

# Geología de la Ruta 40

---

Un aporte de la FCEN para Malargüe

## Llano Blanco

**Melina Denise Gallo**

**Universidad Nacional de Cuyo**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**Licenciatura en Geología**



**Malargüe  
2021**

## Indice

Objetivo.....	3
Metodología.....	3
Ubicación geográfica.....	3
Características generales .....	3
Interés geológico.....	4
Formaciones del Grupo Neuquén .....	5
Formaciones del Grupo Malargüe .....	5
Conclusiones .....	8
Glosario .....	10
Bibliografía .....	20

### **Objetivo**

- Visibilizar el interés geológico del departamento de Malargüe a partir de distintos puntos turísticos sobre la RN40
- Promocionar la licenciatura en Geología de la Facultad de Cs Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo de la sede Malargüe
- La comunicación y trabajo conjunto de la comunidad educativa con distintas instituciones

### **Metodología**

A partir de la elección del sitio de interés geológico, se consultó y analizó distintas bibliografías y sus enfoques. Alineando criterios con el grupo de trabajo, se produce la siguiente selección.

### **Ubicación geográfica**

73,5km al sur del departamento de Malargüe en la provincia de Mendoza, camino sobre la RN 40 en el kilómetro 2875 aproximadamente, estamos entre las localidades de Bardas Blancas y El Manzano, ubicados en Llano Blanco.

Si consultamos con distintos habitantes, nos dirán que Llano Blanco fue nombrado así, por las areniscas que cubren el paisaje, en general de tonalidades amarillas, beige y blancas. Sus coordenadas geográficas son latitud: 35° 92' 21,80" Sur y longitud 69° 75' 79,06" Oeste. Y estaremos entre los 1459 y 1548 m s.n.m



Fig. 1 Ubicación (obtenida de Google Maps)

### **Características generales**

En el departamento de Malargüe se asocia a este sitio con el bosque petrificado, dentro del marco de un emprendimiento turístico llamado GeoParque Llano Blanco. En otra mirada del sitio y sus alrededores podremos reconocer, gracias al filmdocumental ARREO (2015, director Tato Moreno <https://play.cine.ar/INCAA/produccion/6294>) del que participó la familia Parada, oriunda de la zona, para mostrar la vida del criancero en el departamento de Malargüe.



GEOTURISMO: GEOLOGÍA - PALEONTOLOGÍA - ARQUEOLOGÍA - HISTORIA & CULTURA REGIONAL

El GeoParque Llano Blanco posee una extensión de 70 hectáreas. Puede ser recorrido por senderos guiados donde se abordan temáticas paleontológicas, geológicas, histórico-antropológicas de flora y fauna. Además, ofrece alojamiento, servicio de comida con platos típicos y la posibilidad de acampar. (<https://www.unidiversidad.com.ar/>)

