



## EL GRUPO MALARGÜE (CRETÁCICO TARDÍO-PALEÓGENO TEMPRANO) EN LA CUENCA NEUQUINA

María Fernanda Rodríguez<sup>1</sup>

1. Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires mafrod@mecon.gov.ar

### RESUMEN

El Grupo Malargüe, depositado durante el Campaniano – Paleoceno en la Cuenca Neuquina, comprende una sucesión sedimentaria continental y marina de más de 400 m de espesor. La acumulación de estas sedimentitas en el antepaís andino estuvo controlada por la actividad tectónica y magmática en la Cordillera durante el Cretácico Tardío. Como resultado el cambio en la pendiente regional posibilitó la primera ingresión atlántica en la cuenca durante el ascenso eustático del Cretácico Tardío. Estos eventos quedaron registrados en las sedimentitas del Grupo Malargüe, integrado por las Fms. Loncoche – Allen, Jagüel, Roca y Pircala – El Carrizo. Las Fms. Loncoche-Allen (Campaniano – Maastrichtiano) incluyen depósitos continentales a marino marginales que cubren en discordancia a las capas rojas del Grupo Neuquén. La Fm. Jagüel (Maastrichtiano – Daniano) comprende depósitos marinos de plataforma externa acumulados en posiciones internas de la cuenca. En algunos afloramientos de la Fm. Jagüel se ha identificado el límite Cretácico-Paleógeno. Las facies carbonáticas y mixtas de plataforma interna acumuladas en la periferia norte de la cuenca durante el Maastrichtiano se refieren a la Fm. Roca. Estas facies progradaron hacia el sur y este; así, en la región oriental de Neuquén y en Río Negro la Fm. Roca sobreyace a la Fm. Jagüel y contiene micro y nanofósiles del Daniano Tardío. Los carbonatos marinos someros son cubiertos transicionalmente por los depósitos fluviales referidos a las Fms. Pircala y El Carrizo, en los flancos occidental y oriental de la cuenca, respectivamente. Estas facies fueron datadas como maastrichtiano – paleocenas en el sur de la provincia de Mendoza; hacia el sur y este, en Neuquén y Río Negro, se les atribuyó una edad paleocena s.l. El límite superior del Grupo Malargüe es una conspicua discordancia regional que se atribuye a un pulso orogénico del Eoceno (Fase Incaica) u Oligoceno (Fase Pehuenche) en la Cordillera de los Andes.

**Palabras clave:** Cretácico, Paleógeno, Grupo Malargüe, Cuenca Neuquina

### ABSTRACT

*The Malargüe Group (Late Cretaceous-Early Paleogene) in the Neuquén Basin.* - The Malargüe Group (Campanian to Paleocene) involves a 450 m thick continental and marine sedimentary succession accumulated in the Neuquén Basin. The deposition of these rocks in the Andean foreland was ruled by the Late Cretaceous orogenic and magmatic activity in the Cordillera. As a result, a change in the regional paleoslope allowed the first Atlantic transgression in the basin during the Late Cretaceous eustatic rise. These events are registered in the Malargüe Group, integrated from base to top by the Loncoche – Allen, Jagüel, Roca and Pircala – El Carrizo Fms. The Loncoche – Allen Fms. (Campanian – Maastrichtian) encompass continental to marginal marine deposits that unconformably overlie the red beds of the Neuquén Group. The Jagüel formation (Maastrichtian – Danian) comprises outer shelf marine facies deposited in central areas of the basin. The K – P boundary has been identified in some outcrops of the Jagüel formation. The shallow marine carbonatic and mixed facies that accumulated in the basin periphery during the Maastrichtian are referred to the Roca formation. These facies prograded to south and east; so, in eastern Neuquén and north Río Negro Provinces, the Roca Fm. overlies the calcareous mudstones of the Jagüel Fm., and contains Late Danian micro and nannofossils. The nearshore limestones are transitionally overlain by the clastic fluvial deposits referred to Pircala and El Carrizo Fms., in the western and eastern sides of the basin respectively. These facies were dated as Maastrichtian – Paleocene in southern Mendoza Province; farther south and east, in Neuquén and Río Negro, were given a Paleocene s.l. age. The upper limit of these units is a conspicuous regional unconformity related to an Eocene (Incaic) or Oligocene (Pehuenche) orogenic pulse in the Andean Cordillera.

**Key words:** Cretaceous – Paleogene, Malargüe Group, Neuquén Basin

### INTRODUCCIÓN

El Grupo Malargüe involucra a una sucesión sedimentaria continental y marina depositada en la Cuenca Neuquina durante el Campaniano – Paleoceno que alcanza los 450 m de espesor (Legarreta & Uliana 1999).

Durante el Cretácico Tardío, la renovada actividad tectónica en los Andes convirtió a la Cuenca Neuquina en una cuenca de antepaís (Ramos 1981; Barrio 1990a, Howell *et al.* 2005). En el transcurso de esta etapa se produjo la acumulación de los depósitos reunidos por Groeber (1946) en el Ciclo Riográndico. Este ciclo conforma el relleno final de la cuenca y comprende a los subciclos Neuqueniano y Malalhueyano (Groeber, 1946), que se corresponden con los Grupos Neuquén y Malargüe.

El Ciclo Riográndico está limitado en su base por una conspicua discordancia regional, evidenciada por el truncamiento del infrayacente Grupo Rayoso (Vergani *et al.* 1995). Desde el inicio de la sedimentación del Grupo Neuquén (Cenomaniano – Campaniano), se verifica que la procedencia de los detritos es en parte (según Garrido) andina. Este hecho evidencia el cambio en la configuración de las áreas elevadas originado por la estructuración de la Faja Plegada y Corrida del Agrio durante el Cenomaniano (Tunik 2010). La actividad concomitante del arco magmático andino está registrada en sucesiones volcánicas aflorantes en el área cordillerana (Fm. Colipilli) así como en la presencia de abundantes litoclastos volcánicos y niveles de tobas en las sedimentitas del ciclo Riográndico.



Figura 1: Discordancia basal del Grupo Malargüe en la localidad de Auca Mahuevo. Se observan depósitos finos verdosos de la Fm. Allen sobre fangolitas rojas bandeadas de la Fm. Anacleto, unidad cuspidal del Grupo Neuquén.

En este contexto, un ascenso eustático ocurrido en el Maastrichtiano - Daniano resultó en la primera transgresión marina de origen atlántico en la cuenca (Windhausen 1926, Wichmann 1927, Bertels 1979, Uliana & Dellapé 1981). Durante este lapso, la Patagonia estuvo cubierta en grandes áreas por un mar epicontinental somero cuyo registro sedimentario está contenido en los depósitos del Grupo Malargüe así como en unidades equivalentes fuera del ámbito de la Cuenca Neuquina.

La base del Grupo Malargüe está dada por una discordancia de carácter regional, denominada Huantráiquica o Intracampaniana (Méndez *et al.* 1995, Leanza 2009). En numerosas localidades se observa el contacto erosivo entre facies de fangolitas rojas o bandeadas del tope del Grupo Neuquén (Fm. Anacleto) y areniscas grises o amarillentas de la Fm. Allen o Loncoche. Sin embargo, en otros sitios el Malalhueyano comienza con facies pelíticas, y la relación es reconocible por diferencias de color, proporción de arcillas y presencia de yeso en la Fm. Allen (Fig. 1) o por el biselamiento progresivo de unidades del Grupo Neuquén (Bajos del noroeste rionegrino; Hugo & Leanza 2001a, 2001b, Leanza 2009).

A su vez, el Grupo Malargüe está separado de las unidades cenozoicas suprayacentes por una superficie erosiva marcadamente irregular; esta importante discordancia regional, que conforma el límite superior del Ciclo Riográndico, ha sido vinculada al diastrofismo Incaico (Eoceno, Uliana & Dellapé 1981; Ramos, 1981). Sin embargo, las faunas de mamíferos contenidas en algunas de las unidades suprayacentes (Fm. Chichinales, Kramarz *et al.* 2004, Fm. Carrere, Garrido *et al.* 2009) sugieren que éstas se depositaron con posterioridad a la fase diastrófica Pehuénchica, del Oligoceno Tardío.

El Grupo Malargüe presenta diferencias en su desarrollo entre el sector occidental o andino de la cuenca Neuquina y la región oriental. Aquéllas se relacionan, esencialmente, con la fuerte asimetría en el espesor de los depósitos, la mayor o menor distancia a las fuentes de aporte de detritos (faja plegada andina y arco volcánico) y la presencia o no de facies marinas de plataforma externa. En función de estas características disímiles, la definición y nomenclatura de algunas unidades varía en las dos regiones: en el sector noroccidental (Mendoza y norte de Neuquén) el Grupo está integrado por las Fms. Loncoche, Jagüel, Roca y Pircala; en la región oriental (noreste de

Neuquén, norte de Río Negro y oeste de La Pampa), se compone de las Fms. Allen (equivalente de Loncoche), Jagüel, Roca y El Carrizo (equivalente de Pircala).

Desde un comienzo las sedimentitas del Grupo Malargüe suscitaban interés por su contenido fosilífero y generaron diferentes interpretaciones con relación a su edad y ordenamiento estratigráfico; una síntesis de los antecedentes más relevantes al respecto puede verse en Camacho (1992). Los numerosos estudios realizados en afloramientos del Grupo Malargüe, especialmente durante los últimos años, han permitido resolver los problemas estratigráficos y profundizar en el conocimiento de sus ambientes de depositación y contenido fósil. En particular, la investigación enfocada en las localidades con registro del límite Cretácico - Paleógeno ha provisto importante información acerca de los cambios ocurridos en los ambientes marinos y continentales sudamericanos durante esta transición, dada la calidad de los afloramientos y la excelente preservación de muchos grupos fósiles bioestratigráficamente significativos en numerosas localidades de la Cuenca Neuquina (Parras *et al.* 2004).

## ANTECEDENTES

Los «Estratos de Malargüe» fueron reconocidos por Gerth (1925) en el Portezuelo de Loncoche (Mendoza). Allí este autor describió una sucesión sedimentaria conformada por tres unidades, la primera «límnica 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 Fms. Loncoche, Roca y Pircala. En el ámbito de las provincias de Neuquén y Río Negro numerosos investigadores se refirieron a los «Estratos de Roca», entre ellos Doering (1882), Roth (1899), Ameghino (1906), Burckhardt (1902), Ihering (1903, 1907), Windhausen (1914), Wichmann (1924) y Weaver (1927), en trabajos que sentaron las bases de la actual subdivisión estratigráfica de estas unidades.

En los trabajos de Roll (1939) y Herrero Ducloux (1939, 1946), también se aborda el problema de la nomenclatura y subdivisiones de estas unidades de roca y de las restantes formaciones cenozoicas del Neuquén central. De esta época data el clásico trabajo de Groeber (1946) en el que propuso la subdivisión del Mesozoico de Neuquén y Men-

doza en ciclos sedimentarios; aquí se introdujo el concepto del ciclo Riográndico, desarrollado entre el Cretácico Tardío y Terciario Temprano e integrado por dos series: Neuqueniano (continental) y Malalhueyano (marino – continental). Este aporte proveyó un esquema estratigráfico general que continúa vigente. Otros autores que se refirieron a estas acumulaciones fueron de Ferrariís (1968), Cazau & Uliana (1973), Andreis *et al.* (1974), Uliana (1973, 1979); Digregorio & Uliana (1980) fueron quienes formalizaron a los «Estratos de Malargüe» como Grupo.

Posteriormente, Uliana & Dellapé (1981) establecieron 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. En consecuencia, estos autores propusieron otorgar el rango formal de Grupo Malargüe a las Fms. Allen, Jagüel, Roca y El Carrizo, aflorantes en el este de Neuquén, norte de Río Negro y oeste de La Pampa.

A finales de la década de 1980, comenzaron a publicarse trabajos que abordaban el análisis estratigráfico secuencial del Malalhueyano (Legarreta & Gulisano 1989; Legarreta *et al.* 1989, Barrio, 1990a, 1990b, 1991; Casadío 1994; Parras *et al.* 1998); la definición de secuencias deposicionales y sus discontinuidades limitantes permitió evaluar la importancia relativa de factores como tectónica, paleogeografía y paleoclima en la génesis de los

depósitos. A su vez, los estudios paleontológicos de detalle, tanto los enfocados en los invertebrados como los referentes a las microfauas y nanofloras contribuyeron a ajustar las edades de las unidades, así como a profundizar en el conocimiento de la paleoecología de las asociaciones fósiles (Bertels 1969 *etc.*, Nández & Concheyro 1996, Casadío 1998, entre los más relevantes).

### Distribución geográfica

Las sedimentitas malalhueyanas se encuentran distribuidas en un área muy amplia entre la Cordillera de Mendoza, occidente de La Pampa, norte y este de Río Negro y la región centro oriental de Neuquén. Esto evidencia la importante extensión que alcanzó la transgresión atlántica en la Cuenca Neuquina.

