces poco definidos y salpicada de pequeños bajos. Espejo y Silva Nieto (2004) mencionaron la presencia de depósitos residuales de grava originados por



la remoción selectiva de material intersticial fino. Algo separados y situados al sur y este de la meseta principal se observan algunos remanentes de erosión de esta geoforma.

En las cotas más altas de la sierra Barrosa y sobre los cerros Challacó y Senillosa se encuentran depósitos de la Formación Bayo Mesa que podrían ser remanentes de esta unidad. Esta idea fue sugerida tentativamente por González Díaz y Ferrer (1986), quienes destacaron la existencia de una pendiente suave orientada hacia el este, determinada por estas elevaciones.

Diversos autores han analizado estos depósitos desde el punto de vista genético. De Ferrariis (1966) los consideró como un miembro de la Formación Río Negro, que constituye la culminación de un ciclo de sedimentación cenozoico. Uliana (1979) separó a estas gravas de la Formación Río Negro (véase Cap. 2, Estratigrafía) y vinculó a estos niveles con procesos de pedimentación, atribuyéndoles así un origen erosivo, no agradacional. Por su parte, González Díaz y Malagnino (1984) indicaron una génesis fluvial y glaci-fluvial para la Antigua planicie aluvial disectada.

Más recientemente, Fauqué, 1996; Hugo y Leanza, 2001a; 2001b y Folguera *et al.* 2005 coincidieron en relacionar estas planicies psefíticas con causas tectónicas, esencialmente eventos de deformación ocurridos durante el Plioceno en el ámbito cordillerano. En este sentido Fauqué (1996) postuló el desarrollo de una mega acumulación fluvial pedemontana en la región extraandina, favorecida por factores tectónicos y climáticos, donde la pérdida de energía de los cauces al abandonar la región andina produce depositación y desplazamiento lateral de los cursos, generando así extensas planicies de rodados.

2. Planicie psefítica del Jagüel de Canale

Esta unidad se corresponde con los Depósitos de la planicie psefítica del Jagüel de Canale (véase Cap. 2, Estratigrafía). Constituye una meseta amplia cubierta por rodados que presenta escasa pendiente hacia el sureste; su cota máxima es de 454 m en el puesto Aguada del León y desciende hasta los 350 m en el límite oriental de la Hoja. Está fuertemente disectada, y en su superficie algo irregular se reconocen un drenaje desorganizado y depresiones ocupadas por lagunas temporarias. Este nivel mesetiforme se encuentra a una altura casi 100 m inferior a la Antigua planicie aluvial pedemontana disectada (Formación Bayo Mesa), y a su vez

flanquea por el sur a la depresión elongada que aloja al antiguo cauce del río Neuquén. Genéticamente, podría corresponder a un nivel de terraza vinculado con este paleocauce.

3. Pedimentos

Estas geoformas están ampliamente desarrolladas en la Hoja, y se reconocen entre ellas el Primer nivel de pedimentos, que constituye el plano de erosión más antiguo registrado en la Hoja y otras más modernas, que pueden considerarse pedimentos de flanco y pedimentos convergentes, los cuales se han discriminado en función de sus respectivos niveles de base.

3.a. Primer nivel de pedimentos: Se halla principalmente en el sector suroccidental de la Hoja, donde se presenta como una superficie inclinada hacia el este y sureste desde los 800 m en el flanco oriental de la sierra Barrosa, hasta los 450 m al este del cerro Senillosa. Este nivel se ha reconocido también en las cotas 470 a 400 m en el área situada al norte de Allen y General Roca, donde compone la parte alta de las bardas con afloramientos del Grupo Malargüe. Esta antigua superficie está disectada por numerosos cañadones, por lo que su topografía es irregular. En los dos sectores donde se la ha identificado, está rodeando a remanentes de erosión de la Antigua planicie aluvial pedemontana disectada, por lo que se interpreta que el Primer nivel de Pedimentos se formó a expensas de la erosión de estos depósitos aluviales antiguos.

3.b. Pedimentos de flanco con nivel de base en el río Colorado: Aparecen muy bien expuestos bordeando a la amplia meseta coronada por las psefitas de la Formación Bayo Mesa. Hacia el norte y nordeste de las exposiciones de esta unidad, las superficies de erosión inclinan hacia el nivel de base constituido por el río Colorado, y biselan a unidades cenozoicas (formaciones El Palo, Barranca de los Loros y Vaca Mahuida, en orden descendente). En los extremos distales de estos pedimentos hay algunos afloramientos de sedimentitas del Grupo Malargüe. Si bien no se han discriminado en el mapa, estos pedimentos de flanco presentan hasta tres niveles reconocibles; en su extremo proximal existen frecuentemente remanentes de superficies más antiguas, que han quedado “colgadas” y son por lo tanto afuncionales, a una altura topográfica ligeramente mayor.

Desde la sierra Blanca hacia el norte, se identifica una divisoria de pedimentos que separa a superficies de erosión con nivel de base en el río Colorado de otras que descienden hacia el bajo de Añelo (Fauqué, 1996). Las primeras inclinan hacia el nordeste y al encontrarse a una altura topográfica mayor, determinan una escarpa orientada al oeste donde afloran unidades de los grupos Neuquén y Malargüe. Esta escarpa tiene una altura de aproximadamente 50 m (Fauqué, 1996). En este sector los pedimentos con nivel de base en el río Colorado muestran hasta dos niveles reconocibles, aunque en las vecindades del Jagüel de Rosauer están fuertemente disectados por cañadones y rodean a la depresión de Los Barriales; sólo en las vecindades del borde norte de la Hoja se encuentran mejor preservados.

3.c. Pedimentos de flanco con nivel de base en –o vinculados a– los ríos Neuquén - Negro: Estas superficies de erosión se extienden con buena continuidad lateral al pie de la escarpa de erosión de la meseta coronada por las pefitas de la Formación Bayo Mesa; también descienden hacia el sur desde las lomadas de La Yesera - La Calera - barda Negra. Otras superficies menores se forman al pie de niveles de terraza frente a la localidad de Añelo.

Los pedimentos desarrollados en el flanco sur de la Antigua planicie aluvial pedemontana disectada fueron descritos en detalle por Fauqué (1996). Estas superficies descienden hacia una depresión alargada paralela al frente de la escarpa de erosión; esta depresión colecta el escurrimiento a lo largo del pedimento en pequeños bajos o bien desagua hacia el río Neuquén mediante cañadones (El Nene). A continuación de esta depresión se generaron sucesivos niveles de terrazas del río Neuquén. Los más antiguos (niveles I y II) conforman “escalones” como la meseta Chica, y pasan gradualmente a planos de erosión también referibles a pedimentos de flanco (Fauqué, 1996). El crecimiento de los pedimentos a expensas de las terrazas determina que los niveles más antiguos estén actualmente desconectados y sean lateralmente discontinuos. Al este del puesto Bravo, el nivel I, desaparece, por lo que los pedimentos descienden desde la escarpa principal hacia el bajo del Salitral y el Jagüel de los Milicos.

En el sector sureste de la Hoja, superficies de pedimentación con nivel de base en el río Negro biselan a sedimentitas del Grupo Malargüe; la escarpa de erosión al pie de la cual se desarrollan está determinada por niveles resistentes de la Formación Roca.

En las proximidades de La Yesera se produce una coalescencia de estos planos con otros que descienden hacia el lago Pellegrini, generando una divisoria de pedimentos donde se exponen niveles de yeso de la Formación Allen.

3.d. Pedimentos convergentes con nivel de base en el bajo de Añelo: Se originaron en los bordes sur, este y norte del bajo. El borde occidental, en tanto, no presenta este tipo de superficies. En esta comarca han sido bien estudiados por Fauqué (1996). Los pedimentos del flanco sur descienden desde el nivel III de terraza del río Neuquén hacia el bajo, y cortan a sedimentitas del Grupo Neuquén. Se reconocen tres niveles, los más antiguos afuncionales y preservados como mesillas sobreelevadas con relación al pedimento más joven. En este sector alcanzan una longitud de 5 kilómetros. Los pedimentos del flanco este del bajo están muy bien expuestos al pie de la sierra Blanca, donde alcanzan los 12 km de longitud. Este hecho se debe a que se desarrollan sobre litologías mucho más friables del Grupo Neuquén. Están disectados por cañadones donde se exponen las unidades infrayacentes. En dirección al nivel de base gradan a depósitos fluviales distales, de bajos y lagunas y eólicos del bajo de Añelo.

3.e. Pedimentos convergentes con nivel de base en el lago Pellegrini: Se presentan como planos muy disectados, que adoptan un diseño dendrítico en planta, con pendiente suave hacia el lago Pellegrini. Descienden desde el nivel II de terraza del río Neuquén y de la planicie psefítica del Jagüel de Canale. En general terminan abruptamente en cordones litorales o depósitos coluviales topográficamente más bajos, lo que sugiere que el cambio en el nivel de base originado por el lago artificial truncó los extremos distales de estas superficies y las transformó en afuncionales. En el sector occidental del lago se verifica la disección más importante, donde los pedimentos quedaron reducidos a remanentes de erosión angostos y parcialmente desconectados, separados por cañadones donde se exponen las formaciones Allen y Jagüel.

3.f. Pedimentos de flanco y convergentes con niveles de base locales: Bajo esta denominación se agrupan superficies de erosión referibles a pedimentos, que muestran escaso desarrollo, o bien responden a niveles de base localizados, tales como cañadones o bajos de pequeñas dimensiones. Tal es el caso de pedimentos que descienden hacia el em-

balse Los Barreales desde el nivel de terraza II del río Neuquén, los que flanquean a los bajos del Salitral, los Barreales Colorados y los barreales Grande y Chico en el suroeste de la Hoja, o los que descienden desde la planicie psefítica del Jagüel de Canale hacia la depresión del Jagüel de los Milicos.

4. Terrazas fluviales de los ríos Neuquén - Limay - Negro y Colorado

Los ríos permanentes de la región se caracterizan por sus valles muy amplios, escalonados en sección transversal, cuyos laterales están formados por superficies llanas situadas a diferentes niveles que representan terrazas fluviales. En los bordes de dichas terrazas afloran unidades cretácicas hasta cenozoicas, expuestas por el desplazamiento lateral del cauce, sumado a la remoción en masa y al lavaje pluvial (Fauqué, 1996). Todas estas superficies están cubiertas por mantos de rodados que son remanentes de las viejas planicies aluviales (depósitos fluviales antiguos). En algunos casos, los rodados presentan entoscamiento, originando así planicies estructurales por cementación calcárea (González Díaz y Ferrer, 1986).

En el valle del río Neuquén es posible distinguir niveles referidos como Remanentes de planicies aluviales (González Díaz y Ferrer, 1986) o Terrazas altas (Fauqué, 1996) de las Terrazas bajas, más modernas. Estos niveles altos están representados por las terrazas que marginan por el norte al río a partir de Paso de los Indios incluyendo la planicie de Añelo y las terrazas que rodeando por el este al lago Mari Menuco y El Salitral llegan hasta las ciudades de Neuquén y Plottier. Según González Díaz y Ferrer (1986), estas planicies aluviales están ascendidas con respecto a su posición original, y resultan de la planación por erosión lateral de los ríos. Por su parte, Fauqué (1996) propuso que estos niveles están topográficamente más altos por fenómenos de inversión del relieve: los primitivos laterales del valle, formados por sedimentitas poco coherentes del Grupo Neuquén, fueron desapareciendo con la evolución y profundización del paisaje, en tanto que las terrazas quedaron protegidas de la erosión por sus cubiertas de rodados, y el valle quedó encajado en su propio aluvio. Esta inversión del relieve es el proceso causante de que las terrazas más antiguas pasen lateralmente a zonas deprimidas donde afloran las sedimentitas cretácicas, tales como el bajo de Añelo, las cuencas de Los Barreales y Mari Menuco y los bajos Grande, Chico y El Salitral. Estas terra-

zas antiguas responden en su origen, según el mismo autor, a fluctuaciones en el caudal y capacidad de carga de los ríos cuyas cabeceras estuvieron englazadas durante el Pleistoceno. Por otra parte, las terrazas más bajas estarían vinculadas a variaciones en los caudales por causas climáticas en tiempos posglaciales (Fauqué, 1996).

En total se distinguieron para el río Neuquén ocho niveles de terrazas. Los que se sitúan en forma desconectada a lo largo del río Negro y el río Limay se mapearon como indiferenciados, ya que no se ha establecido con certeza con cuál de los niveles del río Neuquén se corresponden.

En el valle del río Colorado, los niveles de terraza más altos tienen como sustrato a sedimentitas cenozoicas (formaciones Vaca Mahuida y Barranca de los Loros) y presentan importante superficie y continuidad lateral. La profundización del valle determina que el nivel inferior exponga a depósitos del Grupo Malargüe. En este sector, se reconocieron seis niveles de terrazas, con una diferencia altimétrica de más de 100 m entre el más alto y el piso actual del valle.

5. Planicies aluviales de los ríos Neuquén - Limay - Negro y Colorado

Estos ríos son de carácter permanente, alimentados por las precipitaciones pluviales y por el deshielo a través de sus colectores en la región cordillerana. Todos ellos son alóctonos, y no reciben afluentes de importancia a lo largo de su curso. Otra característica común a estos ríos es que están desproporcionados en menos, tal como lo evidencian las pequeñas dimensiones de sus planicies aluviales en relación con los valles.

En el tramo de sus recorridos, que atraviesan la Hoja Neuquén, los cauces son sinuosos; forman meandros y son comunes las lagunas semilunares o en collera. Las planicies presentan numerosas curvas y meandros abandonados; también es frecuente la formación de islas, particularmente en el curso inferior del río Limay, por división del cauce principal.

6. Depresión del Jagüel de los Milicos

Se trata de una depresión elongada que comienza a definirse en el puesto El Tamarisco a continuación del nivel II de terrazas del río Neuquén y se prolonga hacia el este-sureste en una cadena de bajos desde El Salitral hasta el Jagüel de los Milicos. A

partir de este punto adopta las características de un cañadón que desemboca en el río Negro al oeste de Villa Regina.

La depresión tiene una longitud de 50 km desde el puesto El Tamarisco hasta el límite oriental de la Hoja. Su ancho máximo es de 8,3 km en el Jagüel de los Milicos y se reduce a 2,3 km en las vecindades del cerrito Solo. En el puesto El Tamarisco se encuentra a una cota de 390 m y desciende hasta los 340 m en el Jagüel de los Milicos; en este punto presenta un desnivel de 100 m con la Antigua planicie aluvial pedemontana disectada y de 55 m con la Planicie psefítica del Jagüel de Canale.

El eje de la depresión se define por una cadena de bajos (del Salitral, del puesto Los Jagüelitos y Jagüel de los Milicos). La red de drenaje exhibe algunos cauces que procedentes de las áreas elevadas al oeste (niveles I y II de terrazas del río Neuquén) confluyen en un colector principal que desagua en el bajo del puesto Los Jagüelitos; hacia el este el drenaje se vuelve desorganizado, con lagunas temporarias y cauces poco definidos. Esta geoforma resulta muy clara en imagen satelital y existen diferentes interpretaciones concernientes a su origen.

Weber (1972), en la Hoja Jagüel de los Milicos, la denominó Depresión longilínea central, y le atribuyó un origen tectónico, destacando su geometría aparentemente condicionada por dos lineamientos regionales. Por otro lado, señaló la falta de evidencias de aluvio, terrazas, pedimentos de flanco y geoformas vinculadas a la planicie aluvial, tales como meandros abandonados, que invalidarían la hipótesis de un antiguo cauce fluvial.

González Díaz y Malagnino (1984) indicaron como probable que el Jagüel de los Milicos represente un antiguo piso de valle del río Negro, argumentando a favor de esta hipótesis la existencia de una serie de bajos alineados en el eje de esta geoforma. Los bajos podrían responder en su origen a fenómenos de deflación del material que constituyó el piso de valle.

Espejo y Silva Nieto (2004) consideraron que el cañadón Jagüel de los Milicos correspondería a un paleocauce de un río de importante caudal; la orientación de la depresión sugiere que podría haberse tratado del río Neuquén, extendiéndose desde la proximidad de Planicie Banderita hasta el valle del río Negro cerca de Villa Regina. En apoyo de esta idea, citaron la presencia de niveles de rodados bien preservados en el tramo inferior del cañadón Jagüel de los Milicos, interpretados por Leanza y Hugo (2001a) como terrazas; estas geoformas no son con-

sistentes con el escaso o nulo caudal del curso actual, por lo que indicarían la existencia de un río de cierta importancia afluente del río Negro.

El análisis de los niveles de rodados en el sector rionegrino de la Hoja Neuquén permite efectuar algunas consideraciones con relación a esta geoforma. En primer término, es sugestiva la continuidad de los depósitos asociados al paleocauce con el nivel II de depósitos fluviales antiguos del río Neuquén, que induce a suponer que ambos eran parte de un viejo piso del valle, flanqueado por el nivel I de terrazas del río Neuquén al norte y la planicie psefítica del Jagüel de Canale al sur. Hacia el sureste, las elevaciones de La Calera, la barda Negra y la loma de María, coronadas por los depósitos del nivel I de pedimentos y las gravas de la Formación Bayo Mesa habrían formado parte del lateral sur del primigenio valle. Los niveles subsiguientes (III a VIII) de depósitos fluviales antiguos son consistentes con el valle actual del río Neuquén y presentan un desarrollo areal significativamente menor.

En conclusión, la disposición y desarrollo de los niveles altos de rodados sugieren que originalmente el valle fluvial presentaba una orientación ESE, paralela a la escarpa de erosión de la Antigua planicie aluvial pedemontana disectada. La Depresión del Jagüel de los Milicos sería el remanente de un antiguo cauce y la Planicie psefítica de Jagüel de Canale y el nivel I de depósitos fluviales antiguos del río Neuquén serían terrazas generadas en relación con este paleocauce. En este sentido, la diferente disposición y características de las terrazas a partir del nivel III permite inferir que al tiempo de formación de este nivel de terraza se había producido un cambio en el curso del río, que adoptó una orientación SE, similar a la que tiene en la actualidad. Esta modificación determinó que las elevaciones de la Calera, la barda Negra y la loma de María pasaran a formar parte del lateral norte del nuevo valle.

Las causas y mecanismos por los cuales habría ocurrido este cambio en el curso del río no están claras. Sin embargo, considerando el mayor desarrollo areal de los niveles de terraza I y II con respecto a los subsiguientes, se podría establecer la simultaneidad del cambio de curso con una variación importante en el caudal y capacidad de carga del río, ya señalada por Fauqué (1996) en relación con cambios climáticos en tiempos posglaciales.

Cabe señalar que en el tramo inferior del cañadón del Jagüel de los Milicos, Hugo y Leanza (2001b) reconocieron fracturas extensionales que afectan a las unidades cenozoicas pre-pleistocenas,

cuya dirección principal coincide con el rumbo del cañadón. En el área de la Hoja Neuquén no se han hallado evidencias superficiales de fracturación, pero sí se conoce mediante numerosos estudios de subsuelo la presencia de lineamientos en el basamento de la cuenca aproximadamente coincidentes con esta depresión y paralelos a los sistemas de fallas de Bajada Vidal y Estancia Vieja (véase Cap. 3., Estructura y esquema tectónico). Teniendo esto en cuenta, es probable que estas estructuras hayan sido un factor de importancia en el origen y evolución de esta geoforma.

7. Planicies estructurales por arrasamiento

Estas geoformas son superficies planas horizontales o suavemente inclinadas en las que se exponen o están subaflorantes sedimentitas de los grupos Neuquén y Malargüe, controladas por la existencia de estratos resistentes. Estas superficies se originan por erosión de los términos más friables de una sucesión sedimentaria hasta la exposición superficial de una capa dura, en general de gran desarrollo areal (González Díaz y Ferrer, 1986).

Este tipo de superficies se observan en diversos sectores de la Hoja. En el flanco norte del bajo de Añelo se reconocen planicies estructurales por arrasamiento controladas por areniscas de las formaciones Portezuelo y Bajo de la Carpa.

Un área muy amplia donde el paisaje está caracterizado por estas geoformas es la región situada entre los embalses Los Barreales - Mari Menuco y el valle del río Limay. En este sector, los afloramientos de las capas rojas del Grupo Neuquén se presentan con inclinaciones muy suaves, lo que determina la existencia de diferentes planos "arrasados" a distintas alturas, así como pendientes formadas por escarpas de erosión en activo retroceso. Los planos estructurales están dados por niveles resistentes de las formaciones Huincul, Portezuelo y Bajo de la Carpa.

En el borde suroeste del bajo y al pie de la sierra Barrosa, estas geoformas responden a bancos duros de la Formación Huincul, en tanto que al sur de los cerros Challacó - Senillosa, aparecen areniscas de la Formación Portezuelo constituyendo estos planos. En general, las pendientes muestran aspecto escalonado (Foto 44).

Al norte del río Negro, las sedimentitas del Grupo Malargüe integran las Planicies estructurales por arrasamiento del noroeste rionegrino de González Díaz y Malagnino (1984), que conforman un bajo

paisaje mesetiforme con aspecto escalonado determinado por bancos resistentes, en particular las calizas de la Formación Roca. Es común la presencia de mesillas y cerros testigo, así como paisajes de huayquerías en las rocas más friables de granulometría fina.

8. Bajos

La presencia de bajos es una característica frecuente en el paisaje de la Patagonia extraandina. En el ámbito de la Hoja Neuquén existen varias depresiones de importancia por su extensión, algunas de las cuales fueron inundadas como parte de las obras hidroeléctricas e hidráulicas. En primer lugar, se encuentra el bajo de Añelo, situado en el ángulo noroccidental de la Hoja, en tanto que son significativas las cuencas de Los Barreales y Mari - Menuco, ocupadas por sendos lagos artificiales, y la cuenca de Vidal, que actualmente es el lago Pellegrini.

El bajo de Añelo es una amplia cuenca endorreica con drenaje centrípeto que conforma un verdadero nivel de base local (Fauqué, 1996). Se halla parcialmente bordeada por amplias zonas pedimentadas (pedimentos convergentes del bajo de Añelo), y la parte central de la depresión tiene acumulaciones clásticas psamo-pelíticas derivadas de la acción fluvial, lacustre y eólica. En algunos sectores, parcialmente desconectados, existen cuerpos temporarios de agua, limitados a veces por acumulaciones medanosas.

La cuenca de Vidal también está flanqueada por superficies de pedimentación actualmente muy disectadas; al pie de estas pendientes es posible observar cordones litorales de grava como consecuencia de las variaciones de nivel del lago artificial.

Con relación al origen de estas depresiones, se han invocado diversos factores que contribuyeron a su formación, como tectónicos (cruceros de fracturas), litológicos (disolución, infiltración diferencial de limo), o bien procesos exógenos, en particular deflación. En cualquier caso, estas depresiones mayores tienen una historia compleja en la cual, independientemente del origen que se considere para el germen del bajo, los procesos subaéreos de meteorización, remoción en masa, acción hídrica y deflación son los que determinan su exondación (González Díaz y Ferrer, 1986; Fauqué, 1996).

Además de estas depresiones mayores son muy comunes los bajos de menores dimensiones, casi siempre ocupados por lagunas temporarias o



Foto 44. Vista de afloramientos del Grupo Neuquén desde el cerro Grande de Challacó hacia el suroeste. El paisaje puede caracterizarse como una planicie estructural por arrasamiento, controlada por bancos areniscosos resistentes de la Formación Portezuelo.

salinas, en general elaborados sobre sedimentitas friables. En estos casos, la deflación ha cumplido un rol importante en el origen y modelado posterior de las depresiones (Fauqué, 1996). Ejemplos de esto son los bajos del Salitral (Neuquén), los Barreales Colorados, el bajo Los Barriales al norte del Jagüel de Rosauer, los Barreales de la Amarga, Los Jagüelitos, del Salitral (Río Negro), Jagüel de los Milicos (Río Negro) y las lagunas del Toro y La Playa.

9. Paisaje eólico

Las geoformas derivadas de la acción eólica alcanzan un desarrollo importante en el ámbito del bajo de Añelo. En el sector septentrional existen campos de médanos longitudinales, muy visibles en imagen satelital, que presentan una orientación casi E-O en concordancia con los fuertes vientos predominantes en la región. En áreas centrales del bajo es posible observar depósitos eólicos sin morfología propia, del tipo de acumulaciones al reparo, arenales o mantos arenosos, en general relacionados con depósitos fluviales muy distales.

En otros sectores de la Hoja son comunes las plumas o filamentos eólicos dispuestos según los vientos predominantes. En el área entre los lagos Los Barreales y Mari - Menuco, los afloramientos del

Grupo Neuquén están “suavizados” por este tipo de acumulaciones arenosas, que se disponen en dirección ENE. Hacia el este de ambos espejos de agua, las plumas son aún más evidentes, visibles por cambios de coloración en la imagen satelital. Depósitos similares pueden señalarse sobre los niveles de terraza altos del río Neuquén entre Planicie Banderita y la ciudad de Neuquén; aquí el material procede de las depresiones situadas al oeste de los niveles de terraza, tales como los Barreales Grande y Chico y El Salitral, lo que denota la activa exportación de material por deflación.

10. Planicies aluviales y abanicos aluviales

Esta unidad agrupa a depósitos fluviales y abanicos aluviales que se están por lo general marginando bajos o en el sector distal de superficies de pedimentación. Esta forma puede observarse en el bajo de Añelo, conformada por el relleno de cauces efímeros y depósitos fluviales que integran una planicie aluvial pedemontana (Fauqué, 1996). En las proximidades del yacimiento El Medanito, esta morfología está presente en el sector distal de los pedimentos con nivel de base en el río Colorado; también puede verse marginando al bajo El Salitral y finalmente en el abanico aluvial del canal derivador del lago Pellegrini.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

Las unidades sedimentarias más antiguas registradas en la Hoja 3969-II, Neuquén, corresponden al Grupo Neuquén. De acuerdo con los conocimientos actuales, la edad de su inicio se produce con posterioridad a la conocida discordancia intercretácica determinada por la Fase Miránica Principal del Ciclo Orogénico Patagónico. Esta discordancia puede homologarse a la discontinuidad de carácter global habitualmente situada en el Cenomaniano inferior (97 ± 3 Ma).

La Fase Miránica Principal produjo un significativo cambio en la evolución de la Cuenca Neuquina, en el que el ascenso y estructuración del sector occidental inició un período de sedimentación molásica en el antepaís, representado por las sedimentitas de los grupos Neuquén y Malargüe (Ciclo Riograndico). El Grupo Neuquén se halla representado por los Subgrupos Río Limay (formaciones Candeleros, Huincul y Cerro Lisandro) -aunque en la Hoja, la primera unidad no está expuesta- Río Neuquén (formaciones Portezuelo y Plottier) y Río Colorado (formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto). Al Subgrupo Río Limay se lo asigna al Cenomaniano -Turoniano inferior, al Subgrupo Río Neuquén al Turoniano superior -Coniaciano y al Subgrupo Río Colorado al Santoniano -Campaniano inferior.

Puede inferirse que durante la depositación del Grupo Neuquén, el área de sedimentación ha sufrido una subsidencia de tipo intermitente y de variable intensidad, determinando cambios en la granulometría del material aportado y fluctuaciones en el nivel energético que producen ostensibles modificaciones en el espacio disponible para la acumulación de sedimentos. Estos cambios se ven reflejados en los diferentes estilos de sedimentación fluvial reconocidos en las diferentes unidades que lo integran. El Grupo Neuquén presenta una gran diversidad de ambientes, donde las zonas litorales de los cursos fluviales, bañados y lagunas, con importante vegetación y mayor humedad relativa, eran favorables para la vida de los gigantes reptiles que caracterizan a estos estratos. El límite superior del Grupo Neuquén coincide con la discordancia determinada por la Fase Huantráiquica acaecida durante el Campaniano (74 ± 3 Ma). En consecuencia, su depositación demandó aproximadamente 23 millones de años.

El siguiente proceso sedimentario corresponde a una ingresión de origen atlántico evidenciada a través de los registros del Grupo Malargüe o Malalhueyano, integrado, en orden ascendente, por

las formaciones Allen, Jagüel y Roca. Se interpreta que la subsidencia regional que permitió el ingreso de aguas atlánticas en la cuenca se debió a la acción de la Fase Huantráiquica. Inicialmente, la Formación Allen se depositó en un ambiente continental, evidenciado por los depósitos fluviales y la fauna de vertebrados de su sección inferior. La sección media representa ambientes litorales de baja energía, tales como planicies de marea o albuferas, en tanto que la sección superior corresponde a ambientes supramareales en condiciones de extrema aridez. Las secciones media y superior de la Formación Allen contienen microfaunas típicas de ambientes salobres, donde la presencia de escasos foraminíferos y quistes de dinoflagelados denota influencia marina, así como el registro de vertebrados (plesiosaurios). A continuación sucede transicionalmente la Formación Jagüel, cuyo contenido micro y megapaleontológico permite asignarle una edad maastrichtiana-daniana y un ambiente marino de plataforma interna de moderada profundidad y buena aireación. La unidad formacional siguiente es la Formación Roca, cuyas asociaciones de foraminíferos bentónicos denotan un paleoambiente marino con aguas someras de plataforma interna restringida. La presencia de invertebrados de valva gruesa y algo de arena en la matriz en los niveles de coquinas indica una variación gradual hacia condiciones por debajo de la zona de mareas afectadas por el movimiento de las olas. El Grupo Malargüe culmina con la depositación de la Formación El Carrizo, en condiciones netamente continentales, que indican la colmatación definitiva de la cuenca.

A principios del Cenozoico, tanto el Grupo Neuquén como el Grupo Malargüe fueron plegados y ascendidos merced a la acción de la Fase Incaica del Ciclo Orogénico Andino (36 Ma), siguiendo luego un proceso de erosión subaérea que determinó la instauración de una incipiente red de drenaje. En relación con el actual valle del río Colorado, se produjo la depositación de las sedimentitas marinas y continentales de la Formación Vaca Mahuida. La sección inferior marina de esta unidad, actualmente cubierta por la inundación del embalse Casa de Piedra, se considera de edad equivalente a otras unidades depositadas por la transgresión "patagónica", del Oligoceno tardío -Mioceno temprano. El tramo superior continental de la Formación Vaca Mahuida presenta algunos restos de mamíferos atribuidos a la edad Friasense (Mioceno medio).

En el ámbito del valle del río Negro y hacia el oeste, se registran sedimentitas epi- y piroclásticas

con fauna de mamíferos de edad Colhuehuapense (Mioceno temprano), referidas a la Formación Chichinales. Durante la depositación de esta unidad predominó un paleoclima de carácter continental de tipo subtropical; su tramo inferior refleja ambientes fluviales con cursos de moderado a escaso gradiente, cuerpos de agua someros y áreas pantanosas indicadas por la acumulación de pelitas. La fauna de vertebrados existente en la unidad consiste en formas subtropicales de hábito pastador en áreas abiertas, con grupos de árboles dispersos, como lo denota el frecuente registro de troncos fósiles aislados.

En discordancia erosiva sobre la Formación Vaca Mahuida y sobre términos del Grupo Malargüe se apoya la Formación Barranca de los Loros. Esta unidad, integrada por depósitos finos de sistemas fluviales de escaso gradiente, se encuentra rellenando un paleorrelieve irregular labrado en las sedimentitas precedentes. Su registro de mamíferos permite asignarle una edad Friasense (Mioceno medio). La Formación El Palo sucede en discordancia a la unidad anterior y se la asigna, por su contenido fósil y consideraciones regionales al Mioceno tardío - Plioceno (Edad Mamífero Huayqueriense). Las características de las sedimentitas de la Formación El Palo permiten inferir que corresponden a un ambiente continental fluvial, con acción de cursos de variable energía. Los cuerpos arenosos de carácter lenticular y evidencias de redepósitos denotan la existencia de ríos anastomosados, en tanto que las intercalaciones de arenas y limos sugieren acumulaciones de planicie aluvial.

Durante el Mioceno tardío, al tiempo de la depositación de la Formación El Palo, se produjo la Fase Quéchuica, que representa el clímax orogénico del Ciclo Ándico. La deformación miocena ocasionó reactivación de estructuras y ascenso en el sector cordillerano, el ascenso del Dorso de los Chihuidos e inversión tectónica en los principales ejes estructurales de subsuelo. En el área extraandina, los efectos se reducen a plegamiento de gran longitud de onda en estratos del Grupo Neuquén y discordancias de erosión en las acumulaciones sedimentarias neógenas.

A fines del Plioceno y principios del Pleistoceno, y como consecuencia de la Fase Diaguitica, se verificó una paulatina elevación de todo el conjunto anteriormente descripto que, concomitantemente con distintos episodios de carácter fluvial, originó procesos de denudación y acumulación, elaborándose en primer lugar un importante nivel de agradación representado por la Formación Bayo Mesa.

En el sector pampeano de la Hoja, se depositó la Formación El Sauzal, que fuera del área de estudio se apoya en discordancia sobre la Formación El Palo. A continuación tuvo lugar la elaboración de una superficie de erosión en vastos sectores del área, que fue cubierta por los depósitos que cubren el primer nivel de pedimentos y actualmente muy disectada. Episodios posteriores de agradación y erosión vinculados con la evolución de la red de drenaje llevaron a la generación de la planicie aluvial del Jagüel de Canale. En estrecha relación con el valle del río Neuquén se produjo la depositación de la Formación Agua de la Caldera.

Durante el Pleistoceno continuaron originándose importantes episodios de erosión y acumulación que llevaron paulatinamente al modelado de la actual morfología y red de drenaje, desarrollándose más o menos concomitantemente superficies de pedimentación vinculadas a distintos niveles de base, y los sucesivos niveles de depósitos fluviales antiguos de los ríos Colorado, Neuquén, Limay y Negro. Durante el Holoceno, completan el cuadro estratigráfico los depósitos de bajos y lagunas, los eólicos y fluviales - eólicos, cuya mayor expresión se encuentra en el bajo de Añelo, los aluviales y coluviales y los depósitos de las planicies aluviales actuales.

6. MICROPALAEONTOLOGÍA

El área de la Hoja 3969-II, Neuquén, es muy rica en microfósiles, especialmente en el Grupo Malargüe, y dio origen a las primeras menciones y estudios sobre diversos grupos de microfósiles en el país.

Wichmann (1919, 1922, 1924, 1927a, 1927b) mencionó ostrácodos y carofitas en las capas más altas de los Estratos con Dinosaurios y en el "Senoniano Lacustre", millares de ostrácodos y foraminíferos, así como diatomeas, en el "Senoniano Marino", y diatomeas, ostrácodos y espículas de esponjas en sus "Camadas pliocénicas". La publicación de 1919 contiene las primeras ilustraciones de ostrácodos y carofitas fósiles de la Argentina. Wichmann (1924) señaló incluso la similitud de los foraminíferos de las capas de Jagüel con los de las perforaciones de Comodoro Rivadavia.

Uno de los primeros estudios sistemáticos sobre foraminíferos fósiles del país fue basado en material de las formaciones Jagüel y Roca del área de General Roca (Bertels, 1965), al que siguieron numero-

Los trabajos de la autora, que clarificaron la estratigrafía y establecieron la edad de estas clásicas unidades, iniciando también la investigación sistemática de ostrácodos fósiles. A la región también corresponde el primer estudio de nanofósiles calcáreos realizado en el país sobre una muestra de la Formación Jagüel (Malumián, 1969).

Además de brindar información bioestratigráfica, los microfósiles son indicadores de condiciones paleoambientales y cambios relativos en el nivel del mar. El Grupo Neuquén, de ambiente continental, está caracterizado por asociaciones de carofitas y ostrácodos; la Formación Allen, por asociaciones de ambiente salobre, conformadas por ostrácodos y escasos foraminíferos; la Formación Jagüel contiene ricas y abundantes microfaunas y microfloras de ambiente francamente marino, que ilustran los cambios asociados al límite Cretácico-Paleógeno; la Formación Roca, de carácter regresivo, tiene asociaciones comparativamente más someras; finalmente, la Formación El Carrizo, brinda ostrácodos y carofitas de ambiente continental. En la figura 10 se ilustran especies planctónicas y bentónicas de los foraminíferos más representativos del Maastrichtiano y Daniano de la Hoja 3969-II, Neuquén.

GRUPO NEUQUÉN

Wichmann (1919) fue el primero en reconocer ostrácodos y carofitas en los términos más altos del Grupo Neuquén e ilustró adecuadamente algunas especies. Musacchio (1973) inició el estudio sistemático de ostrácodos y carofitas del Grupo Neuquén en el área de General Roca; describió los ostrácodos y carofitas de afloramientos situados sobre la margen derecha del río Neuquén, cerca del puente de Contralmirante Cordero y de la barranca al ubicada al oeste de la ruta nacional 234, en el desvío a Cerros Colorados. Conforman una asociación de aguas salobres que caracteriza los ambientes lacustres de la Formación Anacleto y corresponden a la Biozona de *Ilyocypris wichmanni*, asignada al Campaniano (Musacchio, 2000). La especie nominante de esta biozona es un ostrácodo, de amplia distribución, que ha sido también encontrado en la Argentina central y septentrional y en la cuenca de Campos (Brasil). Entre las carofitas, son indicadoras adicionales o secundarias de esta biozona varias especies de los géneros *Gobichara* y pequeños girogonitos de *Platychara*. Musacchio y Simeoni (1995) y Musacchio (2000) han sugerido una comunicación desde la cuenca de Campos hasta la región más

occidental de la cuenca del Colorado, basada en la similitud de carofitas y de ostrácodos de aguas salobres entre ambas cuencas. A su vez, habría existido intercambio con África y la región mediterránea europea. Musacchio (1973) también describió dos especies de carofitas de la Formación Portezuelo, en la sierra del Portezuelo, pocos kilómetros al oeste del límite occidental de la Hoja.

GRUPO MALARGÜE

Formación Allen

Varios de los estudios de microfósiles de la Formación Allen en el área correspondiente a la Hoja Neuquén provienen de las proximidades del lago Pellegrini, donde la unidad se depositó en un ambiente litoral de baja energía, de albufera o planicie de marea, con paleotemperaturas elevadas y escasas precipitaciones (Andreis *et al.*, 1974). Este ambiente se revela en el estudio micropaleontológico por el dominio de ostrácodos de aguas salobres, la restringida distribución de foraminíferos típicos de ambientes marinos marginales, y la alta frecuencia de muestras estériles.

Angelozi (1980) describió una nueva especie de ostrácodo, *Ilyocypris allenensis*, en las localidades de puesto Rebolledo y proximidades de Barba del Medio, sugiriendo un ambiente salobre, probablemente con influencia marina.

En un nivel de la parte basal de la Formación Allen, Kielbowicz (1980) encontró una asociación monoespecífica de *Ammobaculites* cf. *implanus* Crespin, que señala influencia marina. En otros niveles de la unidad reconoció ostrácodos: *Ilyocypris wichmanni* Musacchio, *I. zampalensis* Angelozi, *I. allenensis* Angelozi y *Cytherura?* sp. (Bertels, 1975a).

En el miembro superior de la Formación Allen, en una caliza intercalada entre bancos de yeso que representaría ambientes de sabkha (Andreis *et al.*, 1974), Ballent (1980) ilustró una asociación de ambiente salobre con numerosos ostrácodos, tales como *Allenocytheridea lobulata* Ballent, *Cophinia allenensis* Ballent, *Paracytheridea rionegrina* Ballent, *Wichmannella araucana* Bertels, *Alatacythere? rocana* Bertels, entre otros, acompañados por colonias de briozoarios, tubos de anélidos y restos de bivalvos. En uno de los niveles encontró escasos foraminíferos: *Miliammina?* sp. y gen. et sp. indet. Esta autora indicó una edad maastrichtiana temprana para la parte superior de la Formación

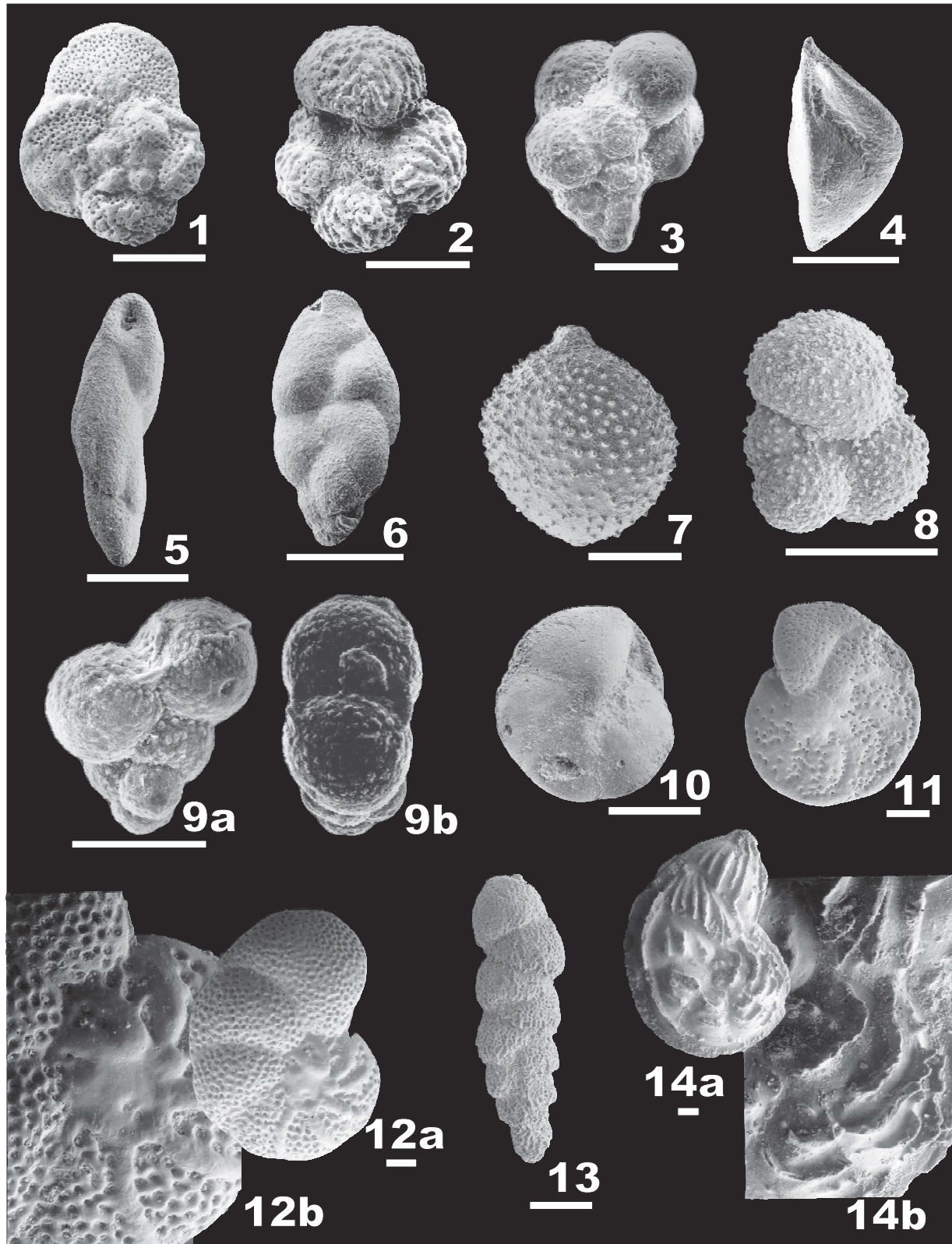


Figura 10. Foraminíferos del Maastrichtiano y Daniano de la Hoja 3969-II, Neuquén.