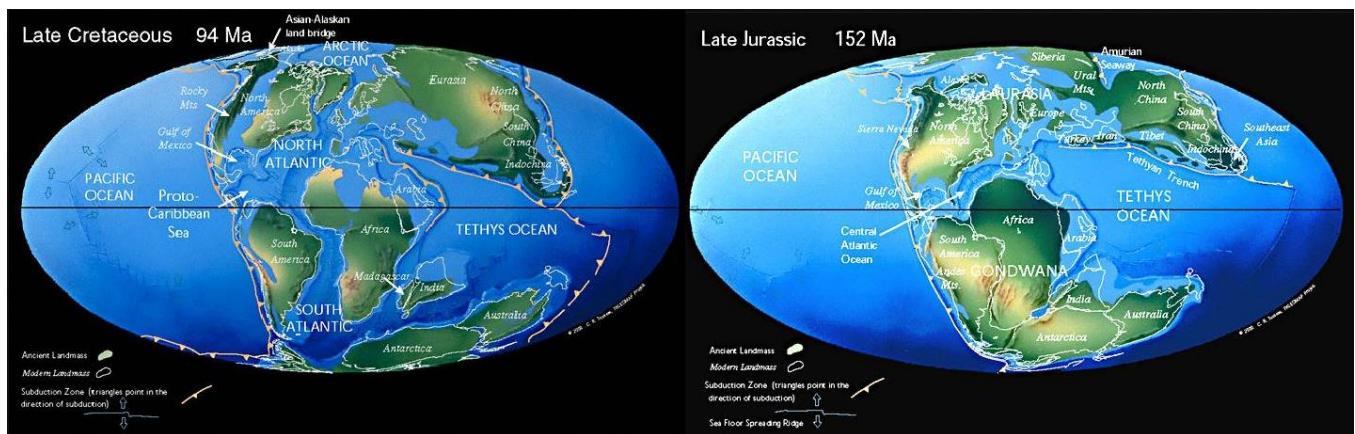


Fig. 3 La formación de la cordillera de los Andes comenzó en el período Cretácico inferior, pero en el Cretácico queda definida como tal. En dichos períodos se destaca la fragmentación del super continente Pangea en super continentes más pequeños llamados Laurasia y Gondwana, para que luego se divida Gondwana nuevamente tomando los continentes la distribución actual. Esta cadena montañosa se debe al movimiento de subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana.

### Interés geológico

La cuenca Neuquina, es una cuenca de **antepaís**. Es decir, una cuenca en la que se depositaron los sedimentos durante el plegamiento o deformación de la corteza, que dio lugar a la Cordillera de los Andes. Los depósitos de estos eventos **tectónicos, vulcanismo o actividad magmática, subsidencia termal** e inversión tectónica, que fueron tanto compresivos como extensivos, dieron lugar a las fallas y pliegues que muchas veces pueden advertirse en el paisaje. A través de resgitros fósiles y rocas podemos decir que existieron dos ingestiones marinas, en distintas oportunidades, tanto del Océano Pacífico como del Océano Atlántico. (Plakiewicz 1988; Mpodzis y Ramos 1989; Manceda y Figueroa 1995; Noción 1996; Dimieri 1997; Zapata et al. 1999; Rojas y Radic 2002; Giampaoli et al. 2002, 2005; Silvestro y Kraemer 2005; Dicarlo y Cristallini 2007; Llambíaset al 2007; Giambiagi et al. 2008a)

## CUENCA DE ANTEPAÍS (FORELAND)

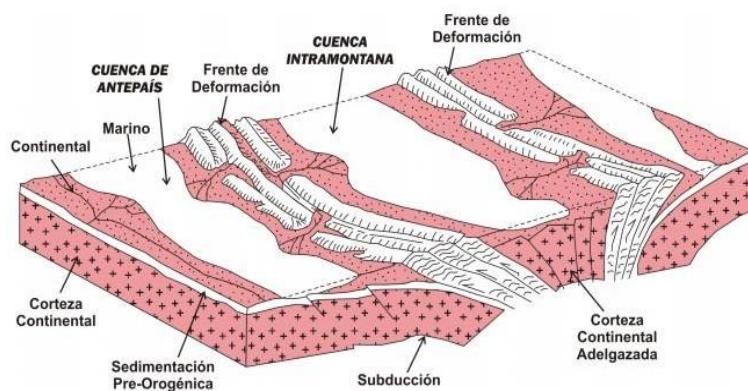


Fig. 4 (Obtenida de sivea.uson.mxCUENCASENCOLISIONCONTINENTAL.pdf)

Los fósiles, restos de vida prehistórica, son inclusiones importantes en los sedimentos, como también herramientas importantes para interpretar el pasado geológico. Conocer la naturaleza de las formas vivas que existieron en un momento concreto, ayuda a comprender las condiciones ambientales del pasado. Son indi-

cadadores cronológicos y desempeñan un papel clave en la correlación de las rocas de edades similares que proceden de diferentes lugares. (Tarbuck y Lutgens; 2005)

Encontraremos:

Moluscos de agua dulce, Moluscos marinos, **Decápodos**, Restos vegetales, **Serpúlidos**, **Briozos**, **Carófitas**, Vertebrados, **Foraminíferos**, **Ostrécodos**, **Nanofósiles**, Algas y Troncos Fosilizados. (Ana M. Parrasi. Silvio Casadío y Mónica Piresi; 1998).

Este bosque petrificado, pudiera ser de la familia **Araucariaceae** (especie arbórea perteneciente al género de coníferas Araucaria). El proceso de fosilización, fue silicificación, que consiste en la precipitación de minerales (silicatos) en los poros de los tejidos vegetales (permineralización). Por precipitación se fosilizan los tejidos celulares más delicados.