En la provincia de Neuquén, los afloramientos se ubican en dos sectores bien definidos. El primero de ellos, abordado en este trabajo como «Sector occidental», comprende las exposiciones próximas a la sierra de Huantraico, en el norte neuquino. Estos afloramientos se encuentran inmediatamente al este del frente orogénico andino, aunque recientemente se describieron secciones atribuidas al Grupo Malargüe en el sector interno de la faja plegada y corrida del Agrio (Aguirre Urreta *et al.* 2010). El «Sector oriental» incluye exposiciones que rodean por el este al Dorso de los Chihuidos. Este hecho sugiere que la elevación de esta estructura ocurrida durante el Mioceno (Mosquera & Ramos, 2006) habría eliminado por erosión

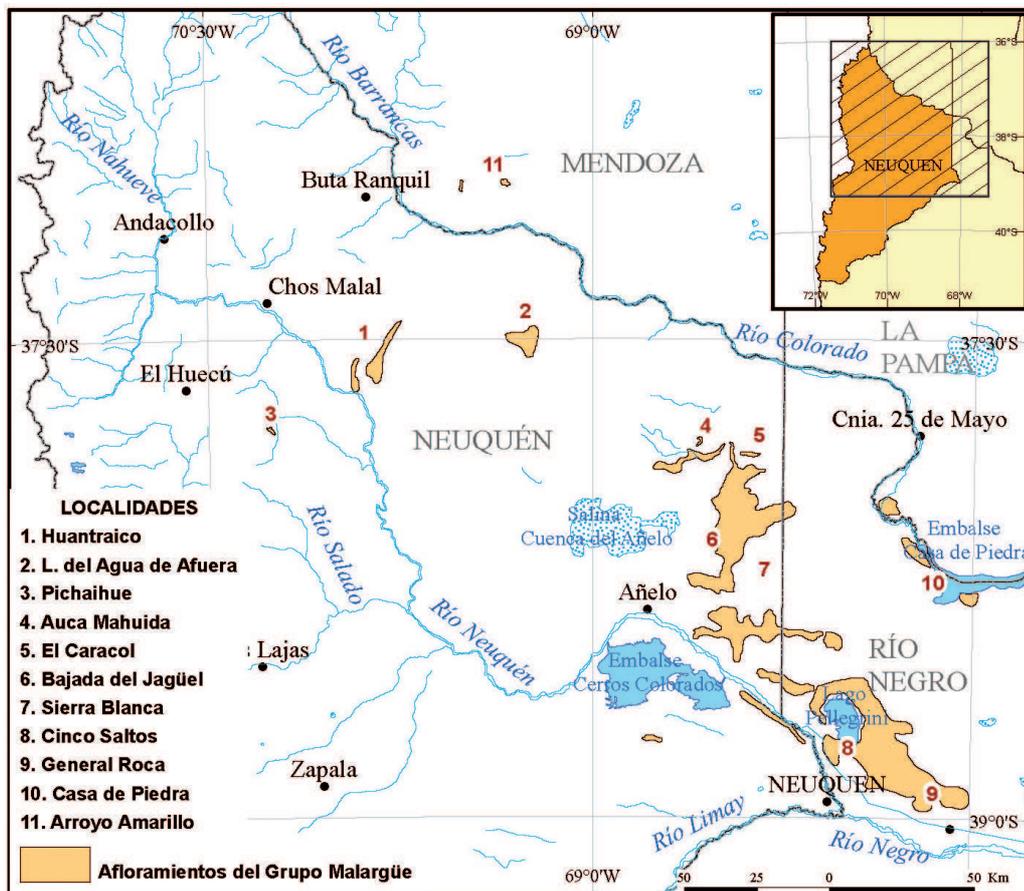


Figura 2: Distribución geográfica de las exposiciones del Grupo Malargüe en la provincia del Neuquén, con indicación de las localidades más importantes mencionadas en el texto. Se representan también los afloramientos que tienen continuidad en territorio rionegrino y pampeano.

los depósitos del Grupo Malargüe en el área. Más al sur, el valle del río Neuquén limita por el oeste la distribución de los afloramientos del Malalhueyano, con excepción de un pequeño relicto situado en la sierra Barrosa. Las exposiciones del este neuquino tienen continuidad en la provincia de Río Negro (Fig. 2).

### I. Sector occidental

Las sucesiones malalhueyanas del área occidental de la cuenca son significativamente más espesas que las del sector oriental. La estructuración de la faja plegada andina produjo subsidencia flexural y un incrementado influjo de detritos hacia el antepaís, al que se sumó el aporte del arco volcánico. Así, se produjo la agradación vertical de espesos depósitos con dominio de sedimentos terrígenos (Barrio 1990). Estas características presentan los afloramientos situados entre el extremo suroeste de la sierra de Huantraico y la faja plegada y corrida del Agrio. Las sedimentitas están deformadas por lo cual en pocos sitios se aprecia el desarrollo completo de las unidades. El espesor total del Grupo Malargüe en esta región ronda los 400 m, según datos de Ramos (1981) y Kiessling *et al.* (2006).

En este sector, el Grupo Malargüe está integrado por las Fms. Loncoche, Jagüel, Roca y Pircala. Los afloramientos rodean al cerro Villegas, algo al noreste de Balsa Huitrín, y se extienden hasta el cerro Tormenta o Chihuido de las Liebres situado al este (Fig. 3).

En el sector interno de la faja plegada y corrida del Agrio, Aguirre-Urreta *et al.* (2010) dieron a conocer la presencia de reducidos afloramientos de sedimentitas calcáreas que refirieron al Grupo Malargüe. Esta unidad, informalmente denominada Caliza Pichaihue, comprende facies continentales a marginales depositadas durante el Maastrichtiano – Paleoceno y señala una mayor expansión hacia el oeste de las aguas de la transgresión atlántica de lo que previamente se conocía. De acuerdo con los autores, evidencian la presencia de una antefosa en rápida subsidencia localizada al pie del frente orogénico activo para esos tiempos, en la que se acumularon productos derivados del arco magmático así como las sedimentitas malalhueyanas.

### Formación Loncoche (Groeber 1946)

Los afloramientos de la unidad en la zona de Huantraico fueron brevemente descritos por Weaver (1927), quien lo correlacionó con la sección del sinclinal de Malargüe y reconoció la presencia de facies lacustres transicionales entre las «capas rojas» puramente continentales del Cretácico Superior y las capas marinas típicas de la Fm. Roca.

Groeber (1946) diferenció como Loncochense a la sección lacustre y restringió así el término Fm. Roca para la sección marina.

Los estudios micropaleontológicos de Bertels (1964, 1968, 1969) introdujeron el concepto de separar a las unidades por su contenido paleontológico. Así esta autora creó la Fm. Huantraico (Bertels 1968) con un Miembro inferior continental y un Miembro superior con facies y megafósiles marinos, estudiados por Camacho (1968); la Fm. Huantraico contiene microfauna de edad maastrichtiana.

La sección superior del perfil, con microfauna daniana, corresponde según este criterio a la Fm. Roca.

Más tarde, Ramos (1981) consideró más adecuado aplicar el criterio litoestratigráfico de Groeber (1946, 1956) y asignar la sección inferior lacustre o «Loncochense» a una sola unidad, la Fm. Loncoche de edad maastrichtiana. La sección superior marina, con calizas fosilíferas, se refiere a la Fm. Roca. Así la Fm. Loncoche es un equivalente de la Fm. Allen en el área oriental de Neuquén, Río Negro y La Pampa.

Los afloramientos de la Fm. Loncoche se sitúan en el flanco occidental del cerro Villegas y se extienden hasta el contiguo cerro Tormenta. También está presente en asomos aislados en el faldeo del cerro Mesa de los Overos y en la loma del Agua de Afuera.

La Fm. Loncoche apoya sobre la Fm. Anacleto en contacto neto, evidenciado por el pasaje de fangolitas rojas y verdosas bandeadas a arcilitas amarillentas verdosas con yeso (Ramos 1981). La litología es en general uniforme, con predominio de arcilitas verdosas a amarillentas laminadas que contienen niveles de calizas margosas de 20 a 30 cm de espesor. El espesor medido para esta unidad es de 205 m al norte del puesto Pizarro donde se observa el contacto con la Fm. Roca (Ramos 1981).

En los perfiles de Aguada del Tuco y Cerro Tormenta, la Fm. Loncoche se compone principalmente de arcilitas castaño amarillentas macizas con delgadas intercalaciones de areniscas calcáreas y piroclastitas (Barrio 1990a). En la base del primero de estos perfiles, están presentes areniscas medianas a finas rojizas a grisáceas, intercaladas con delgados estratos de tobas y lutitas. Las areniscas presentan estratificación entrecruzada de mediana escala, laminación *climbing* y *flaser*. En su composición son frecuentes los fragmentos líticos y cuarzo de origen volcánico. Finalmente en el cerro Tormenta la Fm. Loncoche termina con una sección evaporítica, transicional sobre las arcilitas, que se compone de yeso macizo intercalado con pelitas, ceniza volcánica y carbonatos, seguido por yeso nodular y laminado (Fig. 4).

El espesor medido para la unidad es de 118 m en Aguada del Tuco y 115 m en Cerro Tormenta (Barrio 1990a).

El contenido fósil de la Fm. Loncoche en la sierra de Huantraico fue estudiado por Bertels (1972) quien halló ostrácodos característicos de agua dulce. Si bien no halló megafósiles, Barrio (1990a) reconoció abundantes fragmentos esqueléticos de organismos marinos en secciones delgadas de areniscas calcáreas y calizas intercaladas en las arcilitas y yeso de la Fm. Loncoche. Estos fragmentos corresponden a bivalvos, briozoarios y escasos foraminíferos.

En el sector mendocino de la Cuenca Neuquina, la Fm. Loncoche registra asociaciones de moluscos típicos de agua dulce o salobre (Parras *et al.* 1998) y vertebrados que incluyen formas terrestres, acuáticas continentales y marino marginales (Previtera & González Riga 2008).

El ambiente deposicional fue considerado deltaico por Bertels (1968) en tanto que Ramos (1981) postuló la acumulación en cuerpos lagunares probablemente cercanos a la costa. Por su parte, Barrio (1990a) consideró un ambiente submareal a intermareal superior para la sección clástica, y supramareal en condiciones extremadamente áridas (*sabkha*) para la sección evaporítica, basado en las estructuras sedimentarias, arreglo de facies y contenido fósil en varias secciones a lo largo de la cuenca.

Según el modelo paleogeográfico propuesto por Ba-

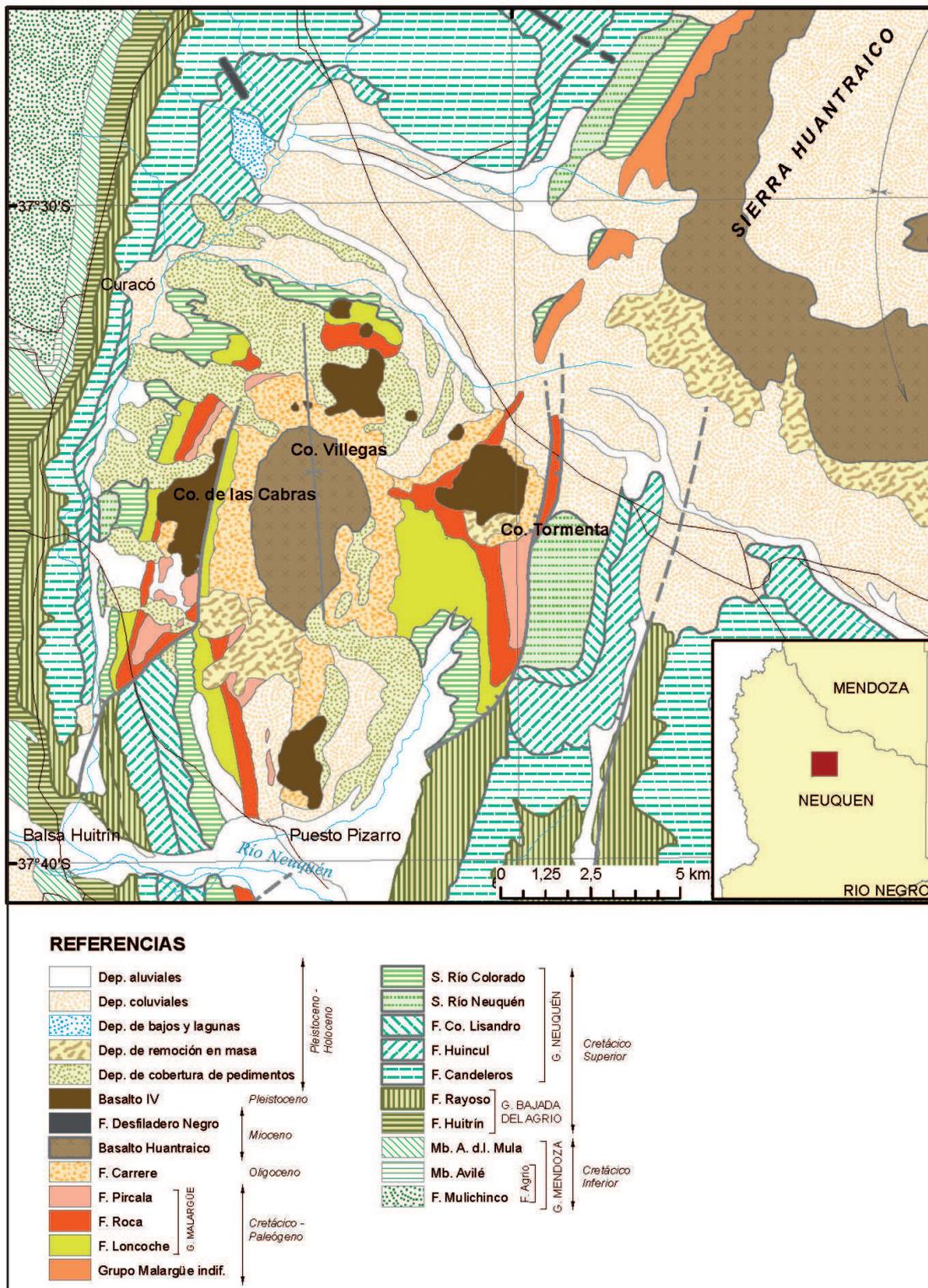


Figura 3: Mapa geológico del sector suroccidental de la sierra de Huantraico. Basado en la Hoja Geológica 3769-III, Chos Malal (Leanza 2010).