1-3: especies planctónicas maastrichtianas. **1,** *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady. **2,** *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer). **3,** *Guembelitra cretacea* Cushman, ejemplar con estadio final multiseriado. **4-7:** especies bentónicas maastrichtianas. **4,** *Charltonina kaasschieteri* (Bertels). **5,** *Buliminella pseudoelegantissima* Bertels. **6,** *Hilbermanella kochi* (Bertels). **7,** *Lagenoglandulina neuquensis* (Bertels). **8-9:** especies planctónicas danianas. **8,** *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann). **9,** *Woodringina claytonensis* Loeblich y Tappan; a, vista lateral; b, vista apertural. **10-14:** especies bentónicas danianas. **10,** *Alabamina midwayensis* Brotzen. **11,** *Cibicidoides alleni* (Plummer). **12,** *Cibicidoides vulgaris* (Plummer); a, vista espiral, b, detalle. **13,** *Loxostomina eleganta* (Plummer). **14,** *Marginulinopsis ulatisensis* (Boyd); a, vista lateral; b, detalle. Las barras de escala equivalen a 100μm.

Allen, por correlación con la parte más baja del Miembro superior de la Formación Huantraico, sobre la base de la similitud con la microfauna descrita por Bertels (1969a).

Echevarría (1982, 1984) investigó una asociación de ostrácodos de ambiente salobre, conformada por los géneros *Alatacythere?*, *Huillicythere?*, *Ilyocypris*, *Metacypris?*, *Ovocytheridea?* y *Perissocytheridea?*. Tanto los registros de Kielbowicz (1980) como los de Ballent (1980) y Echevarría (1982, 1984) se dan en las proximidades de lago Pellegrini.

Fuera del área de la Hoja, al norte de Los Barriales, en la localidad de El Caracol, Náñez y Concheyro (1996) citaron una asociación de ostrácodos estudiada por Echevarría (1993), similar en composición y posición estratigráfica a la descrita por Ballent (1980) para el área de lago Pellegrini. La asociación de El Caracol proviene de un nivel estromatolítico del techo de la Formación Allen, que representaría ambientes intermareal superior a supramareal, en condiciones de extrema aridez (Barrio, 1990b). No se encontraron indicadores marinos como foraminíferos o briozoarios, aunque Barrio (1990b) señaló foraminíferos en cortes delgados.

En el perfil de Lomas Coloradas, al norte de Los Barriales, Palamarczuk y Gamero (1988) mencionaron un espectro polínico con componentes alóctonos (terrestres), la megaspora *Granelispora evansii*, elementos acuáticos continentales (*Azolla*, *Pediastrum* y *Botryococcus*) y, sólo en un nivel, escasos quistes de dinoflagelados. Sugirieron depositación en cuerpos de aguas salobres, tal vez albuferas. Destacaron la ausencia de *Nothofagidites* y la escasez de granos sacados de gimnospermas, sugiriendo un clima cálido y seco, en concordancia con los resultados sedimentológicos de Andreis *et al.* (1974).

Formación Jagüel

La Formación Jagüel, de edad maastrichtiana a daniana, representa el pico de la transgresión dentro del Grupo Malargüe, alcanzando profundidades máximas de plataforma media a externa. Es muy rica en microfósiles marinos, destacándose los foraminíferos, planctónicos y bentónicos, ostrácodos y nanofósiles calcáreos, así como dinoflagelados, en general con buena preservación.

Dentro del área de la Hoja se cuenta con perfiles que incluyen el límite Cretácico-Paleógeno, siendo de particular interés el de Bajada del Jagüel. Otras

localidades de interés micropaleontológico incluyen los afloramientos situados en el km 25 de la ruta provincial 8, donde Bertels (1980) describió parte de los foraminíferos maastrichtianos, el perfil Opaso (Náñez y Concheyro, 1993, 1996; Papú *et al.*, 2000), que también contiene el límite Cretácico-Paleógeno, y los perfiles de sierra Blanca (Angelozzi, 1988) y Puesto sin Nombre (Concheyro, 1988; Náñez y Concheyro, 1993, 1996), con buenas exposiciones del tramo daniano de la unidad. Cabe señalar asimismo, la localidad tipo de la Formación Roca, donde en la base del perfil se exponen pelitas de la Formación Jagüel; incluso, de los niveles más bajos se recuperó una microfauna marina maastrichtiana. Del subsuelo también se ha ilustrado microfauna de la Formación Jagüel, proveniente de la perforación Allen 3 (Malumián, 1984).

Los primeros estudios micropaleontológicos sobre la Formación Jagüel fueron llevados a cabo por Bertels (1965, 1968, 1969a, 1969b, 1970a, 1970b, 1971, 1972, 1973, 1975a, 1975b, 1975c, 1975d, 1978, 1979), quien investigó los foraminíferos y ostrácodos, esclareciendo la estratigrafía y edad de esta formación y de la suprayacente Formación Roca.

También fue pionero el trabajo de Mailhe *et al.* (1967), quienes examinaron los foraminíferos de tres muestras del Rocanense de la cuenca de Añelo, asignándolos al Daniano. Sobre estas mismas muestras, Heisecke (1970) estudió el paleomicroplancton.

De acuerdo con el criterio litoestratigráfico seguido en esta Hoja, la Formación Jagüel es de edad maastrichtiano-daniana. Sin embargo, tanto la Formación Jagüel como la Formación Roca son diacrónicas. Hacia el norte, en el extremo noroeste de la Cuenca Neuquina, en la provincia de Mendoza, ambas formaciones son maastrichtianas, encontrándose el límite Cretácico-Paleógeno en facies continentales del tramo basal de la Formación Pircala (Parras *et al.*, 1998, 2004; Parras, 1999; Parras y Casadío, 1999).

La Formación Jagüel contiene gran cantidad de foraminíferos y ostrácodos, que sugieren una marcada profundización de la cuenca (Bertels, 1975c). Las capas basales de la Formación Jagüel poseen una microfauna que señala un ambiente francamente marino, en contraste con el ambiente marino marginal con influencia continental de la infrayacente Formación Allen (Barrio, 1990b; Ardolino *et al.*, 1996).

Si bien hay pocas localidades estudiadas, las capas basales de la Formación Jagüel brindaron hasta ahora una asociación de foraminíferos de baja di-

versidad, conformada exclusivamente por bentónicos, de plataforma interna y escasa profundidad. Esta asociación se encontró en la localidad de El Caracol, en las capas basales de la Formación Jagüel apoyadas sobre la Formación Allen, y en el perfil Borde Montuoso, un pequeño corte artificial que bordea al pozo de petróleo B.Mo. x-9, en el bajo de Añelo, aunque en esta localidad no se observó el contacto con la Formación Allen (Náñez y Concheyro, 1993, 1996). Las especies dominantes son *Glandulina acuminata* Costa y "*Discorbis correcta*" Carsey; son abundantes *Favolagena ardolinoi* Malumián, Náñez y Caramés, *Patellina subcretacea* Cushman y Alexander, *Pseudopolymorphina leopolitana* (Reuss) y *Pseudopolymorphina* sp. Acompañan abundantes ostrácodos y fragmentos de equinodermos (Náñez y Malumián, 1995; Náñez y Concheyro, 1996). En el área de lago Pellegrini, las capas basales de la Formación Jagüel, en contacto con la Formación Allen, brindaron una asociación de foraminíferos de composición comparable (Bertels, en Andreis *et al.*, 1974; Kielbowicz, 1980).

En la localidad de Bajada del Jagüel están expuestos aproximadamente 30 m de pelitas, de edad maastrichtiana a daniana, con una rica microfauna, compuesta por foraminíferos y ostrácodos, originalmente estudiados por Bertels (1969b, 1980), así como nanofósiles y dinoflagelados. El perfil es de marcado interés porque contiene el límite Cretácico-Paleógeno, situado a aproximadamente 15 m por debajo de la base de la Formación Roca (véase Bertels, 1980; Náñez *et al.*, 2002; Náñez *et al.* en preparación). Es probablemente la mejor localidad del país para el estudio del límite Cretácico-Paleógeno, y una de las pocas del Hemisferio Sur que expone el pasaje Cretácico-Paleógeno en facies marinas someras. La asociación de foraminíferos está compuesta de formas planctónicas y bentónicas. Según los muestreos de Náñez y Concheyro (1993, 1996) y Náñez *et al.* (2002), en la base del perfil la asociación de foraminíferos planctónicos está dominada por *Guembelitra cretacea* Cushman, una especie característica de ambientes de plataforma y de mares marginales (Kroon y Nederbragt, 1990). Hacia arriba se incrementa la diversidad de la asociación planctónica, y dominan especies de enroscamiento biserial, acompañadas por triseriales y trocoespirales. A aproximadamente 11 m por debajo del límite Cretácico-Paleógeno aparecen algunos ejemplares carenados, que son característicos y abundantes en ambientes oceánicos abiertos. Corresponden princi-

palmente a *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady. La mayor diversidad de la asociación planctónica, incluyendo especies carenadas, se interpreta como el máximo de la transgresión, que habría alcanzado profundidades de plataforma media a externa. Este máximo transgresivo se refleja también en los moluscos, y coincide con el ingreso de formas tethianas, indicadoras de aguas cálidas (Casadio, 1998; Parras *et al.*, 2004). Hacia arriba, en los últimos metros del Maastrichtiano, el decrecimiento en la diversidad en la asociación planctónica, nuevamente dominada por *Guembelitra cretacea*, sugiere un descenso relativo del nivel del mar. El incremento de palinomorfs terrestres en las capas más altas del Maastrichtiano en el cercano perfil Opaso, señalaría asimismo un descenso relativo del nivel del mar (Papú *et al.*, 1996, 2000). El límite Cretácico/Paleógeno coincide con una capa arenosa que fue interpretada como depositada por un tsunami (Palamarczuk y Habib, 2001; Scasso *et al.*, 2005) o como una capa de cenizas (Náñez *et al.*, 2002; Palamarczuk *et al.*, 2002). Es una capa de alrededor de 10 cm de espesor, formada por abundante material de origen volcánico, pero sin vidrio, con bioturbación. La capa ya contiene foraminíferos planctónicos danianos, *Woodringina claytonensis* Loeblich y Tappan, aunque la posibilidad de que su presencia se deba a bioturbación no puede descartarse. La capa del contacto y los primeros 75 cm de arcilitas suprayacentes contienen una asociación planctónica con *Guembelitra cretacea*, *Woodringina claytonensis* Loeblich y Tappan, y *Woodringina* sp. En la parte superior de este tramo se agrega *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann). Estos primeros 75 cm de pelitas sobre la capa del límite corresponderían a las biozonas P±/P1a de Berggren *et al.* (1995), del Daniano inferior. No es posible una mayor precisión bioestratigráfica dado el muy bajo porcentaje de foraminíferos planctónicos en ese tramo, y la ausencia de la especie índice de la biozona P±, *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher y Premoli Silva). A ca. un metro sobre la capa del límite, el marcado incremento en el porcentaje de planctónicos se interpreta como un pulso transgresivo. Está asociado con la primera aparición en el perfil de *Parasubottina pseudobulloides* (Plummer), acompañada de *Eoglobigerina edita* (Subbotina), *Eoglobigerina eobulloides* (Morozova), *Praemurica pseudoinconstans* (Blow), *Parasubbotina* cf. *variata* (Subbotina), *Globoconusa daubjergensis* y *Guembelitra*

cretacea, conjunto que correspondería a las biozonas P1a/b de Berggren *et al.* (1995). Hacia arriba, continúan aproximadamente unos 15 m de Daniano, que en su tramo superior evidencian una disminución en la cantidad y diversidad de los foraminíferos planctónicos y bentónicos, indicando una secuencia regresiva, que culmina con las coquinas y areniscas bioclásticas de la Formación Roca (véase Bertels, 1975c).

En términos generales, la asociación de foraminíferos bentónicos mastrichtianos de la Formación Jagüel está caracterizada por la abundancia de bulimináceos, escasez de nodosariáceos y por contener algunas especies endémicas (Malumián y Náñez, 1984; Bertels, 1986; Náñez y Malumián, 1995, 2004; Malumián *et al.*, 1995). El porcentaje de especies endémicas mastrichtianas de la Cuenca Neuquina - Colorado ha sido calculado en 12,72 % por Bertels (1986), quien sobre esa base reconoció la Subprovincia de Neuquén, Mendoza y del Colorado. Un estudio posterior de Malumián *et al.* (1995) indicó un porcentaje de especies endémicas de 8,7 %, diferencia debida fundamentalmente al mayor número de especies bentónicas totales reconocidas. Si bien generalmente se ha considerado que hay diferencias sustanciales entre las asociaciones del Cretácico terminal de las cuencas Neuquina - Colorado y Austral o Magallanes, por factores oceanográficos y topográficos como la dorsal de Río Chico (*cf.* Bertels, 1986), las diferencias no son tan marcadas a partir del conocimiento de asociaciones mastrichtianas del norte de la cuenca Austral, y varias especies serían comunes a las dos cuencas (Náñez y Malumián, 1995). La microfauna bentónica mastrichtiana es marcadamente diferente a la daniana (Náñez y Malumián, 1995; Malumián *et al.*, 1995), y el cambio se produce en el entorno del límite Cretácico-Paleógeno (Náñez y Malumián, 2004; Náñez *et al.*, en preparación). Al menos una de las especies endémicas propias del Mastrichtiano, *Buliminella pseudoellegantissima* Bertels, sobrevive a la crisis del límite Cretácico-Paleógeno, y es muy abundante en las fracciones finas de las capas danianas basales del perfil de Bajada del Jagüel. La asociación daniana de foraminíferos bentónicos es de carácter cosmopolita, y corresponde a la denominada Asociación tipo Midway, propia de ambientes de plataforma (50-200 m de profundidad) del Paleoceno (Berggren y Aubert, 1975; Malumián, 1978, 1982; Malumián y Caramés, 1995; Náñez y Malumián, 1995; Náñez y Concheyro, 1996). Esta

asociación está ampliamente distribuida en el Daniano de la Patagonia (Malumián y Caramés, 1995).

Los ostrácodos de la Formación Jagüel fueron estudiados por Bertels, y muchos de ellos descriptos de los perfiles situados 5 km al norte de General Roca (Bertels, 1975b). El aspecto más destacado de los ostrácodos mastrichtianos y danianos de la Patagonia septentrional es la fuerte similitud con faunas del África occidental (Bertels, 1995). Esta autora reconoció cuatro grupos de ostrácodos: 1) aquéllos con fuerte similitud y casi idénticos a los de África occidental, como formas de *Cytherella*, *Paracypris*, *Argilloecia* y *Bythocythere*; 2) formas relacionadas genéticamente con taxa africanos como *Togoina*, *Nigeria* y *Afranticythereis*; 3) grupos de amplia distribución geográfica y 4) formas endémicas o de distribución limitada como *Wichmannella*, *Rocaleberis* y *Neoveenia*. Géneros como *Togoina* y *Afranticythereis* parecen tener su origen en la Patagonia (Bertels, 1995). Al igual que con los foraminíferos, en la Patagonia septentrional la asociación de ostrácodos del Mastrichtiano es muy diferente a la asociación daniana, con una extinción masiva a nivel específico y de la mayoría de los géneros endémicos del Hemisferio Sur en el límite Cretácico-Paleógeno (Bertels, 1975b, 1995).

Los ostrácodos mastrichtianos más abundantes en los perfiles del área de General Roca (Bertels, 1975d) son *Sphaeroleberis? abnormis* Bertels, *Nigeria argentinensis* Bertels, *Mosaeleberis? argentinensis* Bertels, *Cytherella utilis* Bertels, *Nigeria punctata* Bertels, *Nigeria jaguelensis* Bertels, *Wichmannella magna* Bertels, *Cythereis? excellens* Bertels, *Cythereis? rionegrensis* Bertels, *Cythereis? incerta* Bertels, *Cytherella terminopunctata* Holden, *Paracypris jaguelensis* Bertels, *Afranticythereis venusta* (Bertels), *Afranticythereis arcana* (Bertels), *Afranticythereis? attenuata* (Bertels), *Bradleya? patagonica* Bertels, *Protocosta spinosa* Bertels, *Cytheromorpha? flexuosa* Bertels, *Trachyleberis noviprinceps* Bertels, *Trachyleberis princeps* Bertels, *Rocaleberis araucana* (Bertels), *Platycythereis? vellata* Bertels. La asociación es adjudicada a la Biozona de *Veenia (Nigeria) punctata*, originalmente definida en el área de Huantraico, provincia del Neuquén. Las tres últimas especies mencionadas provienen principalmente del horizonte más bajo de uno de los perfiles, la muestra NCW 12, que brindó una asociación compuesta exclusivamente por

ostrácodos, con excepción de un único foraminífero arenáceo. Ese horizonte fue asignado al Piso Jagüeliano inferior, de probable edad maastrichtiana temprana, y correlacionado con el miembro superior de la Formación Huantraico, con el cual hay algunas especies en común (Bertels, 1969b, 1975d). Esta asociación indicaría un ambiente marino normal con probables oscilaciones de salinidad y escasos metros de profundidad (Bertels, 1975d). El horizonte corresponde a las capas más bajas del miembro superior de la Formación Jagüel (*sensu* Bertels, 1969b), y podría representar a los ambientes marinos someros de la base de esta unidad.

El tramo daniano de la Formación Jagüel comparte muchas especies con la suprayacente Formación Roca. Las especies frecuentes o abundantes en el tramo daniano de la Formación Jagüel, mencionadas por Bertels (1973) para el perfil NCW (Norte Cuchilla Oeste), incluyen *Afranticythereis schilleri* (Bertels), *Togoina australis* Bertels, *Neoveenia argentinensis* Bertels, *Actinocythereis indigena* Bertels, *Afranticythereis? inconnexa* (Bertels), *Cytherella* sp. aff. *C. bullata* Alexander, *Loxoconcha similis* Bertels, *Munseyella laurea* Bertels, *Cytherella* sp. aff. *C. utilis* Bertels y *Paracypris?* sp. En la Hoja Neuquén, ostrácodos de la Formación Jagüel de la perforación Allen III, tanto danianos como maastrichtianos, fueron ilustrados por Echevarría (1984). La asociación de ostrácodos danianos de la Cuenca Neuquina, al igual que los foraminíferos, parece tener amplia distribución en la Patagonia, e incluso ha sido registrada en el Daniano de la región de Río Turbio (Caramés y Malumián, 2000).

El primer estudio de nanofósiles calcáreos en el país fue realizado por Malumián (1969, 1984) sobre una muestra maastrichtiana, coleccionada por Bertels al norte de General Roca. La asociación fue adjudicada a la Biozona de *Lithraphidites quadratus*, del Maastrichtiano medio, y se notó la ausencia de *Nephrolithus frequens* Gorka. Angelozzi (1988) analizó el nanoplancton calcáreo en muestras del área de sierra Blanca, región del bajo de Añelo, asignándolos a la biozona NP3 (Daniano). Nuevos trabajos en la región de ese bajo determinaron una edad maastrichtiana tardía, basada en la presencia de *Micula mura* y *Nephrolithus frequens* para el tramo cretácico de la Formación Jagüel (Concheyro y Náñez, 1994; Concheyro, 1995; Náñez y Concheyro, 1996; Náñez *et al.*, 2002; Scasso *et al.*, 2005). Dentro del tramo daniano, los estratos inferiores de la unidad corresponden a las biozonas NP1/NP3

(Daniano), y los superiores a la biozona NP4, que se extiende del Daniano tardío al Selandiano (Concheyro y Náñez, 1994; Concheyro, 1995, 2004; Náñez y Concheyro, 1996).

Con respecto a las palinofloras de la Formación Jagüel, si bien no se tratan en detalle en este capítulo, cabe mencionar estudios palinológicos que involucran al área de que abarca esta Hoja, como los de Heisecke (1970), Palamarczuk y Gamarro (1988), Papú *et al.* (1996, 2000), Palamarczuk (1997, 2004), Palamarczuk y Habib (2001), Palamarczuk *et al.* (2002) y Barreda *et al.* (2004).

La edad de la Formación Jagüel se extiende desde el Maastrichtiano tardío al Daniano tardío. Las investigaciones de Bertels (1965, 1970a, 1980) sobre los foraminíferos planctónicos de la unidad identificaron un tramo cretácico, de edad maastrichtiana media, y otro cenozoico, de edad daniana temprana. Cabe señalar que Bertels incluyó el tramo daniano dentro de la Formación Roca. Trabajos posteriores de nanofósiles y dinoflagelados precisaron una edad maastrichtiana tardía para el tramo cretácico de la Formación Jagüel (Concheyro y Náñez, 1994; Concheyro, 1995; Náñez y Concheyro, 1996; Papú *et al.*, 1996, 2000; Palamarczuk, 1997; Palamarczuk y Habib, 2001; Náñez *et al.*, 2002; Palamarczuk *et al.*, 2002; Scasso *et al.*, 2005). La ausencia de foraminíferos planctónicos indicadores del Maastrichtiano tardío, como *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli) y *Plummerita hantkeninoides* (Brönnimann), probablemente es debida al carácter somero del paleoambiente. La edad daniana del tramo cenozoico de la Formación Jagüel fue inicialmente establecida mediante foraminíferos (Bertels, 1965, 1970a; Mailhe *et al.*, 1967; Malumián, 1970). Posteriores estudios de nanofósiles y foraminíferos planctónicos indicaron una edad daniana tardía para la parte superior de la Formación (Concheyro y Náñez, 1994; Náñez y Concheyro, 1996). La Formación Jagüel contiene el límite Cretácico-Paleógeno, aunque la transición podría no estar completamente representada, dada la ausencia de *Parvularugoglobigerina eugubina*, indicadora de la segunda biozona del Daniano basal. Sin embargo, esta ausencia también podría deberse a razones paleoambientales.

La Formación Jagüel se depositó en un ambiente marino, que habría alcanzado profundidades máximas de plataforma media a externa. Sin embargo, los ambientes de plataforma interna son probablemente los más representados. Las asociaciones planctónicas, dominadas por *Guembelitra cretacea*,

característica de ambientes inestables como plataformas y mares marginales, y la marcada escasez de foraminíferos carenados, propios de ambientes oceánicos abiertos, es coherente con la paleogeografía de la Cuenca Neuquina - Colorado, correspondiente a un mar marginal. En el tramo Maastrichtiano, la abundancia de foraminíferos de hábito infaunal y de bulimináceos sugiere cierta deficiencia de oxígeno en el fondo marino.

Formación Roca

Esta formación contiene una rica microfauna compuesta de foraminíferos y ostrácodos, así como nanofósiles. Los foraminíferos reflejan un paleoambiente más somero que el de la infrayacente Formación Jagüel. Son asociaciones de baja diversidad, caracterizadas por los géneros *Protelphidium*, *Buliminella*, *Boltovskoyella*, polimorfínidos y miliólidos (Bertels, 1965; Náñez y Concheyro, 1996).

Si bien la Formación Roca contiene elementos de la asociación cosmopolita de foraminíferos “tipo Midway” (Berggren y Aubert, 1975; Malumián y Caramés, 1995), se distingue por dos especies aparentemente endémicas: *Boltovskoyella paleocenica* Náñez y *Buliminella isabelleana* Camacho. La primera se conoce en los afloramientos de los cerros Bayos (provincia de La Pampa), en el perfil Puesto sin Nombre y en el área de General Roca (Náñez, 1996, 1998). También se ha registrado en el subsuelo de la península de Valdés (Náñez, 1998; Caramés *et al.*, 2004). Hasta el presente, se la considera endémica de la Patagonia. *Buliminella isabelleana* es una especie abundante en el Daniano, aunque se la encuentra también en el Maastrichtiano, y es dominante en ambientes marinos marginales (Malumián y Caramés, 1995, 2002; Malumián *et al.*, 1995). En particular, la forma con ornamentación de tubérculos es característica de la Cuenca Neuquina-Colorado (Malumián y Caramés, 1995). Si bien *Buliminella isabelleana* ha sido considerada endémica de la Patagonia y de la Antártida, Malumián y Caramés (2002) señalaron que es un potencial sinónimo de *Buliminella westraliensis* Parr.

Los foraminíferos planctónicos son escasos o están ausentes. Corresponden mayormente a *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann), una especie abundante en altas latitudes y en asociaciones planctónicas cercanas a la costa (D'Hondt *et al.*, 1999).

Los ostrácodos fueron estudiados por Bertels (1969c, 1973, 1975c, 1995), quien destacó la afini-

dad con taxa de Africa occidental. En el perfil tipo de la Formación Roca, las especies más abundantes son: *Neoveenia argentinensis* Bertels, *Wichmannella meridionalis* Bertels, *Huantraiconella prima* Bertels, *Togoina australis* Bertels, *Paracypris?* sp., *Cyamocytheridea felix* Bertels y *Buntonia rocanortensis* Bertels. De material proveniente del perfil tipo de la Formación Roca, Bertels (1969c) propuso una nueva subfamilia de ostrácodos, *Rocaleberidinae*, integrada por los géneros *Rocaleberis*, *Wichmannella* y *Neoveenia*, que son muy representativos de las asociaciones de ostrácodos del Maastrichtiano y Daniano de la Patagonia septentrional.

Los nanofósiles de la unidad se conocen especialmente del perfil Puesto sin Nombre, con la presencia de *Cruciplacolithus edwardsii* Romein, *Neochiastozygus perfectus* Perch Nielsen, *Neochiastozygus saepes* Perch Nielsen y *Nodosella elegans* Perch Nielsen. También se han recuperado del área de Bajada del Jagüel, pero son más escasos y de peor preservación (Concheyro y Náñez, 1994; Concheyro, 1995; Náñez y Concheyro, 1996).

La edad de la Formación Roca, basada en nanofósiles y foraminíferos planctónicos, corresponde al Daniano tardío (Concheyro y Náñez, 1994; Náñez y Concheyro, 1996). Cabe indicar que esta formación es diacrónica, siendo de edad maastrichtiana tardía en la provincia de Mendoza (Parras *et al.*, 1998; Parras y Casadío, 1999). La composición de la asociación de foraminíferos, en tanto, sugiere un ambiente marino de plataforma interna, de escasa profundidad, cercano a la costa.

Formación El Carrizo

En la localidad tipo de la Formación El Carrizo, al norte de las localidades de Allen y Guerrico, Musacchio y Moroni (1983) describieron una asociación de ambiente continental, compuesta por ostrácodos y carofitas. Los ostrácodos corresponden a tres formas del género *Ilyocypris*, *Cypridopsis* (*Pionocypris*) sp., *Cypridacea* gen. et sp. indet. y *Lymnocythere* sp. Las carofitas corresponden a “*Platychara perlata*” (Peck y Reker), *Peckichara* cf. *varians meridionalis* Massieux, *Lamprothamnium* sp., gen. et sp. indet. forma A. Ciertos taxa de la asociación sugieren una edad paleocena, más que eocena. Los autores señalaron que no hay un cambio tajante a nivel genérico, o aun específico, entre las asociaciones de carofitas y ostrácodos del

Cretácico terminal de la cuenca con los de la Formación El Carrizo, a diferencia de lo que ocurre en el dominio oceánico con las floras y faunas planctónicas, afectados por la extinción en masa del límite Cretácico/Paleógeno.

La asociación de carofitas de la Formación El Carrizo fue la base para definir la Biozona de *Peckichara* cf. *varians meridionalis*, de Musacchio (1989), o Biozona de *Peckichara varians* (véase Musacchio, 2000). Se registra también en la Formación Pircala, expuesta en el sur de la provincia de Mendoza (Musacchio y Moroni, 1983; Musacchio, 1995, 2000).

7. DINOSAURIOS Y OTROS VERTEBRADOS TERRESTRES

El norte de la Patagonia se destaca a escala continental por su sorprendente registro de fósiles mesozoicos. La historia de los hallazgos de vertebrados, y especialmente dinosaurios, en sedimentitas cretácicas del ámbito de la Hoja 3969-II, Neuquén, es compleja y diversa. Los primeros restos de dinosaurios han sido sin duda encontrados por los indígenas que habitaban la región. No se posee información acerca de los tehuelches Gununaken, ya que estos pueblos nómades, que vivieron en el norte patagónico durante varios miles de años, fueron absorbidos durante la expansión de los araucanos como consecuencia de la presión que el hombre blanco ejerció sobre ellos desde Chile. Sin embargo, muchas de las leyendas de la tradición mapuche cobran rápida forma cuando se las piensa en el ámbito de las bardas del noroeste patagónico.

La serpiente “Cai-Cai”, por ejemplo, vivía en el interior de algunos cerros. Según reza la leyenda, hace tiempo, durante una extensa inundación, de carácter mundial según la tradición, la serpiente que moraba en el cerro donde un grupo de indígenas se había refugiado, elevó el cerro y las aguas no pudieron inundarlo.

Baste pensar en las largas colas o cuellos de los dinosaurios saurópodos incluidos en las bardas para tener la imagen de una serpiente gigante que vive en el interior de los cerros. Es más, baste un grupo de personas aisladas por alguna inundación, buscando exhaustivamente alimentos en las bardas del noroeste patagónico para dar con los restos fósiles de un saurópodo; bien conocen los paleontólogos de vertebrados la sorprendente abundancia de esos grandes dinosaurios en las bardas del Neuquén.

Los primeros restos de dinosaurios dados a conocer por el hombre blanco fueron, en efecto, vértebras de dinosaurios saurópodos enviadas en 1882 a Florentino Ameghino por el Comandante Buratovich, quien se hallaba en la zona del Neuquén durante las etapas finales de la Campaña al Desierto, por intermedio del entonces presidente Julio A. Roca. Poco después, más huesos le fueron enviados por el Capitán e Ingeniero militar G. Rhode, y en 1887, por el comandante del Neuquén, coronel Antonio Romero.

Los primeros restos descritos en el ámbito de esta Hoja fueron los de *Titanosaurus australis* y *Microcoelus patagonicus* (Lydekker, 1893), cuyos materiales tipo provienen de la margen derecha del río Neuquén, aguas arriba de su confluencia con el Limay y unos pocos kilómetros aguas arriba del puente ferroviario. De estas especies, la primera fue cambiada de género por Powell (1992) y es ahora conocida como *Neuquensaurus australis*, mientras que la segunda no representa materiales realmente diagnósticos de ninguna especie de titanosaurio en especial, por lo que ya no es considerada válida.

Ninguna etapa de la historia de los dinosaurios se halla tan bien representada en nuestro país, y en especial en la Cuenca Neuquina, como el Cretácico tardío (Leanza *et al.*, 2004). Ricos afloramientos correspondientes a sedimentitas depositadas en esa época, pueden ser halladas en la Hoja (véase cuadro 2), en la misma ciudad de Neuquén (Formación Bajo de la Carpa) y en la zona de Cinco Saltos (Formación Anacleto). Destacables son asimismo los hallazgos efectuados en la zona de Loma de la Lata (formaciones Portezuelo y Bajo de la Carpa), Añelo (Formación Portezuelo), al norte de Senillosa (Formación Plottier) y en la sierra Barrosa (Formación Plottier).

En el ámbito de la Hoja, la unidad más antigua aflorante es la Formación Huincul. Sin embargo, pocos metros al norte de su límite septentrional, en el norte del bajo de Añelo, se han hallado dos dinosaurios en sedimentitas de la Formación Candeleros, por lo que también serán rápidamente mencionados aquí.

Formación Candeleros

Al menos un dinosaurio carnívoro ha sido registrado en esta unidad a muy corta distancia (1500 m) del límite norte de la Hoja, en la comarca del bajo de Añelo. Se trata de un abelisauroideo que se halla aún en estudio (Calvo *et al.*, 1999).

Formación Huincul

Si bien durante el tiempo de depósito de las sedimentitas de esta unidad vivieron en la Cuenca Neuquina los más grandes dinosaurios conocidos, no se han encontrado restos fósiles de importancia en el ámbito de la Hoja.

Formación Cerro Lisandro

Esta unidad formacional ha provisto hasta el momento unos pocos hallazgos, ninguno de ellos en el ámbito de la Hoja.

Formación Portezuelo

En la zona de Loma de la Lata, en la orilla norte del lago Los Barreales han sido colectadas en los últimos años muy completas faunas por parte del equipo del museo de la Universidad Nacional del Comahue liderado por Jorge O. Calvo. La riqueza fosilífera ha justificado la creación de una estación de colecta e investigación permanente llamada CEPALB (Centro Paleontológico Los Barreales). El mas impresionante de esos restos tal vez sea el gran saurópodo titanosaurio '*Futalongkosaurus*', con un peso estimado en 60 toneladas y una longitud de 35 m, midiendo algunas vértebras del cuello más de un metro de longitud (Calvo *et al.*, 2001a, 2001b;

Calvo, 2002). Sus vértebras caudales, con una bocha articular posterior (procélicas) y la ausencia de articulaciones vertebrales accesorias (complejo hipósfeno-hipantro), muestra que este saurópodo pertenece a un grupo avanzado de titanosaurios (Calvo *et al.*, 2001a).

Otros titanosaurios de los mismos niveles mantenían aún caracteres primitivos como colas con vértebras de articulaciones planas (anfipláticas), vértebras dorsales con articulaciones accesorias (hipósfeno e hipantro), dientes gruesos y dedos en las manos. Los titanosaurios más avanzados, los titanosáuridos, comenzaban ya a tornarse abundantes pero los restos tanto de gruesos dientes espatulados como de finos dientes en cincel, muestran que los dos tipos se hallaban presentes (Calvo y Grill, 2003).

Uno de los aspectos importantes de la fauna de saurópodos de esta unidad es la ausencia de diplodocoideos. Si bien fueron especialmente representativos en las faunas del Cretácico inferior e inicios del superior, estos saurópodos parecen haberse extinguido globalmente durante el lapso de depositación de las Formación Huincul.

El otro grupo de dinosaurios herbívoros, los Iguanodontia, estaba también presente. Sin embargo, sus características y su papel en la partición de zonas adaptativas no es bien conocido. Los herbívoros Iguanodontia son parte de un relicto jurásico de

Cuadro 2. Localidades fosilíferas principales de la Hoja 3969-II, Neuquén.

Localidad	Formación
Sierra Barrosa (Neuquén)	Portezuelo, Plottier
Aguada del Caño (zona yacimiento Aguada del Cajón) (Neuquén)	Plottier
Loma de la Lata - Los Barreales - Añelo (Neuquén)	Portezuelo, Plottier, Bajo de la Carpa
Planicie Banderita – Los Barreales (Neuquén)	Bajo de la Carpa
San Patricio del Chañar (Neuquén)	Allen
Ciudad de Neuquén (Neuquén)	Plottier, Bajo de la Carpa
Cinco Saltos (Río Negro)	Anacleto
Lago Pellegrini y Contraalmirante Cordero (Río Negro)	Allen
Islas Malvinas, Puelén (La Pampa)	Allen

amplia distribución mundial y habrían compartido una zona adaptativa restringida, a la sombra de la gran radiación de saurópodos que ha caracterizado a Gondwana durante el Cretácico tardío. Su importancia en los ecosistemas terrestres patagónicos y en especial gondwánicos del Cretácico ha comenzado a ponerse de manifiesto en las últimas décadas. Restos de cinco iguanodontes de mediano tamaño han sido hallados en el yacimiento de Los Barreales, en la cantera de Canaan (Calvo y Porfiri, 2003a; Porfiri y Calvo, 2002).

Los dinosaurios terópodos ocupaban sin duda el principal papel de carnívoros de estas faunas, donde los cocodrilos más abundantes eran terrestres y omnívoros. Durante la época en que las sedimentitas de la Formación Portezuelo se depositaron, la declinación de los grandes terópodos carcarodontosaurios, se hizo notar. Si bien aún abundantes, los carcarodontosaurios habrían iniciado ya un proceso de reducción de dominancia (no una verdadera extinción, ya que siguieron modestamente presentes hasta el fin del Cretácico). El hallazgo de numerosos dientes de carcarodontosaurios en Los Barreales habla de la importancia de este grupo de terópodos frente a la escasa representación de los abelisauroides. Los dientes de carcarodontosaurio, fácilmente reconocibles por un bandeado transversal muy característico y arrugas en los bordes, son frecuentes en Los Barreales (Veralli y Calvo, 2003).

Los celurosaurios, entretanto, comenzaban a destacar, hallándose en abundancia en Los Barreales, tanto las formas medianas muy relacionadas al origen de las aves, como los dromeosáuridos unenlaginos *Unenlagia comahuensis* Novas y Puerta, 1997 y otros (Poblete y Calvo, 2003), así como grandes formas más primitivas, como el *Megaraptor namunhuaiquii* Novas, 1997 y los ejemplares adicionales provenientes de Los Barreales (Calvo *et al.*, 2002; Porfiri y Calvo, 2003), cuyas manos se hallaban armadas de filosas garras. Los abelisaurios no eran aún tan frecuentes como lo serían en el Cretácico más tardío.

Los cocodrilos han tenido en el Cretácico un rol protagonista muy distinto al actual, abundando los cocodrilos omnívoros terrestres. Sin embargo, grandes cocodrilos acuáticos neosuquios comenzaban ya a hacerse frecuentes en los cuerpos de agua. Si bien se ha encontrado también material de tortugas, posiblemente podocnemidoideas, aún se halla en estudio. En la figura 11 se reproducen algunos de los tetrápodos más representativos de la Formación Portezuelo.

Formación Plottier

En la localidad de Aguada del Caño, unos 22 km al oeste de Neuquén (Huene, 1929; Bonaparte y Gasparini, 1980) se ha hallado uno de los más gigantescos titanosáuridos conocidos, denominado *Antarctosaurus giganteus* (Huene, 1929), que es a la vez uno de los más gráciles, con fémures de 230 cm de longitud. Si bien Van Valen (1969) consideró a estos restos como un ejemplar mayor de un taxón ya descrito (*A. wichmannianus*), la falta de fundamento anatómico en el marco de la hoy conocida diversidad de titanosáuridos del Cretácico tardío, así como la diferente posición estratigráfica y geográfica de los restos, hacen más prudente pensar en la existencia de un taxón diferente.

Versiónes más pequeñas de saurópodos también existían hacia la misma época que *Antarctosaurus giganteus*, y probablemente vivían en hábitats particionados, es decir, alimentándose de otras plantas o al menos a distintas alturas. De la misma localidad de Aguada del Caño provienen también restos de un quelonio indeterminado, probablemente un quelido primitivo (Broin y de la Fuente, 1993).

En años recientes, trabajos en sedimentitas de la Formación Plottier aflorantes en la sierra Barrosa, han provisto importantes materiales, entre los que se destacan una mandíbula incompleta de mamífero (Coria *et al.*, 2001), que lamentablemente no poseía cúspides dentarias bien preservadas (éstas son los principales elementos utilizables para el estudio de los mamíferos fósiles). En la misma área se hallaron restos de un saurópodo Titanosauridae y de un terópodo celurosaurio de unos 5 m de longitud.

El celurosaurio, con huesos extremadamente neumáticos y dientes muy curvados y filosos (Coria *et al.*, 2001; 2002a) representa una época en que el linaje de los celurosaurios adquirió gran importancia numérica y de tamaño (Apesteguía, 2002), al menos en la Patagonia. Este aumento de tamaño en los celurosaurios del Turoniano y Coniaciano parecería representar la ocupación de una zona adaptativa vacante para terópodos grandes, ocurrida entre la retracción de los carcarodontosaurios y la expansión de los abelisauroides, lo que a su vez parecería relacionarse con la retracción de los saurópodos diplodocimorfos y la expansión de los Titanosauridae.

Formación Bajo de la Carpa

La fauna de vertebrados de la Formación Bajo de la Carpa proveniente del mismo predio de la Uni-



Figura 11. Reconstrucción de los tetrápodos más representativos hallados en sedimentitas de la Formación Portezuelo. Adelante, dos predadores: sobre la rama, un *Unenlagia* y a la derecha, un *Megaraptor* de grandes garras. Más abajo, a la izquierda, un ornitópodo y a su derecha, un *Patagonykus* se desplaza sobre los restos de un saurópodo muerto, que le sirvieron de alimento. En la parte inferior de la escena, se observa una tortuga podocnemidoidea. Al fondo, un gran titanosaurio. Realización artística: Jorge A. González

versidad Nacional del Comahue en la ciudad de Neuquén representa una asociación faunística muy particular. Fue descubierta muy tempranamente y descrita por el paleontólogo de origen británico Charles Smith Woodward entre 1896 y 1901, encontrándose dominada por cocodrilos terrestres de tamaño mediano, mayormente notosuquios, del grupo Mesoeucrocodylia, así como unos pocos peirosáuridos y baurusúquidos (Smith Woodward, 1896; Price, 1955; Bonaparte, 1991; Gasparini *et al.*, 1991). Entre los notosuquios, terrestres, de cola corta, con su armadura de placas reducida a apenas dos hileras dorsales que aumentaban su movilidad y un andar bastante erguido, puede hallarse toda una variación de morfologías que reflejan sin duda una radiación adaptativa de características bastante endémicas, incluyendo los cocodrilos ‘hocico de sapo’ (p. ej. *Comahuesuchus brachybuccalis* Bonaparte, 1991) y los ‘hocico de perro’ (p. ej. *Notosuchus terrestris* Smith Woodward, 1901) que parecen haber reemplazado a los ‘hocico de zorro’ (p. ej. *Araripesuchus*), más propios del Cretácico temprano (aunque persistieron hasta fines del Cretácico tardío en Madagascar). Algunos de estos variados cocodrilos no estrictamente carnívoros habrían ocupado

la zona adaptativa en que hoy prevalecen los zorros, mientras que otros habrían hecho lo propio con la de los lagartos varanoideos, que sustentan gran parte de su dieta como ladrones de huevos (Kirkland, 1994).