Estos fósiles son contenidos por los grupos, **Grupo Malargüe** y en la base de este grupo, el **Grupo Neuquén**. A los grupos los integran distintas formaciones. Y las formaciones, serán unidades **estratigráficas** con misma composición química, mineralógica, textura, color, estructuras de depósito y fósiles.

#### **Formaciones del Grupo Neuquén**

El **Grupo Neuquén** conforma una sucesión de depósitos continentales de origen **fluvial**, eólico y **lacustre** somero, desarrollado en la Cuenca Neuquina. Esta sucesión alcanza un espesor máximo de 1.200m, encontrándose limitada en base y techo por las **discordancias** Patagonídica y Huantráiquica respectivamente. Consecuentemente, el **Grupo Neuquén** queda compuesto litoestratigráficamente por tres subgrupos y nueve formaciones. (Alberto C. Garrido; 2010) Indican una edad máxima de depósito para la unidad entre 102Ma y 97Ma (Tunik y col., 2010 ; Di Giulio et al., 2012, 2015 ; Balgord y Carrapa, 2016 ; Fennell y col., 2015).

Aquí estaremos entre los tres subgrupos denominados **Río Limay**, **Río Neuquén** y **Río Colorado**.

#### **Formaciones del Grupo Malargüe**

Para la sección inferior de la Formación Loncoche, existen condiciones paleoambientales claramente continentales, reconociéndose condiciones marino marginales. En la zona de Arroyo Mechanquil, Camacho (1969) mencionó la presencia de **malacofauna** marina, mientras que Bertels (1969), menciona la presencia de **ostrácodos** en su casi totalidad de aguas dulces y **salobres**. Por otra parte se han coleccionado, en la misma localidad, un gran número de ejemplares de **bivalvos** y **gasterópodos**, también indicadores de aguas dulces y salobres, reafirmando la presencia de condiciones marinas muy marginales para la base de la Formación Loncoche en la zona de Arroyo Mechanquil. Las capas carbonáticas de la Formación Roca, en este sector de la cuenca, han sido asignadas en base a los invertebrados marinos presentes. Las dataciones realizadas sobre **tobas** y **tufitas**, permiten establecer que el límite Cretácico-Paleógeno, se ubica en **facies** continentales de la sección inferior de la Formación Pircala. (Ana M. Parras. Silvio Casadío y Mónica Piresi; 1998)



Fig. 6 Araucaria Araucana y La Paleoxilología en la Argentina de HERBST, BREA, CRISAFULLI 2007