rio (1990a), la depositación de la Fm. Loncoche tuvo lugar en el ápice norte de un amplio engolfamiento en forma de embudo. La transición a facies fluviales hacia el norte, la mezcla de elementos faunísticos dulceacuícolas y marinos y el dominio de sedimentos de grano fino sugiere la presencia de un estuario, donde la sedimentación estuvo controlada esencialmente por las corrientes de marea (Fig. 5). Más al norte, en afloramientos situados en el sur men-

docino, Parras *et al.* (1998) reconocieron dos secuencias deposicionales en la Fm. Loncoche, la primera de las cuales se compone de facies deltaicas y lacustres, en tanto que la segunda evoluciona desde facies fluvio deltaicas en la base a inter y supramareales en el techo, lo que señala el momento de mayor conexión con el mar abierto para la unidad y resulta consistente con las conclusiones de Barrio (1990a).

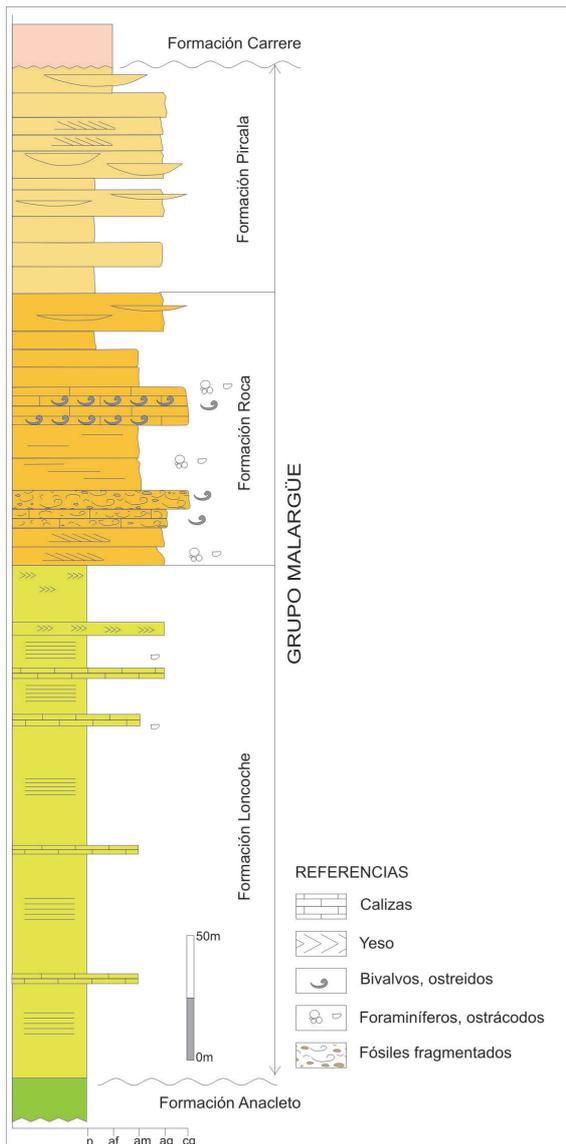


Figura 4: Columna estratigráfica generalizada del Grupo Malargüe en el sector andino de la Cuenca Neuquina.

La edad de la Fm. Loncoche fue establecida en el Campaniano Tardío – Maastrichtiano Temprano (Ramos 1981; Legarreta & Uliana 1999) sobre la base de sus relaciones estratigráficas y contenido micropaleontológico, estudiado por Bertels (1968).

#### Formación Jagüel (Windhausen 1914)

Esta unidad, definida en el ámbito oriental del Engolfamiento Neuquino, documenta un evento más franco de inundación marina que tuvo lugar en el Maastrichtiano-Daniano (Legarreta & Uliana 1999). Caracterizada por facies predominantemente pelíticas depositadas en un ambiente de plataforma, sus principales afloramientos se ubican en sectores internos de la cuenca donde el «mar rocanense» alcanzó mayor profundidad. En la región andina, fue reconocida en el sur mendocino (Liu Malal y Ranquil – C6, Pires *et al.* 1999, Casad6 *et al.* 2005), donde su contenido f6sil indica una edad maastrichtiana. En localidades situadas hacia el norte, la unidad no est6 presente y la Fm. Loncoche es cubierta por facies carbon6ticas m6s someras de la Fm.

Roca (Parras *et al.* 1998). En el 6rea de Huantraico, la Fm. Jagüel fue identificada por Barrio (1990b) en el perfil del cerro Villegas, donde alcanza 23 m de espesor. Se compone de fangolitas calc6reas verdosas, con delgadas intercalaciones de areniscas calc6reas; las fangolitas son macizas o laminadas. El autor indic6 que si bien no hall6 megafauna en estas facies, la microfauna es abundante y contiene foraminíferos bent6nicos, planct6nicos y ostr6cidos descritos por Bertels (1978). Las características litofaciales de la unidad sugieren un ambiente de plataforma externa, por debajo del nivel de base de olas normales. Cabe se6alar que tanto Bertels (1968) como Ramos (1981) y Kiessling *et al.* (2006) no reconocieron en sus trabajos a la Fm. Jagüel en el 6rea de Huantraico. Como ya se expuso al tratar la Fm. Loncoche, Bertels (1968) unific6 en la Fm. Huantraico a todas las sedimentitas referibles al Maastrichtiano por su microfauna, tanto continentales como marinas, a la vez que correlacion6 el Miembro superior marino de esta unidad con la Fm. Jagüel. Teniendo en cuenta esto, cabe suponer que la Fm. Jagüel en el sentido de Barrio (1990b) se corresponde con parte del miembro superior de la Fm. Huantraico *sensu* Bertels (1968). Sobre la base de las edades aportadas por Bertels (1978), la edad de la Fm. Jagüel en el 6rea de Huantraico es maastrichtiana (Barrio 1990b).

#### Formación Roca (Ihering 1903)

La primera menció de la Fm. Roca en el sector andino de Neuqu6n corresponde a Weaver (1927) quien hall6 una localidad abundantemente fosilífera situada al occidente de la sierra de Huantraico. M6s tarde Frenguelli (1937) concluy6 que los afloramientos de Huantraico junto con los de Malargüe son m6s antiguos que los de General Roca. Groeber (1946, 1959) efectu6 nuevas descripciones de la unidad en esta 6rea. Propuso una subdivisi6n del Rocanense en un Roca I, t6pico 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 aceptaci6n. Algo m6s tarde, la Fm. Roca en el 6rea de Huantraico fue objeto de nuevos estudios, enfocados en su contenido paleontol6gico (Leanza 1964, 1967; Bertels 1968, 1969; Camacho 1968; Riccardi 1974). Nuevas descripciones de la unidad se deben a Marc6n (1975) y Ramos (1981) quien finalmente mostr6 que el Roca II de Groeber (1946) sobreyace en discordancia angular a la Fm. Roca y lo refiri6 a la Fm. Carrere (Oligoceno). Algunas observaciones de H.A. Leanza y la autora en localidades situadas al sureste de la sierra de Huantraico (yacimiento Aguada del Chivato) permitieron confirmar la presencia de abundantes f6siles marinos de la Fm. Roca redepositados en sedimentitas de la Fm. Carrere, que apoya en discordancia sobre t6rminos pel6ticos de la Fm. Loncoche y m6s hacia el este, sobre la Fm. Anacleto.

Un nuevo aporte corresponde a Barrio (1990b), quien defini6 cuatro asociaciones de facies para la Fm. Roca, dos de las cuales est6n bien desarrolladas en la regi6n del cerro Villegas.

En el 6rea de Huantraico, la Fm. Roca presenta una distribuci6n m6s restringida que la Fm. Loncoche; est6 desarrollada en el pie occidental de la sierra, en ambos flancos del cerro Villegas y continúa pobremente expuesta hasta la latitud de Balsa Huitrín (Ramos 1981, su Fig. 6).

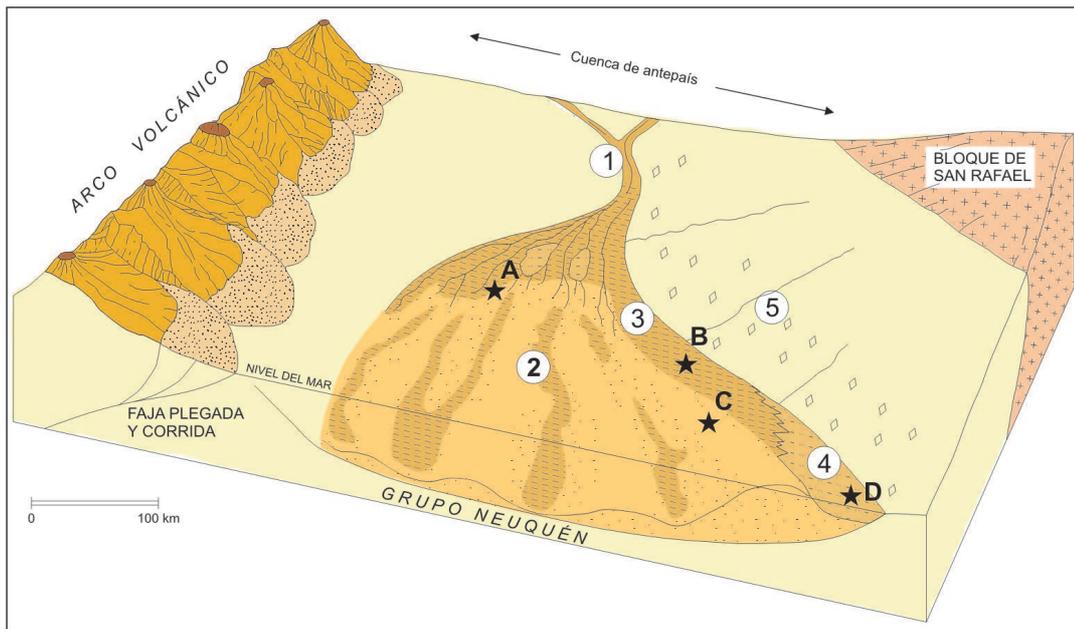


Figura 5: Esquema paleogeográfico y paleoambiental para la depositación de la parte inferior del Grupo Malargüe (Fms. Loncoche y Allen, Campaniano - Maastrichtiano) en el sector norte de la Cuenca Neuquina. 1. Depósitos fluviales. 2. Depósitos submareales. 3. Depósitos intermareales. 4. Depósitos lagunares. 5. Depósitos supramareales evaporíticos. Se indican las principales áreas referidas en el texto: A. Sierra de Huantraico. B. Auca Mahuida. C. Bajo de Añelo - Sierras Blancas. D. General Roca. Modificado de Barrio (1990a).

La base está señalada por un marcado cambio litológico con respecto a la unidad infrayacente; se compone de areniscas calcáreas, localmente conglomerádicas, con estructuras de corriente, que hacia arriba pasan a una alternancia de calizas fosilíferas con areniscas calcáreas medianas a finas y arcilitas calcáreas, de color amarillento, naranja claro y gris amarillento. En esta parte de la secuencia destaca una potente caliza coquinoide que forma un importante resalto en el relieve, compuesta casi exclusivamente por ostreoides y que alcanza los 8 m de espesor (Ramos 1981). Hacia arriba siguen calizas fosilíferas y arcilitas calcáreas del tramo superior de la unidad (Fig. 4).