En las cercanías del lago Los Barreales han sido descriptos cocodrilos peirosáuridos como *Lomasuchus palpebrosus* y *Peirosaurus tommini* (Price, 1955; Gasparini *et al.*, 1992; Danderfer y Vera, 1992). Baurusuquios y peirosaurios, de hocicos más altos, sí parecen haber ocupado una zona adaptativa más carnívora (Price, 1955; Gasparini *et al.*, 1991; 1992; Danderfer y Vera, 1992; Bonaparte, 1991; Apesteguía, 2002).

Otro de los importantes componentes de la fauna de vertebrados del Subgrupo Río Colorado, en el área de la Universidad del Comahue, es la serpiente *Dinilysia patagonica*, de más de 2 m de longitud, un miembro temprano de las actuales serpientes Alethinophidia como lo es *Anilius*, de Asia. Mucho se ha discutido acerca del origen de las serpientes como animales terrestres o marinos sin llegar a un consenso, pero su abundancia y diversidad sugieren que al menos el grupo tiene grandes probabilidades de ser endémico de Gondwana.

Los dinosaurios no se hallan ausentes de la composición de esta fauna, donde se destacan pequeños terópodos como *Velocisaurus unicus*. La anatomía de este extraño y peculiar dinosaurio, colectado por de Ferrariis en 1985, ha sugerido también que no usaba sus patas para cazar y que era a la vez un veloz corredor (Bonaparte, 1991). Si bien sus relaciones filogenéticas han permanecido dudosas durante muchos años, Bonaparte sospechaba de su relación con los Ceratosauria. El hallazgo del pequeño Abelisauroidea *Masiakasaurus* en Madagascar permitió mejores comparaciones y el ajuste de la posición filogenética de este taxón entre los Abelisauroidea (Agnolin *et al.*, 2003), quienes, como propuso Bonaparte, forman de hecho parte de los Ceratosauria.

Alvarezsaurus calvoi, terópodo celurosaurio del tamaño de un pollo, presenta una gran importancia filogenética y es la especie tipo de la familia Alvarezsauridae, de distribución mundial. Este grupo resulta altamente conflictivo dadas sus extrañas adaptaciones. Por la forma de los pies, Bonaparte (1996) los interpretó como un linaje endémico de terópodos ‘no cazadores’, de alimentación herbívora o al menos muy especializados. Hallazgos posteriores revelaron que los alvarezsáuridos habían paseado sus formas bizarras no solo en la Patagonia (p. ej. *Alvarezsaurus calvoi*, *Patagonykus puertai*), sino también en América del Norte y Mongolia (p. ej. *Shuvuia deserti*). Algunos de estos dinosaurios tenían los brazos transformados en gruesos espolones con los que tal vez cavaran (Perle *et al.*, 1994) o más probablemente fueran usados como armas en combates interespecíficos o defensivos de un modo semejante al que usan hoy día algunas aves Charadriiformes como los teros (*Vanellus chilensis*) y Anseriformes como los chajás (*Chauna torcuata*). El elongado y casi edéntulo cráneo de los alvarezsaurios, al recordar el hocico de un oso hormiguero (*Myrmecophaga*) ha dado también que hablar, y se los ha propuesto convergentes con osos hormigueros (Longrich, 2000), lo que debiera asociar a este clado con el hallazgo de termiteros. Sin embargo, la mayor sorpresa de los alvarezsaurios consiste en que los investigadores no pueden llegar a un consenso sobre si son dinosaurios muy cercanos al origen de las aves o aves que se hicieron terrestres nuevamente.

En cercana relación con los Alvarezsauridae se hallan otros dinosaurios celurosaurios: las aves. Como otro componente de la abundante fauna colectada en la Formación Bajo de la Carpa, pero especial-

mente en el predio de la Universidad Nacional del Comahue, se registran las aves enantiornítidas (*Neuquenornis volans* Bonaparte, 1991) y patagoptéridas (*Patagopteryx deferrariisi* Bonaparte, 1991; Alvarenga y Bonaparte, 1992). Las primeras constituyen un muy especial linaje de aves cretácicas distribuidas casi por todo el mundo y cuyos huevos han sido encontrados también en sedimentitas de la Formación Bajo de la Carpa (Schweitzer *et al.*, 2002). Entre las tortugas de la Formación Bajo de la Carpa se destacan el quélido *Lomalatachelys neuquina* Broin y de la Fuente, 2001, perteneciente al grupo sudamericano *Chelus* y colectado en los niveles superiores de los afloramientos de la zona de Loma de la Lata, presumiblemente asignados a la Formación Bajo de la Carpa, así como una posible pleurodira podocnemídida de Planicie Banderita (de la Fuente, 1993).

Formación Anacleto

Esta unidad ha suministrado, desde principios de siglo, una abundante fauna de tetrápodos, principalmente en la zona de Cinco Saltos, que ha llamado la atención de los paleontólogos. Todo tipo de saurópodos titanosáuridos provienen de rocas de esta unidad. Han sido hallados titanosáuridos robustos y en especial los pequeños saltasaurinos. Los materiales de esta comarca habían sido previamente considerados como pertenecientes a la Formación Allen. Sin embargo, trabajos recientes han permitido ajustar la situación estratigráfica de esta abundante fauna, debiendo considerárselos como provenientes de la Formación Anacleto (Heredia y Salgado, 1999).

Allí se hallaron varios tipos de saurópodos titanosáuridos medianos, como el grácil *Titanosaurus araukanikus* (Huene, 1929) a pequeños, como *Pellegrinisaurus powelli* Salgado, 1996 y el saltasaurino *Neuquensaurus australis* (Lydekker, 1893; Powell 1992), uno de los primeros saurópodos conocidos de la Argentina. Lamentablemente, los restos procedentes de esa zona corresponden mayormente a elementos desarticulados o unidades anatómicas aisladas (p. ej: una cola articulada), por lo que la asignación de distintos elementos al mismo taxón nunca fue muy segura. Recientemente, el hallazgo de gran parte de un esqueleto de *Neuquensaurus australis* permitió conocer sus características anatómicas de un modo más fidedigno (Salgado, comunic. oral). La abundancia de pequeños saurópodos parece haber estado relacio-

Cuadro 3. N6mina de holotipos de taxones hallados en la Hoja 3969-II, Neuqu6n.

Taxones	Unidades estratigr6ficas						
	Hu	CL	Po	PI	BC	An	Al
Sauropoda-Titanosauridae							
<i>Neuquensaurus australis</i> Lydekker, 1893						X	
<i>Microcoelus patagonicus</i> Lydekker, 1893						X?	
<i>Pellegrinisaurus powelli</i> Salgado, 1996							X
<i>Laplatasaurus araukanikus</i> Huene, 1929						X	
<i>Antarctosaurus giganteus</i> Huene, 1929				X			
' <i>Futalongkosaurus</i> '			X				
Theropoda-Ceratosauria							
<i>Velocisaurus unicus</i> Bonaparte, 1991					X		
<i>Abelisaurus comahuensis</i> Bonaparte y Novas, 1985						X	
Theropoda - Tetanura							
<i>Alvarezsaurus calvoi</i> Bonaparte, 1991					X		
<i>Neuquenornis volans</i> Chiappe y Calvo, 1994					X		
<i>Patagopteryx deferrariisi</i> Bonaparte, 1991; Alvarenga y Bonaparte, 1992					X		
Ornithischia - Ornithopoda							
<i>Gasparinisaura cincosaltensis</i> Coria y Salgado, 1996; Salgado <i>et al.</i> , 1997; Coria, 1999						X	
Sauropterygia - Plesiosauroidea							
<i>Trinacromerum lafquenianum</i> Gasparini y Goñi, 1985							X
Crocodylia - Mesoeucrocodylia							
<i>Comahuesuchus brachybuccalis</i> Bonaparte, 1991					X		
<i>Notosuchus terrestris</i> Smith Woodward, 1901					X		
<i>Lomasuchus palpebrosus</i> Gasparini, Chiappe y Fern6ndez, 1991					X?		
<i>Peirosaurus tormini</i> Price, 1955					X?		
Lepidosauria - Serpentes							
<i>Dinilysia patagonica</i> Smith Woodward, 1901					X		
Chelonii - Chelidae							
<i>Lomalatachelys neuquina</i> Lapparent de Broin y de la Fuente, 2001					X?		

Abreviaturas: Hu= Fm. Huincul; CL= Fm. Cerro Lisandro; Po= Fm. Portezuelo; PI= Fm. Plottier; BC= Fm. Bajo de la Carpa; An= Fm. Anacleto; Al= Fm. Allen

Cuadro 4. Lista de la fauna de tetrápodos cretácicos de la Hoja 3969-II, Neuquén.

Unidad	Contenido de tetrápodos	Localidad
Formación Candeleros	Theropoda - Abelisauroides indet. (Calvo <i>et al.</i> , 1999).	Bajo de Añelo
Formación Portezuelo	Sauropoda - Titanosauria (Salgado y Calvo, 1993).	Loma de la Lata
	Sauropoda - Titanosauridae indet. (Calvo <i>et al.</i> , 2001 a, 2001b).	Los Barreales
	Sauropoda - Titanosauridae - <i>Antarctosaurus giganteus</i> Huene, 1929.	Aguada del Caño
	Theropoda - Coelurosauria - <i>Megaraptor namunhuaiquii</i> Novas, 1997; Calvo <i>et al.</i> , 2002).	Los Barreales
	Theropoda - Maniraptora - ?Dromaeosauridae - <i>Unenlagia comahuensis</i> Novas y Puerta, 1997.	Los Barreales
	Theropoda - Maniraptora - ?Dromaeosauridae (Poblete y Calvo, 2003).	Los Barreales
	Theropoda - Carcharodontosauridae (Veralli y Calvo, 2003).	Los Barreales
	Ornithopoda indet. (Porfiri y Calvo, 2002; Calvo y Porfiri, 2003 a; Coria, 1999).	Los Barreales
Formación Plottier	Theropoda - Coelurosauria indet. (Coria <i>et al.</i> , 2001, 2002a).	Sierra Barrosa
	Sauropoda - Titanosauria indet. (Coria <i>et al.</i> , 2001, 2002a).	Sierra Barrosa
	Sauropoda - Titanosauria - <i>Antarctosaurus giganteus</i> Huene, 1929.	Aguada del Caño
	Chelonii indet. Broin y de la Fuente, 1993.	Aguada del Caño
	Mammalia indet. (Coria <i>et al.</i> , 2001).	Sierra Barrosa

nada de algún modo a la ausencia de herbívoros iguanodontes grandes y medianos, así como los medianos saurópodos rebauisaurios (Gallina *et al.*, 2002), de una morfología dentaria semejante, tal vez ocupando su zona adaptativa de comedores de angiospermas.

De la misma unidad en la zona del lago Pellegrini proviene también el enorme carnívoro *Abelisaurus comahuensis* Bonaparte y Novas, 1985, con un cráneo de casi un metro de longitud, exhibido en el museo de Cipolletti. Asimismo, fueron recientemente hallados en sedimentitas de esta unidad los restos de

Cuadro 4. Lista de la fauna de tetrápodos cretácicos de la Hoja 3969-II, Neuquén (continuación).

Unidad	Contenido de tetrápodos	Localidad
Formación Bajo de la Carpa	Theropoda - Abelisauroidae - Velocisauridae - <i>Velocisaurus unicus</i> Bonaparte, 1991.	Ciudad de Neuquén
	Theropoda - Alvarezsauridae - <i>Alvarezsaurus calvoi</i> Bonaparte, 1991.	Ciudad de Neuquén
	Theropoda - Avialae - <i>Patagopteryx deferrariisi</i> Alvarenga y Bonaparte, 1992.	Ciudad de Neuquén
	Theropoda - Avialae - Enantiornithes – <i>Neuquenornis volans</i> Chiappe y Calvo, 1994.	Ciudad de Neuquén
	Crocodyliformes - Notosuchia - <i>Notosuchus terrestris</i> Smith Woodward, 1896	Ciudad de Neuquén
	Crocodyliformes - Notosuchia - <i>Comahuesuchus brachybuccalis</i> Bonaparte, 1991.	Ciudad de Neuquén
	Crocodyliformes - Baurusuchidae - <i>Cynodontosuchus rothi</i> Smith Woodward, 1896.	Ciudad de Neuquén
	Crocodyliformes - Peirosauridae - <i>Lomasuchus palpebrosus</i> Gasparini, Chiappe y Fernández, 1991.	Loma de la Lata
	Crocodyliformes - Peirosauridae - <i>Peirosaurus tominni</i> Price, 1955.	Loma de la Lata
	Alethinophidia - Dinilysidae - <i>Dinilysia patagonica</i> Smith Woodward, 1901.	Ciudad de Neuquén
	Chelonia - Chelidae - <i>Lomalatachelys neuquina</i> Lapparent de Broin y de la Fuente, 2001.	Loma de la Lata
	Chelonia-Podocnemidoidea indet. (de la Fuente, 1993).	Planicie Banderita

un terópodo abelisauroideo mientras se trazaba el gasoducto entre Loma de la Lata, Chos Malal y Concepción. La Formación Anacleto representa la última etapa endémica del Mesozoico, donde los Abelisauroidae se convirtieron en el grupo más abundante de terópodos, incluyendo una gran diversidad de formas y tamaños, como carnosaurinos de cabeza corta y abelisaurinos de cabezas largas (*Abelisaurus comahuensis* Bonaparte y Novas, 1985). Los carcarodontosáuridos parecen haberse

vuelto muy raros o se han extinguido localmente. De aves, sólo se ha recuperado un interesante registro icnológico (Coria *et al.*, 2001) en la sierra Barrosa.

Hacia Cinco Saltos, el hallazgo de los pequeños y gráciles ornitópodos *Gasparinisaura cincosaltensis* Coria y Salgado, 1996 (véase también Coria, 1999), permitió obtener un panorama bastante completo de la fauna local. Con respecto a los lepidosaurios, lagartos Teiidae parecen haber estado presentes pero

Cuadro 4. Lista de la fauna de tetrápodos cretácicos de la Hoja 3969-II, Neuquén (continuación).

Unidad	Contenido de tetrápodos	Localidad
Formación Anacleto	Sauropoda - Titanosauridae - <i>Laplatasaurus araukanikus</i> (Huene, 1929).	Cinco Saltos
	Sauropoda - Eutitanosauria - <i>Pellegrinisaurus powelli</i> Salgado, 1996.	Lago Pellegrini
	Sauropoda - Titanosauridae – Saltosaurinae <i>Neuquensaurus australis</i> (Lydekker, 1893) Powell 1992.	Cinco Saltos
	Theropoda - Abelisauridae - <i>Abelisaurus comahuensis</i> Bonaparte y Novas, 1985	Lago Pellegrini
	Theropoda - Avialae - icnitas (Coria <i>et al.</i> , 2002b).	Sierra Barrosa
	Ornithopoda - <i>Gasparinisaura cincosaltensis</i> Coria y Salgado, 1996.	Cinco Saltos
	Squamata - Teiidae ? (Albino, 2002).	Cinco Saltos
Formación Allen	Sauropoda - Eutitanosauria - <i>Aeolosaurus</i> sp. (Calvo y Porfiri, 2003b).	San Patricio del Chañar (Neuquén)
	Ornithopoda - Hadrosauridae -Hadrosaurinae indet.	Islas Malvinas (La Pampa)
	Sauropterygia - Plesiosauroidea - Elasmosauridae - <i>Trinacromerum lafquenianum</i> (Gasparini y Goñi, 1985; Gasparini y Salgado, 2000).	Lago Pellegrini (Río Negro)
	Elasmosauridae indet. (Gasparini <i>et al.</i> , 2001)	Contralmirante Cordero (Río Negro)
	Chelonii indet. (Broin y de la Fuente, 1993).	Lago Pellegrini (Río Negro)

en número reducido (Albino, 2002). Si bien hasta ahora se consideraba como elementos alóctonos, de estirpe laurásica, a los lacertilios hallados en las unidades del Cretácico más tardío, el hallazgo de probables lacertilios en la Formación Anacleto (Santoniano tardío - Campaniano temprano) sugiere que existían linajes locales. En la figura 12 se repro-

ducen los tetrápodos más representativos de las formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto.

Formación Allen

Al iniciarse como depósito fluvial, esta unidad permite apreciar el interesante cambio dado en la

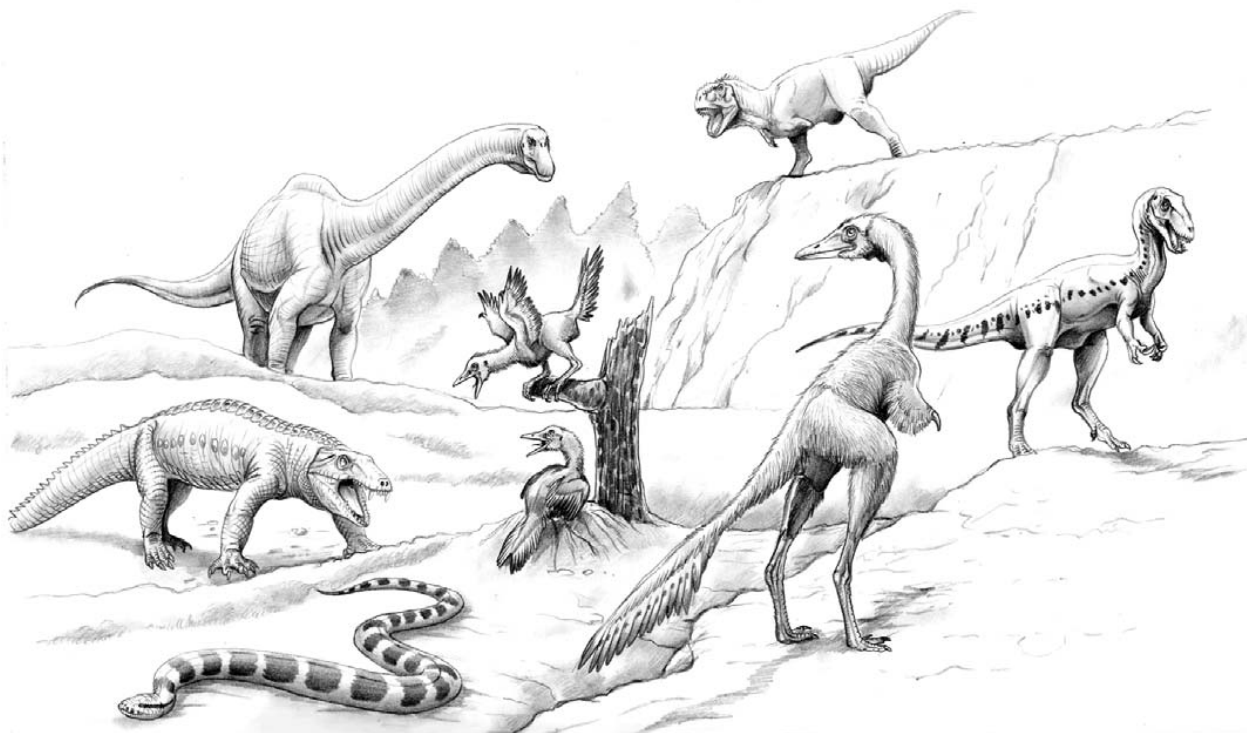


Figura 12. Reconstrucción de los tetrápodos más representativos hallados en sedimentitas de las formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto (Subgrupo Río Colorado).

Adelante, a la izquierda, un cocodrilo terrestre *Notosuchus*. En el centro de la escena, una pareja de aves enantiornites *Neuquenornis* anida en un tronco seco. Sobre el borde inferior de la figura, una serpiente *Dinilysia*; a su derecha, en primer plano, un *Alvarezsaurus*, y en segundo plano, un *Velocisaurus*. En el fondo, un *Antarctosaurus* se desplaza hacia el centro de la escena, en tanto que sobre una terraza, se observa un *Aucasaurus* en actitud de defender su territorio. Realización artística: Jorge A. González.

fauna como consecuencia de la ingresión de un brazo del océano Atlántico: el “Mar de Kawas” (Casamiquela, 1978). De los sectores basales, en sedimentitas de origen fluvial se ha colectado recientemente un ejemplar de *Aeolosaurus* sp. en la localidad de San Patricio del Chañar. Hacia los sectores medios ya se pueden observar evidencias de los endemismos ocasionados por el avance de los brazos marinos que generaron grandes zonas aisladas. De la región del lago Pellegrini, en sectores intermedios de la Formación Allen originados en ambientes lacustres con alguna influencia marina, proviene el plesiosaurio elasmosáurido *Trinacromerum lafquenianum* Gasparini y Goñi, 1985. De los mismos niveles, en la zona de Contralmirante Cordero se ha exhumado otro elasmosáurido. Se han descubierto también en la región del lago Pellegrini restos de quelonios indeterminados (Broin y de la Fuente, 1993). La presencia, en sedimentos mixtos, de ejemplares jóvenes de reptiles tradicionalmente marinos como los plesiosaurios, parece denotar una preferencia de estos animales a criar en las regiones litorales, tal vez en el interior de rías o estuarios, como una posible defensa ante los grandes depredadores

marinos. Es frecuente también en afloramientos de esta unidad, el hallazgo de abundantes cáscaras de huevos de dinosaurios Titanosauridae. Otros taxones típicos del Senoniano Lacustre registrados en la Hoja son los dipnoos Ceratodontiformes, grupo que presenta numerosas formas endémicas presentes en todo el Cretácico superior, pero con una mayor abundancia de grandes Ptychoceratodontidae hacia el Campaniano tardío.

Los depósitos de la Formación Allen evidencian en su biota la existencia de un breve puente terrestre entre América del Norte y América del Sur, que culminó con un aislamiento que llevaba ya al menos unos 66 millones de años. Un importante intercambio faunístico tuvo entonces lugar. Elementos de la abundante fauna de dinosaurios ornitisquios laurásicos tuvieron una importante participación en los ecosistemas desarrollados en algunas regiones de América del Sur. Entre ellos se destacan los hadrosaurios, que han sido registrados en el norte de la Hoja, en la localidad de Islas Malvinas, La Pampa (González Riga y Casadío, 2000). En la figura 13 se representan algunos tetrápodos de la Formación Allen.

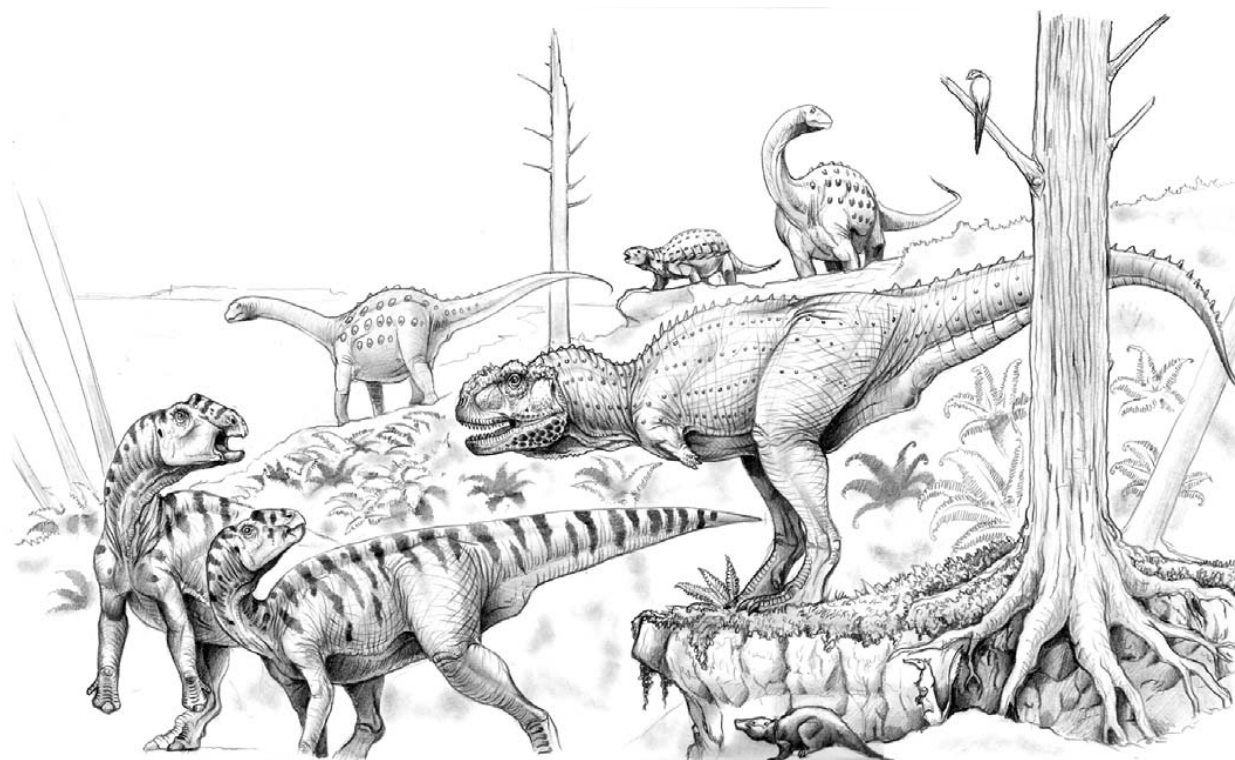


Figura 13. Reconstrucción de los tetrápodos más representativos hallados en sedimentitas de la Formación Allen. En primer plano, a la derecha, un *Abelisaurus* en actitud de ataque; a la izquierda, su presa, una pareja de hadrosáuridos *Kritosaurus*, inmigrantes procedentes del Hemisferio Norte. Al fondo, arriba, saltasaurios acorazados de los géneros *Rocasaurus* y *Neuquensaurus*; entre ellos, otro inmigrante, un anquilosaurio. Sobre el árbol, un ave ornitura, y en el ángulo inferior derecho, dos mamíferos endémicos, un gondwanaterio y un driolestoideo observan la escena. Realización artística: Jorge A. González.

Formación Jagüel

Es ésta la última unidad cretácica de la Hoja Neuquén y forma parte del Grupo Malargüe. Ha permitido únicamente el registro de faunas marinas que incluyen especialmente mosasaurios (Wichmann, 1924; Gasparini *et al.*, 2001).

En el cuadro 3 se ofrece la nómina de holotipos de taxones hallados hasta la entrega de este informe en la Hoja 3969-II, Neuquén, y en el cuadro 4 puede visualizarse una lista de la fauna de tetrápodos cretácicos presentes en dicha Hoja.

8. RECURSOS MINERALES

La Hoja 3769-II, Neuquén, se caracteriza por manifestaciones y yacimientos de minerales industriales, como arcillas rojas y arenas silíceas para la industria cerámica, bentonitas para uso petrolero y metalúrgico, yesos evaporíticos que son tratados con destino a la industria de la construcción y, en menor medida, calizas y yeso agrícola. En todo el sector se distribuyen innumerables canteras de áridos. También existen en la región suroccidental de la Hoja manifestaciones cupríferas en sedimentitas del Grupo Neuquén.

Las arcillas rojas y arenas silíceas proceden, en su mayoría, de unidades formacionales del Grupo Neuquén que aflora principalmente en el sector neuquino de la Hoja, mientras que las bentonitas, yesos y calizas se localizan en afloramientos del Grupo Malargüe en sectores rionegrinos y pampeanos de la comarca estudiada.

La actividad minera es constante y para algunos casos, como el yeso, es centenaria. Otros minerales, como la bentonita, generan productos destinados, además del consumo interno, a la exportación dentro del Mercosur.

Los centros urbanos, dentro y fuera de la zona de influencia de la Hoja, entre los que se encuentran General Roca, Allen, Cipolletti y Cinco Saltos, como así también la ciudad de Neuquén, capital de la provincia homónima, son fuente incesante de una importante demanda de áridos para la construcción.

8.1. DEPÓSITOS DE MINERALES INDUSTRIALES

Arcillas rojas

Hacia fines de la década del 70 se inicia un período de explotación sostenida de las arcillas rojas cretácicas del departamento Confluencia, provincia

del Neuquén, con la radicación de plantas industriales de cerámicas en las ciudades de Cutral Có y Neuquén. Históricamente, estos materiales eran utilizados para la elaboración artesanal de ladrillos y piezas cerámicas para empleo en construcción y cerámica artística. Hasta el año 2001, las arcillas que se hallan dentro del ámbito que abarca la Hoja se utilizaban como materia prima minoritaria en pastas para la fabricación industrial de baldosas cerámicas y revestimientos (Cerámica Zanón SACIM, Neuquén), como materia prima principal en la elaboración de ladrillos cerámicos huecos (Cerámica Cunmalleu SA, Río Negro) y de ladrillos artesanales (Senillosa).

La disponibilidad y variedad de materiales arcillosos existentes en los departamentos Zapala, Confluencia y Añelo de la provincia del Neuquén, llevó a las autoridades provinciales a realizar diversos estudios para su tipificación.

Giusiano y Ludueña (1989) efectuaron estudios para la caracterización de las arcillas plásticas rojas en una franja de 15 km de ancho, paralela a la ruta nacional 22, desde Zapala hasta Neuquén. El mismo tema también fue tratado en las cartas geológicas y de recursos minerales de la provincia del Neuquén, tanto para el departamento Confluencia (Danieli y Giusiano, 1992) como para el departamento Añelo (Vallés y Pettinari, 1996), a los que se agrega la reciente síntesis de Pettinari *et al.* (1999).

La mayor parte de los yacimientos de arcillas rojas cretácicas que se encuentran o han estado en explotación o con destapes y pozos exploratorios, corresponden a la empresa Cerámica Zanón SACIM, actualmente operada por los obreros como FASINPAT (Fábrica Sin Patrón) como resultado de los problemas económico-financieros del 2001-2002.

Tipo de yacimientos

A título de ejemplo se describe el yacimiento La Salvación, que se localiza en el área situada al norte de Challacó, accediéndose desde la ruta nacional 22 a la altura del Km 1301, por un camino enripiado que conduce a la planta de bombeo de OLDELVAL - Challacó, recorriéndose por él unos 10 km y luego se desvía hacia la izquierda tomando el camino propio de la cantera.

La unidad portadora es la Formación Huincul (véase Cap. 2, Estratigrafía). Si bien localmente los cuerpos arcillosos presentan una morfología ta-

bular, regionalmente se hacen lenticulares. En general, mantienen posición horizontal o subhorizontal, con muy escaso recubrimiento y en algunos casos con marcada continuidad lateral. Según Pettinari *et al.* (1999), estas arcillas alcanzan espesores de 51 m, intercaladas con nueve niveles de areniscas con espesores de 1 a 11 m, en su mayoría cementadas con carbonatos.

La explotación abarca una superficie de unos 450 - 500 m de largo por 100 - 150 m de ancho. Actualmente se halla inactiva, con frentes aterrados por efecto de la meteorización. Según el Lic. Alexis Martínez (comunic. verbal), el uso de este mineral en la planta de cerámicos del Parque Industrial de Neuquén, tuvo que ser discontinuado por las dificultades que presentaba, principalmente por su alta viscosidad al momento de su molienda por fuerte absorción de agua en los molinos a bolas. Fue sustituida por material del yacimiento Elizabeth III, localizado también en la Formación Huincul y más cercano a la planta de tratamiento (véase Espejo *et al.*, 1999). Antes de la interrupción de las operaciones industriales de la planta productora de Cerámica Zanón SAMIC, la empresa realizó exploraciones en los yacimientos Alexandra y Eleonora, también dentro de esta Hoja, como posible alternativa parcial o total de la arcilla de Elizabeth III. En el cuadro 5 se sintetizan las características de las arcillas de esta última mina.

La reacción con el esmalte es igual a STD en todas las muestras. Agrietamiento similar a STD, salvo la muestra 3567 que no lo tiene por ser más arenosa. Las muestras 3564 /3565/3569 poseen mayor fundencia.

En vista de los resultados de laboratorio de la empresa, las muestras 3564/3565/3569 son las que mayores posibilidades tienen para uso cerámico, sin que esto descarte las otras áreas exploradas que por ahora parecerían tener menor interés.

Otras manifestaciones son Tres Puntas, La Tradición II, La Moteada, La Salvación, Don José Leonardo y Las Yeguas III, todas ellas correspondientes a arcillas rojas del Grupo Neuquén.

Mineralización

Según informe elaborado por Lastra (1999) sobre las arcillas de la provincia del Neuquén, para las minas La Salvación y La Salvación I del norte de Challacó, los niveles de fangolitas rojas se hallan constituidos por 57 % arcilla, 27 % limo y 14

% arena, y se encuentran dispuestos en bancos tabulares de gran extensión lateral.

Para Pettinari *et al.* (1999) la mineralogía, como semicuantificación de los argilominerales presentes en la Formación Huincul (fracción $<2\mu$), es illita + I/S (ó ISII). El interestratificado varía de tipo R1 en el techo, a tipo R3 hacia la base, lo que demuestra un aumento del porcentaje de capas de illita en el interestratificado y una disminución en el mismo sentido del porcentaje de capas de esmectita.

Los siguientes valores son el promedio de los resultados obtenidos para la Formación Huincul: material illítico, 70 a 90 %; interestratificado (R1-R3) ordenados, 10 a 30 % y caolinita + clorita, 10 a 30 %. Como argilominerales secundarios para la misma fracción, se encuentran caolinita + clorita en valores inferiores al 30 %.

Los filosilicatos originales para el Grupo Neuquén han sido en su mayor parte esmectitas que fueron illitizadas por procesos diagenéticos. Se encuentra fundamentalmente una asociación de illita + interestratificado (illita/esmectita), con el mayor grado de ordenamiento hallado (tipo R1 y R3) con más del 60 % de capas de illita, siendo la única unidad del Grupo Neuquén en que predomina la illita por sobre el interestratificado. En el cuadro 6 se señalan valores de argilominerales de las unidades del Grupo Neuquén.

La composición mineralógica de la fracción $>62\mu$, en general para todas las pelitas del Grupo Neuquén, está dada por cuarzo, feldespato potásico y muscovita.

Composición química

La composición química, así como los parámetros composicionales de estas arcillas, se presentan en los cuadros 7 y 8.

Propiedades tecnológicas

En general, los resultados de los ensayos obtenidos por diversos autores sobre las pelitas del Grupo Neuquén, indican que pueden ser utilizados en la fabricación de cerámica artística, ladrillos artesanales, ladrillos cerámicos rojos y como componente minoritario en la preparación de pastas para la producción industrial de cerámicos para pisos y revestimientos. En el cuadro 9 se resumen ensayos físicos sobre estas arcillas.

En general son productos plásticos con muy buena capacidad para ser trabajado, que se explica por la presencia de esmectita en su composición mineralógica, a la vez que genera una muy alta viscosidad que dificulta su molienda, lo que limita su participación en la fórmula de empaste a no más de 13 % en la mezcla para la obtención de productos de alta calidad, como los cerámicos para revestimiento (monocalibre) y 30 a 35 % para cerámicos monococción de piso.

La coloración rojiza o marrón rojiza que genera la existencia de óxido de hierro, descarta su uso para obtener productos de mayor calidad, tales como porcelanatos. Si bien estas sustancias se denominan genéricamente "arcillas", los análisis granulométricos indican un predominio de la fracción limo, por lo que han sido clasificados como limos arcillosos.

Cuadro 5. Características de las arcillas de este distrito, tomando como STD a muestras del yacimiento Elizabeth III, según Pettinari *et al.* (1999).

Muestra	Densidad	Viscosidad	% Contr.	% Abs. agua
Elizabeth STD	1530	30400	7,0	2,53
Eleonora 3564	1524	11200	7,6	0,34
Eleonora 3565	1527	30400	8,5	0,20
Alexandra 3566	1533	24800	5,4	3,44
Alexandra 3567	1534	32000	2,6	6,68
Alexandra 3568	1525	80000	3,4	0,46
Alexandra 3569	1530	11200	8,0	0,19

Finalmente, se puede asegurar que son materiales que se destacan por su buena trabajabilidad, buen color de quemado y baja temperatura de sinterización. Su debilidad se basa en las eflorescencias salinas por la presencia de sales solubles.

Bentonita

En la región nordpatagónica se desarrolla una gran actividad minera por bentonita, ya que allí se distribuyen dos distritos bentoníticos que no sólo proveen a diversas actividades industriales regionales y nacionales, sino que también son el origen de volúmenes exportables.

En la Cuenca Neuquina, los yacimientos de bentonitas se pueden subdividir de acuerdo con su edad en dos grandes grupos: Distrito de bentonitas cretácicas y Distrito de bentonitas terciarias. Al primero corresponden los siguientes sectores:

1) Área Teniente Maza (Valcheta - Río Negro) y Área Lago Pellegrini: a) Sector occidental, b) Sector oriental y sur. 2) Área Río Colorado: a) Sector Catriel, b) Sector Aguará (Río Negro) y c) Sector Puelén (La Pampa). 3) Área Alto Valle: a) Sector al norte de J. J. Gómez, b) Sector al norte de Allen y 4) Área Cerro Bayo - El Caracol.

Al distrito de bentonitas terciarias corresponden dos áreas: a) Bajada de la Tordilla (Añelo - Neuquén) y b) Meseta de la Barda Negra (Zapala - Neuquén).

Distrito de bentonitas cretácicas

Excluyendo la de Teniente Maza, dentro de la Hoja 3969-II, Neuquén, están representadas el res-

to de las áreas enunciadas anteriormente para este distrito. Su conjunto, es uno de los más importantes del país (Vallés e Impiccini, 1999) y ha aportado para que la provincia de Río Negro se ubique en los primeros puestos de producción nacional, con 73.400 t en el año 2005, de acuerdo con los valores de la Estadística de Producción Minera consignados por la Dirección de Minería de la provincia de Río Negro. Algo más del 80 % se extrae de los yacimientos que se ubican en torno al lago Pellegrini.

Todos los yacimientos conocidos de este distrito en la Hoja Neuquén, se hallan localizados dentro de la Formación Allen y, en términos generales, se coincide en referirlos a su Miembro medio (véase Iñiguez *et al.*, 1972), que en la zona del lago Pellegrini está compuesto por arcilitas gris verdosas, verde oliva y castañas, macizas o con laminación irregular, con psamitas subordinadas. Las evidencias acerca de que las bentonitas de la Formación Allen se han originado por la alteración de vidrios volcánicos procedentes de efusiones piroclásticas que se depositaron en cuerpos de agua marinos fueron tratadas por Vallés e Impiccini (1999). Existen pruebas del origen volcánico de los materiales originales, como: 1) presencia de trizas vítreas relícticas, 2) niveles de cineritas en el paquete sedimentario, y 3) texturas típicas en las plagioclasas y fragmentos líticos de vulcanitas muy alteradas.

Además, hay evidencias de que la formación de las bentonitas por desvitrificación se produjo *in situ*, en un ambiente marino somero que aportó el agua suficiente para la hidratación del vidrio. Los eleva-

Cuadro 6. Valores de los porcentajes semicuantificados de los argilominerales en la fracción < 2 μ de cada una de las unidades del Grupo Neuquén, según Pettinari *et al.* (1999). Donde: * sólo caolinita.

Subgrupo	Formación	% Mat. illítico	% Interestratíf. (tipo)	% Caolinita+Clorita
Río Colorado	Anacleto	25	71 (R0)	4 *
	B. de la Carpa	27	70 (R0)	3 *
Río Neuquén	Plottier	32	63 (R0)	5 *
	Portezuelo	34	62 (R0)	4
Río Limay	Cerro Lisandro	30	55 (R0)	15
	Huincul	70 a 90	10 a 30 (R1-R3)	10-30

dos contenidos de sodio y magnesio como cationes intercambiables y sales solubles, habrían sido captados de las aguas de mar en el proceso de alteración.

Este origen explica el carácter regional de los bancos bentoníticos de este distrito y confiere características muy similares a los distintos yacimientos, como la disposición subhorizontal a horizontal de sus niveles mineralizados, que por lo general son de carácter tabular. Sus colores claros los hacen fácilmente distinguibles de las pelitas portadoras de

colores verde oscuro, así como su aspecto ceroso y fractura concoidea. Su mineralogía es otro rasgo común, ya que se trata en todos los casos de bentonitas sódicas naturales compuestas principalmente por una esmectita dioctaédrica, de la serie montmorillonita-beidellita con un grado de cristalinidad intermedia y porcentajes de pureza promedios del 95 % dentro del total de componentes. Poseen altos valores de hinchamiento, que normalmente exceden los 30 ml/2g. y capacidad de inter-

Cuadro 7. Composición química de arcillas del Grupo Neuquén, con indicación de valores promedio de muestra pelítica total expresados en % en base seca, según Pettinari *et al.* (1999). Donde: P. Seco: peso seco; Hum. : humedad; p.p.c. : pérdida por calcinación.

Formación	P. Seco	Hum.	p.p.c	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Anacleto	92	8	14,60	56,40	18,28	6,89	4,06	3,00	2,63	2,12
B.de la Carpa	95	5	3,50	65,51	14,45	4,08	1,98	2,03	0,97	3,13
Plottier	95	5	2,84	71,46	13,12	2,41	1,28	1,53	1,19	2,36
Portezuelo	98	2	4,13	57,26	18,72	4,62	1,73	2,57	1,62	2,13
Cº Lisandro	96	4	7,71	66,00	15,89	4,47	0,94	0,42	2,63	2,37
Huincul	96	4	8,22	56,87	21,90	8,09	0,80	1,88	3,50	1,30

Cuadro 8. Parámetros composicionales para los yacimientos de arcillas del departamento Confluencia, según Danieli y Giusiano (1992). Donde: P.: peso.