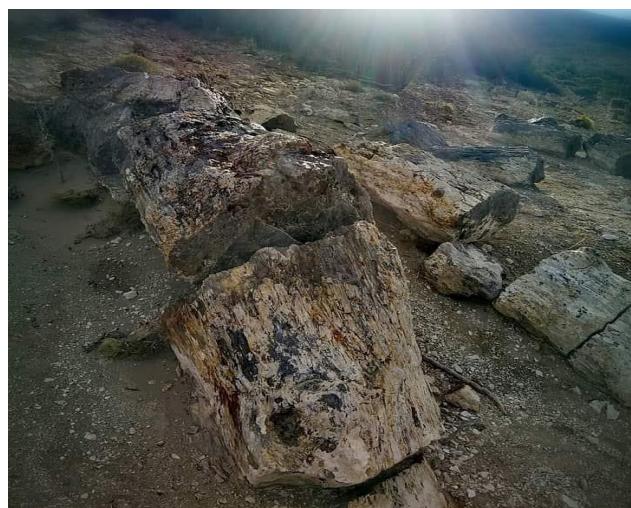


Fig. 5 Bosque petrificado Facebook Geoparque Llano Blanco

### Fm. Loncoche:

El más austral de los afloramientos estudiados con 100 a 120m de espesor. Presenta rasgos diferentes y se caracteriza por comenzar con **areniscas** verde amarillentas, fragmentos de sedimentos **carbonatados** y movimientos **tectónicos** erosivos en la base. Se intercalan areniscas finas a gruesas y **pelitas**, generalmente laminadas. Algunas de las areniscas presentan estratificación entrecruzada en valles de pendiente angulosa, de escala pequeña a media. Se observan también delgadas intercalaciones de **evaporitas** y **mudstones**. Estos depósitos representarían características de depósito de canal y de bahía interdistributaria, que podrían corresponder a un ambiente de planicie deltaica (donde hubo ingresos de agua por mareas). Encontraremos cantidad de **nódulos** y acumulaciones carbonáticas. Se intercalan pequeños **gastrópodos** y fragmentos de vertebrados. La sección superior de esta secuencia está representada por **pelitas** verdes y castañas laminadas, con delgadas intercalaciones de areniscas finas laminadas, con óndulas de oscilación, a veces **bioturbadas**. Estos niveles podrían corresponder a un ambiente de frente deltaico superior, donde cada capa arenosa representaría un evento de inundación capaz de llevar material arenoso fino al frente deltaico y depositarlo lejos de la desembocadura de los cauces. La secuencia termina con una alternancia de **pelitas** y **areniscas** finas, con óndulas de corriente u oscilación y estratificación de “láminas cinturónadas, replegadas”, entre los que se intercalan bancos **evaporíticos** y contactos ondulados e irregulares, con estructura similar a “tela de gallinero” que se hacen más frecuentes y potentes hacia el techo. Estas evaporitas se habrían formado en planicies supramareales o depósitos de sal costeros. La información precedente permite inferir que el ambiente de deposición fue de intermareal a supramareal (Ana M. Parras. Silvio Casadío y Mónica Piresi; 1998)

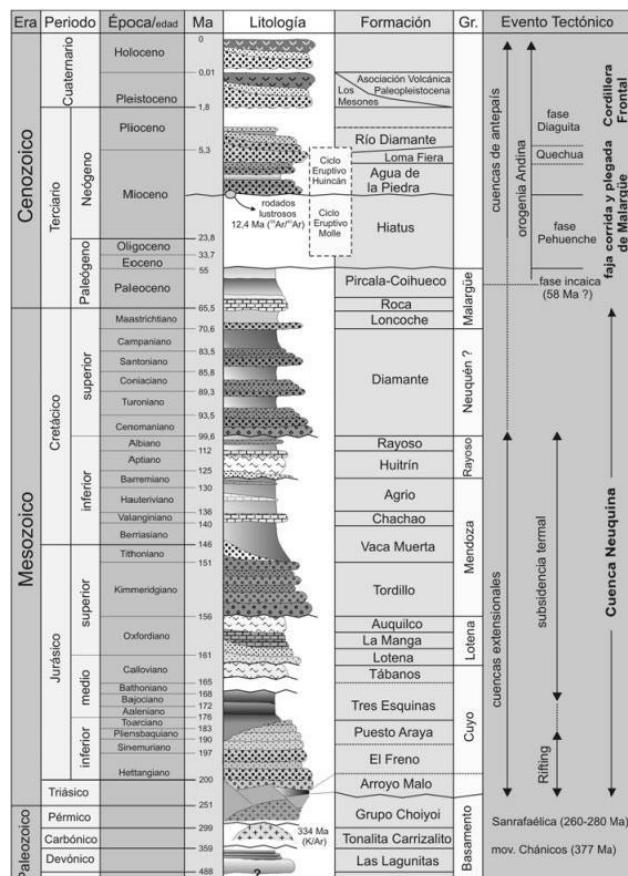


Fig. 7 Cuadro estratigráfico de las unidades aflorantes y los principales eventos tectónicos de la región. (Martín Turienzo, 2009)

### Fm. Roca:

La secuencia depositacional, de entre 60 y 90 m de espesor, está formada por una sucesión de sedimentos carbonatados, en tres clasificaciones compactadas, que contienen desde menores porciones de granos a mayor porción en su composición, de color castaño claro a verde amarillento, con algunas intercalaciones de **pelitas** masivas o finamente laminadas y **areniscas calcáreas**, masivas o con **estratificación** planar. Presentan numerosos ejemplares de **bivalvos** y **gastrópodos**, como así también **decápodos**, **briozoos** y **serpúlidos**. El material **micropaleontológico** está representado por **ostrácodos**, **nanofósiles calcáreos** y **foraminíferos** de conservación regular a mala. Indicadores de un ambiente marino muy superficial. Los sedimentos carbonatados de fragmentos biológicos,