De acuerdo con Ramos (1981), el espesor máximo para la Fm. Roca en este sector es de 85 metros. Según las descripciones de Barrio (1990b), la Fm. Roca en la sierra de Huantraico se presenta con espesores entre 132 m (perfil Cerro Villegas) hasta 214 m (Puesto Pizarro). Está caracterizada por dos asociaciones de facies que están presentes con muy poco desarrollo en el sector oriental de la cuenca. El mayor espesor corresponde a calcarenitas arenosas y fangolitas calcáreas con estratificación cruzada tabular y en artesa, organizadas en ciclos con bases conglomerádicas y tendencia granodecreciente que finalizan en facies heterolíticas; son frecuentes los intraclastos pelíticos, restos esqueléticos de organismos marinos y fragmentos de plantas. En el tramo medio de cada uno de estos ciclos es común la presencia de cortinas de fango en las capas frontales. También se presentan intercalaciones delgadas de cenizas volcánicas preservadas en las facies heterolíticas. El ambiente de acumulación de estos depósitos fue interpretado por Barrio (1990b) como una plataforma interna hasta litoral, de alta energía y con influencia de corrientes de marea. Como intercalaciones en los espesos paquetes de calcarenitas y fangolitas calcáreas, se presentan packstones y grainstones bioclásticos, con escasos clastos terrígenos, abundantes fósiles marinos bien preservados y microfauna planctónica y bentónica de edad maas-

trichtiana y daniana. Estas acumulaciones son indicativas de un ambiente somero, con escasa influencia de oleaje y con alta tasa de sedimentación.

Otro aporte sobre la estratigrafía de la unidad en los alrededores del cerro Villegas se debe a Kiessling *et al.* (2006), quienes reconocieron dos secciones en la unidad en análisis. La sección inferior consta de areniscas finas a medianas y conglomerados con estratificación cruzada en artesa, con escasos ostrácodos y gastrópodos. Este intervalo es sucedido por packstones y grainstones con abundantes serpulidos y luego areniscas finas a gruesas con intercalaciones de calizas y fangolitas. En esta sección se presentan asociaciones muy diversas de bivalvos marinos, además de otros moluscos y equinoideos, que indican condiciones marinas normales. El análisis de un pequeño arrecife microbial hallado en la sección inferior de la unidad llevó a estos autores a inferir un ambiente marino marginal oligohalino con bajo aporte siliciclástico y alta alcalinidad que evolucionó a condiciones marinas normales registradas en la sección superior (Kiessling *et al.* 2006).

La fauna marina de la Fm. Roca en Huantraico se conoce desde el trabajo de Weaver (1927). Aportes posteriores corresponden a las ya citadas publicaciones de Leanza (1964), Camacho (1968) y Riccardi (1974), que abordaron elementos típicamente maastrichtianos de la fauna. Más tarde, Blasco & Caminos (1975) procuraron establecer correlaciones entre las microfaunas y las asociaciones de invertebrados marinos. Estas autoras reconocieron cinco niveles estratigráficos caracterizados por determinadas especies de moluscos, de los cuales el inferior correspondería al Maastrichtiano inferior, el segundo al Maastrichtiano inferior a medio, el tercero al Maastrichtiano medio y los dos superiores al Daniano, según las edades aportadas por Bertels (1968) sobre la base de los foraminíferos. Cabe recordar aquí que esta última autora refería sólo los niveles con microfauna daniana a la Fm. Roca, al tiempo que destacaba la ausencia del Maastrichtiano Tar-



Figura 6: Afloramientos de la Fm. Roca en el cerro Tormenta, al suroeste de la sierra de Huantraico. Se observan exposiciones de calizas y areniscas calcáreas blanco amarillentas en contacto por falla con sedimentitas continentales rojas del Subgrupo Río Neuquén. Foto H.A. Leanza.

dío (y por consiguiente, del límite K – P) en la región de Huantraico.

La revisión de los ostreoides del Cretácico – Paleógeno de la Cuenca Neuquina efectuada por Casadío (1998) incluyó material procedente de Huantraico, tanto de niveles maastrichtianos como danianos de la Fm. Roca; este autor concluyó que la distribución vertical acotada de la mayoría de las especies junto con su amplia distribución geográfica las convierte en elementos de correlación de gran utilidad.

En este sentido, Kiessling *et al.* (2006) sugirieron que la transición K – P en Huantraico coincide aproximadamente con la base de la sección superior de la Fm. Roca donde se registra la primera aparición del ostreido *Pycnodonte burckhardtii* (Boehm).

Las evidencias paleontológicas expuestas indican que en esta región, los términos superiores de la Fm. Roca son algo más jóvenes que en el sur mendocino, donde Parras *et al.* (1998) corroboraron que la unidad es exclusivamente maastrichtiana.

#### **Formación Pircala (Boehm, en Fossa Mancini *et al.*, 1938)**

Las sedimentitas continentales sobrepuestas a la Fm. Roca en el área de Huantraico fueron asignadas a la Fm. Pircala (Boehm, en Fossa Mancini *et al.* 1938) por Ramos (1981). Previamente Marcón (1975) los había reconocido como una unidad nueva, a la que denominó Fm. Cerro Villegas, interpuesta entre los estratos marinos de la Fm. Roca y los continentales de la Fm. Carrere. En el criterio de Ramos (1981), sus características en la comarca son fundamento suficiente para asignar la secuencia a la Fm. Pircala, con lo que un nuevo nombre formacional es superfluo.

En el cerro Tormenta la potencia de la unidad alcanza 140 m y apoya en concordancia sobre la Fm. Roca (Ramos 1981). Según la descripción provista por Marcón (1975), se compone de areniscas medianas a gruesas, con clastos subangulosos de volcanitas y tobas silicificadas, que pueden incluir lentes de conglomerado fino, con estratificación entrecruzada en artesa o planar y se disponen en

paquetes de entre 10 y 20 m de espesor, alternando con fangolitas y areniscas finas. Las areniscas contienen en la base fósiles redepositados y ocasionalmente troncos opalizados. En la mitad superior del perfil son más frecuentes los acuñamientos en los cuerpos de areniscas, disminuye la proporción de fangolitas y son más comunes las areniscas conglomerádicas que en los últimos 25 m son macizas, con matriz limosa y mal seleccionadas; finalmente el tramo superior se compone de areniscas y fangolitas arenosas con lentes de conglomerados polimícticos con clastos de hasta 8 cm de diámetro (Fig. 6).

En localidades cercanas, el espesor de la Fm. Pircala varía significativamente, hecho atribuido por Ramos (1981) a la importante erosión asociada con la discordancia que la separa de la Fm. Carrere.

Nuevos datos sobre la unidad fueron provistos por Barrio (1990b). Este autor identificó en el perfil de Cerro Villegas dos asociaciones de facies: areniscas líticas con estratificación entrecruzada y fangolitas rojas macizas. Las primeras alcanzan 57 m de espesor en el cerro Villegas, y son esencialmente areniscas medianas a muy finas con estratificación cruzada en artesa dispuestas en estratos gruesos a medianos. Hacia el tope de la sección, Barrio (1990b) describió además areniscas líticas medianas a gruesas y conglomerados finos, que muestran estratificación entrecruzada bien desarrollada, intraclastos pelíticos a arenosos en la base de los conglomerados y una consistente tendencia granodecreciente de los bancos. La asociación de facies de pelitas rojas alcanza 35 m en el perfil de Cerro Villegas. Se compone de fangolitas rojizas a grisáceas con estratos muy delgados de areniscas finas. También incluye ocasionales conglomerados y niveles de carbonatos micríticos. Barrio (1990b) interpretó que ambas asociaciones de facies corresponderían a un sistema fluvial meandriforme. Los cuerpos arenosos conformaron los sistemas de canales en tanto que las facies finas corresponden a la planicie de inundación, con depósitos de desborde intercalados. La ausencia de típicas estructuras de point bar de los canales meandrosos fue explicada por



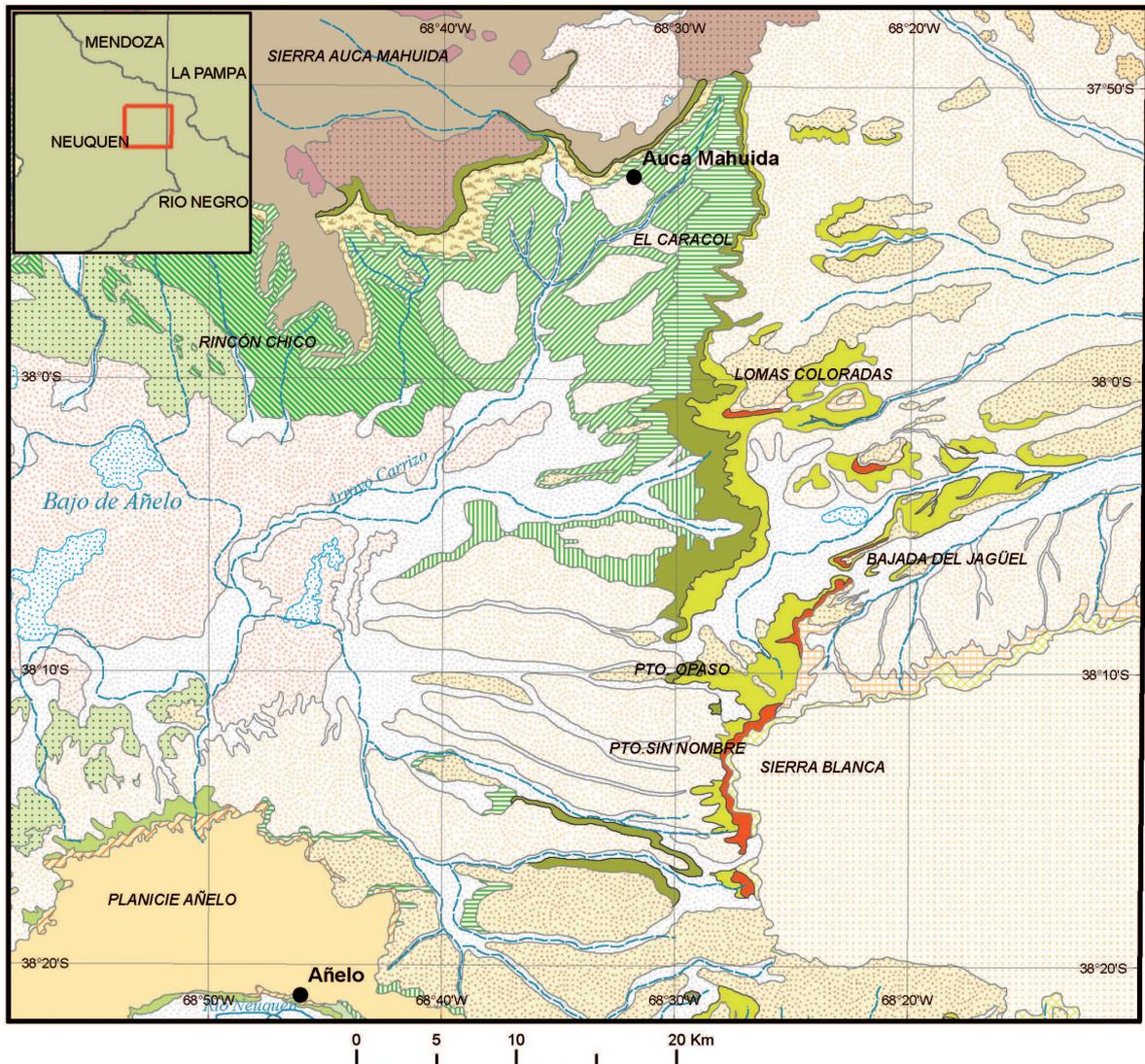
el autor como resultado de la frecuencia de «tapones de arcilla» en canales abandonados o, alternativamente, una alta tasa de subsidencia que tendrían el similar efecto de inhibir la migración lateral de los canales.

Con relación a la edad de la Fm. Pircala, Ramos (1981) consideró que su relación de transición con los términos superiores de la Fm. Roca justifican asignarla al Paleoceno a la vez que señaló que hacia el norte la base de la unidad podría ser más antigua. En este sentido, Parras *et al.* (1998) efectuaron dataciones isotópicas sobre tobas y tufitas de la Fm. Pircala en el sur de Mendoza y obtuvieron edades correspondientes al Daniano – Selandiano (Paleoceno). De esta manera, teniendo en cuenta que la Fm. Roca es

exclusivamente maastrichtiana, concluyeron que en ese sector la transición K-P se da en facies continentales de la sección inferior de la Fm. Pircala.