Características FÍSICO-QUÍMICAS			Arcillas cretácicas	
			Valores máximos	Valores mínimos
Análisis químicos	% en peso	SiO ₂	56,00	54,02
		Al ₂ O ₃	18,78	15,44
		Fe ₂ O ₃	7,98	6,58
		TiO ₂		
		CaO	4,25	1,23
		MgO	2,20	1,87
		K ₂ O		
		Na ₂ O		
		p.p.c.	7,10	6,25
Composición mineralógica, % en P de la fracción 5 - 2 μ	Caolinita		28	10
	Illita		55	15
	Montmorillonita		55	32
	Cuarzo		-	-
Clasificación			Limos arenosos plásticos	

Cuadro 9. Resumen de los ensayos físicos sobre arcillas rojas del Grupo Neuquén, según Pettinari *et al.* (1999). Donde: LL: límite líquido; LP: límite plástico; IP: índice de plasticidad; Cont.: contracción; P: peso húmedo; S: peso seco; Perd.: pérdida; C: peso calcinado; Abs. agua: agua absorbida durante inmersión una vez secada a 900°C; sec-cocción: secado cocción.

Formación	LL	LP	IP	Cont. % P-S	Cont. % S-C	Pérd. peso % S-C	Abs. agua 900° C	Color 900°C	Proceso sec-cocción
Anacleto	73,5	40,0	33,5	12,7	5,4	5,8	4,5	Marrón Rojizo	Satisfactorio
Anacleto	58,5	34,2	24,3	11,0	4,0	6,6	8,9	Marrón Rojizo	Poco satisfactorio
Portezuelo	43,1	24,0	19,1	9,5	0,1	1,8	13,8	Marrón Rojizo	Poco satisfactorio
Portezuelo	37,2	20,0	17,2	7,1	0,1	2,6	14,0	Marrón Rojizo	Satisfactorio
C° Lisandro	54,0	22,4	31,6	14,4	2,3	3,9	6,3	Rojizo	Poco satisfactorio
C° Lisandro	45,2	24,1	22,1	11,6	0,7	3,3	13,0	Rojizo	Poco satisfactorio
Huincul	60,3	27,2	33,1	13,7	1,4	3,0	11,4	Marrón	Poco satisfactorio
Huincul	64,3	27,8	36,5	11,2	4,9	3,9	3,3	Rojizo	Poco satisfactorio

cambio catiónico (CIC) entre 98 y 132 meg/100 g. El pH se halla normalmente en los rangos ácidos.

Variaciones importantes registradas entre las bentonitas de distintos yacimientos, o aún de los mismos, se traducen en aplicaciones industriales diversas y, en algunos casos, en la necesidad de realizar compósitos para mejorar algún parámetro no adecuado a las normas de ventas. Poseen aptitudes fundamentalmente como aglomerante en arenas de moldeo para fundición, como aditivo en la preparación de lodos de inyección usados en la perforación de pozos petrolíferos, como impermeabilizante en obras civiles en general y en pelletización de minerales de hierro, por lo que es necesario realizar ensayos específicos para su correcta tipificación. Se las aplica en menor medida como suavizante en jabones en polvo, pinturas, cerámica, etc.

Al mineral se lo caracteriza como una bentonita sódica natural, con elevado contenido de óxido de hierro que le confiere colores oscuros y capacidad de intercambio catiónico elevada, siendo el sodio el principal catión intercambiable.

Las muestras de bentonitas de este distrito, por sus parámetros físico-químicos, cumplen con los re-

querimientos necesarios para su utilización en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. De igual manera, para su uso en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera, los valores de reología y filtrado son adecuados a las normas API (1993). De acuerdo con el grado de cristalinidad, Iñíguez *et al.* (1972) calificaron a las bentonitas del área como buenas. El mineral extraído hasta la actualidad por razones de costos, ha sido explotado en sectores donde la cubierta estéril tiene espesores de hasta 5 metros.

1) Área Lago Pellegrini (Río Negro)

Cuenta con un total de 112 minas, que representan unas 300 pertenencias y cubren una superficie de 2000 hectáreas. Es potencialmente y por sus antecedentes, la más importante de las áreas tratadas. En ella, el espesor de la Formación Allen es de unos 52 m (Andreis *et al.*, 1974), portando varios mantos bentoníticos en explotación, denominado el más conspicuo "Bentonita Verde Lago".

Las empresas concesionarias son: Castiglioni, Pes y Cía, Cerro Duro SA, Minera Carlos Suhr SA,

Minarmco SA, INTI SRL, Conidier SA, Compañía Corral MICSA, Sol Minerales y Servicios SA, Parente Néstor, Bolatti Raúl y Tolsa SA, Sucursal Argentina.

La empresa Castiglioni, Pes y Cía. posee una planta de molienda de bentonita en la localidad de Cinco Saltos, ligada a la producción de este sector bentonítico.

a) Sector occidental

Los yacimientos situados al oeste del lago Pellegrini se emplazan en la parte inferior de las baridas occidentales del mismo y se accede por la ruta nacional 151. A un kilómetro de la última chacra de la localidad de Sargento Vidal, hacia Catriel, se aparta una huella hacia el este que conduce directamente a las minas del área. Las empresas que tienen concesiones en este sector son: Compañía Corral MICSA; Conidier SA, Minarmco SA y Minera Carlos Suhr SA, todas con explotaciones de reducidos volúmenes y, en algunos casos, estacionales.

Los yacimientos de este sector se encuentran en las cercanías del punto IGM Cerro Miroli, distante 155 km de las plantas de tratamiento que la empresa Minarmco SA posee en Cutral Có, a la vera de la ruta nacional 22. De acuerdo con el Padrón Minero del año 2005, de la Dirección de Minería de la provincia de Río Negro, los yacimientos con titularidad de Minarmco SA son los siguientes: Palermito I, Palermito II, Palermito III, Palermito IV, Palermito V y Palermito VI.

Tipo de yacimientos

Los niveles bentoníticos se comportan como estratos subhorizontales de espesores reducidos (0,15-0,20 m), pero de carácter regional. Existen bancos de menor espesor (0,10 m) de hábito lenticular, que no se explotan. La sobrecarga es importante, siendo en este sector de 5 a 7 metros. No se observan disturbaciones tectónicas de importancia. El mineral bentonítico está compuesto por una fracción arcillosa (menor a 2 micrones) que oscila entre el 94 y 99 %, de la cual la montmorillonita es su componente casi exclusivo. Como impurezas se observan feldespatos y cristales de cuarzo, siendo menos frecuentes, zeolitas y yeso.

b) Sector oriental y sur

El acceso se realiza por el camino que une Cinco Saltos con Villa Turística, desde donde parte un

camino secundario enripiado. Dicho camino bordea toda la cuenca y tiene accesos secundarios a las diferentes minas que explotan, entre otras, las empresas: Castiglioni, Pes y Compañía, Talcomin Sur Minerales SA, Cerro Duro SA, Minera Carlos Suhr SA y Minerales Patagónicos SRL.

Según Yañez *et. al.* (1996), el manto principal explotable (denominado “Bentonita Verde Lago”) presenta una potencia promedio de 0,40 m, se halla en la sección media de la Formación Allen. Tiene espesa cubierta de material estéril, que oscila entre 5 y 20 m, lo que obliga a las empresas concesionarias a realizar importantes tareas de remoción de ese material a los efectos de descubrirlo. La bentonita de este manto muestra una coloración verde cuando está húmeda y blanca amarillenta cuando se seca. El piso está constituido por una arcilla *beige*. Se utiliza como estrato guía al denominado “Lista”, de tonalidad amarillenta, muy continuo, de composición tobácea, que se encuentra de 2,70 a 2,80 m por encima del manto productivo, al que suprayace en contacto una bentonita impura denominada “Negra”.

El material es mayormente explotado por Castiglioni, Pes y Cía en varias concesiones del sector sur del lago Pellegrini, quienes lo destinan a la planta de beneficio que la empresa posee en la localidad de Cinco Saltos, camino al mencionado lago. A continuación se tratarán las características generales de los yacimientos de esta empresa.

Tipo de yacimientos

El área se desarrolla sobre la pendiente sur de la cuenca Vidal, que contiene al lago Pellegrini. En el miembro medio de la Formación Allen, con predominio de potentes estratos de fangolitas verde oliva, se intercalan los depósitos explotables de bentonita que se identifican por sus colores verde claro y blanquecino. A la primera variedad, que es la más conspicua del área, se la conoce como “Verde Lago” y se comporta como estrato subhorizontal de espesor reducido (0,40-0,30 m), pero de notable carácter regional, ya que sus afloramientos suman 8-9 kilómetros. Existen otros bancos explotables de menor espesor (0,30-0,20 m), como el denominado Bajada Grande, que se encuentra a unos 6 m por debajo del anterior. La sobrecarga es importante, siendo de 10 a 16 m en el sector del IGM La Yesera y de 4 a 6 m en Lomas del Lago. No se observan disturbaciones tectónicas de importancia.

Mineralización

El mineral bentonítico está constituido por una fracción arcillosa (menor a 2 micrones) que oscila entre 94 y 99 %, de la cual la montmorillonita es su componente casi exclusivo. Como impurezas se observan feldespato y cristales de cuarzo, y son menos frecuentes, zeolitas y yeso. Los elevados contenidos de sodio y magnesio como cationes intercambiables y sales solubles habrían sido captados de las aguas de mar en el proceso de alteración. En el cuadro 10 se muestran análisis químicos de bentonitas de Bajada Grande.

Estos valores caracterizan al mineral como una bentonita sódica natural, con elevado contenido de óxido de hierro que le confiere colores oscuros y capacidad de intercambio catiónico elevada, siendo el sodio el principal catión intercambiable.

De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, las muestras de bentonitas cumplen con los requerimientos necesarios para su utilización en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. De igual manera, para su uso en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera, los valores de reología y filtrado son adecuados a las normas API (1993).

2) Área Río Colorado

Los sectores mineralizados y/o con explotaciones antiguas y actuales de esta área se localizan en el norte de la Hoja, en las inmediaciones del río Colorado, tanto sobre su margen pampeana como rionegrina, con poblaciones cercanas como 25 de Mayo y Catriel, respectivamente. Como se expresó más arriba, en esta zona se encuentran: a) el Sector Catriel, b) el Sector Aguará (Río Negro) y c) el Sector Puelén (La Pampa).

a) Sector Catriel (Río Negro)

El acceso al sector de la mina Catriel y sus estaca minas se realiza por la ruta nacional 151, en el kilómetro 101. Se llega después de recorrer 5 km de un camino secundario que se abre hacia el oeste. Son labores abandonadas totalmente cubiertas.

A este sector lo conforman actualmente 11 minas, que cubren una superficie de 144 hectáreas. Entre las concesiones se encuentran E.M. Córdoba, Chiche, Gabito, Bachicha, la concesión original Catriel I y otras (véase Espejo *et al.*, 1999).

Si bien este sector ha sido explorado a juzgar por las labores mineras abandonadas que se observan, no ha tenido explotaciones económicas. Según el Área Técnica de la Dirección de Minería de la provincia de Río Negro, se trata de bancos bentoníticos muy delgados, afectados por fallas que dan como resultado la discontinuidad de los mantos explotables. La empresa Minerales Patagónicos SRL, cuenta con yacimientos de reciente data en esta zona, los que no están siendo explotados. Existen varios yacimientos vacantes.

Los yacimientos de este sector se localizan en sedimentitas subaflorantes de la Formación Allen, cubiertas por espesores variables de coluvio. Una exploración por medio de calicatas poco profundas, realizada por la empresa Minera José Cholino e Hijos SRL, anterior concesionaria del área, detectó uno o dos mantos subhorizontales de bentonita de color blanquecino, menos de 0,20 m de potencia, con un encape aproximado de 3 m y con abundante presencia de yeso.

b) Sector Aguará (Río Negro)

Las pertenencias están ubicadas en el área de la margen sur del río Colorado (Espejo *et al.*, 1999). Este sector se halla distante, en línea recta, 22 km al sur de la localidad rionegrina de Catriel. El acceso se efectúa por la ruta nacional 151 a la altura del Km 111, ingresando por la pequeña rotonda de acceso al Yacimiento Petrolero-Gasífero 25 de Mayo - Medanito (existe cartel indicador, inmediatamente antes de antena y caseta de Telefónica de Argentina), donde se accede a la pasarela sobre el río Colorado, de Pérez Companc (ex-YPF). Luego de recorrer 1,5 km, al llegar a la Planta de Tratamiento de Crudo de Petrobras, se desvía hacia la derecha donde un cartel indica hacia Yacimiento Tapera de Avendaño, tomando la ruta provincial 57. Luego de recorrer 21 km después de haber abandonado la ruta asfaltada, se llega a la entrada del yacimiento, se ingresa a la izquierda por una huella minera de 1 km hasta la propia explotación.

Abarca 19 minas que ocupan una superficie de 351 hectáreas. Entre ellas pueden citarse Aguará, Sebastián, Valeria, Celinda, Caminito, Norita, Primavera y 12 minas más, todas ellas contiguas o muy cercanas. La empresa concesionaria es Minera José Cholino e Hijos SRL, quien efectúa los trabajos de explotación a cielo abierto.

Cuadro 10. Análisis químicos de bentonitas de Bajada Grande, según Vallés e Impiccini (1999). Donde: P.P.C.: pérdida por calcinación.

Nº de muestra		M30	L2	C6	C8	*
P.P.C	(g / 100g)	5,30	5,08	12,06	4,80	6,55
SiO ₂	(g / 100g)	56,50	59,70	56,60	59,10	62,52
Al ₂ O ₃	(g / 100g)	24,10	24,20	16,00	22,20	18,33
Fe ₂ O ₃	(g / 100g)	3,80	4,00	6,00	5,60	5,23
CaO	(g / 100g)	1,65	0,70	1,47	1,20	0,44
MgO	(g / 100g)	3,63	2,92	1,27	2,16	2,58
Na ₂ O	(g / 100g)	2,95	3,00	4,04	4,30	2,87
K ₂ O	(g / 100g)	0,70	0,40	0,15	0,60	0,45
TiO ₂	(g / 100g)					0,72
MnO	(g / 100g)					0,15
P ₂ O ₅	(g / 100g)					0,07
SO ₃	(g / 100g)					0,07
As	(µg/g)					5,00

* Corresponde a un análisis químico del CIPROMIN (1999)

Tipo de yacimientos

La explotación se desarrolla sobre la margen sur del río Colorado, en cercanías del puesto Avendaño e IGM Aguará (y=5.776.728,189 x=2.611.758,189).

La característica secuencia del miembro medio de la Formación Allen aflora en una faja que bordea la margen derecha del río Colorado, de casi 10-12 km de extensión. En ella se presentan hasta tres niveles bentoníticos, con algunas discontinuidades laterales por acuñamiento y hábito lenticular. Los espesores se hallan entre 0,15 y 0,60 metros. En estado fresco muestra color gris a gris verdoso, pero en sectores con reducido encape estéril (1,50 a 2,00 m) se halla alterada mostrando colores ocres a rojizos por la presencia de distintos óxidos.

La secuencia portadora de los mantos bentoníticos está integrada por fangolitas verde oliva en estado fresco y verde claro en la superficie de los afloramientos, muy expansivas y fragmentosas. Se intercalan niveles limo-arenosos de colores claros en forma de banquitos con espesores de 3-4 cm o como pequeños lentes con límites difusos (*flaser bedding*) muy típicos de este miembro. Hacia la parte superior se intercalan calcáreos fosilíferos y estromatolitos. Los espesores del conjunto que debe ser retirado en la explotación son variables y van de 2 a 15 metros. Se observan grietas de disposición irregular rellenas con yeso fibroso.

Según Vallés e Impiccini (1999), el sector noroeste del área presenta un sólo horizonte bentonítico, con espesores de 0,40 a 0,50 m, con una cubierta estéril de 7 metros. La bentonita fresca es de color gris verdoso, pero impregnaciones de óxidos de hierro y material carbonoso le confieren colores ocres. En la base del estrato el material posee mayor cantidad de impurezas, limo y arena.

Los frentes de explotación del sector sureste tienen una potencia de 17 a 18 m, con tres mantos de bentonita intercalados, cuyos espesores varían entre 0,15 y 0,80 metros. En el yacimiento, la empresa concesionaria identifica los siguientes mantos bentoníticos:

- Manto pesado Aguará: con una potencia que oscila entre 0,40 y 0,50 m, reconocido en una longitud de 80 m, aproximadamente.

- Manto verde claro Aguará: con potencia similar al anterior, con un promedio de 0,30 metros. Presenta destapes de reconocimiento de aproximadamente 100 m de longitud.

Además, se han efectuado tareas de reconocimiento de bentonita, mediante destapes superficiales, con los muestreos pertinentes, determinando los siguientes horizontes, en los cuales no se realizan explotaciones: Manto gris Aguará, Manto superior Aguará, Manto R-6 Aguará y Manto Aguará.

Mineralización

Las bentonitas son del tipo sódicas naturales, muy puras, compuestas por una fracción arcillosa esmectítica (menor a 2 micrones), que oscila entre 95 y 99 %, de la cual la montmorillonita es su componente casi exclusivo. Como impurezas se observa: feldespato, cuarzo, zeolitas y yeso. Muestran elevadas capacidades de intercambio catiónico (C.I.C.) entre 88 y 108 meq/100 gr. Por lo general son neutras a ácidas (hasta pH 5,27). Poseen un área superficial muy elevada que en algunos casos llega a 940 m²/g. Por su pureza y bajo filtrado se las utilizaba para lograr las especificaciones API (1993), en uso para lodos de perforación, en plantas que emplean como base principal las bentonitas terciarias del departamento Zapala. Actualmente la empresa concesionaria lo muele y comercializa en su planta de Puelén, La Pampa.

Estudios específicos realizados sobre bentonitas de este sector (Vallés e Impiccini, 1999) permiten caracterizar al mineral como una bentonita sódica natural, con elevado contenido de óxido de hierro que le confiere colores oscuros y capacidad de intercambio catiónico elevada, siendo el sodio el principal catión intercambiable. De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, algunas muestras de bentonitas cumplen con los requerimientos necesarios para su utilización en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. De igual manera, para su uso en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera, los valores de reología y filtrado son cumplidos en algunas muestras. Los yacimientos del área se encuentran en explotación desde el año 1983 y mantuvieron la actividad en forma continua hasta el año 1997, para seguir en forma esporádica desde el año 1998 hasta la actualidad.

c) Sector Puelén (La Pampa)

Se accede desde la localidad pampeana más cercana, que es 25 de Mayo, por la ruta provincial 23 asfaltada, dirigiéndose hacia el sur en dirección a Colonia Chica por 21,2 km, donde se ingresa a la izquierda por un camino enripiado y que es el acceso al Yacimiento Petrolero-Gasífero 25 de Mayo-Medanito SE. Luego de 7 km se arriba al acceso del yacimiento de yeso La Fragata y, continuando por 4 km más, se llega a la batería petrolífera N° 4. Ya en zona netamente petrolera y siguiendo aproximadamente 3 km el camino que conduce a la planta de

Pérez Companc, se llega al acceso del yacimiento Islas Malvinas, el cual está debidamente señalado. Se recorren unos 1800 m para llegar al área de explotación y sector donde se ha montado la planta de molienda.

Los yacimientos donde se lleva a cabo la actividad extractiva que provee de mineral bentonítico a la planta de molienda se hallan localizados en la margen norte del río Colorado, en el departamento Puelén, distantes 28 km al suroeste de la localidad pampeana de 25 de Mayo y en proximidades de Colonia Chica.

De acuerdo con el Padrón Minero del año 1996, de la Dirección de Minería de la provincia de La Pampa, los yacimientos de bentonita del área Río Colorado-Puelén, con titularidad de Minera José Cholino e Hijos SRL son los siguientes: Andrés, Andrea, Aracelli, Carolina, Darío, Isabel, Islas Malvinas I, Malvina III, María Marta, Marianella, Marina, Martín Fierro, Río Colorado, Santa Rosa, Verónica, 25 de Mayo y Virginia.

En el área también existe una concesión a nombre de Minerales de La Pampa, empresa vinculada a la anterior y que se denomina Perito Moreno. En conjunto cubren una superficie de 180 hectáreas. La planta de tratamiento de las bentonitas (molienda) que posee Minera José Cholino e Hijos SRL está localizada en un predio contiguo a las concesiones de Islas Malvinas I y Martín Fierro.

En el sector de la explotación, la característica secuencia del miembro medio de la Formación Allen se encuentra aflorante en una faja que bordea la margen norte del río Colorado por casi 9 km de extensión, en sentido nordeste-sureste, y que no es más que la continuación del área rionegrina de Aguará, de la que se halla separada por el amplio valle del río mencionado. En ella se presentan hasta tres niveles bentoníticos, con algunas discontinuidades laterales por acuñamiento y hábito lenticular. Los espesores están hallados comprendidos entre 0,15 y 0,60 metros.

Tipo de yacimientos

En un relieve subhorizontal se advierte un laboreo con un frente irregular a cielo abierto con hasta 10 m de altura, donde se puede observar una sobrecarga de espesor variable entre 5 y 14 m compuesto por fangolitas gris oliva con intercalaciones de areniscas con presencia de óndulas. En la parte superior de la secuencia son frecuentes los nódulos de carbón.

Se distinguen tres niveles con bentonita, de los cuales el que se explota y exhibe mayor espesor es el inferior, con 0,50 a 0,60 metros. Se ven sectores

donde la bentonita tiene tonalidades gris claro a blanquecino, mientras que en otros es de color ocre. En todos los casos su hábito es tabular y se apoya sobre un estrato de arena gruesa guijarrosa de 0,45 m, con ondulitas de marea.

Según lo observado en este sector, habría una inclinación homoclinal muy suave, de 1° ó 2° hacia el nordeste. Esta magnitud no es fácil de apreciar a simple vista en los frentes de explotación, pero es perfectamente deducible sobre la base de la posición de los sedimentos en los amplios afloramientos de la región, tanto en el sector rionegrino como pampeano. El banco de bentonita sigue esta inclinación estructural, advirtiéndose fallamiento y desplazamiento vertical. Por lo tanto, se deduce que durante el lapso transcurrido entre el Cretácico superior y la actualidad, el área sólo se vio sometida a basculamiento de conjunto, y a movimientos diferenciales de bloques de escasa magnitud que se ponen de manifiesto en el yacimiento de bentonita La Pampa, contiguo a Islas Malvinas en la provincia de La Pampa, en los yacimientos de bentonita del Km 100 en la provincia de Río Negro y en la reciente explotación del lago Pellegrini, denominada Breyita.

Mineralización

El mineral arcilloso que compone estas bentonitas es una esmectita del tipo montmorillonita y se estima que compone entre el 95 y 99 % de las mismas. Como minerales accesorios se observa cuarzo, feldespato, clastos líticos, cristobalita, trizas de vidrio y yeso, que se hallan entre un 2 y un 5 %. En el cuadro 11 se muestran análisis químicos de bentonitas del sector Puelén.

En algunos sectores, los contenidos de óxidos de hierro son menores y dan colores blanquecinos. Esta calidad ha sido separada en muchas ocasiones durante la explotación para usos especiales.

De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, estas bentonitas cumplen con los requerimientos necesarios para su utilización en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición y para su uso en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera. También se la comercializa al mercado brasileño como suavizante de jabón en polvo.

En general son bentonitas de alta cristalinidad, con un pH neutro o ligeramente ácido, filtrados que en pocos casos superan los límites de tolerancia máximos (15 ml). El hinchamiento siempre se encuentra por arriba de los valores mínimos exigidos.

Los yacimientos del área se encuentran en explotación desde el año 1989, continuando la misma en forma ininterrumpida hasta la actualidad. Durante el año 1998 se extrajo una cantidad cercana a 7000 toneladas. Hasta el año 2004, el total extraído de mineral en bruto fue de 70.000 toneladas.

3) Área Alto Valle

a) Sector al norte de J.J. Gómez

Desde General Roca se accede partiendo de la rotonda de la ruta nacional 22 y Avenida Roca en dirección a Cipolletti, hasta el cruce situado en cercanías de la localidad de Guerrico, donde, 500 m antes del mojón que marca el Km 1185, se indica a la derecha el acceso a la Estación de Bombeo Allen de la empresa OLDELVAL. Desde allí deben recorrerse 6,4 km hacia el norte, llegándose a la entrada de los yacimientos pertenecientes a Minera José Cholino e Hijos SRL (La Planta, Choli y Marito). Continuando 1,4 km más se llega a Carolina I, que proveía mineral a la planta de molienda de la localidad de Padre A. Stefenelli (véase Estudios y Servicios de Geología y Minería SRL, 1982).

Tipo de yacimientos

En conjunto, las empresas mencionadas en el párrafo anterior cubren 129 hectáreas, con los yacimientos Morales I, Carolina I, La Planta, Choli y Marito. Todos ellos se hallan incluidos dentro de la sección media de la Formación Allen, constituida por arcilitas típicas por su color verde-oliva, fragmentosas y muy expansivas, con intercalaciones lenticulares de arenisca y material piroclástico.

La principal explotación, se realizaba en el yacimiento Carolina I, que presenta tres niveles productivos. El inferior, de 0,30 a 0,40 m, es utilizado mayormente para la industria metalúrgica, mientras que el medio, de 0,50 m, y el superior, de 0,25 a 0,30 m, son empleados principalmente en preparación de lodos de perforación. Actualmente se halla inactiva.

Los yacimientos La Planta, Choli y Marito presentan 2 niveles explotables entre 0,30 a 0,40 m, mientras que Morales I exhibe un nivel productivo de 0,40 a 0,50 m de espesor. En el cuadro 12 se ejemplifican análisis de bentonitas del sector ubicado al norte de J.J. Gómez.

Cuadro 11. Análisis químicos de bentonitas del sector Puelén (La Pampa), según Vallés e Impiccini (1999). Donde: P.P.C.: pérdida por calcinación.

P.P.C.	(g / 100g)	6,20 %
SiO ₂	(g / 100g)	63,00 %
Al ₂ O ₃	(g / 100g)	19,10 %
Fe ₂ O ₃	(g / 100g)	4,60 %
CaO	(g / 100g)	0,20 %
MgO	(g / 100g)	2,83 %
Na ₂ O	(g / 100g)	3,30 %
K ₂ O	(g / 100g)	0,50 %

Mineralización

El mineral bentonítico está compuesto por una fracción arcillosa (menor a 2 micrones) que oscila entre el 94 y 99 %, de la cual la montmorillonita es su componente casi exclusivo. Como impurezas se observan feldespato y cristales de cuarzo, siendo menos frecuentes las zeolitas y el yeso. En cuanto a su génesis, es la misma que para todo el distrito.

De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, las muestras de bentonitas cumplen con los requerimientos necesarios para su uso en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. De igual manera, para su utilización en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera, los valores de reología y filtrado son adecuados a las normas API (1993).

b) Sector al norte de Allen

Al norte de la localidad de Allen existen otros yacimientos de bentonita cuyo propietario es Cemento San Martín SA, a los cuales se accede partiendo de la ciudad mencionada. Se recorren 10 km hacia el norte por el camino que conduce a las canteras de yeso. Al llegar a la picada que corre junto al gasoducto se toma hacia el oeste y a 5 km se llega a la zona de los yacimientos.

De acuerdo con el Padrón Minero del año 2002, de la Dirección de Minería de la provincia de Río Negro, los yacimientos de bentonita con titularidad de Cemento San Martín SA, son los siguientes: Ana María, Allen, Norma Mirta, Liliana y María Elvira.

Los expedientes cubren una superficie de 696 has en conjunto, distribuyéndose de la siguiente manera: Norma Mirta (276 ha.), Allen (60 ha.), Liliana (60 ha.), María Elvira (252 ha.), Apolo (12 ha.) y Ana María (36 ha.), todas en terrenos de propiedad de la empresa.

Tipo de yacimientos

Todos los yacimientos mencionados se hallan incluidos dentro del Miembro medio de la Formación Allen (véase Cap. 2, Estratigrafía). La principal explotación se realiza actualmente en el yacimiento Norma Mirta, el cual presenta un nivel productivo de 0,30 a 0,40 m, limitado en base y techo por arcillas y yeso respectivamente. El mineral es de coloración gris verdosa con pátinas rojizas de óxidos.

El mineral bentonítico está compuesto por una fracción arcillosa (menor a 2 micrones) que oscila entre el 94 y 99 %, de la cual la montmorillonita es su componente casi exclusivo. Feldespato y cristales de cuarzo son las principales impurezas, en tanto que las zeolitas y el yeso son menos frecuentes. Su génesis es semejante a todo lo expresado anteriormente.

La producción del único yacimiento activo y que se mencionara anteriormente, fue de aproximadamente 1640 t anuales para el año 1998 y 1060 t para el año 2000. Actualmente se halla paralizada. La empresa no posee planta de tratamiento.

4) Área Cerro Bayo - El Caracol (Añelo - Neuquén)

El acceso al distrito de las bentonitas cretácicas del departamento Añelo se realiza desde la localidad neuquina San Patricio del Chañar por la ruta provincial 7, hasta el cruce con la ruta provincial 8 que conduce a Rincón de los Sauces. Tomando la misma y luego de transitar 60 km al norte, se llega al sector de explotación bentonítica sector sur y 15 km más al norte se halla el sector septentrional.

En estos yacimientos es donde se han llevado a cabo las extracciones más antiguas de mineral bentonítico de la provincia del Neuquén, ya que se registraron laboreos desde hace más de 50 años. Están localizados en una zona constituida por afloramientos de la Formación Allen que conforman una faja elongada norte-sur desde El Caracol hasta el cerro Bayo.

Dentro de la presente Hoja, los yacimientos denunciados son: Alfil, Asunción, Osmio, Circón, Añelo, Oro, Arturo I, Soli, La Cuenca Añelo, La Herminia,

Cuadro 12. Análisis de bentonitas para fundición y petróleo del sector situado al norte de J.J. Gómez, según Yañez *et al.* (1996). Donde: P/: para; S/: según; RCV: resistencia a la compresión en verde; RCS: resistencia a la compresión en seco; RTH: Resistencia a la tracción en húmedo; L 300 Rpm: Lectura Viscosímetro Fann a 300 rpm; L 600 Rpm: Lectura Viscosímetro Fann a 600 rpm.

P/fundición	S/Normas ABIFA - CEMP (1990)
Humedad	8-12 %
Hinchamiento	40 ml/2g
Granulometría M 70	99,80%
Granulometría M100	98%
Granulometría M200	82%
Azul de metileno TA	65 ml/0,5 g
Azul de metileno 550°C	45 ml/0,5 g
Compactibilidad	50
RCV	1300 g/cm ²
RCS	2800 g/cm ²
RTH	28 g/cm ²

P/Petróleo	Según normas A.P.I. (1993)
Humedad	10 % máx.
Tamizado seco M50	100%
Tamizado seco M100	95%
Reología :	
L 600 Rpm	33 min
L 300 Rpm	
Viscosidad aparente (VA)	15 mín.cps
Viscosidad plástica (VP)	5 mín. cps
Punto de fluencia (PF)	40 lib/100ft ²
Filtrado A.P.I.	12,5cm ³ máx.

La Milagrosa, Barreal, Azurita, Asunción, Yanquetruz, Paine, Pincen, Ingrinita, El Corte y Pichiruca. Entre las empresas concesionarias se encuentran Bentosur SA, Veronesi, Nicanor C. Ceballos y otros. Los yacimientos localizados en la zona de El Caracol están dentro de la Hoja 3769-IV, Catriel.

En los últimos años las explotaciones han sido discontinuas, y se han mantenido sin explotaciones o con extracciones reducidas, como la realizada en el año 2001 para muestra industrial.

Tipo de yacimientos

Los yacimientos bentoníticos se distribuyen según un área elongada, orientada en sentido nort-sur de aproximadamente 25 km de longitud y 1 a 5 km de ancho, que coincide con el sector de afloramientos de la Formación Allen. Se extiende desde el sitio denominado Barranca del Palo hasta la mina de rafaélita La Escondida.

En el yacimiento Alfíl, los afloramientos tienen una disposición subhorizontal a horizontal, donde los mantos bentoníticos son fácilmente distinguibles por

sus colores más claros, como verde claro, gris verdoso y blanco. Algunos sectores tienen colores rojizos a ocre oscuro por la presencia de óxidos de hierro. El mineral tiene aspecto ceroso y fractura concoidea.

Los espesores de los bancos bentoníticos varían entre 0,20 y 0,70 metros. Los niveles mineralizados más potentes muestran en general formas tabulares, de gran extensión areal, a diferencia de los menos espesos que son lenticulares. En las capas mineralizadas a bentonita se observan pequeños lentes u “ojos” de piroclastitas no alteradas.

La explotación del mineral se halla limitada a zonas de lomadas bajas ya que, la espesa sobrecarga que lo suprayace, en algunos casos llega hasta 40 metros.

Mineralización

Estudios realizados por Vallés e Impiccini (1996) mediante Rayos X, indican que el mineral bentonítico está compuesto por una esmectita que en promedio es del 95 %, acompañada principalmente por plagioclasa, cuarzo y yeso. En cuanto a su génesis se pueden aplicar los conceptos vertidos anteriormente. En los cuadros 13 y 14 se resumen características y análisis químicos de las bentonitas del área Cerro Bayo - El Caracol.

Los valores expresados en los cuadros precedentes caracterizan al mineral como una bentonita sódica natural y capacidad de intercambio catiónico elevada, siendo el sodio el principal catión intercambiable, aunque también se halla como sal soluble. Como minerales acompañantes se encuentran principalmente cuarzo y feldespatos. Es frecuente calcita, yeso y zeolitas, entre otros.

Poseen alto grado de tixotropía formando geles muy rígidos y un alto poder de hinchamiento que ha llegado en algunos a 77 mililitros.

De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, estas bentonitas cumplen con los requerimientos necesarios para su utilización en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. Para su uso en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera se deben mezclar con otras bentonitas para mejorar valores que no son óptimos, como el alto filtrado y viscosidad elevada, además de punto de fluencia fuera de normas, con valores muy alejados de los parámetros permitidos, como consecuencia del pH francamente ácido.

Distrito de bentonitas terciarias

Las manifestaciones bentoníticas de este distrito se encuentran en las provincias del Neuquén y Río Negro, siendo más importantes las localizadas en el área neuquina de Barda Negra - Cerro Bandera, actualmente en explotación, dentro de las Hojas geológicas Picún Leufú (Leanza y Hugo, 1997) y Zapala (Leanza *et al.*, 2001). Herrero y Donnari (en Leanza y Hugo, 1997) ubicaron a estos yacimientos en la Formación Cerro Bandera, por debajo de la Formación Collón Curá.

De acuerdo con las relaciones estratigráficas y paleontológicas, Leanza y Hugo (1997), correlacionaron las sedimentitas epi-piroclásticas de la Formación Cerro Bandera con la Formación Chichinales aflorante en el valle medio del río Negro.

El distrito de bentonitas terciarias en la Hoja Neuquén se sitúa en el departamento Añelo y se ubican estratigráficamente en la parte basal de la Formación Chichinales. Las mismas se originaron como consecuencia de fenómenos regionales de volcanismo explosivo que generaron enormes nubes de partículas, que se depositaron alejadas de sus fuentes en paleorrelieves elaborados en unidades más antiguas, dando lugar a depósitos de caída y a sedimentos epi-piroclásticos como consecuencia de la

reelaboración de aquellos, con espesores muy variables. Estos depósitos, preservados y transformados mediante procesos de neoformación epigenéticos, dieron lugar a la constitución acumulaciones explotables de bentonitas.

Tipo de yacimientos

El acceso al distrito de las bentonitas terciarias del departamento Añelo se realiza desde la localidad neuquina San Patricio del Chañar por la ruta provincial 7, hasta el cruce con la ruta provincial 8 que conduce a Rincón de los Sauces. Luego de transitar 24 km al norte, se toma por huella minera hacia el oeste por 7,5 km más, hasta llegar al sector mencionado de explotación bentonítica, que se halla incluida en la sección basal de la Formación Chichinales, de edad miocena inferior a media y de origen continental.

El yacimiento donde se llevó a cabo una extracción incipiente del mineral bentonítico está localizado en el establecimiento de campo denominado Pozo Cavado, en cercanías del IGM Bajada de la Tordilla. De acuerdo con el Padrón Minero del año 2001, de la Dirección de Minería de la provincia del Neuquén, existe una única concesión que se denomina Don Alfredo, cuyo concesionario es Mario Caballero y data del año 1977. Tiene una superficie de 6 hectáreas.

Cuadro 13. Características de las bentonitas de la región de Cerro Bayo-El Caracol, según Vallés e Impiccini (1996) (modificado). Donde, Lec Fann: Lectura Viscosímetro Fann en revoluciones por minuto (r.p.m.); V. P.: viscosidad plástica en centipoise (cps); P.F.: punto de fluencia; Filt.: filtrado; Hinch.: hinchamiento; CIC: capacidad de intercambio catiónico; R.C.V.: resistencia a la compresión en verde en kg/cm²; R.C.S.: resistencia a la compresión en seco; (A) y (B) Puesto Rebolledo, (C) Mina Arturo, (D) zona El Caracol.

REOLOGÍA según norma API, 1993					Hinch.	CIC	Ensayos físicos para fundición			
Lec Fann		V.P.	P.F.	Filt.			Impurezas	R.C.V.	R.C.S.	pH
600	300									
r.p.m.	r.p.m.	cps	100 pies ²	ml	ml	(meq/100g)	%	kg/cm ²	kg/cm ²	
Min 30		Min 5	Min. 10 Max. 50; Max. 3xV.P	Max. 15	Min 30		Max. 2,5	Min. 1.12	Min. 2.00	
A) 254	240	14,0	226,0	12,0	77	98	1,1	0,88	2,09	4,9
B) 100	84	16,0	68,0	13,0	51	108	2,0	0,67	1,36	4,7
C) 32	27	5,0	22,0	15,0	30	83	2,8	0,94	1,99	4,9
D) 74	67	7,0	60,0	15,0	42	90	1,2	0,83	1,52	4,7

Cuadro 14. Análisis químicos de las bentonitas de la región de Cerro Bayo- El Caracol según, Vallés e Impiccini (1996). Donde: (A) y (B) Puesto Rebolledo, (C) Mina Arturo, (D) zona El Caracol.

		A	B	C	D
SiO ₂	(%)	57,00	58,00	57,50	57,50
Al ₂ O ₃	(%)	23,20	20,20	21,60	23,70
Fe ₂ O ₃	(%)	4,00	5,20	4,40	4,10
Na ₂ O	(%)	2,70	4,10	3,20	3,80
CaO	(%)	1,67	1,00	1,20	0,50
MgO	(%)	3,40	1,70	2,90	3,60
K ₂ O	(%)	0,60	0,50	0,80	0,60
P.P.C.	(%)	5,60	6,50	7,90	6,80

En el yacimiento Don Alfredo, los recursos bentoníticos potencialmente explotables corresponden a sectores de los niveles tobáceos donde la alteración a arcillas esmectíticas ha sido más intensa. Como consecuencia de lo irregular de los procesos de argilitización y los diferentes grados de afectación del material original, los cuerpos bentoníticos son irregulares en extensión y espesor.

En el área de este yacimiento es donde se observa el principal afloramiento que cubre una superficie aproximada de 35.000 m², donde se han medido en algunas calicatas potencias de 7 y 2,50 m sin llegar al piso de los niveles tobáceos.

Mineralización

Estudios realizados por Vallés e Impiccini (1996) mediante Rayos X, indicaron que el mineral bentonítico promedio está compuesto por una fracción arcillosa que oscila entre el 76 y 83 % del total. El resto del material corresponde principalmente a limos con una proporción entre 14,5 y 20,4% y el resto a arena fina. En el cuadro 15 se exponen la mineralogía y granulometría de bentonitas del yacimiento Don Alfredo.

Dentro de los minerales no arcillosos se observan cristales de plagioclasa y trizas vítreas angulosas e incoloras. Menos frecuentes son cuarzo y calcita. Acompañan zeolitas, yeso, cristobalita, fragmentos líticos, hornblenda, minerales opacos, chert, mica y apatita.

En todas las muestras, los estudios de DRX demuestran la presencia de un importante componen-

te esmectítico, como estratificado con fases de illita/esmectita presentes.

En cuanto a su génesis, los pasajes transicionales de roca fresca a intensamente argilitizada, señalan que las arcillas son de neoformación y por alteración in situ de la roca original.

Existen pruebas del origen volcánico de los materiales originales, como lo denotan ciertas características de los minerales que acompañan a las arcillas, a saber:

- Presencia de trizas vítreas relícticas
- Zonación de las plagioclasas
- Índice de refracción del vidrio

Las características de las bentonitas de esta región fueron tratadas por Vallés e Impiccini (1996). El mineral se clasifica como una arcilla bentonita sódica natural, y capacidad de intercambio catiónico elevada, siendo el sodio el principal catión intercambiable.

De acuerdo con sus parámetros físico-químicos, estas bentonitas cumplen con algunos de los requerimientos necesarios para su uso en la industria metalúrgica, como arenas de moldeo en actividades de fundición. No cumplen en general con la resistencia en seco, con la estabilidad térmica ni con el hinchamiento, que se encuentran por debajo de los límites exigidos

Para su utilización en la preparación de lodos de perforación en la actividad petrolera se deben mezclar con otras bentonitas para mejorar valores que en su estado natural no son óptimos, como el alto

filtrado y la baja viscosidad Fann a 600 r.p.m. y punto de fluencia. El pH es neutro a levemente alcalino.

Las razones principales que limitan su aptitud son el bajo contenido de arcillas respecto de otros minerales y la presencia del componente illítico en la fracción arcillosa.

Diatomita

Dentro de la Hoja se halla una única manifestación de este mineral, denominada Alicia, que tiene como referencia más importante, en el área nordpatagónica, a los depósitos ubicados en el distrito de diatomitas de Ingeniero Jacobacci (Caba y Dalponte, 1999).

Manifestación Alicia

La manifestación Alicia se localiza aproximadamente a 30 km al SE de Colonia 25 de Mayo, en el sudoeste de la provincia de La Pampa, en el departamento Puelén. Según Rimoldi y Silva Nieto (1999), en el Mapa Geológico de la provincia de La Pampa se encuentra en el cerro de la Barda, asignado con el número 7. Se sitúa dentro de una zona que tiene reservas comprobadas para soportar una explotación continua durante más de 50 años, considerando para dicho cálculo un valor hipotético máximo para el mercado argentino de 5000 t anuales.