## II. Sector oriental

El desarrollo del Grupo Malargüe evidencia la naturaleza pericratónica de la Cuenca Neuquina en la región oriental (este de Neuquén, Río Negro y La Pampa). La mayor distancia a las áreas de aporte, así como el relieve bajo de los sectores emergidos al este del Engolfamiento determinaron un claro predominio de depósitos marinos de grano fino, carbonatos y evaporitas (Barrio 1990). El au-



### REFERENCIAS

<ul style="list-style-type: none"> <li> Depósitos aluviales actuales</li> <li> Depósitos de bajos y lagunas</li> <li> Depósitos de remoción en masa</li> <li> Depósitos eólicos</li> <li> Dep. de cobertura de pedimentos - Nivel III</li> <li> Dep. de cobertura de pedimentos - Nivel II</li> <li> Dep. de cobertura de pedimentos - Nivel I</li> <li> Depósitos aluviales antiguos - Nivel I</li> <li> Formación Agua de la Caldera</li> <li> Formación Bayo Mesa</li> <li> Volcanitas del Plioceno superior</li> <li> Volcanitas del Plioceno inferior</li> <li> Volcanitas del Mioceno superior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Holoceno</li> <li>Pleistoceno</li> <li>Plioceno</li> <li>Mioceno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Formación El Palo</li> <li> Formación Los Loros</li> <li> Formación Roca</li> <li> Formación Jagüel</li> <li> Formación Allen</li> <li> Formación Anacleto</li> <li> Subgrupo Bajo de la Carpa</li> <li> Subgrupo Río Colorado</li> <li> Formación Plottier</li> <li> Formación Portezuelo</li> <li> Subgrupo Río Neuquén</li> <li> Subgrupo Río Limay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mioceno</li> <li>GRUPO MALARGÜE Cretácico - Paleógeno</li> <li>GRUPO NEUQUÉN Cretácico Superior</li> </ul>
---	--	---	---

Figura 7. Mapa geológico del área noreste de Neuquén. Basado en las Hoja Geológica 3969-II Neuquén (Rodríguez *et al.* 2007) y en Ardolino *et al.* (1996).

mento de la temperatura de las aguas oceánicas registrado en el Daniano favoreció la acumulación de sedimentos carbonáticos, así como el establecimiento de asociaciones faunísticas con afinidades tropicales (Casadío 1998).

Los afloramientos se extienden desde la sierra de Auca Mahuida y el borde oriental del bajo de Añelo hasta la sierra Blanca e incluyen varias localidades clásicas como el Jagüel de Rosauer y El Caracol, así como sitios con registro del límite Cretácico – Paleógeno (Puesto Opasso, Bajada del Jagüel y Lomas Coloradas) (Fig. 7).

Afloramientos menores del tramo basal del Grupo Malargüe están presentes en la sierra Barrosa y en el valle del río Neuquén (Fig. 2).

En términos generales, se observa que los espesores alcanzados por las distintas unidades son inferiores a los registrados en el sector andino de la Cuenca Neuquina. En el bajo de Añelo, donde el Grupo Malargüe está bien expuesto, el espesor total ronda los 100 m. (Fig. 8).

La organización estratigráfica de estas sedimentitas se expresa, en el concepto de Barrio (1990a, 1990b), en dos secuencias deposicionales, la primera de las cuales es equivalente a la Fm. Allen y la segunda a las Fms. Jagüel, Roca y El Carrizo. La discontinuidad limitante está dada por el contacto entre las evaporitas del tramo superior de la Fm. Allen y las pelitas calcáreas de plataforma externa de la Fm. Jagüel. Un esquema similar fue aplicado por Casadío (1990) en el occidente de La Pampa, donde reconoció un conjunto de parasecuencias con patrón de apilamiento retrogradante aproximadamente equivalente a la Fm. Allen, y un segundo ciclo con arreglo progradante, referible a las Fms. Jagüel y Roca. En general, existe coincidencia en ubicar el límite inferior de este segundo ciclo en la base de las pelitas de la Fm. Jagüel.

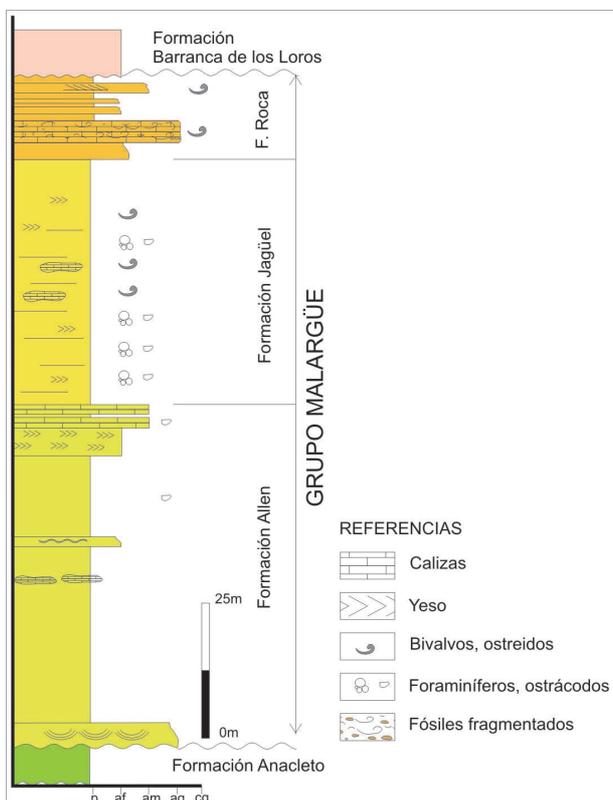


Figura 8: Columna estratigráfica generalizada del Grupo Malargüe en el sector oriental del Engolfamiento Neuquino.

### Formación Allen (Roll 1939)

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 & Dellapé (1981) definieron una nueva localidad y perfil tipo para la Fm. Allen en las proximidades de El Caracol (borde oriental del bajo de Añelo), donde están claramente expuestas las relaciones de base y techo.

Las sedimentitas que actualmente se refieren a esta unidad fueron incluidas dentro de las Capas de Jagüel por Windhausen (1914). Wichmann (1927) separó a las facies no marinas de las Capas de Jagüel y las denominó 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 Ferraris, 1968; Digregorio, 1972; Cazau & Uliana, 1973). En la región de Auca Mahuida, Holmberg (1964), siguiendo a Groeber (1946), ya había considerado a la sucesión correspondiente a la actual Fm. Allen como parte del Malalhueyano (Rocanense). Sin embargo, este criterio no se generalizó hasta muchos años después, cuando Andreis *et al.* (1974) interpretaron a la Fm. Allen como las sedimentitas que están por encima de la sección continental del Cretácico Superior (Grupo Neuquén) y por debajo de las capas marinas del Maastrichtiano (Fm. Jagüel). Con posterioridad, Uliana (1979) analizó en detalle el problema e incluyó a la Fm. Allen dentro del Grupo Malargüe.

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

Las sedimentitas de la Fm. Allen están presentes al sur del campo volcánico del Auca Mahuida, y continúan en el borde oriental del bajo de Añelo, donde afloran en forma continua hasta el pie de la sierra Blanca; otros asomos se localizan en la margen derecha del río Neuquén desde Planicie Banderita hasta Barda del Medio. En la sierra Barrosa, al norte de Challacó, hay afloramientos reducidos truncados por depósitos pefíticos cenozoicos.

La Fm. Allen se compone de 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.

En el sector Lomas Coloradas – Sierra Blanca, los afloramientos de la Fm. 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 Fm. Anacleto se manifiesta por la presencia de clastos pelíticos rojizos en las sabulitas basales. Estas capas presentan tendencia granodecreciente, característica mencionada por Andreis *et al.* (1974) en los afloramientos del lago Pellegrini. Sobre las areniscas basales se presentan arcilitas bentoníticas con abundante yeso, características de la sección media. Presentan color verde oliva claro, están laminadas y contienen abundantes venillas de yeso; en Lomas Coloradas esta sección alcanza 48 m de espesor (Ardolino *et al.* 1996). Finalmente, la sección superior se presenta como una serie de estratos de yeso blanco con pliegues



Figura 9: Afloramientos de la Fm. Allen en las proximidades de El Caracol. Apoya en discordancia sobre términos arenosos finos y pelíticos de la Fm. Anacleto.

enterolíticos, con calizas intercaladas, asociado con arcilitas verdosas laminadas. El espesor total de esta unidad en Lomas Coloradas ronda los 60 metros (Fig. 8).

En las proximidades de la localidad de El Caracol, Holmberg (1964) describió un perfil del «Rocanense» que incluye a la Fm. Allen (Fig. 9). Según la descripción de este autor, está presente una sección arenosa basal en contacto discordante sobre el Grupo Neuquén, una sección media compuesta por arcilitas laminadas gris verdosas, que presentan un nivel de concreciones calcáreas con fósiles y son yesíferas en su parte superior y finalmente una sección superior constituida por un banco de yeso impuro. El espesor total alcanza a 60 metros. Esta unidad a su vez es cubierta por pelitas calcáreas verde oliva de la Fm. Jagüel.

En la sierra Barrosa afloran fangolitas amarillentas y verdosas, con placas de tortugas y gastrópodos de agua dulce, cubiertas en discordancia por la Fm. Bayo Mesa (Garrido, com. pers.); este afloramiento es pequeño y alcanza los 15 m de espesor. En un sector cercano se observaron pelitas amarillentas dispuestas en aparente concordancia sobre las fangolitas moradas de la Fm. Anacleto, con un espesor muy reducido (aproximadamente 3 m) (Rodríguez *et al.* 2007).

Con una presentación y relación de campo similar aflora la Fm. 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 bentónicas 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 Fm. Anacleto y están cubiertos en discordancia por depósitos aluviales del río Neuquén (Rodríguez *et al.* 2007).

En la margen opuesta del río la Fm. 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 (Calvo & Porfiri 2003b).

La Fm. Allen presenta un interesante contenido paleontológico, conocido desde principios del siglo XX. Las primeras menciones corresponden a registros efectuados por Wichmann (1924, 1927) en su Facies Lacustre Senonia-

na, entre los que pueden mencionarse restos vegetales, pelecípodos (*Corbicula*) y 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 & Dellapé (1981) citaron la presencia de concreciones calcáreas con bivalvos marinos (*Perna* y *Panopea*) en la base de la sección media de la Fm. Allen en la localidad de El Caracol; en niveles próximos, Uliana (1979) mencionó restos de troncos carbonizados y vegetales mal preservados.

El registro de vertebrados de la Fm. Allen dentro de la provincia de Neuquén incluye a saurópodos titanosáuridos como *Aeolosaurus*, procedente de facies fluviales en San Patricio del Chañar (Calvo & Porfiri 2003) y plesiosaurios elasmosáuridos colectados en sedimentitas de la sección media de la Fm. Allen en Contralmirante Cordero (Gasparini *et al.* 2001). En localidades próximas del noroeste de Río Negro se hallaron restos de titanosáuridos, hadrosáuridos, plesiosaurios, cocodrilos, tortugas además de huevos e icnitas de dinosaurios (véase Leanza *et al.* 2004 y bibliografía citada en ese trabajo, Salgado *et al.* 2007; García *et al.* 2008, entre otros). En los últimos años, se hallaron en esta unidad restos de mamíferos de gran interés (Rougier *et al.* 2008). El contenido micropaleontológico de la Fm. Allen incluye asociaciones de ostrácodos y escasos foraminíferos de ambientes salobres halladas en lago Pellegrini, Lomas Coloradas, El Caracol (véase Náñez 2009) y Auca Mahuevo (Carignano & Garrido 2006; Ballent & Carignano 2008). El registro palinológico de la unidad procede también de Lomas Coloradas y presenta elementos terrestres, formas acuáticas continentales y escasos quistes de dinoflagelados (Náñez 2007).

De manera similar a la Fm. Loncoche, la mayor parte de los investigadores consideró que las sedimentitas de la Fm. Allen se depositaron bajo condiciones continentales a marino marginales.

Los depósitos de la sección inferior de la Fm. Allen fueron interpretados como parte de una planicie arenosa, con cursos fluviales sujetos a acción mareal (Uliana 1979; Uliana & Dellapé 1981). Estas condiciones de ambiente transicional, próximo a la línea de costa, fueron reconocidas en los alrededores del lago Pellegrini (Río Negro) por

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 & 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 protegidos 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, con lo cual el patrón de apilamiento de la secuencia resulta progradante (Fig. 5).

En Auca Mahuida, Casadío (1994) atribuyó un origen submareal a las pelitas de la sección media de la Fm. Allen; estos depósitos reflejan un ascenso relativo del nivel del mar que en sectores orientales de la cuenca está representado por facies intermareales. Este ascenso fue sucedido por una importante caída en el nivel del mar y consecuente restricción del área inundada, reflejada en los depósitos evaporíticos de la sección superior.

Otras interpretaciones indican que la sección inferior de la unidad es de carácter fluvial, en tanto que la sección media en algunas localidades se habría depositado en cuerpos lacustres (Leanza & Hugo 2001, Leanza *et al.* 2004).

En su análisis de los depósitos de bentonita contenidos en la sección media de la Fm. Allen, Impiccini (1995) postuló que los mismos tuvieron su origen en la alteración de cenizas volcánicas de composición riolítica-riodacítica depositadas en cuerpos de agua salobres cerrados o parcialmente conectados, tales como lagoons o albufebras.

En trabajos recientes, Armas & Sánchez (2009) postularon para el tramo inferior de la Fm. Allen un sistema deposicional de estuario inferior, instalado mediante una superficie erosiva sobre facies de estuario medio y superior registradas en el tramo cuspidal del Grupo Neuquén (Fm. Anacleto).

En líneas generales, si bien las interpretaciones difieren en algunos aspectos, existe coincidencia en considerar que la depositación de la Fm. Allen ocurrió en un contexto de ascenso relativo del nivel del mar. En estas condiciones, amplias áreas con escaso relieve (incluyendo valles fluviales) fueron inundadas sin establecerse una conexión total con el mar abierto, tal como queda evidenciado por la presencia esporádica de fauna marina en los depósitos. En este generalizado ambiente marino marginal, la dinámica sedimentaria estuvo controlada por la acción de las mareas. Localmente, las evidencias señalan como más probable la depositación en cuerpos de agua dulce, sin comunicación con el mar. Un factor adicional fue el aporte de material por parte del arco volcánico activo, responsable de la formación de bentonitas en estos ambientes. Finalmente, se produjo una restricción del área inundada que dio lugar a la acumulación de evaporitas en

diferentes puntos de la cuenca, favorecida por condiciones de clima muy árido y escaso aporte terrígeno (Barrio 1990a).

La edad de la Fm. Allen se ha establecido en el Campaniano Tardío – Maastrichtiano Temprano, sobre la base de la edad intracampaniana de la discordancia Huantráiquica (Hugo & 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 Fm. Allen en la comarca del lago Pellegrini por comparación con la estudiada por Bertels (1969b) en el miembro inferior de la Fm. Huantraico. En la localidad de Auca Mahuevo, la edad de la unidad queda acotada en el Campaniano Tardío – Maastrichtiano inferior dado que los datos magnetoestratigráficos obtenidos en la infrayacente Fm. Anacleto la ubican en el Campaniano inferior a medio y los microfósiles de la parte inferior de la Fm. Jagüel indican una edad maastrichtiana media a tardía (Ballent & Carignano 2008). Estos datos corroboran la edad sugerida por correlación de la Fm. Allen con la Fm. Los Alamitos, ubicada por Bonaparte (1991) y Papú & Sepúlveda (1995) en el Campaniano Tardío - Maastrichtiano Temprano.

#### Formación Jagüel (Windhausen 1914)

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 al Grupo Neuquén, y los calcáreos con fósiles del Rocanense superior (= Fm. Roca). Wichmann (1924, 1927) subdividió a estas capas en el Senoniano Lacustre o Inferior y el Senoniano Superior o Jagüel, de carácter marino. Este criterio prevaleció en los trabajos de autores posteriores; así, la Fm. Jagüel comprende al conjunto de sedimentitas pelíticas desarrollado entre la sección superior o «Yeso» de la Fm. Allen y la base de la primera caliza organógena de la Fm. Roca (Andreis *et al.* 1974; Uliana & Dellapé 1981; Leanza & Hugo 1985; Barrio 1990b; Casadío & Leanza 1992; Massabie 1993). Particularmente significativo fue el aporte de Náñez & Concheyro (1996), quienes establecieron la presencia del límite Cretácico - Paleógeno en sedimentitas de la Fm. Jagüel aflorantes en el bajo de Añelo.

La Fm. Jagüel se distribuye en sectores más internos de la cuenca en relación con las Fms. Loncoche y Allen. Aflora con buenas exposiciones en el flanco oriental del bajo de Añelo (sector Lomas Coloradas – Sierra Blanca) y al sur del cerro Auca Mahuida y continúa hacia el este y sureste en territorio pampeano y rionegrino. Dada su litología fina y homogénea, los afloramientos tienen poca expresión morfológica y suelen estar muy cubiertos.

Las sedimentitas de la Fm. Jagüel son un conjunto monótono de pelitas (arcilitas, limolitas y limoarcilitas) de colores verde oliva y amarillento, atravesadas por guías delgadas de yeso fibroso. Las arcilitas son plásticas, con brillo céreo, fragmentosas; algunas presentan laminación, en tanto que las limolitas son grisáceas; todas las pelitas son calcáreas, lo que permite diferenciarlas de las facies

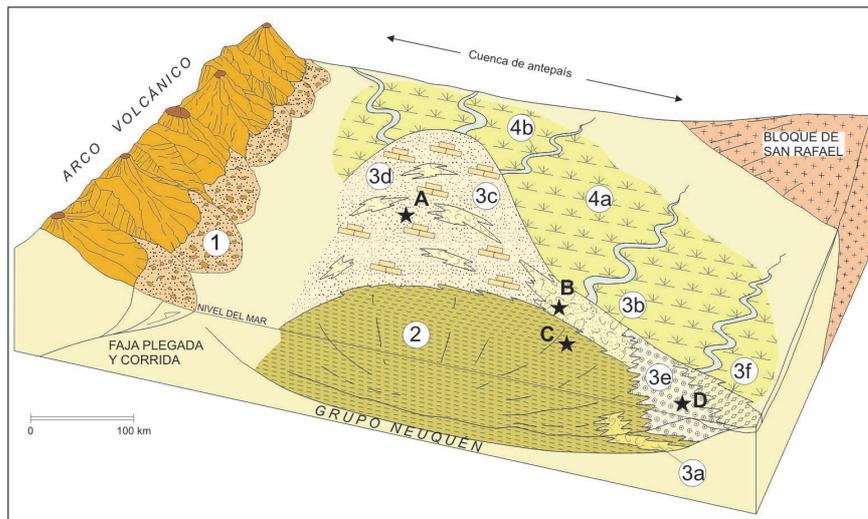


Figura 10: Reconstrucción paleogeográfica y paleoambiental para la parte superior del Grupo Malargüe en el sector norte de la Cuenca Neuquina (Maastrichtiano - Paleoceno). 1. Depósitos volcanoclasticos (Fm. Colipilli). 2. Pelitas calcáreas de plataforma (Fm. Jagüel). 3. Depósitos carbonáticos y mixtos someros de la Fm. Roca. 3a-c. Carbonatos fosilíferos. 3d. Depósitos clásticos y mixtos de plataforma interna a litorales. 3e. Carbonatos oolíticos sub a intermareales. 3f. Depósitos evaporíticos supramareales. 4. Areniscas y pelitas fluviales de las Fms. Pircala - El Carrizo. 4a. Canales. 4b. Llanuras de inundación. Se indican las principales áreas referidas en el texto: A. Sierra de Huantraico. B. Auca Mahuida. C. Bajo de Añelo - Sierras Blancas. D. General Roca. Modificado de Barrio (1990b).

finas de la Fm. Allen (Fig. 8). Están presentes intercalaciones de areniscas calcáreas y estratos de conchillas hacia el techo de la unidad (Barrio 1990b). Con estas características aflora en su localidad tipo (Jagüel de Rosauer, Fig. 11) y en el paraje Lomas Coloradas, donde la unidad alcanza 18 y 26 m de espesor, respectivamente (Barrio 1990b).

Los afloramientos del borde oriental del Bajo de Añelo analizados por Nájiz & Concheyro (1996) exhiben buenas exposiciones de la Fm. Jagüel. El estudio de detalle muestra un cambio de coloración de las arcillitas de gris oliva claro a gris entre el tramo maastrichtiano y daniano de la Fm. Jagüel, que coincide con una reducción en el contenido de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y la aparición de glauconita inmadura en las primeras muestras danianas. Esto fue observado en las tres localidades donde estas autoras determinaron el límite Cretácico - Paleógeno (Bajada del Jagüel, Oposo y Lomas Coloradas).

Los primeros estudios paleontológicos realizados en las unidades próximas al límite Cretácico - Paleógeno tuvieron como localidad clásica a las bardas situadas al

norte de General Roca (Río Negro) y se deben, entre otros, a Wichmann, Ihering y Schiller (1922). Este último produjo el primer muestreo detallado y sistemático de invertebrados marinos en las actuales Fms. Jagüel y Roca. Posteriormente, Bertels (1969a, 1969b, 1970) 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* lh. se registra sólo en niveles del Maastrichtiano Temprano a Medio.

Casadío (1998) destacó que las especies de ostreoides registradas en el Maastrichtiano Tardío de la Cuenca Neuquina (*Amphidonte mendozana*, *Gyrostrea lengua*, *Ambigostrea clarae* y *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis*) están presentes con mayor frecuencia en facies pelíticas de ambiente marino abierto con baja tasa de sedimentación, típicas de la Fm. Jagüel.

El registro micropaleontológico de la Fm. Jagüel es sumamente rico; el estudio en detalle de esta unidad en los perfiles Oposo, Puesto Sin Nombre, Bajada del Jagüel,



Figura 11: Bajada del Jagüel, localidad tipo de la Fm. Jagüel. Las facies pelíticas típicas de esta unidad son cubiertas transicionalmente por los carbonatos fosilíferos de la Fm. Roca.

El Caracol abordado por Nández & Concheyro (1996) permitió ubicar el límite Cretácico - Paleógeno con precisión en tres de los perfiles estudiados, sobre la base del primer registro de especies paleocenas de foraminíferos planctónicos y nanoplancton calcáreo. Estas apariciones están acompañadas por los cambios litológicos ya citados y por un aumento significativo en la abundancia de la fauna de invertebrados en el tramo daniano de la Fm. Jagüel.

Las evidencias sedimentológicas y paleontológicas sugieren para la Fm. Jagüel un ambiente de depositación marino abierto, 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 & Dellapé 1981). Para Barrio (1990b), el tamaño de grano, la escasez de estructuras sedimentarias y las microfauas sugieren un ambiente de plataforma externa, con predominio de condiciones atmosféricas normales y por debajo del nivel de base del oleaje (Fig. 10)

En la localidad de Bajada del Jagüel, Scasso *et al.* (2005) analizaron un nivel de areniscas cuyo registro nanoflorístico indica el límite K - P; el depósito es atípico para la unidad y presenta las características de una tempestita generada por un evento de inusual magnitud. La explicación propuesta por los autores es que el nivel del límite correspondería a un tsunami, cuya ocurrencia en el límite K-P sugiere una relación directa con el impacto meteorítico de Chicxulub, invocado como el disparador de la extinción masiva del Cretácico terminal.

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 Fm. Jagüel (Nández 2007). Otros estudios señalaron también condiciones de stress ambiental que prevalecieron desde el Cretácico terminal hasta el inicio del Daniano (Keller *et al.* 2007); los análisis efectuados por Scasso *et al.* (2005) y Aberhan *et al.* (2007) en las secciones de Bajada del Jagüel y Opaso evalúan los cambios en los ecosistemas marinos durante la transición K-P en el contexto del propuesto impacto catastrófico en el Golfo de México.

Según Nández & Concheyro (1996), el contenido micropaleontológico de la Fm. Jagüel en el ámbito del Engolfamiento Neuquino ha permitido ubicarla temporalmente en el Maastrichtiano Tardío - Daniano (Temprano y Tardío).

### Formación Roca (Ihering 1903)

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) y 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. Durante la década de 1960 se produjeron estudios paleontológicos en diversos afloramientos de la Fm. Roca (A.F. Leanza 1964, 1967; Camacho 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 Fm. Jagüel, y uno daniano, presente en las capas de la Fm. 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 Fm. Roca comienza con una sección pelítica verde oliva oscuro, de 10 m de espesor, litológicamente indiferenciable de la infrayacente Fm. Jagüel, pero portadora de microfósiles danianos; a esta sección se sobreponen margas y calizas, finalizando con potentes niveles de yeso. Más tarde, Uliana (1979) y Uliana & Dellapé (1981) redefinieron a la Fm. 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 antecedentes paleontológicos y estratigráficos importantes sobre esta unidad corresponden a Leanza & Hugo (1985), Casadío & Leanza (1992), Casadío (1994, 1998), Ardolino *et al.* (1996), Casadío *et al.* (1999) y Hugo & Leanza (2001a; 2001b). Los aspectos micropaleontológicos fueron abordados por Nández & Concheyro (1996), Concheyro & Nández (1994) y Nández (2007).

En líneas generales, los afloramientos de la Fm. 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 & Dellapé (1981) reconocen en la Fm. Roca tres secciones, bien expuestas en el norte rionegrino. La **sección inferior** tiene en promedio unos 20 m de espesor, y se compone de 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 & 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** presenta 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 porosas, 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 formada por una brecha de dolomita cementada por yeso sacaroides o material calcáreo (Uliana & 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 sacaroides; localmente se aprecian pliegues enterolíticos y algunas intercalaciones lenticulares de limolitas verdosas con laminación ondulítica y fragmentos de yeso. Vale aclarar aquí que Uliana & Dellapé (1981) consideraron que las brechas presentes en el tope de la sección media de la unidad constituyen un límite de secuencia deposicional, por lo que la sección evaporítica formaría parte de la unidad suprayacente (véase Fm. El Carrizo).