Godeas *et al.* (1999), dentro de los yacimientos de diatomita de la provincia de La Pampa, señalaron para el yacimiento El Dique 350.000 t medidas, la misma cifra que ha sido señalada por Gaillardou (1987) para Alicia.

La existencia de los afloramientos diatomíticos es mencionada en el Inventario Integrado de los Recursos

Naturales de la provincia de La Pampa realizado por el INTA y la Universidad Nacional de La Pampa en el año 1980. Posteriormente, el Consejo Federal de Inversiones, a instancias del gobierno de la provincia de La Pampa efectuó una asistencia técnica evaluando y cuantificando los yacimientos que afloran en el sudoeste pampeano, dentro de los departamentos Puelén y Cura C  (véase Gaillardou, 1987).

Posteriormente, Lorenz (2000) formalizó un acertado diagnóstico de las diatomitas pampeanas en el marco de una cooperación geológica argentino-alemana sobre el potencial minero de la provincia de La Pampa. No se registran explotaciones desde su concesión.

La unidad portadora es la Formación El Sauzal, que regionalmente está constituida principalmente por areniscas cuarzosas de grano medio a finas, con intercalaciones de limos y arcillas rojizas y verdosas de escaso espesor, cubiertas por una capa de conglomerado clasto sostenido con cemento carbonático.

Los afloramientos del mineral diatomítico se pueden distinguir a más de 10 km de distancia por su color blanquecino, sobre la antigua barranca del río Colorado, en su margen izquierda. Todo el conjunto presenta una inclinación de 5° al SE, que contrasta con el plano horizontal de la superficie de la meseta en cuya base se desarrolla.

Si bien puntualmente el banco diatomítico presenta una morfología tabular, rápidamente se hace lenticular, disminuyendo su espesor hacia el poniente, mientras que hacia el este, se pierde con su espesor completo, bajo sedimentos coluviales.

Los niveles de diatomitas tienen una extensión lateral de 1,2 km, con potencias que llegan a un máximo de 5 m y encapes de estéril que varía de 0 a 8-10 metros.

Cuadro 15. Mineralogía y fracciones granulométricas del yacimiento Don Alfredo, según Vallés e Impicini (1996).

Muestra N°	0417	0218	0317	1117	0717	0519	0119	1017	0917	1217
Filosilicatos	78	76	83	83	76	72	81	76	80	71
Feldespatos	14	13	12	12	19	12	11	18	12	22
Cuarzo	3	4	3	2	4	2	2	2	3	3
Yeso	1	2	<1	<1		8	2		<1	<1
Calcita	2	4	2	1		6	4	3	4	2
Zeolitas	1	<1	<1	2	1				1	1
Arcilla	71		77	83	73		43			
Limo	22		20	15	18		46			
Arena	7		3	2	9		11			

La estructura sedimentaria predominante es la estratificación laminar, mientras que en los paquetes de conglomerados superiores se encuentran areniscas de grano fino con estratificación entrecruzada en artesa. Todo el conjunto representa un ciclo de sedimentación granocreciente

El perfil se inicia con 2,50 m de arcilitas de color rosado compactas en la base, cuyo piso no se observa por encontrarse cubierto. Poseen estructura laminar muy fina con bandeamiento por diferencias tenues de color. Por encima se ven 3 m de arcilitas rosadas bien estratificadas en forma laminar, muy friables, con abundantes intercalaciones de yeso cristalino. Siguen arcilitas verde claro por otro metro más, con impregnaciones de óxidos de hierro. A continuación se desarrollan los 5 m de depositación diatomítica que presentan una pequeña guía de yeso cristalizado que separa un banco inferior de uno superior, tal como se ha muestreado en este caso. Ambos bancos están impregnados por óxidos de hierro, son muy livianos, de color blanco grisáceo, con estratificación laminar muy fina que cuando el mineral se seca a la intemperie produce láminas tipo hojas de libro. Un metro antes del remate del banco diatomítico, se halla un pequeño estrato tabular de una tufita gris clara, dando muestra de actividad volcánica regional, ciclos a los que invariablemente se relacionan las manifestaciones de éste mineral. Hacia arriba, la depositación de las diatomitas se corta por la aparición de sedimentos epiclásticos finos. La granulometría se hace cada vez más gruesa y el perfil luego de 6 m de depositación arenosa remata con camadas de conglomerados típicos cementados con carbonato.

En los afloramientos del mineral se observa una costra de origen salino que le confiere tonalidades grisáceas y que es común en áreas con mineralización de yeso.

Mineralización

Dentro de la composición mineralógica se encuentra, como constituyente principal un mineral amorfo de origen orgánico (normalmente ópalo) que corresponde a los frústulos de las diatomeas. Como minerales accesorios se hallan cuarzo, yeso, albita, esmectita y halita. En el cuadro 16 se muestran análisis químicos de diatomitas de la manifestación Alicia.

Yeso

El yeso dentro del ámbito de la Hoja Neuquén ostenta características disímiles según se trate de

secuencias evaporíticas pertenecientes a la Formación Allen o a la Formación Roca. Las concesiones por yeso se encuentran distribuidas principalmente al este del lago Pellegrini y sobre el flanco septentrional del gran valle del río Negro. Los afloramientos de este mineral se pierden por debajo de sedimentitas que conforman la meseta que se desarrolla más al norte y finalmente se hacen evidentes por razones topográficas, en ambos flancos del valle del río Colorado.

El acceso a los yacimientos que se mantienen en explotación, como los situados al norte de J.J. Gómez, se realiza por la ruta nacional 22, ingresando en dirección al norte por el camino consolidado que conduce a la planta de bombeo del oleoducto de OLDELVAL. De allí hacia el norte siguiendo por el camino que bordea el oleoducto se llega fácilmente a las canteras Lucía (que es la más alejada), Don Eugenio, Loma Negra y Dan Vic.

Angelelli *et al.* (1976) dieron cuenta del destacado lugar que ocupaba la región Patagonia-Comahue con relación a la explotación nacional de sulfato de calcio bihidratado, indicando un 35 % como el aporte a la producción nacional, que en definitiva se realizaba casi en su totalidad desde la provincia de Río Negro, más precisamente del sector que se representa en esta Hoja. Según datos de los autores arriba citados, la producción para el quinquenio 1967-1973 osciló entre 100.000 a 140.000 t anuales.

En el Informe Económico y Caracterización de Yeso de la provincia de Río Negro (véase Espejo *et al.*, 1999), se muestra un cuadro de producción de yeso destinado a la industria de la construcción para la década 1990-1999, con valores que oscilan entre 30.000 y 100.000 t anuales, siempre con mineral originado en explotaciones dentro de la zona tratada por este trabajo. Durante los últimos años (1998-2001), las producciones conjuntas de las empresas que operan en este sector totalizaron en promedio las 180.000 t anuales. Recientemente, para el año 2004, la producción fue de 337.000 t, según datos aportados por la Delegación Alto Valle de la Dirección General de Minería e Hidrocarburos.

1) Yeso de la Formación Allen

Los afloramientos de yeso atribuidos a la Formación Allen tienen una mayor distribución que los correspondientes a la Formación Roca, llegando a sobrepasar el límite norte de la Hoja. Al respecto, Andreis *et al.* (1974) señalaron que el yeso del miembro superior de la Formación Allen, por su extensión

regional puede ser considerado como un buen elemento de correlación, conjuntamente con las calizas grises macizas. Los bancos de yeso que se han observado en canteras no trabajadas en la actualidad, denotan procesos evaporíticos discontinuos, con pequeñas interrupciones representadas por finos espesores de sedimentos epiclásticos laminares que impurifican el paquete y dan su característica principal, como es su carácter estratificado.

Al NE de la localidad de General Roca, el yeso es de color gris blanquecino y de hábito nodular, por lo general existe alternancia de bochones de yeso blanco con espesores de yeso fibroso de hasta 12 cm de potencia, las fibras son perpendiculares a la estratificación. Los espesores explotables pueden llegar hasta 4 m, pero en todos los casos se hallan integrados por una sucesión de estratos centimétricos de yeso cristalino, con finas intercalaciones de material arcilloso de color verde o negro y carbonatos grises a ocre que dificultan su posterior procesamiento.

Canteras situadas al norte de J.J. Gómez y General Roca

La cantera ubicada al norte de General Roca, se halla inmediatamente al este de la ruta provincial asfaltada 6, y a 8 km al norte por esta misma ruta, partiendo de la rotonda del cruce con la ruta nacio-

nal 22. Se localiza sobre la ladera norte de una elevación que se extiende en sentido este-oeste, entre las cotas 330 y 340 m sobre el nivel del mar.

Por otro lado, a la cantera situada 7 km al NNO de J.J. Gómez se accede desde la ruta Chica, tomando por el camino que conduce a la planta de bombeo de OLDELVAL, por 6 km, e ingresando a la derecha hasta llegar a un antiguo campamento de la cantera que está a continuación. Ambas canteras se encuentran inactivas y se hallan dentro de terrenos propiedad de Cía. Corral M.I.C.S.A.

Canteras Don Enrique y otras situadas al sur del río Colorado

Al área de Don Enrique, perteneciente a la empresa Durlock SA, se accede desde la localidad más cercana Catriel, por la ruta nacional 151 hacia el sur dirigiéndose en dirección al Alto Valle del río Negro, unos 21,5 km, hasta la pequeña rotonda de acceso al Yacimiento Petrolero-Gasífero 25 de Mayo-Medanito SE, desde donde se accede a la pasarela sobre el río Colorado. Luego de transitar 1,5 km y al llegar a la Planta de Tratamiento de Crudo de Petrobras (ex Pérez Companc), se desvía hacia la derecha donde un cartel indica hacia Yacimiento Tapera de Avendaño, tomando la ruta provincial consolidada 57. Se pasa frente a la Batería 11 de la empresa mencionada previamente, a los 12,5 km de haber abandonado la ruta 151 y a los 15,6 km de la misma referencia se encuentra el área Jagüel de los Machos - Yacimiento Tapera de Avendaño. A continuación y luego de recorrer 27 km después de haber abandonado la ruta asfaltada se llega a la entrada del yacimiento, ingresándose a la izquierda por una huella minera de 1 km, hasta los afloramientos evaporíticos, que se aprecian en los laterales de un cañadón que baja de la meseta ubicada al sur de la manifestación. Aledaña a la concesión de yeso Don Enrique, se hallan dos concesiones por el mismo mineral de la empresa Minera José Cholino e Hijos SRL, denominadas Don José y María Agustina.

Mineralización

Se han efectuado análisis químicos de estos yesos, sobre muestras de la cantera de Cía. Corral MICA al norte de J.J. Gómez, en INTEMIN, según la norma ASTM C-471-91. Se hizo un muestreo del banco en los tres sectores diferenciados en la descripción. Se recogieron muestras del banco total en Don Enrique, cuyos resultados se exhiben en el

Cuadro 16. Análisis químicos de diatomitas de la manifestación Alicia, según Lorenz (2000).

Muestra	AR 53	AR 54	Promedio
SiO ₂ %	58,44	59,52	62,07
Al ₂ O ₃ %	11,25	10,07	12,60
Fe ₂ O ₃ %	3,91	3,82	2,80
Na ₂ O %	3,13	2,20	2,70
CaO %	4,49	4,51	1,29
MgO %	0,91	0,87	1,89
K ₂ O %	1,75	1,32	1,44
TiO ₂ %	0,49	0,47	0,35
MnO %	0,02	0,01	No analizado
P ₂ O ₅ %	0,13	0,15	No analizado
As ppm	16	23	No analizado

cuadro 17. Estos resultados se integran con los del Informe Económico y Caracterización de Yeso de la provincia de Río Negro (2001), donde se han realizado caracterizaciones del mineral de esta área, donde los valores se expresan en g/100g, el agua libre es la pérdida a 45° C y el agua combinada es la pérdida a 215-230° C.

2) Yeso de la Formación Roca

En contraposición con los anteriores, los depósitos de yeso de la Formación Roca muestran toda su potencia al norte de las localidades de J.J. Gómez y Allen. A 27 km al norte de la ruta nacional 22, la explotación de la cantera Lucía es la más septentrional de la Hoja, aunque existen pedimentos aún más al norte, como Edgar, Lina, Julio y Leo, que no han iniciado su explotación.

Massabie (1993) indicó la presencia de un banco de yeso de 6 m de espesor máximo relacionado con el ciclo transgresivo-regresivo cretácico-terciario, sobre la Formación Roca, integrándolo a la porción inferior de la Formación El Carrizo, en la margen pampeana del río Colorado. Esta unidad fue detectada en subsuelo durante el estudio para el emplazamiento de la represa de Casa de Piedra.

Las diferencias entre la secuencia evaporítica de la Formación Allen y la correspondiente a la Formación Roca son evidentes por los mayores espesores de ésta última y el carácter estratificado de la primera contra depósitos macizos y poco estratificados de la segunda. Actualmente, las explotaciones activas por yeso dentro de la Hoja, se reducen al potente banco evaporítico generado por

el retiro del mar Rocanense, mientras que las extracciones de las evaporitas del miembro superior de la Formación Allen han sido discontinuadas, por tratarse de productos de menor calidad y mayores dificultades extractivas.

Los espesores del yeso de la Formación Roca son claramente diferenciables de los descriptos anteriormente. El yeso es sólido, macizo, cristalino, de color blanco grisáceo o amarronado, dependiendo de la fangolita presente. La textura es porfiroide, con grandes cristales seleníticos y rosetas. En ocasiones muestra bandeamientos y/o parches de fangolita por lo general grisácea, llegando a ser amarronada en algunos casos. Existen sectores en donde se presenta muy blanco y friable, así como otros en donde el grano es fino y la textura alabastrina. Sin embargo, el tipo dominante es totalmente cristalino, de brillo satinado como consecuencia de la presencia de cristales de selenita.

Canteras Dan Vic, Don Eugenio, Loma Negra y Lucía

Estas canteras están ubicadas al norte del Alto Valle del río Negro, entre las localidades de Allen y J. J. Gómez, en un ambiente de meseta disectada que caracteriza a la zona. Distantes 15 km al norte de Allen, y dentro de campos de propiedad de particulares, las canteras Dan Vic, Loma Negra y Don Eugenio pertenecen a una misma corrida de evaporitas que conforman un banco continuo, precipitadas durante la fase salina en el retiro de la ingresión del mar Rocanense, constituyendo lo que se considera el evento final de la Formación Roca o sección superior.

Cuadro 17. Análisis de yeso del yacimiento Don Enrique, según el Informe Económico y Caracterización de Yeso de la provincia de Río Negro (2001).

Cantera	H ₂ O Libre	H ₂ O Combinada	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Yeso	CaSO ₄	CaCO ₃	MgCO ₃
Corral (1) Norte J.J. Gómez	0,31	19,86	3,38	1,21	30,91	0,20	44,13	94,89	-	S/d	S/d
Corral (2) Norte J.J. Gómez	0,25	19,65	1,09	0,43	32,11	0,16	45,84	93,89	3,72	S/d	S/d
Corral (3) Norte J.J. Gómez	0,24	19,96	1,96	0,68	□□□	0,14	45,21	95,37	1,46	S/d	S/d
Informe INTEMIN	1,05	19,65	0,38	0,39	32,73	<0,0	446,37	93,89	5,24	<0,01	<0,01
Don Enrique	0,26	19,70	0,63	0,22	32,48	0,15	46,37	94,13	4,42	S/d	S/d

Mineralización

En el cuadro 18 se brindan caracterizaciones del mineral de esta área, donde los valores se expresan en g/100g, el agua libre es la pérdida a 45° C y el agua combinada es la pérdida a 215-230°C. Se completa con análisis de muestras tomadas durante el presente trabajo.

Arena, gravas y ripio calcáreo

Gravas y arenas, llamadas en forma genérica “áridos para la construcción”, están asociados a las planicies aluviales actuales de los ríos Negro, Limay, Neuquén y Colorado. Varias explotaciones se desarrollan en las tres provincias que abarca la Hoja.

Importantes volúmenes de estos materiales se extraen en la zona del Alto Valle del río Negro, obtenidos de explotaciones a cielo abierto en forma mecanizada, por lo general separando granulométricamente los componentes mediante el uso de zaran-das móviles.

Dentro de la Hoja existe un gran número de explotaciones que se encuentran orientadas a la obtención del denominado ripio calcáreo (grava + caliche), que es ampliamente utilizado como sub-base en la construcción de caminos, locaciones petroleras y como base en grandes construcciones. Explotaciones de este material son muy comunes, tanto en la provincia de Río Negro como en Neuquén. Las extracciones son simples, superficiales, realizándose a cielo abierto y en forma mecanizada.

Las mesetas desarrolladas en el ámbito de la Hoja se hallan cubiertas por extensos mantos de gravas inconsolidadas, como la Formación Bayo Mesa, que es portadora de bancos importantes de conglomerados que generalmente poseen la sección superior con abundante material calcáreo, pasando hacia abajo a un ripio limpio que no es utilizado. De acuerdo con Esteban (en Uliana, 1979), el caliche es un depósito de carbonato terroso, de grano fino, formado como un suelo, en sedimentos preexistentes y dentro de la zona vadosa. Su desarrollo requiere climas semiáridos y temperaturas moderadas.

De igual modo, amplios depósitos de terrazas vinculados con los ríos Neuquén, Negro y Limay han desarrollado niveles con cementación por carbonato de calcio en la parte superior, lo que da lugar a explotaciones por ripio calcáreo.

Finalmente, conspicuos cañadones que bajan de la meseta ubicada al norte del amplio valle del río Negro son intensamente explotados en la provincia de Río Negro, teniendo una gran demanda incluso en la capital neuquina, por la calidad de arena que producen.

Arena silícea

En el sector sudoeste del lago Pellegrini, en cercanías de la ciudad rionegrina de Cinco Saltos, se han desarrollado desde hace varios años atrás, explotaciones artesanales de bancos de arenas muy poco consolidadas y que normalmente no se observan en superficie. En todos los casos son explotadas a cielo abierto, luego de la eliminación de una delgada cubierta de sedimentos aluvio-columbales.

Sobre las barrancas de la cuenca Vidal, en niveles superiores a los bancos arenosos se ubican rocas pelíticas de la Formación Allen que rematan con un banco de yeso. Intercaladas en dichas pelitas se desarrollan importantes explotaciones de bentonita ya descriptas

Las canteras, en principio, fueron pequeñas explotaciones y los reducidos volúmenes producidos fueron comercializados localmente como arenas para la construcción.

A partir de 1998, las concesiones y las explotaciones se han ampliado por la fuerte intervención de empresas relacionadas a la industria cerámica con asiento en el Parque Industrial de la ciudad de Neuquén, como Cerámica Zanón y Canteras Zafiro SA, las que han solicitado amplias concesiones con el objeto de utilizarlas en la mencionada actividad, habiéndose iniciado únicamente la explotación de la denominada Mabel, que reemplazó a las canteras actualmente inactivas de la zona del arroyón.

Dentro de la presente Hoja, las canteras que están actualmente en explotación son Mabel, Chiquita, Kral y Huanten. Esta última se explota en forma artesanal, es decir, sin la participación de equipos mecanizados. Todas ellas se encuentran localizadas al sur del lago Pellegrini, sobre un planicie de suave pendiente (6 a 10°) que con un ancho aproximado de 1500 m baja del pie de las bardas desde una cota de 300 a 310 m a la margen del mismo, a una cota de 268 a 270 metros.

Se accede desde la localidad de Cinco Saltos, en dirección a la península Ruca Cú, por ruta provincial asfaltada 70 y a 7 km, en coordenadas S 38° 46' 47,5" y O 68° 02' 21,3", se desvía a la derecha, tomando

Cuadro 18. Caracterización del yeso de la Formación Roca, según el Informe Económico y Caracterización de Yeso de la provincia de Río Negro (2001).

Cantera	H ₂ O libre	H ₂ O combinada	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Yeso	CaSO ₄	CaCO ₃	MgCo ₃
Dan Vic (1)	3,68	17,82	1,14	0,24	33,15	<0,01	47,35	85,14	13,18	<0,01	<0,01
Dan Vic (2)	1,65	18,77	1,73	0,30	32,74	<0,01	45,82	89,68	7,00	1,16	<0,01
Loma Negra (1)	0,25	19,99	0,53	0,19	32,37	0,13	46,22	95,51	3,06	-	-
Loma Negra (2)	0,27	19,83	0,24	0,04	32,73	0,12	46,73	94,75	4,55	-	-
Lucía	0,27	19,92	0,22	0,05	32,74	0,10	46,74	95,18	4,21	-	-
Don Eugenio	0,32	20,18	0,27	0,17	32,54	0,11	46,47	96,42	2,78	-	-

una huella minera que conduce directamente a la cantera Mabel, luego de transitar 4,5 kilómetros.

A la derecha del camino que conduce a la península de Ruca C6, en cercanías del puente sobre el arroy6n, se explota artesanalmente una peque1a cantera con 2,50 m de arena silíceas fina muy seleccionada. Corresponde a un poblador de apellido Salazar. Se trata de dep6sitos subhorizontales cubiertos en su techo por 1 a 2 metros de espesor de sedimentos aluvio-columviales. Por debajo de estos sedimentos modernos, producto de la erosi6n de las barrancas cercanas al lago Pellegrini, se ubica el banco de arena con alto contenido en cuarzo y con feldespatos presentes, con potencias que oscilan entre los 2 y 4 metros.

Son psamitas medianas a gruesas, con participaci6n de niveles conglomerádicos, de colores blancos a levemente rosados. Se disponen en estratos tabulares, donde el rasgo interno dominante es la estratificaci6n entrecruzada tangencial que se pone de manifiesto en los diversos afloramientos alumbrados por la actividad canteril. Están levemente diagénizadas a fÁCilmente deleznales o inconsolidadas, como es el caso de la cantera Mabel.

Mineralizaci6n

El Lic. Alexis MartÍnez (comunic. verbal, 1999), uno de los ge6logos de la empresa que explotaba la cantera Mabel, brind6 análisis quÍmicos que se exponen en el cuadro 19, realizados sobre una muestra extraída de un acopio zarandeado de 300 toneladas.

En la arena de este sector, el cuarzo es mayoritario entre el 93 y 95 % y lo acompa1an fracciones de feldespatos, 6palos y otros líticos duros.

8.2. DEP6SITOS DE MINERALES METALÍFEROS

Cobre

Las únicas manifestaciones metalíferas dentro de la Hoja son de cobre y se encuentran en el sector suroccidental de la misma, al norte de la localidad de Challac6 y de la ruta nacional 22, en el paraje denominado Barda GonzÁlez. Las mismas se ubican en el Subgrupo Río Neuquén, mas precisamente en la Formaci6n Portezuelo (véase Cap. 2, Estratigrafía).

En el padr6n minero de la provincia del Neuquén hay concesiones por cobre en el área de Barda GonzÁlez denominadas: Faupe, La Casualidad, San Lorenzo, Yaravi, El Trono, La Coral, Las Termas y Rara Fortuna, algunas de las cuales se localizan en el ámbito de la Hoja Zapala (Leanza *et al.*, 2001).

Wichmann (1927a) fue el que public6 los primeros datos de las impregnaciones de cobre en los entonces denominados Estratos con Dinosaurios (= Grupo Neuquén). Posteriormente, FernÁndez Aguilar (1945) efectu6 la cubicaci6n sistemática sobre este mineral con la perspectiva de su explotaci6n en el área de Plaza Huincul, cercana a las manifestaciones aquÍ tratadas.

Fue Reynoso (1975) quien reconoci6 el carácter sedimentario de estas mineralizaciones, en tanto que Ramos (1975) defini6 la relaci6n existente entre episodios sedimentarios y mineralizaci6n, controlados por la tect6nica y los cambios climáticos.

Área Barda GonzÁlez

Si bien la concesión denominada Barda GonzÁlez estÁ fuera de la presente Hoja, junto al límite occi-

dental de la misma, el mayor número de pertenencias de este grupo se encuentra dentro de ella, por lo que se tratará el sector en su conjunto.

Danieli y Giusiano (1992) desarrollaron el tema y revelaron que la más conspicua de las manifestaciones es la de Barda González.

Los autores indicaron que la mineralización ocurre en forma de impregnaciones distribuidas en las areniscas que en ocasiones ocupan dos o más niveles. Los espesores de las impregnaciones varían de pocos centímetros a 1,40 m (Ramos, 1975) y ocasionalmente se advierten espesores mayores. Las rocas son areniscas de grano grueso a mediano con cemento calcáreo, sobrepuestas a niveles de fangolitas.

En definitiva, se trata de depósitos de cobre estratiformes vinculados a niveles psamíticos con una mineralización dominante de malaquita, la que se presenta netamente ligada a restos carbonosos. Esta asociación es notable en los yacimientos San Lorenzo y Faupe donde los tenores de cobre para muestras representativas de la mineralización, se presentan altamente variables con registros de 5,2 % para el primero y valores de 2 a 7,9 % para el segundo, encontrándose un aparente control entre la existencia de materia orgánica y la granulometría de las areniscas (Ramos, 1975).

El área ha sido explorada pero los resultados no dieron origen, hasta el momento, a explotaciones

mineras sostenidas en el tiempo, por lo que se la considera como área con recursos subeconómicos.

Lyons (1999) dio cuenta de una explotación a pequeña escala, con la extracción de 325 t de mineral seleccionado con una ley de 9,7 %, entre los años 1969 y 1979. Este mineral fue procesado en Chos Malal para su posterior comercialización. También indicó que entre los años 1994 y 1998 algunas empresas mineras llevaron a cabo una intensa exploración mediante sondajes, con un total de 9434 m en 163 pozos, con muestreo por cada metro en forma continua y en algunos sectores cada 0,50 m y espaciados cada 50 metros. Sobre la base de estas exploraciones se determinó un recurso estimado en 35.500.000 t, con un contenido de 0,368 % de cobre con una ley de corte de 0,15 % de cobre lo que lo incluye dentro de los depósitos de baja ley pero no antieconómicos.

De acuerdo con Danieli y Giusiano (1992), la ley media de cobre para la zona sería de 0,5 % en un área de 1,5 km² con mineralización de malaquita, con calcosina subordinada en forma de nódulos y venillas de relleno.

Génesis de los depósitos

Durante extensos períodos de equilibrio biostático se producen condiciones favorables para la formación de suelos y para el ataque a las rocas portadoras que durante la meteorización química extrae el cobre y lo dispone para su transporte en la fase acuosa migrante, para dar como resultado la movilización y posterior concentración final (Erhart, 1956; 1964). Según Lyons (1999), la lixiviación de las rocas mesosilíceas de la Formación Choiyoi por su magnitud y distribución areal (250.000 km²) pudo haber sido la roca madre que aportó los iones cobre suficientes para esta mineralización.

Las características texturales y la composición mineralógica de estos depósitos estratoligados ubicados en el Subgrupo Río Neuquén, indican que el cobre se incorporó a la roca hospedante durante una etapa tardía a epi-diagenética, después del soterramiento de los sedimentos. El factor que controló la incorporación del cobre a los sedimentos, ha sido en casi todos los ejemplos estudiados, la existencia de materia orgánica que, al descomponerse, creó un microambiente reductor que produjo la precipitación del ión Cu⁺. A pesar de la ausencia de cobre primario, es probable que el mineral haya precipitado como cobre nativo y luego, por procesos de oxidación, se haya transformado en malaquita (Ramos, 1975). A

Cuadro 19. Análisis químicos de arenas silíceas de la cantera Mabel, según el Lic. Alexis Martínez (comunic. verbal, 1999). PPC: pérdida por calcinación.

Elemento químico	Concesionario
SiO ₂	80,45
Al ₂ O ₃	9,75
Fe ₂ O ₃	0,81
TiO ₂	0,30
P ₂ O ₅	-
MnO	-
CaO	1,60
MgO	0,31
Na ₂ O	1,90
K ₂ O	3,00
SO ₃	0,40
CaCO ₃	1,55
PPC	1,29

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino).

Minerales industriales

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)			HOJA 100.000	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGIA	LABOREO
					X	Y							
1		Áridos	Cantera 1999/1996	16,4 km al NO de Añelo	38° 14' 10" S	68° 54' 31" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
1		A+B53ridos	Cantera 1996/1996	17,4 km al NO de Añelo	38° 14' 10" S	68° 55' 32" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
1		Áridos	Cantera 2169/1997	15,2 km al NO de Añelo	38° 15' 47" S	68° 53' 45" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
1		Áridos	Cantera 2196/1997	12,9 km al NO de Añelo	38° 14' 48" S	68° 54' 14" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
1		Áridos	Cantera 2276/1997	12,9 km al NO de Añelo	38° 15' 49" S	68° 53' 18" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
2		Arcilla	Las Yeguas 3 2398/97	37,1 km al N de Añelo	38° 01' 17" S	68° 49' 52" O		3969-4	Areniscas, limolitas y arcillas rojas y verdes	Formación Portezuelo	Turoniano	Interest. Esm/III con III y Ch+Cl, Q y Feld alcalinos	Cantera
3		Áridos	Cantera 2400/1997	11,9 km al N de Añelo	38° 14' 45" S	68° 48' 39" O		3969-4	Conglomerados, gravas y arenas	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
4		Arcilla	Total Austral SA 2399/97	18,5 km al N de Añelo	38° 11' 17" S	68° 47' 38" O		3969-4	Areniscas, limolitas y arcillas rojas y verdes	Formación Cerro Lisandro	Cenomaniano sup.	s/d	Cantera
5		Bentonita	Osmio	38,0 km al NE de Añelo	38° 06' 24" S	68° 29' 52" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	Cantera
5		Bentonita	Circoón	38,5 km al NE de Añelo	38° 06' 55" S	68° 29' 52" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
5		Bentonita	Oro	38,9 km al NE de Añelo	38° 06' 29" S	68° 29' 25" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
6		Bentonita	Arturo I	43,0 km al NE de Añelo	38° 03' 51" S	68° 28' 16" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
7		Arcilla	Soli	41,6 km al NE de Añelo	38° 05' 16" S	68° 27' 45" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
8		Arcilla	La Cuenca de Añelo	40,2 km al NE de Añelo	38° 06' 33" S	68° 27' 30" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
9		Bentonita	La Herminia	43,0 km al NE de Añelo	38° 04' 36" S	68° 27' 15" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
9		Bentonita	La Milagrosa	40,9 km al NE de Añelo	38° 06' 08" S	68° 27' 22" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d
9		Bentonita	Barreal	39,9 km al NE de Añelo	38° 06' 15" S	68° 28' 08" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Feld. es frecuente Cal, Gyp. Zs, etc.	s/d

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino) (continuación).

Minerales industriales

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)			HOJA	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGIA	LABOREO
					X	Y							
	9	Bentonita	Asunción	40,7 km al NE de Añelo	38° 04' 58" S	68° 28' 42" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas fragmentadas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	Yanquetruz	40,2 km al NE de Añelo	38° 05' 45" S	68° 28' 10" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas fragmentadas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	Plaine	40,1 km al NE de Añelo	38° 06' 17" S	68° 28' 10" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	Phoen	40,6 km al NE de Añelo	38° 04' 39" S	68° 27' 30" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	Ingrinita	40,4 km al NE de Añelo	38° 05' 32" S	68° 27' 08" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	El Corte	41,6 km al NE de Añelo	38° 04' 19" S	68° 28' 12" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	9	Bentonita	Pichinca	38,1 km al NE de Añelo	38° 06' 50" S	68° 28' 10" O		3969-5	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Q y Fald. es frecuente Cal. Gyp. Zs. etc.	s/d
	10	Bentonita	San Agustín 27/201	40,0 km al NE de Añelo	38° 08' 23" S	68° 23' 28" O		3969-5	No determinado	Fm. Barranca de los Loros	Mioceno medio	s/d	Sin laboreo
	20	Áridos	Cantera 27/141/198	40,0 km al NE de Añelo	38° 25' 56" S	68° 52' 23" O		3969-10	Gravas y arenas	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
	20	Áridos	Cantera 27/131/198	9,9 km al SO de Añelo	38° 25' 46" S	68° 51' 31" O		3969-10	Gravas y arenas	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Sin laboreo
	21	Áridos	Cantera 28/26/199	7,8 km al SSO de Añelo	38° 25' 29" S	68° 48' 34" O		3969-10	Ripio calcareo	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
	22	Áridos	Cantera 30/04/199	2,0 km al SSO de Añelo	38° 22' 22" S	68° 48' 09" O		3969-10	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Neuquén	Holoceno	-	Cantera
	23	Áridos	Cantera 28/36/199	8,1 km al SSO de Añelo	38° 25' 39" S	68° 46' 59" O		3969-10	Gravas y arenas	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
	24	Áridos	Cantera 30/03/199	18,6 km al NE de Añelo	38° 16' 33" S	68° 36' 31" O		3969-	Gravas y arenas	Dep. aluviales actuales y abantos recientes	Holoceno	-	Sin laboreo
	25	Bentonita	Don Alfredo	26,3 km al NNO intersección rutas 7 y 8	38° 20' 49" S	68° 27' 40" O		3969-11	Tobas y areniscas tobáceas	Formación Chichinales	Oligoceno	Interest. Esmeril con mineral serie Mont - Bei	Cantera
	26	Bentonita	San Pedro	21,0 km al NE intersección rutas 7 y 8	38° 24' 29" S	68° 15' 12" O		3969-11	Arcillas	Fm. Jagüel (subalfarante)	Maastrichtiano	-	Sin laboreo
	27	Áridos	Cantera 11/82/00	26,8 km al NNE Chailaco	38° 44' 46" S	68° 51' 32" O		3969-10	Gravas y arenas	Fm. Bayo Mesa	Plioceno superior	-	Sin laboreo

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino) (continuación).

Minerales industriales

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	RDENADAS (Posgar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGIA	LABOREO
					X	Y						
30		Áridos	Cantera 2712/1998	24,1 km al SE de Añelo	38° 30' 52" S	68° 36' 31" O	3969-10	Gravas y arenas	Dep. coluviales	Holoceno	-	Cantera
31		Bentonita	Los Mecánicos	4,2 km al ENE intersección rutas 7 y 8	38° 33' 08" S	68° 19' 50" O	3969-11	Fangolitas verdes y grises y escasas limolitas	Formación Allen	Campaniano	-	Sin laboreo
32		Áridos	P. Extracción 100/2000	31,0 km al NO de Neuquén D.C.	38° 43' 17" S	68° 15' 11" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
43		Áridos	Cantera 120/2000	24,3 km al N Challacó	38° 45' 18" S	68° 59' 37" O	3969-16	Gravas y arenas	Dep. que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
44		Arcilla	Tres Puntas 13.443/89	22,2 km al N Challacó	38° 48' 25" S	68° 59' 01" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Portezuelo	Turoniano	Ill. Ch. Esm. Ill+Esm y Ch+Chn (fracción arcillosa), Q. Feld.p. Potásico y Mus	Sin laboreo
45		Arcilla	La Salvación	6,5 km al NNE Challacó	38° 55' 01" S	68° 56' 28" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Ill. Ch. Esm. Ill+Esm y Ch+Chn (fracción arcillosa), Q. Feld.p. Potásico y Mus	Cantera inactiva
45		Arcilla	La Salvación I	6,8 km al NNE Challacó	38° 54' 59" S	68° 56' 00" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación III	6,4 km al NNE Challacó	38° 55' 00" S	68° 56' 37" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación IV	6,5 km al NNE Challacó	38° 55' 04" S	68° 56' 11" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación V	6,8 km al NNE Challacó	38° 55' 03" S	68° 55' 48" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación VI	6,5 km al NNE Challacó	38° 55' 10" S	68° 55' 57" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación VII	5,9 km al NNE Challacó	38° 55' 17" S	68° 56' 06" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación VIII	5,9 km al NNE Challacó	38° 55' 23" S	68° 56' 15" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación IX	5,9 km al NNE Challacó	38° 55' 37" S	68° 55' 39" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación X	5,6 km al NNE Challacó	38° 55' 44" S	68° 55' 48" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
45		Arcilla	La Salvación XVII	5,2 km al NE Challacó	38° 56' 25" S	68° 55' 13" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Huincul	Cenomaniano sup.	Idem	Cantera
46		Arcilla	La Moleada 12.518/86	22,8 km al NNE Challacó	38° 48' 28" S	68° 53' 40" O	3969-16	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Fm. Plotler	Coniaciano	Ill. Ch. Esm. Ill+Esm y Ch+Chn (fracción arcillosa), Q. Feld.p. Potásico y Mus	Sin laboreo

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino) (continuación).

Minerales industriales

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pagar en comentario)			HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
34		Bentonita	E.M. Moligüe (12 de Oct.)	18,6 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 53" S	68° 06' 33" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. Ñireco (Argentina)	20 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 08" S	68° 06' 32" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. Dana	15,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 17" S	68° 05' 25" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Riño	15,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 31" S	68° 05' 17" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Rolo	15,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 31" S	68° 05' 25" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Zar	15,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 17" S	68° 05' 40" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	La Fé	19,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 38" S	68° 07' 39" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé II	21,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 43" S	68° 09' 12" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé III	20,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 05" S	68° 08' 20" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé IV	18,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 56" S	68° 07' 22" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	María II	20,9 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 30" S	68° 05' 44" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Mirita	18,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 55" S	68° 06' 02" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Navidad	17,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 34" S	68° 06' 49" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Palermito I	17,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 27" S	68° 06' 56" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito II	18,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 11" S	68° 07' 11" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito III	18,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 06" S	68° 06' 50" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito IV	18 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 19" S	68° 07' 04" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino) (continuación).

Minerales industriales

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)		HOJA	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
66		Áridos	Cantera 1164/1994	11,1 km al NO de Neuquén (D.C.)	38° 53' 45" S	68° 09' 43" O	3969-17	Gravas, arenas y caliche	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
66		Áridos	Cantera 72/2000	11,8 km al NO de Neuquén (D.C.)	38° 53' 18" S	68° 09' 55" O	3969-17	Gravas, arenas y caliche	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Pleistoceno	-	Cantera
67		Áridos	P Extracción 757/1983	7,3 km al OSO de Neuquén (D.C.)	38° 58' 14" S	68° 08' 31" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Limay	Holoceno	-	Cantera
67		Áridos	P Extracción 6155/1970	6,9 km al OSO de Neuquén (D.C.)	38° 58' 24" S	68° 08' 12" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Limay	Holoceno	-	Cantera
67		Áridos	P Extracción 9718/1977	7,2 km al OSO de Neuquén (D.C.)	38° 58' 24" S	68° 08' 13" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Limay	Holoceno	-	Cantera
68		Áridos	P Extracción 13360/1989	4,3 km al SSO de Neuquén (D.C.)	38° 59' 31" S	68° 04' 44" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Limay	Holoceno	-	Cantera
69		Arcilla	Cantera 4414/1968	2,8 km al sur de Neuquén (D.C.)	38° 58' 51" S	68° 03' 50" O	3969-17	Gravas y arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Limay	Holoceno	-	Extracción con draga a cable sobre lecho río Limay (abandonada)

Abreviatura: Bei: beidellita, Cal: calcita, Ci: clorita, Cin: caolinita, Esm: esmectita, Gys: yeso, Ill: ilita, Mont: montmorillonita, Mus: muscovita, Q: cuarzo, Feld: feldespato, potásico, Zs: zeolitas

Cuadro 20. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector neuquino) (continuación).

Minerales metalíferos

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	DENOMINACIONES (Posgar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGIA	LABOREO
					X	Y						
1		Cobre	LA YARAVI Exp. N° 4904/69	14,5 km al noroeste de Challacó	5.700.180	2.500.932	3969-20	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
1		Cobre	LA CORAL Exp. N° 4905/69	14,5 km al noroeste de Challacó	5.700.103	2.501.691	3969-21	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
1		Cobre	EL TRONO Exp. N° 5435/69	14,5 km al noroeste de Challacó	5.700.301	2.501.743	3969-22	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
1		Cobre	La Casualidad Exp. N° 5434/69	14,5 km al noroeste de Challacó			3969-24	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
2		Cobre	LA BARROSA Exp. N° 4854/69	16,0 km al noroeste de Challacó	5.700.617	2.500.547	3969-19	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
2		Cobre	LA CUPROSA Exp. N° 4281/67	16,0 km al noroeste de Challacó	5.702.566	2.505.410	3969-17	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo
3		Cobre	LA ATRAVESADA Exp. N° 11639/84	22,5 km al noroeste de Challacó	5.708.724	2.507.750	3969-23	Areniscas y fangolitas	Subgrupo Río Neuquén	Turoniano sup. a Coniaciano sup.	Ml, Az, Cc, Cv, Py, Hma, Gys, y minerales de uranio vanadio, manganeso y hierro	Sin laboreo

Abreviaturas: Ml: malaquita, Az: azurita, CC: calcosina, Cv: covellina, Py: pirita, Hem: hematita, Gys: yeso.

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino).