En los afloramientos situados al este del bajo de Añelo no está presente la sección superior (Ardolino *et al.* 1996). En las localidades de Lomas Coloradas y Jagüel de Rosauer, Barrio (1990b) determinó para la Fm. Roca espesores de 14 m y 10,4 m respectivamente. La unidad se compone de calcarenitas arenosas, fangolitas y carbonatos fosilíferos (coquinas y *grainstones* bioruditicos). 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 (Fig. 8).

Las asociaciones faunísticas de la Fm. Roca 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 Fms. Roca y Salamanca fue efectuado por Camacho (1992). Pocos años después, Casadío (1994, 1998) produjo la revisión sistemática y actualización de los conjuntos faunísticos de la unidad. Según Casadío (1998) los ostreidos *Pycnodonte (Phygraea) burckhardti* y *Gryphaeostrea callophylla* son las especies dominantes en la asociación que caracteriza a los niveles inferiores de la Fm. 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 están caracterizados por la presencia de asociaciones de tipo biostromal conformadas por *Cubitostrea ameghinoi*, de edad daniana tardía; con una distribución vertical similar se presentan *Ostrea neuquena* y *Pycnodonte (Phygraea) sarmientoi* (Casadío 1998).

La Fm. Roca presenta 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 ya citados trabajos de Bertels (1969b, 1970, 1978, 1979; véase Náñez 2007).

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

Uliana & Dellapé (1981) consideraron que la parte baja de la sección inferior, donde alternan arcillitas 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 afectada 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 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. La sección media de la Fm. Roca está bien desarrollada en el lago Pellegrini, donde los carbonatos (calcarenitas oolíticas) conforman, 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. Las evaporitas de la sección superior se depositaron en 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 (Barrio 1990b; Fig. 10)

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 (Náñez & Concheyro 1996; Náñez 2007).

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

Dada la limitada distribución geográfica de las facies continentales malalhueyanas (= Fm. El Carrizo) en el sector oriental de la Cuenca Neuquina, en general la Fm. Roca se encuentra infrayaciendo en discordancia de erosión a otras unidades, como las Fms. Vaca Mahuida, Barranca de los Loros, El Palo y depósitos en tránsito sobre niveles de pedimentación.

En el oriente de la provincia de Neuquén, la edad de la Fm. Roca se ha determinado sobre la base de microfau-na y nanofósiles calcáreos en el Daniano tardío (Náñez & Concheyro 1993, 1996, Concheyro & Náñez 1994). Conside-

rando la edad mastrichtiana tardía de la unidad en los afloramientos de Malargüe (Parras *et al.* 1998, Parras & Casadío 1999) y mastrichtiana y daniana en Huantraico (Bertels 1968), se verifica que la Fm. Roca es diacrónica (Casadío *et al.* 1998).

### Formación El Carrizo (Uliana & Dellapé 1981)

Con este nombre, Uliana (1979 inédito) y Uliana & Dellapé (1981) identificaron a un conjunto de estratos que se superponen a la sección evaporítica de la Fm. Roca en la cantera El Carrizo, situada 16 km al norte de la localidad de Guerrico (provincia de Río Negro). Esta unidad representa la culminación del Malalhueyano en el Engolfamiento Neuquino.

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 Grupo Malargüe; este autor reconoció en estas sedimentitas dos asociaciones litofaciales que representan sistemas fluviales meandriformes como culminación de la secuencia depositacional conformada por las Fms. Jagüel y Roca. Otra referencia corresponde a Massabie (1993), quien describió afloramientos atribuidos a esta unidad en las cercanías del dique Casa de Piedra.

La información relativa a la presencia de la Fm. El Carrizo en la provincia de Neuquén presenta algunas discrepancias. Las exposiciones de la unidad se encuentran virtualmente restringidas al área tipo, situada al norte de la localidad de Guerrico (Río Negro); otros asomos aislados se sitúan en Loma del Horno y, con dudas, al sur y suroeste de Borde del Medio (Río Negro; Uliana & Dellapé 1981). Cabe destacar que los afloramientos tienen poca expresión morfológica y se encuentran muy cubiertos. Por su parte, Barrio (1990b) atribuyó a la Fm. El Carrizo afloramientos de fangolitas y areniscas rojas situados por encima de la Fm. Roca en Lomas Coloradas, al norte del bajo de Añelo. Al respecto, Ardolino *et al.* (1996) opinaron que estas sedimentitas correspondían en realidad a la Fm. Barranca de los Loros, de edad miocena, criterio que fue seguido por Rodríguez *et al.* (2007).

En la Fm. El Carrizo se reconoce una sección inferior con 10 m de arcillitas 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 & Dellapé, 1981). Con estas características se presenta en su área tipo.

La Fm. El Carrizo apoya en concordancia sobre la Fm. Roca. Uliana & Dellapé (1981) sugirieron cierta transición entre ambas unidades, sobre la base de la similitud litológica entre las intercalaciones arcillosas de la sección superior evaporítica de la Fm. Roca y el paquete pelítico basal de la Fm. El Carrizo. En relación con el arreglo estratigráfico de estas sedimentitas, reconocieron una discontinuidad entre la sección media carbonática y las evaporitas superiores de la Fm. Roca, que corresponde a brechas intraclásticas originadas por redepositación de

calizas en el techo de la sección media. Así, la sección evaporítica de la Fm. Roca y los depósitos continentales de la Fm. El Carrizo formarían parte de una misma secuencia deposicional; sin embargo, los autores prefirieron considerar a los yesos como parte de la Fm. Roca siguiendo el uso ya establecido (Uliana & 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 Fm. Roca. De todas maneras, si bien la inclusión de las evaporitas amplía la distribución geográfica de la Fm. El Carrizo, los afloramientos se encuentran en el sector norte de Río Negro y sur de La Pampa.

Existen pocas referencias al contenido fósil de la Fm. El Carrizo. Uliana & Dellapé (1981) citaron la presencia de troncos silicificados alóctonos y algunas placas óseas de tortugas. Musacchio & Moroni (1983) describieron una asociación de ostrácodos no marinos y carofitas en la localidad tipo.

El ambiente de depositación de la Fm. El Carrizo es continental, aunque al respecto existen algunas diferencias de interpretación. Uliana & 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 Fm. Roca.

Para el área de Casa de Piedra, Massabie (1993) interpretó un ambiente lagunar costero en tránsito a un régimen fluvial franco, donde los depósitos de yeso corresponderían a albuferas hipersalinas parcialmente conectadas con el mar.

La edad de la Fm. El Carrizo es paleocena s. l., sobre la base de sus relaciones estratigráficas y sustentada en parte por el contenido paleontológico de carofitas y ostrácodos (Uliana & Dellapé 1981; Musacchio & Moroni 1983).

### CONCLUSIONES

De acuerdo con las contribuciones más recientes (Aguirre Urreta *et al.* 2010; Tunik *et al.* 2010), los sistemas deposicionales del Cretácico terminal en la Cuenca Neuquina fueron configurados y controlados por la actividad tectónica en la cadena andina, así como por el desplazamiento hacia el antepaís del arco magmático, que tuvo un pico de actividad para estos tiempos. La estructuración inicial de la faja plegada y corrida que tuvo lugar en el Cenomaniano fue responsable de la instauración de la cuenca de antepaís en la que se acumularon las sedimentitas continentales del Grupo Neuquén. La carga tectónica en continuo incremento instaló un régimen de subsidencia flexural en el antepaís. En este marco, el ascenso eustático del Cretácico terminal tuvo como resultado la primera transgresión de aguas atlánticas en la Cuenca Neuquina, a favor de la conexión existente entre ésta y la Cuenca del Colorado.

El cambio en la paleopendiente regional y el inicio de la influencia marina en la cuenca queda registrado en las sedimentitas de las Fms. Loncoche y Allen. Estas unidades comprenden depósitos continentales a marino marginales desarrollados durante el Campaniano - Maas-



trichtiano que en el sector andino de la cuenca alcanzan importantes espesores en facies fluviales, deltaicas y marginales, en tanto que en el sector oriental neuquino presentan mayor influencia marina, con predominio de depósitos mareales y lagunares de menor espesor. Las facies evaporíticas supramareales que alcanzan mayor desarrollo en el sector oriental reflejan condiciones de extrema aridez y reducido aporte detrítico en el flanco pericratónico de la cuenca.

El ascenso eustático del Cretácico terminal se ve reflejado en la Fm. Jagüel; el máximo de la transgresión ocurrió en el Maastrichtiano – Daniano. Las facies típicas de la unidad son pelitas calcáreas fosilíferas, cuya deposición tuvo lugar en sectores internos de la cuenca. En forma concomitante, en áreas marginales se produjo la acumulación de los depósitos someros calcáreos y mixtos con abundante fauna fósil característicos de la Fm. Roca. Con el paulatino retiro del «mar rocanense» estas facies someras finalmente progradaron hacia el sur y este sobre las pelitas de la Fm. Jagüel hasta culminar en el Daniano Tardío con depósitos carbonáticos inter a supramareales aflorantes en área oriental del Engolfamiento Neuquino.

Finalmente, las Fms. Pircala y El Carrizo registran la continentalización definitiva de la Cuenca Neuquina y constituyen la culminación del ciclo Riográndico. Estas facies también son diacrónicas; en el sector noroccidental de la cuenca la Fm. Pircala fue asignada al Maastrichtiano – Daniano, en tanto que los depósitos de la Fm. El Carrizo son post-danianos. Como sucede con las unidades basales del Grupo Malargüe, se verifica que estos depósitos alcanzan sus mayores espesores en el sector andino, en tanto que están escasamente representados en el flanco oriental de la cuenca.

### Agradecimientos

La autora agradece a las autoridades del SEGEMAR el acuerdo para presentar esta publicación. Al Dr. H.A. Leanza, las sugerencias, comentarios, material bibliográfico y estímulo recibido durante la preparación del manuscrito.

### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aberhan, M., Weidemeyer, S., Kiessling, W., Scasso, R. & Medina, F., 2007. Faunal evidence for reduced productivity and uncoordinated recovery in Southern Hemisphere Cretaceous-Paleogene boundary sections. *Geology* 35 (3): 227-230.
- Aguirre Urreta, M.B. Tunik, M., Naipauer, M., Pazos, P., Ottone, E., Fanning, M. & Ramos, V.A. 2010. Malargüe Group (Maastrichtian – Danian) deposits in the Neuquén Andes, Argentina: implications for the onset of the first Atlantic transgression related to Western Gondwana break-up. *Gondwana Research* doi: 10.1016/j.gr.2010.06.008
- 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.
- Andreis, R.R., Iñiguez Rodríguez, A.M., Lluch, J.J. & Sabio, D.A. 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.
- Ardolino, A., Franchi, M. & Fauqué, L. 1996. Geología. En: Ardolino, A. & Franchi, M. (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.
- Armas, M.P. & Sánchez, M.L. 2009. Tectónica y esutasia: dos controles alocíclicos fundamentales en la arquitectura del relleno de la Cuenca Neuquina en el borde oriental entre el Campaniano – Maastrichtiano, Provincias de Neuquén y Río Negro, Argentina. 14º Reunión de Tectónica y 3º Taller de Campo de Tectónica, Resúmenes: 44.
- 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.
- Ballent, S.C. & Carignano, A.P. 2008. Morphological abnormalities in Late Cretaceous and early Paleocene foraminifer tests (northern Patagonia, Argentina). *Marine Micropaleontology* 67: 288-296.
- 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 págs. (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.
- Bertels, A. 1964. Micropaleontología del Paleoceno de General Roca (Prov. de Río Negro). *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Paleontología* 4(23):125-184. La Plata.
- Bertels, A. 1968. Micropaleontología y estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Huantrai-có (Provincia de Neuquén). *Ostracoda*. Pt. I. *Ameghiniana* 5(8):279-298. 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.
- 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. 1970. Los foraminíferos planctónicos de la Cuenca Cretácico Terciaria en Patagonia Septentrional, Argentina, con consideraciones sobre la estratigrafía de General Roca (Prov. de Río Negro). *Ameghiniana* 7 (1): 1-56.
- 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. 1978. Micropaleontología del Cretácico Superior y del Terciario. *Relatorio 7º Congreso Geológico Argentino* 163-175.
- Bertels, A. 1979. Paleobiogeografía de los foraminíferos del Cretácico Superior y Cenozoico de América del Sur. *Ameghiniana* 16(3-4): 273-356.
- Blasco, G. & Caminos, R.L. de 1975. Informe de la megafauna de cinco perfiles de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte (Provincia de

- Neuquén). Servicio Geológico Nacional, informe interno (Inédito).
- 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
- Burckhardt, C. 1902. Le gisement supracrétacique de Roca (Río Negro). Revista del Museo de La Plata, 10(1-17): 207-223. La Plata.
- Calvo J.O. & Porfiri, J. 2003. Primer registro de *Aeolosaurus* Powell en la provincia del Neuquén. Ameghiniana 40 (4): 82R.
- 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. 1992. Algunas consideraciones acerca de la transgresión marina paleocena en la Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Miscelánea 85: 1-41 Córdoba.
- Carignano, A.P. & Garrido, A. 2006. Microfósiles calcáreos de la Formación Allen (Cretácico Superior) en la localidad de Auca Mahuevo, provincia del Neuquén, Argentina. 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Córdoba, 2002, Resúmenes, p. 216.
- Casadío, S. 1990. Estratigrafía secuencial del límite Cretácico-Terciario en el occidente de La Pampa. Actas Tercera Reunión Argentina de Sedimentología 87-93. San Juan.
- Casadío, S. 1994. Estratigrafía y paleontología del intervalo Maastrichtiano-Daniano en el occidente de la provincia de La Pampa, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Tesis doctoral inédita, 420 p. Córdoba.
- Casadío, S. 1998. Las ostras del límite Cretácico – Paleógeno en la Cuenca Neuquina (Argentina). Su importancia bioestratigráfica y paleobiogeográfica. Ameghiniana 35: 449-471.
- Casadío, S. & Leanza, H.A. 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., Parras, A., Concheyro, A. & Pires, M. 1998. El diacronismo de la sedimentación carbonática en la Cuenca Neuquina durante la transición Cretácico-Paleógeno. 7º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Corrientes), Resúmenes: 125.
- Casadío, S., Rodríguez, M.F., Reichler, V.A. & Camacho, H.H. 1999. Tertiary nautiloids from Patagonia, southern Argentina. Ameghiniana 36: 182-202.
- Casadío S., Griffin, M. & Parras, A. 2005. *Plicatula* and *Camptonectes* (Bivalvia: Pteriomorpha) from the late Maastrichtian of Northern Patagonia: Palaeobiogeographic implications. Cretaceous Research 26: 507-524.
- Cazau, L.B. & Uliana, M.A. 1973. El Cretácico Superior continental de la Cuenca Neuquina. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 131-163. Buenos Aires.
- Concheyro, A. & Nández, C., 1994. Microfossils and biostratigraphy of the Jagüel and Roca Formations (Maastrichtian-Danian), Province of Neuquén. Ameghiniana, 31 (4): 397.
- de Ferrariis, C. 1968. El Cretácico del norte de la Patagonia. 3º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 121-144. Buenos Aires.
- Digregorio, J.H. 1972. Neuquén. En: Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina. Centenario de la Academia Nacional de Ciencias 439-506. Córdoba.
- Digregorio J.H. & Uliana, M.A. 1980. Cuenca Neuquina. En: Turner, J.C.M. (Ed.): Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias 2: 985-1032. Córdoba.
- 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. 3º parte, Geología: 299-530.
- Feruglio, E. 1950. Descripción geológica de la Patagonia. Tomos 1 a 3. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
- Fossa Mancini, E., Feruglio, E. & Yussen de Campana, J.C. 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras 15 (171) : 1-67.
- Franchi, M., Nullo, F., Sepúlveda, E. & Uliana, M.A. 1984. Las sedimentos terciarios. 9º Congreso Geológico Argentino. Relatorio 1(9): 215-266. San Carlos de Bariloche.
- Frenguelli, J. 1937. Excursión geológica al Neuquén realizada en el año 1932. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba 34:11-31.
- García R.A., Carabajal, A.P. & Salgado, L. 2008. Un nuevo basicráneo de titanosaurio de la Formación Allen (Campaniano – Maastrichtiano), Provincia de Río Negro, Patagonia, Argentina. Geobios 41: 625- 633.
- Garrido, A.; Kramarz, A.; Forasiepi, A.; Bond, M.; Chornogubsky, L. & Martinelli, A. 2009. Mamíferos fósiles y edad de la Formación Carrere (Provincia del Neuquén). 24º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, San Rafael. Resúmenes.
- Gasparini, Z., Casadío, S., Fernández, M.S. & Salgado, L. 2001. Marine reptiles from the Late Cretaceous of northern Patagonia. Journal of South American Earth Sciences 14(1): 51-60.
- Gerth, E. 1925. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes Argentinos. Academia Nacional de Ciencias, Actas 9(2): 1-56. Córdoba
- 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 Cuaternario. 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.
- Herrero Ducloux, A. 1939. Reconocimiento geológico de la zona situada entre la vía férrea, el río Neuquén y el meridiano de Plaza Huinul. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Gerencia de Exploración. Buenos Aires. (Informe inédito)
- Herrero Ducloux, A. 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. Boletín de Informaciones Petroleras, 23(226): 245-281. 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 págs.
- Howell, J.A., Schwarz, E., Spalletti, L. & Veiga, G.D. 2005. The Neuquén Basin: an overview. En: Veiga, G., Spalletti, L., Howell, J.A. & Schwarz, E. (Eds.): The Neuquén Basin: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics: Geological Society, London, Special Publication 252: 1–14.
- Hugo, C.A. & Leanza, H.A. 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 308, 106 págs. Buenos Aires.
- Hugo, C.A. & Leanza, H.A. 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 309, 72 págs. 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.
- Ihering, H., von. 1904. Nuevas observaciones obre moluscos cretáceos y terciarios de Patagonia. Revista del Museo de La Plata 11: 227-242.
- 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(9): 1-611.
- Impiccini, A., 1995. Mineralogía de la fracción no arcillosa de las bentonitas del Cretácico Superior de la región norpatagónica. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata.
- Keller, G., Adatte, T., Tantawy, A.A., Berner, Z., Stinnesbeck, W. & Stueben, D. 2007. High stress late Maastrichtian - early Danian palaeoenvironment of the Neuquén Basin, Argentina. Cretaceous Research 28(6): 939-960
- Kiessling, W., Scasso, R., Aberhan, M., Ruiz, L. & Weidemeyer, S. 2006. A Maastrichtian microbial reef and associated limestones in the Roca Formation of Patagonia (Neuquén Province, Argentina). Fossil Record 9: 183-197.
- Kramarz, A., Garrido, A.C., Ribeiro, A.M. & Ortíz, R. 2004. Nuevos registros de vertebrados fósiles de la Formación Chichinales, Mioceno Temprano de la Provincia de Río Negro, Argentina. 20ª Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (La Plata), Ameghiniana Suplemento Resúmenes 41: 53R.
- 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.
- 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.
- Leanza, H.A. 2009. Las principales discordancias del Mesozoico de la Cuenca Neuquina según observaciones de superficie. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales (n.s.) 11(2): 145-184.
- Leanza, H.A. 2010. Hoja Geológica 3769-I, Chos Malal, provincias del Neuquén y Mendoza. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1: 250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Mapa inédito (sin texto).
- Leanza, H.A. & Hugo, C.A. 1985. Los biohermas ostreros de la Formación Roca (Paleoceno) en el sudoeste de la provincia de La Pampa. Ameghiniana 21 (2-4): 143-149.
- Leanza, H.A., Apesteguía, S., Novas, F.E. & De La Fuente, M. 2004. Cretaceous terrestrial beds from the Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapod assemblages. Cretaceous Research 25: 61-87.
- Legarreta, L. & Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior - Terciario inferior). En: Chebli, G.A. & Spalletti, L.A. (Eds.): Cuencas Sedimentarias Argentinas 221-243.
- Legarreta, L. & Uliana, M.A. 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.
- Legarreta, L., Kokogíán, D.A. & Bogetti, D.A. 1989. Depositional sequences of the Malargüe Group (Upper Cretaceous – Lower Tertiary), Neuquén Basin, Argentina. Cretaceous Research 10: 337-356.
- Marcón, V. 1975. Geología del cerro Villegas (Provincia de Neuquén) con especial mención del Terciario. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica 4: 209-226.
- 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, Actas 2: 124-131. Buenos Aires
- Méndez, V., Zanettini, J.C.M. & Zappettini, E.O. 1995. Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. Secretaría de Minería, Anales 23: 1-190.
- Mosquera, A. & Ramos, V.A. 2006. Intraplate deformation in the Neuquén Basin. En: Kay, S.M. & Ramos, V.A. (Eds.): Evolution of an Andean margin: A tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S latitude): Geological Society of America, Special Paper, 407, pp. 97-124.
- Musacchio, E.A. & Moroni, A.M. 1983. Charophyta y Ostracoda no marinos eoteriarios de la Formación El Carrizo en la provincia de Río Negro, Argentina. Ameghiniana 20(1-2): 21-33.
- Náñez, C.A. 2007. Micropaleontología. En: Rodríguez, M.F., Leanza, H.A. & Salvarredy Aranguren, M. 2007. Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, Provincias de Neuquén, Río Negro y La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1: 250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Boletín nº 370: 81-89.
- Náñez, C. & Concheyro, G.A. 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.
- Náñez, C. & Concheyro, G.A. 1996. Límite Cretácico - Paleógeno. En: Ardolino A. & 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.
- Papú, O.H. & Sepúlveda, E.G. 1995. Datos palinológicos de la Formación Los Alamitos en la localidad de Montoniló, Departamento 25 de Mayo, Río Negro, Argentina. Sus relaciones colindantes coetáneas. Actas 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 195-200. Trelew.
- Parras, A. & Casadío, S. 1999. Paleogeografía del sector septentrional de la Cuenca Neuquina durante el intervalo Campaniano - Daniano. 7º Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas 261-268.
- Parras, A., Casadío, S. & Pires, M. 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.
- Parras, A., Casadío, S., Náñez, C., Concheyro, A. & Griffin, M. 2004. The Cretaceous/Paleogene boundary in the Neuquén Basin, northern Patagonia, Argentina. 10º Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, Contribuciones Simposio K/T, p. 195. San Luis.
- Pires, M., Náñez, C., Casadío, S. & Parras, A. 1999. Sedimentología, paleontología y estratigrafía del límite Cretácico-Paleógeno

- en Liu Malal, Mendoza. 14º Congreso Geológico Argentino, Salta, Actas 1: 463-466.
- Previtera, E. & González Riga, B. 2008. Vertebrados cretácicos de la Formación Loncoche en Calmu-Co, Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 45: 349-359.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte. *Boletín Servicio Geológico Nacional*, Boletín 182: 1-103.
- Riccardi, A.C. 1974. *Eubaculites* Spath (Ammonoidea) del Cretácico Superior de Argentina. *Ameghiniana* 11(4): 379-399.
- Rodríguez, M.F., Leanza, H.A. & Salvarredy Aranguren, M. 2007. Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1: 250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Boletín 370, 172 p.
- 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).
- Roth, S. 1899. Aviso preliminar sobre mamíferos mesozoicos encontrados en Patagonia. *Revista del Museo de La Plata* 9: 381-388.
- Rougier, G.W., Chornogubsky, L., Casadío, S., Páez Arango, N. & Giallombardo, A. 2008. Mammals from the Allen Formation, Late Cretaceous, Argentina. *Cretaceous Research* 30 (2009) 223-238.
- Salgado L., Parras, A. & Gasparini, Z. 2007. Un plesiosaurio de cuello corto (Plesiosauroidea, Polycotylidae) del Cretácico Superior del norte de Patagonia *Ameghiniana* 44: 2 Buenos Aires
- Scasso, R.A., Concheyro, A., Kiessling, W., Aberhan, M., Hecht, L., Medina, F. & Tagle, R. 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.
- Tunik, M., Folguera, A., Naipauer, M., Pimentel, M. & Ramos, V.A. 2010. Early uplift and orogenic deformation in the Neuquén Basin: Constraints on the Andean uplift from U-Pb and Hf isotopic data of detrital zircons. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2010.04.017.
- Uliana, M.A. 1973. Geología superficial de la parte este de la Cuenca Neuquina. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Informe inédito).
- Uliana, M.A. 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, provincias del Neuquén y Río Negro. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. (Informe inédito).
- Uliana, M.A. & Dellapé, D.A. 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión eoterciaria del Engolfamiento Neuquino (Patagonia septentrional). 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 673-711.
- Vergani, G.D., Tankard, A.J., Belotti, H.J. & Welsink, H.J. 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.
- Weaver, Ch. 1927. The Roca Formation in Argentina. *American Journal of Science*, 5(13): 417-434.
- Weber, E. 1972. Descripción geológica de la Hoja 35f, Jagüel de los Milicos, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional. 118 págs. Buenos Aires. (Informe inédito).
- 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.
- Wichmann, R. 1927. Sobre la Facies Lacustre Senoniana de los Estratos con Dinosaurios y su fauna. *Boletín Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, 30: 383-405.
- 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.
- 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.
- Windhausen, A. 1926. Las antiguas conexiones de la Patagonia. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba)*, Boletín 28: 213-250.