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pagar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
				X	Y						
11	Bentonita	Catriel I	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 11" S	67° 58' 31" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Nona (Catriel I)	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 19" S	67° 59' 31" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Bachicha (Catriel I)	11 km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 05" S	67° 59' 49" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Chiche (Catriel I)	11 km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 04' 58" S	67° 59' 40" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Córdoba (Catriel I)	11,3 km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 19" S	68° 00' 06" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Gabito (Catriel I)	11 km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 12" S	67° 59' 58" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Juicio (Catriel I)	11 km al SO de Cinco Saltos	38° 05' 12" S	67° 59' 40" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. La Vasca (Catriel I)	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 12" S	68° 00' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Maleta (Catriel I)	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 19" S	67° 59' 49" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Manina (Catriel I)	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 06" S	68° 00' 24" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
11	Bentonita	E.M. Pancho (Catriel I)	11km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 05' 19" S	68° 00' 24" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
12	Yeso	Cantera Carmela	11,8 km al SO int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 07' 19" S	67° 58' 31" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
14	Arquilla	Sol Exp. 23114	6,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 04' 20" S	67° 52' 02" O	3969-6	Areniscas y fangolitas intercaladas	Bajo de la Carpa	Santoniano	-	Cantera
15	Áridos	Ruli Exp. 23113	8,6 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 04' 31" S	67° 50' 32" O	3969-6	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales antiguos del río Colorado	Holoceno	-	Cantera
17	Bentonita	Aguará	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 12" S	67° 47' 35" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
17	Bentonita	Alba	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 09' 02" S	67° 46' 35" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
17	Bentonita	Aurora	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 09' 09" S	67° 46' 43" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)			HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
17		Bentonita	Belinda	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 42" S	67° 44' 28" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Caminito	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 38" S	67° 45' 30" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
17		Bentonita	Celinda	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 30" S	67° 47' 09" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Concepción	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 40" S	67° 46' 10" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Dora	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 39" S	67° 45' 18" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
17		Bentonita	Edgar	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 42" S	67° 44' 16" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Francisco	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 41" S	67° 44' 41" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Leticia	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 23" S	67° 47' 00" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Mabel	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 47" S	67° 46' 19" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	María Luisa	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 55" S	67° 46' 27" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Martín	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 39" S	67° 45' 05" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Norita	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 40" S	67° 44' 53" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Primavera	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 43" S	67° 44' 04" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	San Sebastián	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 08' 26" S	67° 45' 53" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Sur	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 09' 16" S	67° 46' 52" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
17		Bentonita	Valeria	15,8 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38°08'36" S	67°45'57" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
18		Yeso	Don Enrique	21,1 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 10' 36" S	67° 42' 37" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Sin laboreo
18		Yeso	Don José	21,1 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 10' 06" S	67° 42' 04" O		3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Sin laboreo

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pesgar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
18		Yeso	Maria Agustina	21,1 km al SE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 10' 32" S	67° 42' 48" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Sin laboreo
33		Áridos	Exp. 21004 Munic. Cte. Cordero	12,5 km al NNO de Cinco Saltos	38° 43' 17" S	68° 06' 43" O	3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos fluviales antiguos del río Neuquén	Holoceno	-	Cantera
33		Áridos	Exp. 24125 Esperanza	12,6 km al NNO de Cinco Saltos	38° 43' 05" S	68° 06' 32" O	3969-17	Arenas, gravas y limos	Dep. fluviales antiguos del río Neuquén	Holoceno	-	Cantera
34		Bentonita	12 de Octubre I	18,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 59" S	68° 06' 11" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	25 de Mayo	17,6 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 23" S	68° 06' 20" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	9 de Julio	18,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 03" S	68° 00' 29" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Alborada	19,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 28" S	68° 06' 00" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Amón	14,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 46" S	68° 05' 17" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	-
34		Bentonita	Año Nuevo	18,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 03" S	68° 07' 04" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Antonia	16,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 44" S	68° 05' 37" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Argentina I	19 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 34" S	68° 06' 09" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Caco	22,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 34" S	68° 09' 49" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Coca	19,9 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 25" S	68° 07' 52" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Coco	21,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 48" S	68° 08' 40" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. Iram (Ya Verán)	16,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 01" S	68° 05' 31" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. La Fe V (La Fe IV)	18,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 03" S	68° 07' 17" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera inactiva

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
34		Bentonita	E.M. Moligüe (12 de Oct.)	18,6 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 53" S	68° 06' 33" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. Ñireco (Argentina)	20 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 08" S	68° 06' 32" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	E.M. Dana	15,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 17" S	68° 05' 25" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Riño	15,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 31" S	68° 05' 17" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Rolo	15,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 31" S	68° 05' 25" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	E.M. Zar	15,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 17" S	68° 05' 40" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	-
34		Bentonita	La Fé	19,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 38" S	68° 07' 39" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé II	21,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 43" S	68° 09' 12" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé III	20,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 05" S	68° 08' 20" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	La Fé IV	18,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 56" S	68° 07' 22" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	María II	20,9 km al NNO de Cinco Saltos	38° 38' 30" S	68° 05' 44" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Mirta	18,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 39' 55" S	68° 06' 02" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Navidad	17,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 34" S	68° 06' 49" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Palermito I	17,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 27" S	68° 06' 56" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito II	18,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 11" S	68° 07' 11" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito III	18,2 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 06" S	68° 06' 50" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito IV	18 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 19" S	68° 07' 04" O	3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)			HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
34		Bentonita	Palermito V	18 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 16" S	68° 06' 47" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Palermito VI	17,4 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 36" S	68° 07' 04" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
34		Bentonita	Tres Mantos	15,8 km al NNO de Cinco Saltos	38° 41' 12" S	68° 05' 05" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
34		Bentonita	Ya Verán	16,3 km al NNO de Cinco Saltos	38° 40' 59" S	68° 05' 12" O		3969-17	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera inactiva
35		Arena silicea	Exp. 23061	9,4 km al N de Cinco Saltos	38° 44' 38" S	68° 04' 27" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	-	-	-	-
35		Arena silicea	Gianni Exp. 23089	9,3 km al N de Cinco Saltos	38° 44' 42" S	68° 04' 19" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	-	-	-	-
35		Arena silicea	Italo Exp. 23088	9,2 km al N de Cinco Saltos	38° 44' 44" S	68° 04' 34" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	-	-	-	-
36		Áridos	Exp. 23129	10,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 44' 00" S	68° 02' 52" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
36		Arena silicea	-	10,7 km al NNO de Cinco Saltos	38° 44' 04" S	68° 02' 08" O		3969-17	Arenas	Bajo de la Carpa	Santoniano	Si, Fel	Cantera
37		Áridos	Luciano Exp. 25111	12,7 km al NNE de Cinco Saltos	38° 42' 56" S	68° 02' 37" O		3969-17	Gravas con calcáreo, arenas	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
38		Bentonita	Bibi	22,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 38' 27" S	67° 58' 07" O		3969-12	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	?
38		Bentonita	E.M. Leonardo (Bibi)	22,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 38' 18" S	67° 58' 13" O		3969-12	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	?
38		Bentonita	E.M. Manu (Bibi)	22,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 38' 42" S	67° 57' 52" O		3969-12	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	?
39		Áridos	Exp. 21183 "Don Gustavo"	16,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 21" S	67° 55' 30" O		3969-18	Gravas con calcáreo, arenas	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 21188	15,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 43" S	67° 55' 26" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23014	16,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 18" S	67° 55' 04" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23027	16,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 10" S	67° 55' 02" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)		HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
39		Áridos	Exp. 23028	16,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 01" S	67° 54' 56" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23091	16,0 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 36" S	67° 55' 07" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23092	16,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 27" S	67° 55' 06" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23094	15,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 34" S	67° 55' 30" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 23182	16,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 01" S	67° 55' 08" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	San Cayetano	15,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 51" S	67° 55' 18" O	3969-18	Arena, grava, limo	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 24035	17,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 03" S	67° 54' 39" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 151108	16,0 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 18" S	67° 55' 19" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 151106	17,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 56" S	67° 55' 19" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
39		Áridos	Exp. 151006	16,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 21" S	67° 55' 19" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
40		Bentonita	Vanessa	18,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 25" S	67° 55' 38" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Abril	17,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 11" S	67° 55' 25" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Azul	17,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 05" S	67° 55' 17" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Beatriz III	16,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 53" S	67° 55' 30" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Camino	17,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 19" S	67° 55' 06" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Cañadón	18,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 36" S	67° 54' 58" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
40		Bentonita	Catriel	18,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 07" S	67° 55' 15" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)		HOJA 100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
40		Bentonita	Contacto	18,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 57" S	67° 54' 40" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Corte	17,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 18" S	67° 54' 54" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	E.M. Espina (Norma)	17,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 46" S	67° 54' 51" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Gris	18,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 26" S	67° 55' 07" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Huella	17,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 10" S	67° 54' 54" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lago Pellegrini I	18,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 26" S	67° 55' 28" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lago Pellegrini II	18,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 16" S	67° 55' 41" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lago Pellegrini III	18,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 20" S	68° 02' 20" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lago Pellegrini IV	19,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 41' 22" S	67° 55' 06" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lago Pellegrini VI	17,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 11" S	67° 55' 33" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lily	18,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 46" S	67° 55' 07" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Lisa	18,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 54" S	67° 55' 04" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Luna	18,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 32" S	67° 54' 20" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	María V	17,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 17" S	67° 55' 18" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	María VIII	16,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 44' 19" S	67° 54' 49" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Noma	17 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 45" S	67° 55' 03" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Petróleo	17,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 42" S	67° 55' 34" O	3969-19	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)			HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y	Z						
40		Bentonita	Picada	18,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 44" S	67° 54' 48" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Plaza	19,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 41' 59" S	67° 55' 09" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Recurso	17,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 39" S	67° 54' 45" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ricardo	19,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 07" S	67° 54' 59" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ricardo I	18,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 26" S	67° 54' 59" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ricardo II	18,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 07" S	67° 55' 24" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ricardo III	19,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 41' 52" S	67° 55' 10" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ricardo IV	18,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 17" S	67° 55' 15" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ruby	17,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 07" S	67° 55' 06" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Ruta	17,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 30" S	67° 55' 06" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Sanjón	12,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 42' 34" S	67° 55' 27" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
40		Bentonita	Sol	18,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 43' 52" S	67° 53' 53" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
41		Yeso	Leo	42,1 km al NO de General Roca	38° 40' 55" S	67° 46' 33" O		3969-18	Conglomerados y areniscas (abajo Fm Roca?)	Dep. planicie pefística del Jaqué de Canale	Pleistoceno	-	-
42		Yeso	Julio	38,9 km al NO de General Roca	38° 42' 52" S	67° 46' 32" O		3969-18	Calizas, coquinas, arcillitas y yeso	Fm. Roca	Daniano	Gyp	-
42		Yeso	Edgar	38,4 km al NO de General Roca	38° 42' 51" S	67° 45' 46" O		3969-18	Calizas, coquinas, arcillitas y yeso	Fm. Roca	Daniano	Gyp	-
42		Yeso	Lina	36,7 km al NO de General Roca	38° 43' 32" S	67° 44' 54" O		3969-18	Calizas, coquinas, arcillitas y yeso	Fm. Roca	Daniano	Gyp	-
70		Arenas silíceas	Natalia 23015	7,9 km al N de Cinco Saltos	38° 45' 26" S	68° 03' 58" O		3969-17	Areniscas, limos	Bajo de la Carpa	Santoniano	Si	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)			HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
71		Arenas silíceas	Exp. 19118	1,2 km al E de Cinco Saltos	38° 49' 40" S	68° 03' 11" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Bajo de la Carpa	Santoniano	Si	Cantera
72		Áridos	Exp. 25122 de Sol Rayito	8,3 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 22" S	68° 02' 31" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 19044	8,4 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 23" S	68° 02' 22" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 25082 Gabriela I	8,4 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 26" S	68° 02' 06" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Arenas silíceas	Exp. 21047	8,3 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 29" S	68° 00' 57" O		3969-17	Arenas	Fm. Bajo de la Carpa	Santoniano	Si	Cantera
72		Áridos	Exp. 21186	8,3 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 35" S	68° 01' 56" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 22155	8,3 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 36" S	68° 01' 45" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 25083 Mariana	8,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 38" S	68° 01' 35" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 25113 Costa Esperanza	8,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 29" S	68° 01' 07" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 22156	8,8 km al NNE de Cinco Saltos	38° 45' 26" S	68° 01' 25" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
72		Áridos	Exp. 25070 Gabriela	8,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 38" S	68° 00' 54" O		3969-17	Arenas, gravas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
73		Arenas silíceas	Exp. 23070 Sofia	7,9 km al N de Cinco Saltos	38° 50' 18" S	68° 01' 32" O		3969-17	Arenas, limos	Fm. Bajo de la Carpa	Santoniano	Si, Fel	Cantera
74		Arenas silíceas	Exp. 19149	8,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 59" S	68° 00' 18" O		3969-18	Arenas, gravas, limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Exp. 19157	9,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 14" S	67° 59' 06" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Exp. 23069	9 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 07" S	67° 59' 48" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Ana	9,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 58" S	67° 59' 28" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Chiquita	9,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 15" S	67° 59' 30" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	Cabtera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)			HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
74		Arenas silíceas	Lucía	8,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 51" S	68° 00' 28" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Mabel	9 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 57" S	68° 00' 04" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	Cantera
74		Arenas silíceas	Marco	8,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 04" S	68° 00' 04" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Pablo	9,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 09" S	67° 59' 29" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Piero	9,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 04" S	67° 59' 34" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Tochi I	9,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 24" S	67° 59' 03" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Perla I	9,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 24" S	67° 58' 52" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
74		Arenas silíceas	Tochi II	10,0 km al NE de Cinco Saltos	39° 46' 24" S	67° 58' 36" O		3969-18	Arenas, gravas, limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
75		Arenas silíceas	Teaen	6,3 km al E de Cinco Saltos	38° 49' 31" S	67° 59' 38" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	-
76		Arenas silíceas	Exp. 19121 Cantera 5513	9,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 41" S	67° 58' 57" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	Cantera
76		Arenas silíceas	Exp. 19126 Cantera 5517	9 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 52" S	67° 59' 01" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	Si, Fel	Cantera
77		Bentonita	Ambos	14,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 06" S	67° 54' 43" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Ducobo	7,6 km al NE de Cinco Saltos	38° 47' 42" S	67° 59' 26" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	E.M. Carla (Fabi)	13,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 05" S	67° 55' 42" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	E.M. Cristina (Ambos)	14,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 12" S	67° 54' 56" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	E.M. Albano (Fabi)	14 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 57" S	67° 55' 36" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	E.M. Bosa (Ambos)	14,9 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 13" S	67° 54' 43" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	E.M. Chumi (Fabi)	14,2 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 48 " S	67° 55' 30" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)		HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
77		Bentonita	La Angellita	11,9 km al NNE de Cinco Saltos	38° 47' 21" S	67° 56' 20" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Lluvia	9,8 km al ENE de Cinco Saltos	38° 47' 41" S	67° 57' 47" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Malambo	14,8 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 20" S	67° 54' 43" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Marzo	14,1 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 06" S	67° 55' 28" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Rola	14,3 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 20" S	67° 55' 06" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Tierra Blanca	7,5 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 57" S	68° 00' 16" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Exigentes	14 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 33" S	67° 54' 47" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
77		Bentonita	Breyita	15 km al NE de Cinco Saltos	38° 45' 54" S	67° 54' 42" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
78		Áridos	Exp. 15808 IX Ex Isla	8,9 km al SE de Cipolletti	38° 59' 50" S	67° 56' 02" O	3969-18	Gravas, arenas	Dep. de la planicie aluvial actual del río Negro	Holoceno	-	Cantera
78		Áridos	Ripiera Palito	7,3 km al SE de Cipolletti	38° 59' 39" S	67° 56' 57" O	3969-18	Arena, grava, limo	Dep. de la planicie aluvial actual del río Negro	Holoceno	-	Cantera
79		Bentonita	María I	13,7 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 22" S	67° 55' 38" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
79		Áridos	Exp. 19122 Cantera 5514	13 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 25" S	67° 56' 06" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	-	Cantera
79		Áridos	Exp. 19125 Cantera 5516	13,4 km al NE de Cinco Saltos	38° 46' 18" S	67° 55' 52" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos coluviales	Holoceno	-	Cantera
80		Áridos	Fernandez Oro	7,1 km al SE de Cipolletti	38° 57' 54" S	67° 55' 37" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Dep. de la planicie aluvial actual del río Negro	Holoceno	-	Cantera
81		Áridos	Exp. 25054	7,9 km al E de Cipolletti	38° 56' 03" S	67° 54' 26" O	3969-18	Gravas con carbonato, arenas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
81		Áridos	Exp. 21051	6,3 km al ENE de Cipolletti	38° 56' 03" S	67° 54' 26" O	3969-18	Gravas con carbonato, arenas y limos	Depósitos que cubren niveles pedimentados		-	Cantera
82		Yeso	Exp. 16030	14,8 km al ESE de Cinco Saltos	38° 50' 58,3" S	67° 53' 55,5" O	3969-18	Yeso con alternancia de capas limosas y arcillosas	Formación Allen	Campaniano	Gyp	
83		Bentonita	Ana María	11 km al NNO de Allen	38° 53' 15" S	67° 51' 56" O	3969-18	Margas y limos	Formación Jagüel	Maestrichtiano	-	-

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)			HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
84		Bentonita	Norma Mirta	10,1 km al N de Allen	38° 53' 31" S	67° 49' 05" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
85		Áridos	Rosa Exp. 10078	3 km al NNE de Allen	38° 57' 24" S	67° 49' 07" O		3969-18	Arenas, gravas y limos	Depósitos aluviales actuales y abanicos	Holoceno	-	Cantera
86		Caliza	Exp. 21043	8,4 km al N de Allen	38° 50' 16" S	67° 48' 14" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	Cantera
86		Caliza	Aranjuez	7,4 km al N de Allen	38° 51' 15" S	67° 48' 07" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	Cantera
86		Caliza	Exp. 152455 Cantera 5011	6,8 km al N de Allen	38° 51' 52" S	67° 48' 06" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	Cantera
86		Caliza	Ana Exp. 26003	15,1 km al NNE de Allen	38° 50' 50" S	67° 48' 13" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	-
86		Caliza	Bajo Negro	10,0 km al NNE de Allen	38° 51' 29" S	67° 48' 08" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	-
86		Caliza	Salamanca	8,1 km al N de Allen	38° 50' 36" S	67° 48' 02" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas y dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Ciz	-
87		Yeso Agr.	Sebastián II	11 km al NNE de Allen	38° 52' 49" S	67° 48' 06" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Nivel de yeso.	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
88		Arcilla (blanca)	Apolo	15,1 km al NNE de Allen	38° 51' 02" S	67° 47' 12" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	?	-
89		Bentonita	Liliana	15,7 km al NNE de Allen	38° 51' 05" S	67° 45' 40" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	-	-
90		Yeso	Dan Vic	15 km al NE de Allen	38° 51' 42" S	67° 44' 11" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Gyp	Cantera
91		Yeso	Lucía	26 km al NE de Allen	38° 46' 00" S	67° 42' 48" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Gyp	Cantera
92		Yeso	Fama	7 km al NO de J.J. Gómez	38° 47' 46" S	67° 43' 01" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Gyp	Cantera
93		Yeso	La Calera (Loma Negra) Exp. N° 7019	16,8 km al NE de Allen	38° 52' 11" S	67° 41' 59" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limolitas, dolomitas y yeso	Formación Roca	Daniano	Gyp	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Pegar en comentario)			HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y							
94		Bentonita	Carolina I	8,6 km al NO de J.J. Gómez	38° 57' 47" S	67° 41' 59" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
94		Bentonita	Choli	7 km al NO de J.J. Gómez	38° 58' 11" S	67° 40' 50" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
95		Yeso	Don Eugenio Exp. N° 24.054	14,7 km al NE de General Roca	38° 53' 06" S	67° 40' 54" O		3969-18	Calizas y margas bioclásticas, calizas micríticas, limollas, dolomitas y yeso.	Formación Roca	Daniano	Gyp	Cantera
96		Yeso	Cantera Corral Exp. 17018	10,6 km al NO de General Roca	38° 57' 42" S	67° 39' 52" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises, escasas areniscas y yeso	Fm. Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
97		Áridos	Exp. 20115	7,4 km al NO de General Roca	38° 59' 59" S	67° 39' 12" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
98		Bentonita	Leicia	8,4 km al NO de General Roca	38° 58' 43" S	67° 38' 58" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	Mont. Bei (Allen)	-
98		Bentonita	Morales I	4,4 km al NO de J.J. Gómez	38° 59' 12" S	67° 39' 29" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont. Bei	Cantera
99		Áridos	Exp. 18010	3,5 km al NNO de J.J. Gómez	38° 59' 21" S	67° 38' 24" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
99		Áridos	Exp. 18009	4,2 km al N de J.J. Gómez	38° 58' 56" S	67° 38' 09" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
99		Áridos	Exp. 18034	3,9 km al N de J.J. Gómez	38° 59' 08" S	67° 38' 16" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
99		Áridos	Santa Bárbara	4,8 km al N de J.J. Gómez	38° 58' 39" S	67° 38' 06" O		3969-18	Gravas, arenas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
100		Yeso Agr.	Sebastián I Exp. N° 23.067	6,2 km al NNO de General Roca	38° 57' 13" S	67° 37' 59" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
100		Yeso Agr.	Natalia Exp. N° 16.083	5,2 km al NNO de General Roca	38° 57' 30" S	67° 37' 02" O		3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
101		Áridos	El Gasoducto	6,3 km al NNO de General Roca	38° 56' 54" S	67° 37' 15" O		3969-18	Arenas, gravas, limos	Dep. aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
102		Áridos	Cantera Municipal 2 Exp. N° 24123	4,3 km al NNO de General Roca	38° 59' 31" S	67° 35' 43" O		3969-18	Arenas, gravas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
102		Áridos	Exp. 17055	5,3 km al NO de General Roca	38° 59' 08" S	67° 36' 15" O		3969-18	Arenas, gravas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
103		Áridos	Alto Valle II	5,7 km al NO de General Roca	38° 58' 31" S	67° 35' 26" O		3969-18	Arena, grava y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera

Cuadro 21. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector rionegrino) (continuación).

N°	INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADAS (Posgar en comentario)		HOJA 100,000	LITOLOGÍA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
					X	Y						
105		Áridos	Exp. 4173	8,2 km al NNE de General Roca	38° 57' 24" S	67° 33' 00" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Dep. aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
105		Áridos	Cañadón Roca I Exp. 2112	6,2 km al NNE de General Roca	38° 58' 22" S	67° 33' 38" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Dep. aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
105		Áridos	Maríel III	8,0 km al NNE de General Roca	38° 57' 36" S	67° 33' 25" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Dep. aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
106		Yeso	Cantera 5446 Exp. N° 13.052	7,6 km al NNE de General Roca	38° 57' 49" S	67° 32' 50" O	3969-18	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas. Niveles de yeso	Formación Allen	Campaniano	Gyp	Cantera
107		Áridos	Cantera 5279 Exp. N° 4174	4,5 km al NE de General Roca	38° 59' 49" S	67° 32' 31" O	3969-18	Arenas, gravas y limos	Dep. aluviales actuales y abanicos recientes	Holoceno	-	Cantera
108		Áridos	Exp. 20202	7,4 km al NE de General Roca	38° 59' 11" S	67° 30' 33" O	3969-18	Arenas, gravas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
109		Áridos	SEISPA IV Exp. 24068	9,1 km al NE de General Roca	38° 57' 53" S	67° 30' 27" O	3969-18	Arenas, gravas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera
109		Áridos	Exp. 22118	8,5 km al NE de General Roca	38° 58' 14" S	67° 30' 36" O	3969-18	Arenas, gravas y caliche	Depósitos que cubren niveles pedimentados	Pleistoceno	-	Cantera

Abreviaturas: Bei: beidellita, Fel: Feldespato, Gyp: yeso, Mont: montmorillonita, Si: sílice.

Cuadro 22. Resumen de indicios y ocurrencias minerales de la Hoja Geológica 3969-II, Neuquén (Sector pampeano).

N° INDICIO	SUSTANCIA	NOMBRE DEL YACIMIENTO	LOCALIDAD	COORDENADA:		HOJA 100,000	LITOLOGIA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	EDAD	MINERALOGÍA	LABOREO
				X	Y						
13	Arcilla	Medanito II	4,0 km al E int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 10" S	67° 52' 09" O	3969-6	Areniscas, limolitas y arcillitas rojas y verdes	Formación Anacleto	Campaniano	Esmeclita, cuarzo, illita	Cantera
16	Bentonita	I. Malvinas 2	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 04" S	67° 48' 22" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	I. Malvinas 1	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 16" S	67° 48' 40" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Dario	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 23" S	67° 48' 27" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Marianela	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 13" S	67° 48' 22" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Martín Fierro	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 01' 07" S	67° 48' 37" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	I. Malvinas 3	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 57" S	67° 48' 33" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Carolina	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 48" S	67° 48' 28" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Veronica	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 34" S	67° 48' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Isabel	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 34" S	67° 48' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Maria Marta	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 38" S	67° 48' 29" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	25 de Mayo	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 34" S	67° 48' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Rio Colorado	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 24" S	67° 48' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Virginia	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 24" S	67° 48' 30" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Andrea	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 12" S	67° 48' 28" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
16	Bentonita	Santa Rosa	9,6 km al ENE int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 12" S	67° 48' 15" O	3969-6	Fangolitas verdes y grises y escasas areniscas	Formación Allen	Campaniano	Mont, Bei	Cantera
19	Diatomita	Alicia	33,6 km al E int. rutas nac. 151 y prov. 57.	38° 00' 05" S	67° 32' 13" O	3969-6	Areniscas grises y arcillitas rosadas y rolizas claras	Formación El Palo	Plioceno	Si	Afloramiento

Abreviaturas: Bei: beidelilita, Mont: montmorillonita, Gyp: yeso, Si: silicie.

su vez, Brodtkorb (1978) indicó que la presencia de carbonato de calcio es un factor de regulación de la mineralización.

En los cuadros 20, 21 y 22 sintetizan los indicios y ocurrencias minerales de los sectores neuquino, rionegrino y pampeano de la Hoja 3969-II, Neuquén.

9. GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

A partir del descubrimiento de petróleo en 1918 en Plaza Huincul, por parte de la Dirección Nacional de Minas, los esfuerzos exploratorios se concentraron en el ámbito de la Dorsal de Huincul.

La Cuenca Neuquina, que se ha convertido en la principal productora de petróleo y gas natural del país, abarca un área aproximada de 140.000 km² e involucra a las zonas de la Faja Plegada y Centro de Cuenca, que aportan el 88 % de la producción de gas y la de la Plataforma nororiental, con el aporte del 80 % de la producción de petróleo.

En el área abarcada por la Hoja se han ubicado 49 yacimientos con una acumulada total de petróleo de 390.000 Mm³, con reservas totales producidas y remanentes aproximadas de 662.700 Mm³. La mayor parte de los hidrocarburos se hallan en reservorios del Cretácico inferior (Formación Quintuco), en parte gracias a la mayor efectividad de los sellos del Cretácico superior en comparación con los del Jurásico (Veiga *et al.*, 1999).

En términos generales, puede considerarse que los petróleos pesados (API < 30°) se encuentran en reservorios del Cretácico, mientras que los livianos (API > 30°) se alojan en reservorios del Pérmico-Triásico y del Jurásico superior.

El yacimiento Loma de La Lata constituye un campo gigante de gas natural, el mayor del país, y uno de los mayores de Latinoamérica. Es, además, el centro neurálgico del sistema gasífero argentino, ya que su ubicación estratégica, en la cabecera de una amplia red de gasoductos, le proporciona acceso directo a los grandes centros de consumo doméstico y a la exportación a Chile.

Rocas madre

Existen varios niveles con potencial oleogénico en la Cuenca Neuquina en las formaciones Los Molles, Vaca Muerta y Agrio, siendo la segunda unidad estratigráfica la que posee la roca con mejores aptitudes para la generación de hidrocarburos.

Formación Los Molles

Está compuesta en su mayor parte por lutitas negras y grises con pirita finamente distribuida, con proporciones subordinadas de areniscas micáceas y limolitas de tonalidades castaño-amarillentas y calizas y margas grises. Se caracteriza por la presencia de numerosos niveles arenosos de tonalidades castaño claras a ocres, que se intercalan ocasionalmente con niveles conglomerádicos (Leanza *et al.*, 2001).

La materia orgánica de las lutitas negras se acumuló en un ambiente marino, bajo condiciones de baja tasa de sedimentación. Posee valores de carbono orgánico total (COT) entre 1 y 3%, mientras que hacia el interior de la cuenca este elemento alcanza picos de hasta 6% (Legarreta *et al.*, 1999).

Estudios realizados en la estructura Entre Lomas determinaron la existencia de nanoplancton de origen marino somero, junto con restos de esporas y polen. Hacia posiciones más marginales de la cuenca aumenta el porcentaje de material de origen continental (herbáceo, húmico y leñoso). Los análisis geoquímicos efectuados en el pozo YPF.Nq.Bmo xp-5 (Borde Montuoso) definen que se trata de un querógeno de tipo II a III, con mayores probabilidades de generar hidrocarburos livianos o gas.

La historia térmica varía desde la Dorsal de Huincul hacia el norte, ofreciendo distintas características desde la ventana de petróleo hasta la ventana de gas en dirección al norte y noroeste.

Para los reservorios del Grupo Cuyo inferior en la región de la Dorsal de Huincul (yacimientos El Salitral, Centenario, Lindero Atravesado), la roca generadora corresponde a la sección pelítica inferior.

Formación Vaca Muerta

En general, esta entidad en la sección basal exhibe características oleogénicas constantes a través de extensas áreas, presentando valores promedios de COT de 4% y picos de hasta 10-12% (Cruz *et al.*, 2000), mientras que en los niveles de la sección superior estas propiedades tienen poca continuidad lateral, variando los espesores de las facies con alto porcentaje de material orgánico apto para la generación de hidrocarburos.

Estudios geoquímicos determinaron que la materia orgánica corresponde a fitoplancton marino depositado en condiciones anóxicas, asociada a un temprano estadio de madurez térmica, estando compuesto por querógenos del tipo I a II (Veiga *et al.*, 1999).

Estas litofacies están formadas por lutitas bituminosas, limolitas oscuras y margas grises y oscuras, interestratificadas con carbonatos (*mudstone* y *wackestones* oscuros) con fauna de pelecípodos y amonites. Estos depósitos, que evidencian un ambiente marino distal, fueron interpretados por Veiga y Orchuela (1989) como constituyendo una sección condensada de la primer secuencia depositacional del intervalo Tithoniano - Valanginiano de Mitchum y Uliana (1985).

Las secciones condensadas se originan a partir de una tasa de deposición muy baja o casi nula, ocasionada por un ascenso rápido del nivel del mar que desplaza el polo de acumulación de sedimentos a los bordes de cuenca, generándose en su interior condiciones hambrientas (*starved basin*).

En el ámbito de la Dorsal de Huincul, los espesores de esta entidad son reducidos a nulos, ya sea por erosión y/o no deposición. Los valores de COT están en el rango de 1,5 a 5 %, con valores máximos de 8 % y querógeno tipo I/II y II-S. Estas facies de la Formación Vaca Muerta, con importante contenido en azufre, se diferencian sensiblemente de las facies generadoras en otros sectores de la cuenca, originando un tipo de petróleo diferente, que puede calificarse como de baja madurez (Cruz *et al.*, 2000).

Estudios geoquímicos realizados en los yacimientos de Loma de la Lata y Sierra Barrosa determinaron que la generación de hidrocarburos en esta entidad tuvo lugar en dos etapas, comenzando entre los 115 a 90 Ma en una primera instancia y, en segundo término, entre los 80 y 74 Ma, para finalizar en los 60 Ma (Veiga *et al.*, 2001).

Rocas reservorio

En el área de la Hoja Neuquén los principales reservorios están dados por sedimentitas del Precuyano, del Grupo Cuyo inferior y superior, de las formaciones Tordillo, Quintuco y Centenario, así como por cuerpos intrusivos.

Precuyano (Formación Barda Alta, equivalente a formaciones Sañicó y Lapa)

Los depósitos precuyanos en la zona están compuestos por piroclastitas ácidas depositadas sobre un relieve labrado en valles tectónicos previos. Las facies productivas en general se describen como ignimbritas con distinto grado de soldamiento, de composición riolítica o riodacítica, dispuestas en cuerpos de geometría esencialmente tabular (Pángaro *et al.*, 2002).

En el yacimiento 25 de Mayo - Medanito, estas facies se encuentran afectadas por procesos de desvitrificación, que han dado lugar a una porosidad secundaria apta para el entrapamiento de hidrocarburos.

Grupo Cuyo Inferior

Las rocas reservorio depositadas durante el Jurásico inferior corresponden a las primeras secuencias depositacionales del Grupo Cuyo, las que son productivas a lo largo de la Dorsal de Huincul. Allí, la existencia de depocentros con subsidencia controlada por fallas y etapas de inversión tectónica, asociada a procesos transtensivos y transpresivos, dieron lugar a la presencia de depósitos con fuertes variaciones de facies y espesores (Vergani *et al.*, 1995).

El reservorio productivo del Grupo Cuyo inferior en el área de la Dorsal de Huincul, corresponde a secuencias progradantes de conglomerados y areniscas de ambiente de abanicos aluviales y deltaicos. Esta secuencia de edad toarciana, conocida informalmente como Miembro areno-conglomerádico de la Formación Los Molles, se apoya directamente sobre secuencias transgresivas pliensbachianas de esta misma entidad.

En la zona de los yacimientos El Salitral y Centenario, los espesores del Grupo Cuyo inferior varían entre 400 y 1200 metros. Constituyen reservorios portadores de gas seco y se caracterizan por su baja permeabilidad (0,4 md y porosidad 9,5 %)

Grupo Cuyo Superior

El Grupo Cuyo superior representa la etapa de *postrift*, donde el control de la acumulación de las diferentes secuencias depositacionales que lo integran está dado por subsidencia termal y una mayor influencia eustática, lo que produce una etapa de importante ingreso de sedimentos a la cuenca.

Cada secuencia progradante dentro del Grupo Cuyo superior está constituido por cuatro litofacies principales. El primer tipo de litofacies se ubica en la porción proximal y está conformado por sedimentitas clásticas gruesas de ambiente fluvio-aluvial, que pasan gradacionalmente a la segunda litofacies, compuesta por depósitos deltaicos y de plataforma. Lateralmente pasan a pelitas oscuras cuencales y depósitos turbidíticos, los cuales componen las dos últimas litofacies.

Litoestratigráficamente, la primera litofacies corresponde a las formaciones Challacó y Punta

Cuadro 23. Cuadro estratigráfico del Mesozoico de la Cuenca Neuquina, mostrando unidades de subsuelo mencionadas en este capítulo, modificado de Schiuma *et al.* (2002).

PERIODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD		LITOLOGÍA	CICLOS
CRETÁCICO	SUPERIOR	CAMPANIANO SANTONIANO CONIACIANO TURONIANO CENOMANIANO	GRUPO NEUQUÉN			RIOGRÁNDICO (pars)
		INFERIOR	ALBIANO APTIANO BARREMIANO	G. BAJADA DEL AGRIO	Fm. RAYOSO y Fm. HUITRIN	
	GRUPO MENDOZA		Fm. AGRIO	Fm. CENTENARIO		
			Fm. MULICHINCO			
			Fm. QUINTUCO			
	JURÁSICO	SUPERIOR	TITHONIANO	GRUPO MENDOZA	Fm. VACA MUERTA	
KIMMERIDGIANO			Fm. TORDILLO			
G. LOTENA			Fm. AUQUILCO			
			Fm. BARDA NEGRA			
MEDIO		CALLOVIANO SUPERIOR	G. LOTENA	Fm. LOTENA		LOTENIANO CHACAYANO
		CALLOVIANO INFERIOR		Fm. TABANOS		
INFERIOR		PLIENSBACHIANO	G. CUYO	Fm. PUNTA ROSADA		CUYANO
				Fm. LAJAS		
		SINEMURIANO-HETTANGIANO		Fm. LOS MOLLES		
			Fm. PLANICIE MORADA			PRECUYANO
			GRUPO CHOIYOI			BASAMENTO ECONÓMICO

Pelitas gris oscuro y negras

Pelitas rojas

Areniscas

Conglomerados

Volcanitas

Yeso

Calizas

Rosada y la segunda a la Formación Lajas, en tanto que las restantes integran la Formación Molles (Malone *et al.*, 2002).

Formación Punta Rosada

Esta típica unidad de subsuelo forma parte del Grupo Cuyo y representa las facies continentales que progradan sobre un sistema marino marginal de tipo deltaico. Esta entidad está constituida por

sedimentitas clásticas, depositadas en un ambiente fluvial caracterizado por un sistema de ríos efímeros y entrelazados (Veiga *et al.*, 1999).

Los yacimientos que producen de esta unidad son: Loma de María, Puesto Bravo y Loma Negra.

Formación Lajas

Esta entidad está caracterizada por la alternancia de facies clásticas medianas a gruesas, de colo-

ración gris claro a gris rosado; las pséfitas son esencialmente ortoconglomerados con matriz arenosa, de pobre selección, en tanto que las psamitas intercaladas se componen de areniscas conglomerádicas muy gruesas a medianas, de moderada selección. Los términos pelíticos se encuentran subordinados a delgadas intercalaciones. En el yacimiento Centenario esta entidad tiene una importante variación de espesor, desde 300 a 600 m, si bien el espesor útil del reservorio es de un promedio de 25 metros.

Los conglomerados y areniscas de esta unidad han sido afectados por una serie de cambios diagenéticos, tales como compactación, crecimiento secundario y precipitación de cementos. Procesos posteriores de disolución crearon la porosidad secundaria de los reservorios, permitiendo así la acumulación de hidrocarburos.

Los yacimientos que producen de estos reservorios son: Agua de Toledo, Loma de María, Estación Fernández Oro, Los Bastos, Las Chivas y Centenario.

Grupo Lotena

Este ciclo sedimentario de extensión regional está integrado por las formaciones Lotena, Barda Negra, La Manga y Auquilco.

En el área situada al norte de la Dorsal de Huincul, estas unidades se encuentran biseladas por la discordancia intramálmica, siendo éste el determinante de que en la zona más cercana a la dorsal solamente se registra como reservorio la Formación Lotena, mientras que más al norte, en posiciones más internas de la cuenca, se desarrolla una secuencia carbonática denominada Formación Barda Negra.

La Formación Lotena, predominantemente clástica, se caracteriza por facies proximales con conglomerados aluviales de matriz arenosa en el área inmediata al norte de la Dorsal de Huincul, areniscas conglomerádicas netamente fluviales en el Yacimiento Centenario, facies fluvio-deltaicas hacia la zona de los yacimientos Puesto Espinoza y Puesto López y areniscas fluvio-estuarinas con indicios de influencia marina en el área de los yacimientos de Aguada Toledo - Sierra Barrosa.

Entre los principales yacimientos productivos de la Formación Lotena se encuentran: Puesto López, Aguada de Toledo, Los Bastos, Borde Montuoso, Loma Jarillosa, Loma de la Lata, Agua del Cajón, Senillosa, Río Neuquén, Sierra Barrosa, Lindero Atravesado, Centenario, Aguada Baguales y Estación Fernández Oro.

Formación Tordillo

Los estudios realizados a partir de información de subsuelo permiten subdividir a la Formación Tordillo en tres tipos de facies: eólicas, fluviales y lacustre someras (*playa lake*). Estas facies se relacionan lateralmente entre sí (Arregui, 1993).

La base de la unidad está conformada por sedimentitas arenosas de alta permeabilidad, que en subsuelo se conocen como Formación Sierras Blancas (Digregorio, 1972; Legarreta y Uliana, 1999) las que fueron depositadas en un sistema fluvial que se interdigita hacia áreas depocentrales de la cuenca con un ambiente predominantemente eólico (Formación Catriel).

Las facies eólicas descritas en el yacimiento Loma de la Lata presentan una sucesión de areniscas de coloración rojiza a gris verdosa y gris blanquecina, moderadamente seleccionadas, de granulometría fina a mediana, con clastos subredondeados a subangulosos.

Los yacimientos que producen de las facies eólicas son: Loma de la Lata y Charco Bayo (reservorio desarrollado en niveles arenosos superiores). Las facies conglomerádicas y arenosas depositadas bajo el sistema fluvial representan un depósito transgresivo, previo a la inundación del Tithoniano (Arregui, 1991). Se ha podido verificar que los hidrocarburos se alojan tanto en las areniscas que conforman las barras que se desarrollan en los canales fluviales, como en el apilamiento de sucesiones granodecrecientes de areniscas y areniscas conglomerádicas depositadas por flujos ácueos no encauzados. Los yacimientos Entre Lomas, 25 de Mayo - El Medanita y Charco Bayo, producen de estas facies.

Los límites de los reservorios de la Formación Tordillo están dados por fuertes cambios en sus propiedades petrofísicas, a partir de modificaciones en los procesos diagenéticos que actuaron sobre estas sedimentitas, variaciones de facies y disminución de los espesores de los depósitos de canal (Soave y Cafferatta, 1986). Este tipo de controles, diagenéticos y estratigráficos, dan lugar a entrapamientos conocidos como del tipo sutiles.

Formación Quintuco

El Grupo Mendoza, que se inició con la depositación de Formación Tordillo, continúa con una ingresión marina cuya máxima inundación ocurre en el Tithoniano inferior y representa la máxima expan-

sión de la cuenca hacia el antepaís, representada por la depositación de sedimentitas características de centro de cuenca con fondo euxínico, conocidas como Formación Vaca Muerta.

Circundando a esta unidad se manifiesta un cinturón donde tuvo lugar el desarrollo de una plataforma mixta, carbonática y terrígena, acumulada en un cortejo de mar alto, bajo condiciones tidales e intertidales, referida en la literatura como Formación Quintuco (véase Digregorio, 1972), equivalente en parte a la Formación Picún Leufú (Leanza 1973; Olmos *et al.*, 2002). Dentro de esta entidad se desarrollan numerosos niveles de *grainstones* oolíticos y areniscas calcáreas bioclásticas, que fueron afectados por procesos diagénéticos de disolución y dolomitización.

En el yacimiento Loma de la Lata está compuesta por la alternancia de *mudstone*, *packstone* y *grainstone* oolíticos, *wackes* de color gris claro a fangolitas gris oscuro. Estas facies corresponden a un ambiente de plataforma interna, somera y abierta, de alta energía a parcialmente restringida. La porosidad que presentan los niveles carbonáticos en este yacimiento van desde 5 % a 13 %, con una permeabilidad de 240 miliDarcy.

En el yacimiento Lindero Atravesado, por su parte, el ambiente depositacional corresponde a una plataforma interna, con pequeños biohermas en posiciones distales; en sectores más proximales se desarrolla una planicie de mareas pelítica hasta evaporítica. Los biohermas sufrieron procesos de diagénesis por exposición, otorgándole a estas facies una alta porosidad y buenas condiciones como reservorio.

Los yacimientos que producen de la Formación Quintuco son: Loma de la Lata, Lindero Atravesado, Entre Lomas, Piedras Blancas, El Santiagueño, Puesto Morales, Estación Fernández Oro, El Quemado, Agua del Cajón, Aguada San Roque, Jagüel de los Machos, La Jarilla, La Calera, Tres Picos, Vanguardia Norte, Cerro Morado, Agua del León. Loma Guadalosa, Aguada del Poncho, Puesto sin Nombre, Senillosa, Bajo del Piche, Jagüel de los Milicos, Aguada de Toledo y 25 de Mayo - Medanito.

Formación Mulichinco

Esta entidad es reservorio en el yacimiento Aguada San Roque, donde las facies que producen fueron depositadas en un ambiente entre fluvial y litoral, nexa entre un sistema continental al este y marino hacia el oeste. Las arenas productivas en este

yacimiento presentan una probable influencia de mareas, con una importante participación de arcillas, lo cual contribuye al entrapamiento estratigráfico (Vottero y González, 2002).

Formación Centenario (Formación Agrio)

Durante el Cretácico inferior se depositó en la Cuenca Neuquina un conjunto sedimentario que muestra una amplia variación litológica, desarrollándose pelitas oscuras características de centro de cuenca (Formación Agrio) y areniscas y pelitas rojizas en el borde oriental de la cuenca (Formación Centenario). Es una típica unidad definida en subsuelo y su nombre deriva del yacimiento Centenario, al norte de la ciudad de Neuquén.

El yacimiento Medanito produce gas húmedo de esta entidad en un área cercana al borde de cuenca, a una profundidad de 750 m bajo boca de pozo; en esta localidad está compuesta por areniscas y areniscas fangolíticas que alternan con niveles de fangolitas de colores gris verdosos a castaño rojizos, representando estas últimas facies fluviales de relleno de canales y planicie de inundación. El yacimiento se caracteriza por la superposición de reservorios de diferentes espesores (Cabaleiro *et al.*, 2002).

Cuerpos intrusivos

El yacimiento Aguada San Roque presenta varios cuerpos ígneos que intruyen a la Formación Quintuco, y su producción se da a partir de porosidad secundaria adquirida por fracturación y enfriamiento. El pozo ASR xp 36 tiene una producción acumulada de 279.292 m³ de condensado y 1219 millones de m³ de gas (Zencich y García, 1999; Zencich, 2000).

El yacimiento Loma Las Yeguas produce de un intrusivo hipabisal de tipo filoniano en las formaciones Quintuco y Vaca Muerta. El filón, que es de composición básica, consiste en un gabro olivínico de una edad de 1,3 a 2,4 Ma (Plioceno) que posee internamente facies producto de una diferenciación magmática. Cada una de ellas posee propiedades petrofísicas diferentes, teniendo solamente la facies de microgabro con textura granular, porosidad y permeabilidad suficientes para constituir un reservorio (Comeron *et al.*, 2002).

Rocas sello

Las rocas sello que se presentan en esta zona son de dos tipos: regionales y locales. Entre las pri-

meras se encuentran las evaporitas de la Formación Auquilco, las areniscas fuertemente diagenizadas de la Formación Tordillo, los niveles pelíticos de la Formación Vaca Muerta y arcilitas de la Formación Centenario.

La agradación de las distintas secuencias del Jurásico superior producen la regresión del sistema, que culmina con la desecación de la cuenca. La Formación Auquilco representa el relleno evaporítico de esta última etapa. Su distribución areal es muy extensa y traslapa a los grupos Cuyo y Precuyo, constituyendo de esta manera un efectivo sello para los reservorios del Jurásico inferior. Hacia la zona de plataforma, la no deposición de esta entidad permite la acumulación de hidrocarburos en reservorios estratigráficamente más jóvenes, p. ej. en el yacimiento Medanita.

Las areniscas de la Formación Catriel, un equivalente de subsuelo de la Formación Tordillo, muestran cementación temprana de un sistema de dunas, dada por la presencia de illita, clorita y crecimiento secundario de feldespato (Soave y Cafferatta, 1986).

Dentro de los sellos locales se pueden mencionar los niveles impermeables del Grupo Cuyo superior, calcáreos de la Formación Mulichinco, y horizontes pelíticos dentro de las formaciones Tordillo, Quintuco - Loma Montosa y Centenario, así como areniscas fuertemente cementadas de la base del Grupo Rayoso (Veiga *et al.*, 1999).

Los reservorios del Grupo Cuyo tienen como sello vertical regional a las pelitas de la Formación Vaca Muerta. En el área cercana a la Dorsal de Huincul, donde existe un biselamiento erosivo de esta entidad, la falta de sello determina la no acumulación de hidrocarburos en el mismo.

Migración

La Formación Vaca Muerta es, como se señaló, la roca generadora más importante de la Cuenca Neuquina. El predominio de hidrocarburos líquidos sin alteración térmica severa, apoya la idea de haber sido generados en niveles que no superan el límite basal de la ventana de petróleo. En este sector de la cuenca comienza la expulsión de los hidrocarburos líquidos generados en esta entidad a los 95 Ma. Por su parte, el gas es retenido por mayor tiempo en la roca madre, debido a que soporta una mayor compresibilidad que el líquido (Veiga *et al.*, 2001).

La expulsión de los hidrocarburos generados en la Formación Los Molles es simultánea con su generación (150 Ma), siendo rápida en los primeros 20

Ma; a partir de los 120 Ma la tendencia decrece y la tasa de expulsión disminuye (Veiga *et al.*, 2001).

La migración lateral en la plataforma oriental se produjo a través de las formaciones Tordillo y Quintuco - Loma Montosa, mientras que hacia los bordes de cuenca, a medida que los sellos pierden efectividad, se realizan migraciones verticales cortas hacia reservorios de la Formación Centenario y del Grupo Choiyoi.

El yacimiento Medanita se encuentra a una distancia promedio de 50 km del borde del área generadora. La falta de acumulaciones de hidrocarburos económicamente rentables a una distancia superior a la mencionada, demuestra una carencia en la eficacia de los sellos que frenan la migración hacia el este.

Entrampamientos

El tipo de entrampamiento que tienen los yacimientos del área es predominantemente estructural. Sin embargo, los controles, tanto estratigráficos como diagenéticos, juegan un papel importante. El rasgo estructural dominante en la Hoja es la denominada Dorsal de Huincul, de orientación este - oeste, que ha sido interpretada como una antigua línea de debilidad de basamento, movilizadora en forma recurrente, generando zona de cizallamiento de componente lateral derecha o dextral.

La mayoría de los yacimientos ubicados en la zona de la Dorsal de Huincul consisten en hemigrábenes afectados por inversión tectónica, asociados a eventos de transpresión y transtensión, que dan lugar a la presencia de discordancias y truncamientos con fuertes variaciones de facies y espesores.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Lic. Gustavo Vergani (REPSOL - YPF) la lectura crítica del manuscrito sobre geología del petróleo, así como las constructivas indicaciones que realizó al respecto.

10. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Los Barreales

Este sitio reviste especial interés, ya que constituye un yacimiento paleontológico de características excepcionales por su riqueza. Se encuentra en la margen norte del embalse Los Barreales, en terrenos del yacimiento Loma de la Lata.

En el sector afloran las formaciones Portezuelo y Plottier y los niveles portadores de fauna se ubican en los términos superiores de la Formación Portezuelo. Dada su proximidad a la orilla del lago, ocasionalmente pueden cubrirse debido a las variaciones en la cota del embalse, lo que eventualmente dificulta las tareas de excavación y exhumación de fósiles.

Las características del yacimiento han justificado la creación de un centro de investigación y colecta permanente dependiente de la Universidad del Comahue, denominado CEPALB (Centro Paleontológico Los Barreales). A su vez, el centro funciona como un museo de sitio, donde los visitantes pueden observar los trabajos de extracción y preparación de los materiales.

El CEPALB ha adquirido relevancia como destino turístico, dado su fácil acceso y cercanía a la ciudad de Neuquén.

Sierra Barrosa

Es el sector de la Hoja donde se presentan las mejores exposiciones del Grupo Neuquén; están presentes todas las unidades, desde la Formación Huincul hasta la Formación Anacleto. La sierra Barrosa es una elevación mesetiforme que alcanza los 800 m s.n.m., con una pendiente abrupta hacia el oeste y sur, y más tendida hacia el este y norte. En su flanco sur se destacan los cerros Challacó, Grande y Senillosa.

Los afloramientos del flanco occidental comienzan en el valle del cañadón Mesa, con las areniscas amarillentas de la Formación Huincul. Los términos fangolíticos de la Formación Cerro Lisandro determinan un paisaje de lomadas suaves que al pie de la pendiente son interrumpidas por un resalto importante, conformado por las areniscas de la Formación Portezuelo. La Formación Plottier presenta escaso espesor, y es sucedida por los potentes estratos arenosos de la Formación Bajo de la Carpa, que configuran un paisaje muy atractivo de paredones rojizos surcados por cañadones profundos.

En el flanco sur de la sierra aflora la secuencia completa hasta la Formación Anacleto, cuya localidad tipo se encuentra en la Aguada de Anacleto, 8 km al suroeste del cerro Senillosa. En este sector es posible apreciar la deformación que afecta al Grupo Neuquén, con pliegues muy suaves y amplios. En el flanco oriental se sitúa el Bajo o Aguada de la Carpa, localidad tipo de la unidad homónima.

La sierra Barrosa es un área de gran interés paleontológico y es objeto de diversos proyectos de

investigación en esta materia. En afloramientos de la Formación Plottier se han efectuado hallazgos significativos de dinosaurios saurópodos y terópodos, además de restos de quelonios y un mamífero (véase Cap. 7, Dinosaurios y otros vertebrados terrestres).

En este sector de la Hoja también reviste mucha importancia la explotación de hidrocarburos; en él se hallan importantes yacimientos de petróleo y gas en activo desarrollo (Aguada Toledo, Sierra Barrosa, Los Bastos, etc).

Comarca de Cinco Saltos

En la barda situada al nordeste de la ciudad de Cinco Saltos, está muy bien expuesta la discordancia Huantráiquica que separa al Grupo Malargüe del Grupo Neuquén. Esta meseta corresponde a un nivel antiguo de terraza del río Neuquén, en cuyo flanco afloran fangolitas moradas algo bandeadas de la Formación Anacleto, cubiertas en discordancia erosiva por los términos arenosos basales de la Formación Allen, de color amarillento.

Los afloramientos son de fácil acceso, visibles desde el camino que une a Cinco Saltos con el lago Pellegrini. Ésta es la localidad donde mejor puede observarse la relación entre ambos grupos, ya que en otros sectores de la cuenca donde la sección arenosa basal de la Formación Allen está ausente, el contacto se da en facies pelíticas y está evidenciado únicamente por el cambio de coloración. Esta discordancia señala el inicio del Grupo Malargüe, en cuyas sedimentitas se registra la única (y última) ingresión marina atlántica en la Cuenca Neuquina.

Borde oriental del bajo de Añelo (límite Cretácico-Paleógeno)

El borde oriental del bajo de Añelo presenta buenas exposiciones de las unidades del Grupo Malargüe, y constituye un área de gran interés para el estudio micropaleontológico del límite Cretácico - Paleógeno.

El primer trabajo de detalle realizado con el propósito de situar el límite Cretácico-Paleógeno en este sector se debe a Náñez y Concheyro (1996). Estas autoras realizaron perfiles en diversas localidades al oriente del bajo de Añelo, y el pasaje fue reconocido sobre la base de la primera aparición de especies planctónicas paleocenas en tres de estos perfiles: Bajada del Jagüel, Opaso y Lomas Coloradas.

El cambio microfaunístico detectado en términos de la Formación Jagüel, define dos tramos en la uni-

dad, identificables en el campo por sus características litológicas y su megafauna. Según las descripciones de Nández y Concheyro (1996), el tramo maastrichtiano de la Formación Jagüel se compone de arcilitas calcáreas de color gris oliva claro, friables, macizas, que conforman lomadas suaves con espesa cubierta detrítica, parcialmente vegetadas. En este tramo la microfauna es muy abundante, pero la megafauna es muy escasa; ocasionalmente aparecen estructuras de bioturbación de pequeño porte y briznas vegetales. El tramo daniano, en cambio, se com-

pone de arcilitas algo más oscuras, consolidadas, que forman a veces laderas más empinadas con escasa o nula cubierta detrítica. Estas arcilitas contienen localmente grandes placas de yeso. Los microfósiles presentes (foraminíferos, ostrácodos, espículas de equinoideos) tienen un tamaño sensiblemente mayor y son visibles con lupa de mano o aún a ojo desnudo; la megafauna dominada por ostreidos es abundante. Además, se detectó cierta disminución en el contenido de CO_3Ca de las arcilitas, coincidente con el límite Cretácico-Paleógeno.

BIBLIOGRAFÍA

- AGNOLÍN, F.L., F.E. NOVAS y S. APESTEGUÍA, 2003. Velocisaurids in South America and Madagascar. *Ameghiniana*, 40 (4): 77R. Buenos Aires.
- ALBERDI, M.T., F.P. BONADONNA y E. ORTIZ JAUREGUIZAR, 1997. Chronological correlation, paleoecology and paleobiography of the Late Cenozoic South American Rionegran land-mammal fauna: a review. *Revista Española de Paleontología* 12 (2): 249-255.
- ALBINO, A., 2002. El lagarto más antiguo de la Argentina. 1º Congreso 'Osvaldo A. Reig' de Vertebradología Básica y Evolutiva e Historia y Filosofía de la Ciencia, Abstracts: 21. Informe inédito. Buenos Aires.
- ALVARENGA, H. y J.F. BONAPARTE, 1992. A new flightless land-bird from the Cretaceous of Patagonia. En: Campbell, K.E. (Ed.), *Papers in Avian Paleontology*, Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 36: 51-64.
- AMEGHINO, F., 1906. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de la Patagonia. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, 3 (8): 1-568. Buenos Aires.
- ANDREIS, R.R., A.M. IÑÍGUEZ RODRÍGUEZ, J.J. LLUCH y D.A. SABIO, 1974. Estudio sedimentológico del las formaciones del Cretácico superior del área del lago Pellegrini (provincia de Río Negro, República Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 29 (1): 85-104. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V.R., I.A. SCHALAMUK y A. ARROSPIDE, 1976. Los yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de la región Patagonia-Comahue, Ministerio de Economía-Secretaría de Estado de Minería. *Anales* 27 (1): 1-146. Buenos Aires.
- ANGELOZZI, G., 1980. Dos nuevas especies de *Ilyocypris* (Ostracoda) de ambiente salobre, del Cretácico superior en la cuenca del Neuquén, República Argentina. *Ameghiniana*, 17 (2): 164-166. Buenos Aires.
- ANGELOZZI, G., 1988. Nanofósiles paleocenos del Noroeste de la Cuenca Neuquina. República Argentina. *Ameghiniana*, 24 (3-4): 299-307. Buenos Aires.
- APESTEGUÍA, S., 2002. Successional structure in continental tetrapod faunas from Argentina along the Cretaceous. *Boletim do 6º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil - 2º Simposio sobre el Cretácico de América del Sur*. Abstracts: 135-141. Sao Pedro. Brasil.
- API, 1993. Specification for drilling fluid materials. American Petroleum Institute, 13 A.
- ARDOLINO, A. y D. DELPINO, 1987. Senoniano (continental - marino), Comarca Norpatagónica, provincia del Chubut, Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino, 3: 193-196. Tucumán.
- ARDOLINO, A., M. FRANCHI y L. FAUQUÉ, 1996. Geología. En: Ardolino, A. y M. Franchi (Eds.), *Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Nacional del Servicio Geológico y Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén, *Anales* 25: 9-106. Buenos Aires.
- ARREGUI, C., 1991. Análisis estratigráfico secuencial. Formación Loma Montosa. Borde oriental, Cuenca Neuquina. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, informe inédito. Buenos Aires.
- ARREGUI C., 1993. Análisis estratigráfico-paleoambiental de la Formación Tordillo en el subsuelo de la Cuenca Neuquina. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 165-169. Mendoza.
- BALLENT, S.C., 1980. Ostrácodos de ambiente salobre de la Formación Allen (Cretácico superior) en la provincia de Río Negro (República Argentina). *Ameghiniana*, 17 (1): 67 - 82. Buenos Aires.
- BARREDA, V., S. PALAMARCZUK y J.A. CHAMBERLAIN jr., 2004. Vegetational disruption at the Cretaceous/Paleogene boundary in Neuquén, Argentina: evidence from spores and pollen. 10º Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, Contribuciones Simposio K/T: 184. San Luis.
- BARRIO, C.A., 1989. Sedimentology of the Malargüe Group (Upper Cretaceous - Lower Tertiary), Neuquén Basin, western Argentina. PhD Dissertation, University of South Carolina, SC, USA. 180 pp., informe inédito.
- BARRIO, C.A., 1990a. Paleogeographic control of Upper Cretaceous tidal deposits, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 3 (1): 31 - 49.
- BARRIO, C.A., 1990b. Late Cretaceous - Early Tertiary sedimentation in a semi-arid foreland basin (Neuquén Basin, western Argentina). *Sedimentary Geology*, 66: 255 - 275. Amsterdam.
- BARRIO, C.A., 1991. Controles en la sedimentación de cuencas *foreland*. El ejemplo del Grupo Malargüe (Campaniano - Paleoceno) en la Cuenca Neuquina, Argentina. 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes expandidos: 597-601.
- BARRIO, C., A.A. CARLINI y F.J. GOIN, 1989. Litogénesis y antigüedad de la Formación Chichinales de Paso Córdova (Río Negro, Argentina). 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 4: 149-156. Mendoza.
- BERGGREN, W.A. y J. AUBERT, 1975. Paleocene benthic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic-Tethyan regions: Midway-Type fauna. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 18: 73-192.

- BERGGREN, W.A., D.V. KENT, C.C. SWISHER III y M.P. AUBRY, 1995. A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. En: Berggren, W.A., D.V. Kent, M.P. Aubry and J. Hardenbol (Eds.), Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlations. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 54 : 129-212.
- BERTELS, A., 1965. Micropaleontología del Paleoceno de General Roca (provincia de Río Negro). Revista del Museo de La Plata, n.s., Paleontología, 23 (4) : 125-184. La Plata.
- BERTELS, A., 1968. El límite Cretácico-Terciario en Patagonia Septentrional. Parte I y II. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. Informe inédito. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1969a. Micropaleontología y estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Huantrai-có (provincia del Neuquén). Ostracoda: Parte II: Paracypridinae, Cytherinae, Trachyleberinae, Pterigocytherinae, Protocytherinae, Rocaleberinae, Thaerocytherinae, Cytherideinae, Cytherurinae, Bythocytherinae. Ameghiniana, 6 (4) : 253-290. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1969b. Estratigrafía del límite Cretácico/Terciario en Patagonia septentrional. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 24 (1) : 41-54. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1969c. Rocaleberidinae, nueva subfamilia (Ostracoda, Crustacea) del límite Cretácico-Terciario de Patagonia septentrional (Argentina). Ameghiniana, 6 (2) : 146-171. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1970a. Los foraminíferos planctónicos de la cuenca cretácico-terciaria en Patagonia septentrional (Argentina), con consideraciones sobre la estratigrafía de Fortín General Roca (Prov. de Río Negro). Ameghiniana, 7 (1) : 1-56. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1970b. *Hiltermannia* n. gen. (Foraminiferida) del Cretácico superior (Maastrichtiano) de Argentina. Ameghiniana, 7 (2) : 167-172. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1971. *Hiltermanella*, nuevo nombre para *Hiltermannia* Bertels 1970, non Hofker 1954. Ameghiniana, 8 (2) : 104. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1972. Buliminacea y Cassidulinacea (Foraminiferida) guías del Cretácico superior (Maastrichtiano medio) y Terciario inferior (Daniano inferior) de la República Argentina. Revista Española de Micropaleontología 4 (3) : 327-353.
- BERTELS, A., 1973. Ostracodes of the type locality of the Lower Tertiary (Lower Danian) Rocanian Stage and Roca Formation of Argentina. Micropaleontology, 19 (3) : 308-340.
- BERTELS, A., 1975a. Upper Cretaceous (Lower Maastrichtian?) ostracodes from Argentina. Micropaleontology, 20 (4) : 385-397.
- BERTELS, A., 1975b. Bioestratigrafía del Paleógeno en la República Argentina. Revista Española de Micropaleontología, 7 (3) : 429-450.
- BERTELS, A., 1975c. Ostracode ecology during the Upper Cretaceous and Cenozoic in Argentina. En Biology and Paleobiology of Ostracoda. Bulletins of American Paleontology, 65 (282) : 317-351.
- BERTELS, A., 1975d. Upper Cretaceous (Middle Maastrichtian) ostracodes of Argentina. Micropaleontology, 21 (1) : 97-130.
- BERTELS, A., 1978. Micropaleontología del Cretácico superior y del Terciario. Relatorio 7º Congreso Geológico Argentino: 163-175. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1979. Paleobiogeografía de los foraminíferos del Cretácico superior y Cenozoico de América del Sur. Ameghiniana, 16 (3-4) : 273-356. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1980. Estratigrafía y foraminíferos (Protozoa) bentónicos del límite Cretácico-Terciario en el área tipo de la Formación Jagüel, provincia de Neuquén, República Argentina. 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología, 1978, 2 : 47-91.
- BERTELS, A., 1986. Los foraminíferos del Cretácico de la República Argentina: sus tendencias paleobiogeográficas. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Anales 38 : 265-305. Buenos Aires.
- BERTELS, A., 1995. The Cretaceous-Tertiary boundary in Argentina and its ostracodes. En: Riha, J. (Ed.), Ostracoda and Biostratigraphy, Proceedings of the 12º International Symposium on Ostracoda: 163-170.
- BIONDI, J.L., 1933. Informe sobre el reconocimiento geológico en Allen (Territorio de Río Negro). Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito. Buenos Aires.
- BISCEGLIA, H.A., 1977. Estudio hidrogeológico de la región de la meseta basáltica, con especial referencia a los manantiales. Ministerio de Obras Públicas, Administración provincial del Agua. 92 pp., informe inédito. La Pampa.
- BODENBENDER, G., 1892. Sobre el terreno Jurásico y Cretácico de los Andes Argentinos, entre el Río Diamante y el Río Limay. Boletín Academia Nacional de Ciencias, 13 : 5-44. Córdoba.
- BOEHM, J., 1903. Über Ostreen von General Roca am Río Negro. Zeitschrift der Deutsche Geologisches Gesellschaft, 55 (4) : 71 - 72.
- BONAPARTE, J.F., 1991. Los vertebrados fósiles de la Formación Río Colorado de la ciudad de Neuquén y cercanías, Cretácico superior, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", (Sección Paleontología) 4 (3) : 15-123. Buenos Aires

- BONAPARTE, J. F., 1996. Cretaceous Tetrapods of Argentina En: Pfiel, F. y G. Arratia (Eds.), Contributions of southern South America to Vertebrate Paleontology. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen. Reihe A. Geologie und Paläontologie, 30 : 73-130.
- BONAPARTE, J.F. y Z. GASPARINI, 1980. Los saurópodos de los Grupos Neuquén y Chubut y sus relaciones cronológicas. 7º Congreso Geológico Argentino, 2 : 393-406. Buenos Aires.
- BONAPARTE, J.F. y F.E. NOVAS, 1985. *Abelisaurus comahuensis*, Carnosauria del Cretácico Tardío de Patagonia. Ameghiniana, 21 : 259-265. Buenos Aires.
- BRACACCINI, I.O., 1970. Rasgos tectónicos de las acumulaciones mesozoicas en las provincias de Mendoza y Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25 (2) : 275-282. Buenos Aires.
- BRODTKORB, M.K. de, 1978. Génesis de Yacimientos. En: Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén. 7º Congreso Geológico Argentino: 251-287. Buenos Aires.
- BROIN, F. y M.S. de la FUENTE, 1993. Les tortues fossiles d'Argentine: Synthèse. Annales de Paléontologie, 79 : 169-232.
- BURCKHARDT, C., 1902. Le gisement supracretácique de Roca (Río Negro). Revista del Museo de La Plata, 10 (1-17) : 207-223. La Plata.
- CABA, R.A. y M. DALPONTE, 1999. Diatomitas del Distrito de Ingeniero Jacobacci. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35 : 1113-1125. Buenos Aires
- CABA, R., H.A. LEANZA y M.O. MANCERNIDO, 1998. Finding of Late Cretaceous brachiopods in the Southwest of La Pampa Province. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, 3 : 480. Buenos Aires.
- CABALEIRO A., L. CAZAU, D. LASALLE, E. PENNA y D. ROBLES, 2002. Reservorios de la Formación Centenario. En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas. 5º Congreso de exploración y desarrollo de Hidrocarburos: 407 - 425. Mar del Plata.
- CALVO, J.O. 2002. Un gigantesco Titanosauridae (Cretácico Superior) del norte de la provincia de Neuquén. Ameghiniana, 39 S : 7R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O. y D. GRILL, 2003. Titanosaurid Sauropod teeth from Futalogno quarry, Barreales lake, Neuquén, Patagonia Argentina. Ameghiniana, 40 (4) : 52R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O. y J. PORFIRI, 2003a. More evidence of basal Iguanodontians from Barreales Lake (Upper Turonian-Lower Coniacian), Neuquén, Patagonia, Argentina. Ameghiniana, 40 (4): 53R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O. y J. PORFIRI, 2003b. Primer registro de *Aeolosaurus* Powell en la provincia del Neuquén. Ameghiniana, 40 (4) : 82R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O., S. ENGELLAND, S.E. HEREDIA y L. SALGADO, 1997. First record of dinosaur egg shells (?Sauropoda-Megaloolithidae) from Neuquén, Patagonia, Argentina. Gaia 14 : 23-32.
- CALVO, J.O., D. RUBILAR y K. MORENO, 1999. Report of a new theropod dinosaur from Northwest Patagonia. 15º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Ameghiniana, 36 (4) : 7R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O., J. PORFIRI, C. VERALLI y F. POBLETE, 2001a. A giant Titanosauridae sauropod from the Upper Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. Ameghiniana, 38 (4) : 5R. Buenos Aires.
- CALVO, J.O., J. PORFIRI, C. VERALLI y F. POBLETE, 2001b. One of the largest titanosaurid sauropods ever found, Upper Cretaceous, Neuquén, Patagonia, Argentina. Journal of Vertebrate Palaeontology, 21, Abstracts: 37A.
- CALVO, J.O., J. PORFIRI, C. VERALLI y F.E. NOVAS, 2002. *Megaraptor namunhuaiquii* (Novas, 1998), a new light about its phylogenetic relationships. 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Abstracts: 20. Santiago de Chile.
- CAMACHO, H.H., 1967. Las transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 22 (4) : 253-280. Buenos Aires.
- CAMACHO, H.H., 1968. Acerca de la megafauna del Cretácico superior de Huantraico, provincia del Neuquén (Argentina). Ameghiniana, 5 (9) : 321-329. Buenos Aires.
- CAMACHO, H.H., 1974. Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 26 : 39-57. Buenos Aires.
- CAMACHO, H.H., 1992. Algunas consideraciones acerca de la transgresión marina paleocena en la Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Miscelánea 85 : 1-41. Córdoba.
- CARAMÉS, A. y N. MALUMIÁN, 2000. Microfósiles calcáreos de la Formación Cerro Dorotea. En: Hoja Geológica 5172-III, Yacimiento Río Turbio. Apéndice 2. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 247 : 79-91. Buenos Aires.

- CARAMÉS, A., N. MALUMIÁN y C. NÁÑEZ, 2004. Foraminíferos del Paleógeno del pozo Península Valdés (PV. es-1), Patagonia septentrional, Argentina. *Ameghiniana*, 41 (3) : 461-474. Buenos Aires.
- CASADÍO, S., 1994. Estratigrafía y paleontología del intervalo Maastrichtiano-Daniano en el occidente de la provincia de La Pampa, Argentina. Tesis doctoral de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Informe inédito. Córdoba.
- CASADÍO, S., 1998. Las ostras del límite Cretácico-Paleógeno de la Cuenca Neuquina (Argentina). Su importancia bioestratigráfica y paleobiogeográfica. *Ameghiniana*, 35 (4) : 449-471. Buenos Aires.
- CASADÍO, S. y H.A. LEANZA, 1992. *Eubaculites argentinicus* (Cephalopoda - Ammonoidea) del Maastrichtiano del oeste central de la Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 46 (1-2) : 26-35. Buenos Aires.
- CASADÍO, S., M.F. RODRÍGUEZ, V.A. REICHLER y H.H. CAMACHO, 1999. Tertiary nautiloids from Patagonia, southern Argentina. *Ameghiniana*, 36 (2) : 189-202. Buenos Aires.
- CASAMIQUELA, R., 1963. Sobre un par de anuros del Mioceno de Río Negro (Patagonia), *Wawelia gerholdi* n. gen. et sp. (Cerotophrydidae) y *Gigantobatrachus parodii* (Leptodactylidae). *Ameghiniana*, 3 (5) : 141-160. Buenos Aires.
- CASAMIQUELA, R.M., 1978. La zona litoral de la transgresión Maastrichtiense en el norte de la Patagonia. Aspectos ecológicos. *Ameghiniana*, 15 : 137-146. Buenos Aires.
- CAZAU, L.B. y M.A. ULIANA, 1973. El Cretácico Superior continental de la Cuenca Neuquina. 5° Congreso Geológico Argentino, 3 : 131-163. Buenos Aires.
- CHERNICOFF, C.J. y E.O. ZAPPETTINI, 2003. Delimitación de los terrenos tectonoestratigráficos de la región centro-austral argentina: evidencias aeromagnéticas. *Revista Geológica de Chile*, 30 (2) : 299-316. Santiago de Chile.
- CHIAPPE, L.M. y J.O. CALVO, 1994. *Neuquenornis volans*, a new Late Cretaceous bird (Enantiornithes, Avisauridae) from Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14 (2) : 230-246.
- CHIAPPE, L.M., R.A. CORIA, L. DINGUS, F. JACKSON, A. CHINSAMY y M. FOX, 1998. Sauropod dinosaur embryos from the late Cretaceous of Patagonia. *Nature*, 396 : 258-261.
- COBBOLD, P.R. y E.A. ROSSELLO, 2003. Aptian to recent compressional deformation, foothills of the Neuquén Basin, Argentina. *Marine and Petroleum Geology*, 20 : 429-443.
- COMERON, R., J.M. GONZÁLEZ y M. SCHIUMA, 2002. Los reservorios de las rocas intrusivas. En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), *Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas*. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 559-582. Mar del Plata.
- CONCHEYRO, A., 1988. Estudio bioestratigráfico de los sedimentos del Cretácico superior-Terciario de las proximidades de Colonia Catriel, provincia de Río Negro. Trabajo Final de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires. Informe inédito. Buenos Aires.
- CONCHEYRO, A., 1995. Nanofósiles calcáreos del Cretácico superior y Paleogeno de Patagonia, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Informe inédito. Buenos Aires.
- CONCHEYRO, A., 2004. High resolution biostratigraphy, K/P boundary from the northern Patagonia, Argentina. 10° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, Contribuciones Simposio K/T: 188. San Luis.
- CONCHEYRO, A. y C. NÁÑEZ, 1994. Microfossils and biostratigraphy of the Jagüel and Roca Formations (Maastrichtian - Danian), province of Neuquén. *Ameghiniana*, 31 (4) : 397. Buenos Aires.
- CONWENTZ, H., 1885. Sobre algunos árboles fósiles del Río Negro. *Academia Nacional de Ciencias, Boletín* 7 (4). Córdoba.
- CORBELLA, H., F.E. NOVAS, S. APESTEGUÍA y H.A. LEANZA, 2004. First fission-track age for the dinosaur - bearing Neuquén Group (Upper Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.*, 6 (2) : 227-232. Buenos Aires.
- CORIA, R.A. 1999. Ornithopod dinosaurs from the Neuquén Group, Patagonia, Argentina: Phylogeny and biostratigraphy. En: Tomida, Y., T.H. Rich y P. Vickers-Rich (Eds.), 2° Gondwanan Dinosaur Symposium Proceedings. National Science Museum, Monographs (Tokyo), 15 : 47-60. Tokyo.
- CORIA, R. y P.J. CURRIE, 1997. Un nuevo terópodo de la Formación Río Limay. 13° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Resúmenes: 15. La Rioja.
- CORIA, R.A. y L. SALGADO, 1996. A basal Iguanodontian (Ornithischia - Ornithopoda) from the Late Cretaceous of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16 : 445-457.
- CORIA, R. y L. SALGADO, 2000. A basal Abelisauria, Novas 1992 (Theropoda-Ceratosauria) from the Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Gaia*, 15 : 89-102.
- CORIA, R.A., P.J. CURRIE, D. EBERTH, A. GARRIDO y E. KOPPELHUS, 2001. Nuevos vertebrados fósiles del Cretácico Superior de Neuquén. *Ameghiniana*, 38 (4) : 6R. Buenos Aires.

- CORIA, R.A., L.M. CHIAPPE y L. DINGUS, 2002a. A new close relative of *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, 1985 (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22 : 460-465.
- CORIA R.A., P.J. CURRIE, D. EBERTH y A. GARRIDO, 2002b. Bird footprints from the Anacleto Formation (Late Cretaceous), Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, 39 (4) : 453-463. Buenos Aires.
- CORTELEZZI, C., F. de FRANCESCO y O. de SALVO, 1968. Estudio de las Gravas Tehuelches de la región comprendida entre el río Negro y el río Colorado desde la costa atlántica hasta la Cordillera. 3^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, 3 (3) : 123-145. Buenos Aires.
- CORTÉS, J.M., 1996. Estructura. En: Ardolino A. y M. Franchi (Eds.), *Geología y recursos minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Anales 25 : 107-110. Buenos Aires.
- CRUZ, C.E., 1993. Facies y estratigrafía secuencial del Cretácico superior en la zona de Río Diamante, provincia de Mendoza, Argentina. 12° Congreso Argentino de Geología y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1 : 46-54. Mendoza.
- CRUZ, C., E. CONDAT, E. KOZLOWSKI y R. MANCEDA, 1989. Análisis estratigráfico secuencial del Grupo Neuquén (Cretácico superior) en el valle del río Grande, provincia de Mendoza. 1° Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos, 2 : 689-714. Mar del Plata.
- CRUZ, C., F. ROBLES, C. SYLWAN y H. VILLAR, 2000. Sistemas petroleros del Jurásico en la Dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, Tercera época. Año 17, 61 : 131-151. Buenos Aires.
- DANDERFER J.C. y P. VERA, 1992. Geología. En: *Geología y recursos naturales del Departamento Confluencia, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Provincial de Minería, Boletín 1 : 23-45. Zapala.
- DANIELI, J.C. y A. GIUSIANO, 1992. Recursos Minerales. En: *Geología y recursos minerales del departamento Confluencia, provincia del Neuquén, República Argentina*, Dirección General de Minería, Boletín 1. Zapala.
- de FERRARÍIS, C., 1947. Edad del arco o Dorsal antigua del Neuquén Oriental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 1 (3) : 256-283. Buenos Aires.
- de FERRARÍIS, C., 1966. Estudio estratigráfico de la Formación Río Negro de la provincia de Buenos Aires. Sus relaciones con la región nordpatagónica. *Anales de la Comisión Científica de la provincia de Buenos Aires*, 5 (7) : 85-116. La Plata.
- de FERRARÍIS, C., 1968. El Cretácico del norte de la Patagonia. 3^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, 1 : 121-144. Buenos Aires.
- de la LA FUENTE, M.S., 1993. Un posible Podocnemididae (Pleurodira: Pelomedusoides) en el Cretácico tardío de la Patagonia. Implicaciones paleobiogeográficas. *Ameghiniana*, 30 : 423-433. Buenos Aires.
- DE LA MOTTA, H., 1952. Informe sobre las características estratigráficas y estructurales al norte del cerro Challacó y cerro Senillosa entre el paralelo de 38° 41' y el río Neuquén. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, informe inédito. Buenos Aires.
- D'HONDT, S., C. LIU y R. K. OLSSON, 1999. Family Guembeliidae Montanaro Gallitelli, 1957. En: Olsson *et al.* (Eds.), *Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera*. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 85 : 77-88.
- DIGREGORIO, J.H., 1972. Neuquén. En: Leanza, A.F. (Ed), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 439 - 505. Córdoba.
- DIGREGORIO, J.H., 1978. Estratigrafía de las acumulaciones mesozoicas. 7° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 37-65. Buenos Aires.
- DIGREGORIO, J. y M.A. ULIANA, 1975. Plano geológico de la provincia de Neuquén, escala 1:500.000. 2° Simposio Iberoamericano de Geología Económica, 4 : 69-93. Buenos Aires.
- DIGREGORIO, J. y M.A. ULIANA, 1980. Cuenca Neuquina. 2° Simposio Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias: 985-1032. Córdoba.
- DI PAOLA, E., 1973. Caracterización litoestratigráfica de la Formación Neuquén. 5° Congreso Geológico Argentino, 3 : 197-206. Buenos Aires.
- DI PAOLA, E. y H.G. MARCHESE, 1970. Relaciones litoestratigráficas entre las Formaciones Rayoso, Candeleros y Huincul, provincia del Neuquén, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25 (1) : 111-120. Buenos Aires.
- DINGUS, L, J. CLARKE, G.R. SCOTT, C.C. SWISHER III, L.M. CHIAPPE y R. A. CORIA, 2000. Stratigraphy and magnetostratigraphic/faunal constraints for the age of sauropod bearing rocks in the Neuquén Group (Late Cretaceous, Neuquén Province, Argentina). *American Museum Novitates*, 3290 : 1-11. New York.
- DOERING, A., 1882. Geología. En: Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879, bajo las órdenes del General Julio A. Roca. 3^a parte, Geología: 299-530. Buenos Aires.

- ECHEVARRÍA, A., 1982. Informe micropaleontológico, Hoja 35f, Jagüel de los Milicos. Servicio Geológico Nacional, informe inédito. Buenos Aires.
- ECHEVARRÍA, A., 1984. Ostrácodos. En: Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro. 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 2-7 : 502-510. Buenos Aires.
- ECHEVARRÍA, A., 1993. Estudio de ostrácodos de la Formación Allen. Dirección Nacional del Servicio Geológico, informe inédito. Buenos Aires.
- ERHART, H., 1956. La g nese des soles en tant que phénomène geologique. Mason et Cie. Paris.
- ERHART, H., 1964. Cons quences logiques de la bio-rhexistase sur le chimisme des mers anciennes et sur les s diments qu elles ont engendres. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 299 (16) : 2669-2671. Paris.
- ESPEJO, P.M. y D.G. SILVANIETO, 2004. Hoja Geológica 3966-I, Gobernador Duval, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. (Escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, informe inédito.
- ESPEJO, P., D. SILVANIETO, R. GONZÁLEZ, R. CABA, E. CALMELS, M. DALPONTE y G. FERRO, 1999. Recursos Minerales. En: Geología y recursos minerales del sector rionegrino de las Hojas 3769-IV, Catriel, 3969-I, Neuquén, 3966-I, Gobernador Duval, 3966-II, Puelches y 3963-I, Río Colorado. Convenio Dirección de Minería de Río Negro SEGEMAR. Informe inédito. Viedma.
- ESTUDIOS y SERVICIOS DE GEOLOGÍA y MINERÍA SRL, 1982. Diagnóstico Minero de la provincia de Río Negro - Consejo Federal de Inversiones, Dirección de Minería de la provincia de Río Negro, 2, 349 pp., informe inédito. Viedma.
- ETCHEVEHERE, P.H., 1950. Contribución al estudio geológico-minero de los yacimientos de yeso al norte de Fuerte General Roca, provincia de Río Negro. Tesis 171, inédita. Universidad Nacional de La Plata.
- FAUQUÉ, L., 1996. Geomorfología. En: Ardolino A. y M. Franchi (Eds.), Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico y Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén, Anales 25, 111-128. Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ AGUILAR, R., 1945. Los yacimientos de areniscas cupríferas del Neuquén. Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología, Boletín N  58. Buenos Aires.
- FERUGLIO, E., 1950. Descripción geológica de la Patagonia. Tomos 1 a 3. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires.
- FIDALGO, F. y J.C. RIGGI, 1965. Los Rodados Patagónicos en la Meseta de Guenguel y alrededores. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 20 (3) : 273-324. Buenos Aires.
- FIDALGO, F. y J.C. RIGGI, 1970. Consideraciones geomórficas y sedimentológicas sobre los Rodados Patagónicos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25 (4) : 430-443. Buenos Aires.
- FLINT, R. y F. FIDALGO, 1968. *Drift* glacial al este de los Andes entre Bariloche y Esquel. Instituto Nacional de Geología y Minería, Boletín 119. Buenos Aires.
- FLYNN, J.J. y C.C. SWISHER, 1995. Cenozoic South American Land Mammal Ages: correlation to global geochronologies. SEPM Special Publication, 54 : 317-333.
- FOLGUERA, A., M. ZÁRATE y V.A. RAMOS, 2005. La cuenca de antepaís neógena del río Negro asociada con el levantamiento de los Andes de Neuquén. 16  Congreso Geológico Argentino, 2 : 29-36. La Plata.
- FOSSA MANCINI, E., E. FERUGLIO y J.C. YUSSEN de CAMPANA, 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras, 15 (171) : 1-67. Buenos Aires.
- FRANCHI, M.R. y E. SEPÚLVEDA, 1978. Descripción geológica de la Hoja 41h, Cona Niy u, provincia de Río Negro. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- FRANCHI, M., F. NULLO, E. SEPÚLVEDA y M.A. ULIANA, 1984. Las sedimentitas terciarias. 9  Congreso Geológico Argentino. Relatorio 1 (9) : 215-266. Buenos Aires.
- GAILLARDOU, R.A., 1987. Evaluación y cuantificación de las manifestaciones diatom feras, provincia de La Pampa. Consejo Federal de Inversiones, Expediente 1122, informe inédito. Buenos Aires.
- GALANTE, O., 1960. Levantamiento geológico al sur de los ríos Limay y Negro (entre Senillosa y General Roca), provincia de Río Negro. Informe inédito. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires.
- GALLINA, P.A., S. APESTEGUÍA y F.E. NOVAS, 2002.  Un elefante bajo la alfombra? Los Rebbachisauridae (Sauropoda, Diplodocoidea) del Cretácico de Gondwana. Nuevas evidencias en "La Buitrera" (Formación Candeleros), provincia de Río Negro. Ameghiniana, 39 S : 10R. Buenos Aires.

- GARRIDO, A., 2000. Estudio estratigráfico y reconstrucción paleoambiental de las secuencias fosilíferas continentales del Cretácico Superior en las inmediaciones de Plaza Huincul, provincia del Neuquén. Tesis de Licenciatura, inédita. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- GASPARINI, Z., 1982. Una nueva familia de cocodrilos zifodontes cretácicos de América del Sur. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, 4 : 317-329. Buenos Aires.
- GASPARINI, Z. y R. GOÑI, 1985. Los plesiosaurios cretácicos de América del Sur y del Continente Antártico. 7° Congresso Brasileiro de Paleontologia, 1983. Colheânea de Trabalhos Paleontológicos, Serie Geología, 27 (2) : 55-63.
- GASPARINI, Z. y L. SALGADO, 2000. Elasmosáuridos (Plesiosauria) del Cretácico tardío del norte de Patagonia. Revista Española de Paleontología, 15(1) : 13-21.
- GASPARINI, Z., L. CHIAPPE y M. FERNÁNDEZ, 1991. A new Senonian Peirosaurid (Crocodylomorpha) from Argentina and synopsis of the South America Cretaceous crocodylians. Journal of Vertebrate Paleontology, 11 (3) : 316-333.
- GASPARINI, Z., M.S. FERNÁNDEZ y M. de la FUENTE, 1992. Reptiles marinos jurásicos de la Cuenca Neuquina. I.G.C.P. Project # 322. First Field Conference, Boletín 1 : 13-14.
- GASPARINI, Z., S. CASADÍO, M.S. FERNÁNDEZ y L. SALGADO, 2001. Marine reptiles from the Late Cretaceous of northern Patagonia. Journal of South American Earth Sciences, 14 (1) : 51-60.
- GENTILI, C.A., 1950. Descripción geológica de la Hoja 35c, Ramón M. Castro, provincia de Neuquén. Dirección Nacional de Industria y Minería, Boletín 72. Buenos Aires.
- GERTH, E., 1925. Contribuciones a la estratigrafía y paleontología de los Andes argentinos. I. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes argentinos. Academia Nacional de Ciencias, 9 (1-2) : 7-55. Córdoba.
- GIUSIANO, A. y D. LUDUEÑA, 1989. Plan Arcilla. Limos arcillosos del Grupo Neuquén. Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén. Informe inédito. Zapala.
- GIUSIANO, A. y G. PETTINARI, 1999. La Formación Lisandro (Cretácico Superior) Neuquén: Geología, mineralogía y características tecnológicas. 14° Congreso Geológico Argentino, 1 : 449-452. Salta.
- GODEAS M., R. CARDÓ, R. CARRIZO, G.C. ZULOETA, R. GONZÁLEZ, L.I. KORZENIEWSKI, H. LÓPEZ, H. MALLIMACCI, L. MARTÍNEZ, E. RAMALLO, H. VALLADARES y M. ZUBIA, 1999. Inventario de yacimientos y manifestaciones de minerales metalíferos e industriales de la República Argentina. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos minerales de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35 : 1015-1020. Buenos Aires.
- GÓMEZ OMIL, R., J. SCHMITHALTER, A. CANGINI, L. ALBARIÑO, A. CORSI, 2002. El Grupo Cuyo en la Dorsal de Huincul, consideraciones estratigráficas, tectónicas y petroleras. Cuenca Neuquina. IAPG. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas (edición electrónica). Mar del Plata.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E.F. y J.A. FERRER, 1986. Geomorfología de la provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones. Expediente 181, 111 pp., inédito. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E.F. y E. C. MALAGNINO, 1984. Geomorfología de la provincia de Río Negro. 9° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 1-159. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ RIGA, B. y S. CASADÍO, 2000. Primer registro de Dinosauria (Ornithischia - Hadrosauridae) en la provincia de La Pampa (Argentina) y sus implicancias paleobiogeográficas. Ameghiniana, 37 : 341-352. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, 58 : 1-109. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1945. Larámico, Capas de La Balsa y de Chichinales en la balsa sobre el río Negro frente a General Roca. Notas del Museo de La Plata, 10 (38) : 107-111. La Plata.
- GROEBER, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1 (3) : 177-208. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1956. Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuartario. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 10 (4) : 234-262. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1959. Supracretácico. En: Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), 2ª parte : 1-165. Buenos Aires.
- HEISECKE, A.M., 1970. Microplancton de la Formación Roca de la provincia de Neuquén. Ameghiniana, 7 (3) : 225-263. Buenos Aires.

- HEREDIA, S. y J.O. CALVO, 1997. Sedimentitas eólicas en la Formación Río Colorado (Grupo Neuquén) y su relación con la fauna del Cretácico superior. *Ameghiniana*, 34 (1) : 120. Buenos Aires.
- HEREDIA, S. y J.O. CALVO, 2002. Estratigrafía de las barbas de la ciudad de Neuquén, Argentina. 15° Congreso Geológico Argentino: 699-705. Buenos Aires.
- HEREDIA, S. y L. SALGADO, 1999. Posición estratigráfica de los estratos supracretácicos portadores de dinosaurios en el lago Pellegrini, Patagonia septentrional, Argentina. *Ameghiniana*, 36 : 229-234. Buenos Aires.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1939. Reconocimiento geológico de la zona situada entre la vía férrea, el río Neuquén y el meridiano de Plaza Huincul. Informe inédito. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Gerencia de Exploración. Buenos Aires.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 23 (226) : 245-281. Buenos Aires.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1947. Los depósitos terrestres del Cretácico medio y superior del Neuquén y sur de Mendoza. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 24 : 171-178. Buenos Aires.
- HOLMBERG, E., 1962. Descripción geológica de la Hoja 32d, Chachahuén, provincias de Neuquén y Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 91, 70 pp. Buenos Aires.
- HOLMBERG, E., 1964. Descripción Geológica de la Hoja 33d, Auca Mahuida, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 94, 88 pp. Buenos Aires.
- HUENE, F. von, 1929. Los Saurisquios y Ornitisquios del Cretácico Argentino. *Anales del Museo de La Plata*, 2ª serie 3 : 1-196. La Plata.
- HUGO, C.A. y H.A. LEANZA, 2001a. Hoja Geológica 3969-IV, General Roca, provincias de Río Negro y Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina (escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín N° 308, 106 pp. Buenos Aires.
- HUGO, C.A. y H.A. LEANZA, 2001b. Hoja Geológica 3966-III, Villa Regina, provincia de Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina (escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín N° 309, 72 pp. Buenos Aires.
- IHERING, H., von, 1903. Les mollusques fossiles du terrains crétaciques supérieurs de l'Argentine orientale. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, Serie 3 (2) : 193-229. Buenos Aires.
- IHERING, H., von, 1904. Nuevas observaciones sobre moluscos cretáceos y terciarios de Patagonia. *Revista del Museo de La Plata*, 11 : 227-242. La Plata.
- IHERING, H., von, 1907. Les Mollusques Fossiles du Tertiaire et du Crétacé Supérieur de l'Argentine. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, Serie 3, 9º: 1-611. Buenos Aires.
- INFORME ECONÓMICO Y CARACTERIZACIÓN DE YESO DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO, 2001. Convenio Dirección de Minería de Río Negro - Servicio Geológico Minero Argentino. Informe inédito. Viedma.
- ÍÑIGUEZ, A.M., R.R. ANDREIS y J.J. LLUCH, 1972. Estudio geológico-técnico de las bentonitas del lago Pellegrini. Provincia de Río Negro. Dirección de Minería de la provincia de Río Negro y Museo de La Plata. Informe inédito. La Plata.
- KAASCHIETER, J.P.H., 1965. Geología de la cuenca del Colorado. 2ª Jornadas Geológicas Argentinas, 3 : 251-271. Buenos Aires.
- KEIDEL, J., 1917. Über des Patagonischen Taffelland des Patagonische gerölle und ihre ziehungen zu den geologischen erscheinungen in argentinische Andes gebiet und Littoral. *Zeitschrift der Deutsche Wissenschaft Verlag*, 3 (5-6) : 219-245. Stuttgart.
- KEIDEL, J., 1925. Sobre la estructura tectónica de las capas petrolíferas en el oriente del Territorio del Neuquén. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minería y Geología, Publicación 8: 5-67. Buenos Aires.
- KIELBOWICZ, A., 1980. Estudio de la microfauna de sedimentitas del Cretácico superior, en la zona de lago Pellegrini, provincia de Río Negro. Trabajo Final de Licenciatura, informe inédito. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- KIRKLAND, J.I. 1994. Predation of dinosaur nests by terrestrial crocodilians. En: Carpenter, K., K.F. Hirsch and J.R. Horner (Eds.), *Dinosaur eggs and babies*. Cambridge University Press: 124-133.
- KOSTADINOFF, J.A., D.A. GREGORI y A. RANIOLO, 2005. Configuración geofísica - geológica del sector norte de la provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (2) : 368-376. Buenos Aires.
- KRAMARZ, A., A. GARRIDO, A. FORASIEPI, M. BOND y C. TAMBUSI, 2005. Estratigrafía y vertebrados (Aves y Mammalia) de la Formación Cerro Bandera, Mioceno Temprano de la provincia del Neuquén, Argentina. *Revista Geológica de Chile*, 32 (2) : 273-291.
- KROON, D. y A. NEDERBRAGT, 1990. Ecology and paleoecology of triserial planktonic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 16 : 25-38.

- LAPIDO, O. y F. PEREYRA, 1999. Cuaternario. Cuaternario de la Patagonia Extraandina. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales 29 (2) : 704-709. Buenos Aires.
- LAPPARENT de BROIN, F. y M.S. de la FUENTE, 2001. Oldest world Chelidae (Chelonia, Pleurodira), from the Cretaceous of Patagonia, Argentina. Comptes Rendus Academie des Sciences 333 : 463-470.
- LASTRA, F. 1999. Arcillas del Neuquén, provincia del Neuquén. Informe inédito. Dirección Provincial de Minería. Zapala.
- LEANZA, A.F., 1964. Los estratos con *Baculites* de Elcain (Río Negro) y sus relaciones con otros terrenos supracretácicos argentinos. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, 25 (3-4) : 93-107. Córdoba.
- LEANZA, A.F., 1967. Los *Baculites* de la provincia de La Pampa con notas acerca de la edad del Piso Rocanense. Academia Nacional de Ciencias, Boletín 46 (1) : 49-59. Córdoba.
- LEANZA, H.A., 1973. Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, provincia de Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 28 (2) : 97-132. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A., 1999. The Jurassic and Cretaceous terrestrial beds from Southern Neuquen Basin, Argentina. Field Guide. Instituto Superior de Correlación Geológica. INSUGEO. Serie Miscelánea 4 : 1-30. San Miguel de Tucumán.
- LEANZA, H.A. y C.A. HUGO, 1985. Los biohermas ostreros de la Formación Roca (Paleoceno) en el suroeste de la provincia de La Pampa. Ameghiniana, 21 (2-4) : 143-149. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A. y C.A. HUGO, 1988. Prospección de fosforitas en el occidente de la provincia de La Pampa y noroeste de la provincia de Río Negro. Informe inédito. Servicio Minero Nacional. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A. y C.A. HUGO, 1997. Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina (escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín N° 218 : 1-135. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A. y C.A. HUGO, 2001. Cretaceous red beds from southern Neuquén Basin (Argentina): age, distribution and stratigraphic discontinuities. 7th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, 7 : 111-122. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A., HUGO, C.A. y D. REPOL, 2001. Hoja Geológica 3969-I, Zapala, provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina (escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín N° 275 : 1-128. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A., S. APESTEGUÍA, F.E. NOVAS y M. de la FUENTE, 2004. Cretaceous red beds from the Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapod assemblages. Cretaceous Research, 25 : 61-67.
- LEGARRETA, L. y C.A. GULISANO, 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior). En: Chebli, G.A. y L.A. Spalletti (Eds.), Cuencas Sedimentarias Argentinas, 221-243.
- LEGARRETA, L. y M.A. ULIANA, 1999. El Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina. Facies sedimentarias. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (16) : 399-416. Buenos Aires.
- LEGARRETA, L., G. LAFFITTE y S. MINNITI, 1999. Cuenca Neuquina: Múltiples posibilidades en las series Jurásico-Cretácicas del depocentro periandino. 4^o Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos: 145 - 175. Mar del Plata.
- LIMERES, M., D. DAJCZEWAND e I. ORCHUELA, 2005. Estilo de entrapamiento en el yacimiento Loma Negra, Cuenca Neuquina, provincia de Río Negro. En: Kozłowski, E., G. Vergani y A. Boll (Eds.), Las trampas de hidrocarburos en las cuencas productivas de Argentina. 6^o Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 384 - 390. Mar del Plata.
- LINARES, E., E.J. LLAMBÍAS y C. 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, 35 (1) : 87-146. Buenos Aires.
- LIZUAIN, A. y E. SEPÚLVEDA, 1979. Geología del Gran Bajo del Gualicho (provincia de Río Negro). 7^o Congreso Geológico Argentino, 1 : 407 - 422. Buenos Aires.
- LONGRICH, N., 2000. *Myrmecophagous* Maniraptora? Alvarzesaurs as aard raptors. Journal of Vertebrate Palaeontology, 20 (3) : 54A.
- LORENZ, W., 2000. Diatomita. En: El potencial económico de los Recursos Minerales de la provincia de La Pampa. Cooperación Geológica Argentino - Alemana. Proyecto N° 94-2254, 1 : 1-76, Santa Rosa - Argentina / Hannover - Alemania.
- LYDEKKER, R., 1893. Contributions to the study of the fossil vertebrates of Argentina. I. The Dinosaurs of Patagonia. Anales del Museo de La Plata, Paleontología 2: 1-14. La Plata.

- LYONS, W.A., 1999. Las areniscas cupríferas del Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35 : 1149-1158. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E.J., 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Dirección de Minas. Provincia de La Pampa. 56 pp., informe inédito. Santa Rosa.
- MAILHE, A.R., N. MALUMIÁN y A.C. RICCARDI, 1967. Contribución al conocimiento de los foraminíferos del Rocanense de la cuenca de Añelo. Ameghiniana, 5(1) : 21-33. Buenos Aires.
- MALONE P., C. SAAVEDRA, G. VERGANI, J.C. FERRERO, M. LIMERES y M. SCHIUMA, 2002 Reservorios del Grupo Cuyo Superior. En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas. 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 278 - 302. Mar del Plata.
- MALUMIÁN, N., 1969. First Report on Fossil Nannoplankton from Neuquen, Argentina. Sonderabdruck aus den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Heft 3 : A93.
- MALUMIÁN, N., 1970. Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la provincia de Buenos Aires. Ameghiniana, 7(2): 173-204. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N., 1978. Esbozo paleoecológico de las asociaciones foraminíferológicas terciarias de la Argentina. Ameghiniana, 15 : 161-171. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N., 1982. Características bioestratigráficas de las asociaciones foraminíferológicas de la República Argentina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, 1: 779-790. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N., 1984. Los Microfósiles. D: Nannoplankton calcáreo. En: Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro. 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio 2 (7) : 515-517. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N., 1999. La sedimentación y el volcanismo terciarios en la Patagonia Extraandina. 1. La sedimentación en la Patagonia Extraandina. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales 29 (18) : 557-578. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N. y A. CARAMÉS, 1995. El Daniano marino de Patagonia (Argentina): paleobiogeografía de los foraminíferos bentónicos. En: Náñez, C. (Ed.), Paleógeno de América del Sur. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, 3 : 83-105. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N. y A. CARAMÉS, 2002. Foraminíferos de sedimentitas ricas en carbono orgánico: Formación La Barca, Paleoceno superior, Tierra del Fuego, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 57 (3) : 219-231. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N. y C. NÁÑEZ, 1984. Los Microfósiles. A: Foraminíferos. En: Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro. 9º Congreso Geológico Argentino, Relatorio 2 (7) : 486 - 501. Buenos Aires.
- MALUMIÁN, N., A. CARAMÉS y C. NÁÑEZ, 1995. El cambio en los foraminíferos bentónicos en el pasaje Cretácico-Paleogeno, cuencas Neuquina y del Colorado, Argentina. 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía: 173-178.
- MARCHESE, H.G., 1971. Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, provincia de Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 26 (3) : 343-410. Buenos Aires.
- MASSABIE, A., 1993. Estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en la región del río Colorado según el perfil de Casa de Piedra. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2 : 124-131. Buenos Aires.
- MELCHOR, R., 2002. Depósitos continentales eocenos en el sudoeste de la provincia de La Pampa, Argentina: edad, estratigrafía y paleoambientes. 15º Congreso Geológico Argentino, 1 : 694-698. Buenos Aires.
- MELCHOR, R., S. CASADÍO y G. VISCONTI, 1992. Análisis estratigráfico secuencial de los depósitos lacustres eocenos de la Formación Vaca Mahuida, SO de la provincia de La Pampa, Argentina. 4ª Reunión Argentina de Sedimentología, 1 : 151-158.
- MELCHOR, R., S. CASADÍO, H. TICKYJ y S. QUENARDELLE, 2004. Hoja Geológica 3766-III, La Reforma, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina (escala 1: 250.000). Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín N° 295 : 1-56. Buenos Aires.
- MÉNDEZ, V., J.C.M. ZANETTINI y E.O. ZAPPETTINI, 1995. Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. Secretaría de Minería, Anales 23 : 1-190. Buenos Aires.
- MIRANDA, J., 1960. Levantamiento geológico del río Colorado entre Colonia 25 de Mayo (La Pampa) y El Atamisqui (Mendoza). Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito.

- MITCHUM R. y M.A. ULIANA, 1985. Seismic stratigraphy of a carbonate depositional sequence. Upper Jurassic - Lower Cretaceous, Neuquén Basin, Argentina. American Association of Petroleum Geologist, Special Publication, Chapter 15 : 255 -274.
- MOSQUERA, A., 2002. Inversión tectónica jurásica inferior en el sector central de la Dorsal de Huincul, área Los Bastos. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Actas: Artículo 99, 11 p. Mar del Plata.
- MOSQUERA, A. y V.A. RAMOS, 2005. Intraplate foreland deformation in the Neuquén Embayment. 6° Congreso Nacional de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas (edición electrónica). Artículo 61, 28 pp. Mar del Plata.
- MUSACCHIO, E.A., 1973. Charophytes y ostrácodos no marinos del Grupo Neuquén (Cretácico Superior) en algunos afloramientos de las provincias de Río Negro y Neuquén, República Argentina. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Paleontología, 8 (48) : 1-32. La Plata.
- MUSACCHIO, E.A., 1989. Biostratigraphy of the non-marine Cretaceous of Argentina based on calcareous microfossils. En: Wiedmann, J. (Ed.), Cretaceous of the Western Tethys : 811-850.
- MUSACCHIO, E.A., 1995. Correspondences of Jurassic and Cretaceous stratigraphic events from central Patagonia with the Neuquén model. IGCP Project 381, SAMC News, 2: 6-7.
- MUSACCHIO, E.A., 2000. Biostratigraphy and biogeography of Cretaceous charophytes from South America. Cretaceous Research, 21 : 211-220.
- MUSACCHIO, E.A. y A.M. MORONI, 1983. Charophyta y Ostracoda no marinos eoterciarios de la Formación El Carrizo en la provincia de Río Negro, Argentina. Ameghiniana, 20 (1-2) : 21-33. Buenos Aires.
- MUSACCHIO, E.A. y M. SIMEONI, 1995. Ostrácodos de Argentina y el diseño de áreas oceánicas durante el Cretácico. Primer workshop sobre paleoceanografía (UFRGS - Porto Alegre), Boletim de Resumos Expandidos: 81-90 (Curso de Posgraduação de la UFRGS, Porto Alegre).
- MUSACCHIO, E.A., D. DIAS BRITO, M.S. MARANHÃO y S.M. SUÁREZ, 2002. Comparando carófitos (Algas Verdes) neocretácicos del Grupo Baurú (Brasil) y Argentina. 6° Simposio sobre o Cretáceo do Brasil, Boletín 329 : 334.
- NÁÑEZ, C., 1996. Occurrence of *Boltovskoyella* (Foraminifera) in the Roca Formation (Danian), Neuquén Basin, Argentina. Simposio Paleógeno de América del Sur, Resúmenes: 24. Buenos Aires.
- NÁÑEZ, C., 1998. The genus *Boltovskoyella* (foraminifera) from Patagonia. Journal of Micropalaeontology, 17 : 105-118.
- NÁÑEZ, C., 2002. Informe micropaleontológico sobre una muestra de la Hoja Neuquén. Informe inédito. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires.
- NÁÑEZ, C. y A. CONCHEYRO, 1993. Micropaleontología de las Formaciones Jagüel y Roca, cuenca de Añelo, provincia del Neuquén. El límite Cretácico-Paleógeno. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Informe interno inédito. Buenos Aires.
- NÁÑEZ, C. y G.A. CONCHEYRO, 1996. Límite Cretácico - Paleógeno. En: Ardolino A. y M. Franchi (Eds.), Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico y Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén, Anales 25 : 129-149. Buenos Aires.
- NÁÑEZ, C. y N. MALUMIÁN, 1995. Maastrichtian foraminiferal assemblages and the K/P boundary in Patagonia, Argentina. IGCP Project 381, SAMC News 2 : 18-19.
- NÁÑEZ, C. y N. MALUMIÁN, 2004. Distribution of conspicuous or endemic benthic foraminifera across the K/P boundary in Patagonia. 10° Reunión Argentina de Sedimentología, Contribuciones Simposio K/T: 192. San Luis.
- NÁÑEZ, C., A. PARRAS, H.J. HANSEN, A. CONCHEYRO, S. ALONSO, S. LOJEN. y M. PIRES, 2002. A southern, shallow marine, Cretaceous-Paleogene boundary: Bajada del Jagüel section, Neuquén Basin, Argentina. Geological Association of Canada, Mineralogical Association of Canada, Joint Annual Meeting (Saskatoon 2002, May 27-29), Abstract Volume 27: 79.
- NÁÑEZ, C., A. PARRAS, H.J. HANSEN, S. ALONSO y S. LOJEN (en preparación). A southern, shallow marine, Cretaceous-Paleogene boundary: Bajada del Jagüel section, Neuquén Basin, Argentina.
- NOVAS, F.E. 1997. *Megaraptor namunhuaiquii*, gen. et sp. nov., a large clawed Late Cretaceous theropod from Patagonia. Journal of Vertebrate Paleontology, 18 : 4-9.
- NOVAS, F.E. y P. PUERTA, 1997. New evidence concerning avian origins from the Late Cretaceous of NW Patagonia. Nature, 387 : 390-392.
- OLMOS M., H. MARETTO, D. LASALLE, O. CARBONE O y C. NAIDES, 2002. Reservorios de la Formación Quintuco. En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos : 359 - 382. Mar del Plata.

- ORCHUELA, I. y V. PLOSZKIEWICZ, 1984. La Cuenca Neuquina. 9° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 163-188. Buenos Aires.
- ORCHUELA, I.A., V. PLOSZKIEWICZ y R. VIÑES, 1981. Reinterpretación estructural de la denominada "Dorsal Neuquina". 8° Congreso Geológico Argentino, 3 : 281-293. Buenos Aires.
- PADULA, E., 1951. Informe preliminar del levantamiento zona Auca Mahuida y Bajo de Añelo. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito. Buenos Aires.
- PALAMARCZUK, S., 1997. Dinoflagelados característicos del entorno del límite Cretácico/Paleógeno en la Formación Jagüel. 10° Simposio de Paleobotánica y Palinología. Resúmenes: 37. Mendoza.
- PALAMARCZUK, S., 2004. Organic-walled microplankton in the Jagüel Formation (Upper Maastrichtian-Danian), Neuquén Province, Argentina. The Cretaceous/Paleogene boundary event. Doctoral Dissertation. City University of New York.
- PALAMARCZUK, S. y J.C. GAMERRO, 1988. *Grapnelispora evansii*, megaspora del Cretácico superior (?Campaniano Superior - Maastrichtiano) de Argentina y Antártida. 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 3 : 87-93.
- PALAMARCZUK, S. y D. HABIB, 2001. Dinoflagellate evidence of the Cretaceous-Paleogene boundary in Argentina. Geological Society of America, Abstract Annual Meeting (November 5-8, 2001) : 33.
- PALAMARCZUK, S., D. HABIB y R.K. OLSSON, 2002. The Cretaceous/Paleogene boundary in Argentina: new evidence from dinoflagellate, foraminiferal and radiometric dating. Geological Society of America Abstracts Annual Meeting (October 27-30, 2002) : 34.
- PÁNGARO, F., R. CORBERA, O. CARBONE y G. HINTERWIMMER, 2002. Los reservorios del "Precuyano". En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos: 229-254. Mar del Plata.
- PAPÚ, O.H. y E.G. SEPÚLVEDA, 1995. Datos palinológicos de la Formación Los Alamitos en la localidad de Montoniló, Departamento 25 de Mayo, Río Negro, Argentina. Sus relaciones colindantes coetáneas. 6° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía: 195-200. Trelew.
- PAPÚ, O.H., M.B. PRÁMPARO, C. NÁÑEZ y A. CONCHEYRO, 1996. Palynology and micropaleontology of the Jagüel Formation (Maastrichtian-Danian), Opaso section, Neuquén Basin, Argentina. Simposio Paleógeno de América del Sur, Resúmenes: 26. Buenos Aires.
- PAPÚ, O.H., M.B. PRÁMPARO, C. NÁÑEZ y A. CONCHEYRO, 2000. Palinología y micropaleontología de la Formación Jagüel (Maastrichtiano-Daniano), perfil Opaso, Cuenca Neuquina, Argentina. Simposio Paleógeno de América del Sur. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 33: 17-31. Buenos Aires.
- PARRAS, A., 1999. Estratigrafía y Paleontología del Grupo Malargüe (límite Cretácico-Paleógeno) en la provincia de Mendoza. Tesis Doctoral, 327 pp., inédita. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- PARRAS, A. y S. CASADÍO, 1999. Paleogeografía del sector septentrional de la Cuenca Neuquina durante el intervalo Campaniano - Daniano. 7^{as} Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales: 261-268.
- PARRAS, A., S. CASADÍO y M. PIRES, 1998. Secuencias depositacionales del Grupo Malargüe y el límite Cretácico - Paleógeno en el sur de la provincia de Mendoza, Argentina. En: Casadío, S. (Ed.): Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 5 : 61-69. Buenos Aires.
- PARRAS, A., S. CASADÍO, C. NÁÑEZ, A. CONCHEYRO y M. GRIFFIN, 2004. The Cretaceous/Paleogene boundary in the Neuquén Basin, northern Patagonia, Argentina. 10° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, Contribuciones Simposio K/T, p. 195. San Luis.
- PASCUAL, R., P. BONDESIO, M.G. VUCETICH, G. SCILLATO YANÉ, M. BOND y E.P. TONNI, 1984. Vertebrados fósiles cenozoicos. Relatorio 9° Congreso Geológico Argentino, 2 (9) : 439-461. Buenos Aires.
- PERLEA, L.M. CHIAPPE, R. BARSBOLD, J.M. CLARK y M.A. NORELL, 1994. Skeletal morphology of *Mononykus olecranus* (Theropoda, Avialae) from the Late Cretaceous of Mongolia. American Museum Novitates, 3105 : 1-29.
- PETERSEN, C.S., 1946. Estudios geológicos en la región del río Chubut medio. Dirección General de Minería y Geología, Boletín N° 59 : 1-137. Buenos Aires.
- PETTINARI, G., A. GIUSIANO y D. LUDUEÑA, 1999. Arcillas rojas del Grupo Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos minerales de la República Argentina Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35 : 1103-1112. Buenos Aires.
- POBLETE, F. y J.O. CALVO, 2003. Upper Turonian Dromaeosaurid teeth from Futalogno quarry, Barreales Lake, Neuquén, Patagonia, Argentina. Ameghiniana, 40 (4): 66R. Buenos Aires.

- PORFIRI, J y J.O. CALVO, 2002. A new record of an ornithomimid dinosaur from the Upper Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. 1^{er} Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados: 45. Santiago de Chile.
- PORFIRI, J y J.O. CALVO, 2003. 'Megaraptores' en lago Los Barreales, Neuquén, Patagonia. Ameghiniana, 40 (4) : 90R. Buenos Aires.
- POWELL, J. E. 1992. Osteología de *Saltasaurus loricatus* (Sauropoda-Titanosauridae) del Cretácico Superior del Noroeste Argentino. En: Sanz, J. L. y A. D. Buscalioni (eds.): Los dinosaurios y su entorno biótico. Instituto "Juan de Valdéz", p. 165-230. Cuenca.
- PRICE, L. I., 1955. Novos Crocodilídeos dos arenitos da Serie Baurú, Cretáceo do Estado de Minas Gerais. Anais Academia Brasileira de Ciencias 22, 487-498.
- RAMOS, V.A., 1975. Los ciclos sedimentarios y la bioherxistasia en el control de las manifestaciones cupríferas del Neuquén Extraandino, 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, 5 : 373- 394. Argentina.
- RAMOS, V.A., 1978. Estructura. En: Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén. 7º Congreso Geológico Argentino: 99-118.
- RAMOS, V.A., 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 182 : 1-103. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A., 1999a. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (3) : 41-96. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A., 1999b. Los depósitos sinorogénicos terciarios de la región andina. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (22) : 651-682. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A., 1999c. Rasgos estructurales del territorio argentino. Evolución tectónica de la Argentina. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (24) : 715-759. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A. y J.M. CORTÉS, 1984. Estructura e interpretación tectónica. 9º Congreso Geológico Argentino. Relatorio de la provincia de Río Negro : 317-346. Buenos Aires.
- REYNOSO, M., 1975. Tipología para las mineralizaciones de cobre asociadas a rocas sedimentarias, 6º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 145-163. Buenos Aires.
- RICCARDI, A.C., 1974. *Eubaculites* Spath (Ammonoidea) del Cretácico superior de Argentina. Ameghiniana, 11 (4) : 379-399. Buenos Aires
- RIMOLDI, H.V. y D. SILVA NIETO, 1999. Mapa Geológico de la provincia de La Pampa (escala 1: 750.000). Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires.
- RIMOLDI, H. y G. TURAZZINI, G., 1984. Aprovechamientos hidráulicos. Relatorio 9º Congreso Geológico Argentino, 3 (8) : 693-752. Buenos Aires.
- ROLL, A., 1939. La cuenca de los Estratos con Dinosaurios al sur del río Neuquén. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Y.P.F. Gerencia de Exploración, informe inédito. Buenos Aires.
- ROLL, A., 1941. Über die Ortiz und Roca Schichten des oberen Kreide der Río Negro senke (Nord Patagonien). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 85 (B): 144-190.
- ROTH, S., 1898. Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. Revista del Museo de La Plata, 9 : 1-56. La Plata.
- ROTH, S., 1899. Aviso preliminar sobre mamíferos mesozoicos encontrados en Patagonia. Revista del Museo de La Plata, 9 : 381-388. La Plata.
- SALGADO, L., 1996. *Pellegrinisaurus powelli* nov. gen. et sp. (Sauropoda, Titanosauridae) from the Upper Cretaceous of Lago Pellegrini, Northwestern Patagonia, Argentina. Ameghiniana, 33 : 355-365. Buenos Aires.
- SALGADO, L. y J.O. CALVO, 1993. Report of a sauropod with amphiplatyan mid-caudal vertebrae from the Late Cretaceous of Neuquén Province (Argentina). Ameghiniana, 30 : 215-218. Buenos Aires.
- SALGADO, L., R. CORIA y S. HEREDIA, 1997. New materials of *Gasparinisaura cincosaltensis* (Ornithischia, Ornithomimidae) from the Upper Cretaceous of Argentina. Journal of Paleontology, 71: 933-940.
- SÁNCHEZ, M.L., J.O. CALVO y S. HEREDIA, 2005. Paleoambientes de sedimentación del tramo superior de la Formación Portezuelo, Grupo Neuquén (Cretácico Superior), Los Barreales, provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 60 (1):142-158. Buenos Aires.
- SCASSO, R.A., A. CONCHEYRO, W. KIESSLING, M. ABERHAN, L. HECHT, F. MEDINA y R. TAGLE, 2005. A tsunami deposit at the Cretaceous/Paleogene boundary in the Neuquén Basin of Argentina. Cretaceous Research, 26 : 283-297.
- SCHILLER, W., 1922. Los sedimentos marinos del límite entre el Cretácico y el Terciario de Roca en Patagonia Septentrional. Revista del Museo de La Plata, 26 : 256-280. La Plata.

- SCHIUMA, M., G. VERGANI y G. HINTERWIMMER, 2002. Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas. 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Mar del Plata.
- SCHWEITZER, M.H., F.D. JACKSON, L.M. CHIAPPE, J.O. CALVO y D.E. RUBILAR, 2002. Cretaceous avian eggs and embryos from Argentina. *Journal of Vertebrate Palaeontology*, 21, Abstracts: 99A.
- SCILLATO YANÉ, G.J., M.A. ULIANA y R. PASCUAL, 1976. Un *Megalonychidae* (Edentata, Pilosa) del Plioceno de la provincia de Río Negro (Argentina). Su importancia bioestratigráfica y paleobiogeográfica. 6º Congreso Geológico Argentino, 1 : 576-589. Buenos Aires.
- SMITH WOODWARD, A. S. 1896. On two Mesozoic crocodilians *Notosuchus* nov. gen. and *Cynodontosuchus* nov. gen. from the red sandstones of the Territory of Neuquén (Argentina). *Anales del Museo de la Plata, Paleontología* 4 : 1-20.
- SMITH WOODWARD, A.S., 1901. On some extinct reptiles from Patagonia of the genera *Miolania*, *Dinilysia* and *Genyodectes*. *Proceedings of the Royal Society of London*, 1 : 169-184.
- SOAVE, A.L. y A.M. CAFFERATTA, 1986. Petrografía y diagénesis de la Fm. Tordillo en el subsuelo de la zona del Bajo de Añelo, provincia del Neuquén. 1ª Reunión Argentina de Sedimentología: 296-299. La Plata.
- SOBRAL, J.M., 1942. Geología de la comarca del Territorio de La Pampa situada al occidente del Chadi-Leuvú. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 212 : 33-81. Buenos Aires.
- STEINMANN, G., 1919. *Geologie von Peru*. Karl Winter Verlag, 446 pp.
- STIPANICIC, P.N. y F. RODRIGO, 1970. El diastrofismo Eo- y Mesocretácico en Argentina y Chile, con referencias a los Movimientos Jurásicos de la Patagonia. 4ª Jornadas Geológicas Argentinas, 2 : 337-352. Buenos Aires.
- STIPANICIC, P.N., F. RODRIGO, O.L. BAULÍES y C.G. MARTÍNEZ, 1968. Las formaciones presenonianas del denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 23 (2) : 367-388. Buenos Aires.
- ULIANA, M.A., 1973. Geología superficial de la parte este de la Cuenca Neuquina. Informe inédito. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires.
- ULIANA, M.A., 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, provincias del Neuquén y Río Negro. Tesis Doctoral, inédita. Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- ULIANA, M.A. y H.H. CAMACHO, 1975. Estratigrafía y paleontología de la Formación Vaca Mahuida, provincia de Río Negro. 1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 2 : 357-373. San Miguel de Tucumán.
- ULIANA, M.A. y D.A. DELLAPÉ, 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión eoterciaria del Engolfamiento Neuquino (Patagonia septentrional). 8º Congreso Geológico Argentino, 3 : 673-711. Buenos Aires.
- ULIANA, M.A., M.E. ARTEAGA, L. LEGARRETA, J.J. CERDÁN y G. PERONI, 1995. Inversion structures and hydrocarbon occurrences in Argentina. En: Buchanan, J.G. y P.G. Buchanan (Eds.), *Basin Inversion*. Geological Society of London, Special Publication, 88 : 211-233.
- VAIL, P.R. y R.G. TODD, 1980. Northern North Sea Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy. En: *Proceedings of the Second Conference on petroleum geology of the Continental Shelf of Northwest Europe* : 216-235.
- VALLÉS, J.M. y A. IMPICCINI, 1996. Bentonita. En: Ardolino A. y M. Franchi (Eds.), *Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Nacional del Servicio Geológico y Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén, *Anales* 25 : 165-175. Buenos Aires.
- VALLÉS, J.M. y A. IMPICCINI, 1999. Bentonitas de la Cuenca Neuquina, Río Negro, Neuquén y La Pampa. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*. Servicio geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 35 : 1113-1125. Buenos Aires.
- VALLÉS, J.M. y G. PETTINARI, 1996. Arcillas rojas. En: Ardolino A. y M. Franchi (Eds.), *Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, provincia del Neuquén, República Argentina*. Dirección Nacional del Servicio Geológico y Dirección General de Minería de la provincia del Neuquén, *Anales* 25 : 156-163. Buenos Aires.
- VAN VALEN, L., 1969. What was the largest dinosaur?. *Copeia* 3 : 624-626.
- VEIGA, R. e I. ORCHUELA, 1989. Identificación de niveles generadores de hidrocarburos a partir de técnicas de perfilaje en la Formación Vaca Muerta. 1º Congreso Nacional de Hidrocarburos, 2 : 1061-1093. Mar del Plata.
- VEIGA, R., M.E. LARA y P. BRUVERIS, 1999. Distribución de hidrocarburos sobre el margen externo en una cuenca de trans-arco. Ejemplos en la Cuenca Neuquina, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, Tercera época. Año 16, N° 60 : 142-164. Buenos Aires.

- VEIGA, R., H. VERZI y H. MARETTO, 2001. Modelado bidimensional en el ámbito central de la Cuenca Neuquina (Argentina). *Boletín Informaciones Petroleras*, Tercera época. Año 18, N° 67: 50 - 63. Buenos Aires.
- VERALLI, C. y J.O. CALVO, 2003. New findings of carcharodontosaurid teeth (Upper Turonian) on Futalogno quarry, North Barreales Lake, Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, 40 (4) : 74R. Buenos Aires.
- VERGANI, G.D., 2005. Control estructural de la sedimentación jurásica (Grupo Cuyo) en la Dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina, Argentina. *Modelo de falla lítrica rampa-plano, invertida*. *Boletín de Informaciones Petroleras*, Cuarta Época, 1 (1) : 32-42. Buenos Aires.
- VERGANI, G.D., A.J. TANKARD, H.J. BELOTTI y H.J. WELSINK, 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. En: Tankard, A.J. *et al.* (Eds.), *Petroleum Basins of South America*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62 : 383-402.
- VOLKHEIMER, W., 1973. Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28 (1) : 13-36. Buenos Aires.
- VOTTERO A. y J.M. GONZÁLEZ, 2002. Reservorios de la Formación Mulichinco. En: Schiuma, M., G. Vergani y G. Hinterwimmer (Eds.), *Rocas reservorios de las cuencas productivas argentinas*. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, 383 - 400. Mar del Plata.
- WEAVER, CH., 1927. The Roca Formation in Argentina. *American Journal of Science*, 5 (13) : 417-434.
- WEBER, E.I., 1964. Estudio geológico de General Roca (provincia de Río Negro). Tesis Doctoral, inédita. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- WEBER, E.I., 1972. Descripción geológica de la Hoja 35f, Jagüel de los Milicos, provincia de Río Negro. *Servicio Geológico Nacional*, 118 pp, informe inédito. Buenos Aires.
- WEBER, E.I., 1983. Descripción geológica de la Hoja 40j, Cerro El Fuerte, provincia de Río Negro. *Servicio Geológico Nacional*, Boletín N° 196 : 1-69. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1916. Las Capas con Dinosaurios en la costa sur del río Negro frente a General Roca. *Physis*, 2 (11) : 258-262. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1919. Contribución a la geología de la región comprendida entre el Río Negro y Arroyo Valcheta. Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, Mineralogía y Minería, *Anales* 13 (4) : 9-45. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1922. Algunas nuevas observaciones geológicas en la parte oriental del territorio del Neuquén. *Physis*, 5 : 301-303. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1924. Nuevas observaciones geológicas en la parte oriental del Neuquén y en el territorio de Río Negro. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología (Sección: Geología), Publicación 2 : 3-22. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1927a. Sobre la Facies Lacustre Senoniana de los Estratos con Dinosaurios y su fauna. *Boletín Academia Nacional de Ciencias*, 30: 383-405. Córdoba.
- WICHMANN, R., 1927b. Resultados de un viaje de estudios geológicos en los Territorios del Río Negro y del Chubut. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación 33 : 1-59. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1927c. Los Estratos con Dinosaurios y su techo en el este del Territorio del Neuquén. Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, Publicación 32 : 3-25. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1928. Contribución a la geología de los Departamentos Chical Có y Puelén, en la parte occidental de la Pampa Central. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Publicación 40 : 1-33. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1934. Contribución al conocimiento de los territorios del Neuquén y Río Negro. Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, Boletín N° 39 : 1-27. Buenos Aires.
- WILCKENS, O., 1906. Die Meeresablagerungen der Kreide- und Tertiärformation in Patagonien. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Beilage Band 21.
- WINDHAUSEN, A., 1914. Contribución al conocimiento geológico de los Territorios del Río Negro y Neuquén. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología y Minería*, 10 (1) : 1-60. Buenos Aires.
- WINDHAUSEN, A., 1918. The problem of the Cretaceous / Tertiary boundary in South America, and the stratigraphic position of the San Jorge Formation in Patagonia. *American Journal of Science*, 44 (265) : 1-53.
- WINDHAUSEN, A., 1922. Estudios geológicos en el valle superior del Río Negro. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 29 (Serie B) : 1-89. Buenos Aires.
- YAÑEZ, M.L., A.J. FAROUX y M.A. DALPONTE, 1996. Diagnóstico sobre las bentonitas del departamento General Roca, Río Negro. Subsecretaría de Minería de la Nación y Dirección Minera de la provincia de Río Negro. 38 pp., informe inédito. Viedma.

- YRIGOYEN, M.R., 1979. Cordillera Principal. En: Turner, J.C.M. (Ed.), Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 1 : 651 - 694. Córdoba.
- ZENCICH, S., 2000. Descubrimiento de petróleo en la zona del volcán Auca Mahuida. Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera época Año 17, N° 62 : 18 - 29. Buenos Aires.
- ZENCICH, S. y D. GARCÍA, 1999. Investigación de un cuerpo intrusivo mediante la perforación de un sondeo horizontal, Zona Volcán Auca Mahuida, Cuenca Neuquina, Argentina. Boletín Informaciones Petroleras, Tercera época. Año 16, N° 59 : 71 - 83. Buenos Aires.

Recibido: junio 2005

Validado: junio 2006