presentan estratificación planar (capas entre 10 y 30 cm de espesor) con contactos generalmente ondulados. Entre los **bivalvos** se reconocen abundantes 65 ejemplares de distintas familias. Hacia el techo de la secuencia, predominan las **arcilitas** y **limolitas calcarreas** masivas y laminadas, con algunas intercalaciones de **areniscas** finas a medias que suelen estar alteradas por la acción de los seres vivos que las habitaban. Luego, el material paleontológico es cada vez más escaso y fragmentario, comenzando a aparecer algunos delgados niveles con restos vegetales. Se interpreta para esta secuencia un ambiente marino con influencia de mareas, donde representarían zonas de canal y barras mareas, ambos instalados en un ambiente intermareal a submareal (Ana M. Parras. Silvio Casadío y Mónica Piresi; 1998)

### **Conclusiones**

El **Grupo Neuquén** registra depósitos continentales, del *Cretácico Superior*. Proporcionan evidencia directa de sedimentación ***sinorogénica*** asociada con el desarrollo de una cuenca de ***antepaís*** temprano. La configuración de esta cuenca, su relación con ***la faja plegada y corrida de Malargüe*** y la ***depozona*** remanente en cuña conservada en la vertiente andina argentina, expone información ***sedimentológica***, que indica el trenzado sistema ***fluvial***. Pudiendo haber formado parte de ***abanicos fluviales***, los sedimentos se transportaron y depositaron desde una extensa área de relieve ubicada en la actual vertiente andina ***occidental***, hasta las zonas de la Cordillera de la Costa de Chile. El borde ***oriental*** de este sistema deposicional fue definido por un levantamiento del ***basamento***, interpretado como una protuberancia o un incipiente sistema de ***antepaís*** quebrado, desde donde sistemas ***fluviales*** trenzados de arena de ***grava***, alimentaban la ***depozona*** profunda, transportando y depositando sedimentos del área cratónica expuesta en el este. En consecuencia, una inicial cuenca de ***antepaís*** se formó, sin quedar completamente llena, en términos de sedimentos. La evolución de esta primera cuenca y las áreas de suministro de sedimentos fueron controladas por la expansión oriental de la ***faja plegada y corrida de Malargüe***, mediante el desarrollo de ***anticlinales*** de piel gruesa, que fragmentaron progresivamente la zona de cuña. La evidencia recolectada, sugiere que el levantamiento del Cretácico Superior fue un evento ***tectónico*** importante que expuso toda la columna mesozoica de la cuenca Neuquina hasta el ***basamento*** Pérmico-Triásico, lo que implica más de 2.500 m de ***denudación*** en ese momento. (Pablo Borghi, Lucas Fennell, Ricardo Gómez Omila, Maximiliano Naipauer, Eliana Acevedo, Andrés Folguera; 2019)

**Agradecimientos**

A la oportunidad que nos dio el haber sido seleccionados para el desarrollo del proyecto de extensión Jorge A. Sábato de la FCEN de la Universidad Nacional de Cuyo. A nuestros profesores por la iniciativa, acompañamiento, enseñanza, dedicación y asesoramiento durante cada proceso. Y a la Dirección de Promoción y Políticas Turísticas de la Municipalidad de Márquez por su interés y participación.

## **GLOSARIO**

- **Aluvial** Es la parte del valle de un río susceptible de inundación durante los desbordes del curso natural de agua. Los sedimentos transportados por la corriente se depositan durante la inundación según la velocidad y turbulencia del flujo y también el tamaño de las partículas arrastradas.
- **Anisotropías** En las rocas, la variación de la velocidad sísmica medida en sentido paralelo o perpendicular a las superficies de estratificación es una forma de anisotropía. Observada a menudo donde los minerales laminares, tales como las micas y las arcillas, se alinean en forma paralela a la estratificación depositacional a medida que se compactan los sedimentos, la anisotropía es común en las lutitas.
- **Antepaís** es una depresión flexural ubicada en el margen de un orógeno en donde se acumulan sedimentos provenientes principalmente del mismo
- **Anticinal** Pliegue de estratos sedimentarios que recuerda a un arco
- **Areniscas** nombre femenino Roca sedimentaria formada por pequeños granos de arena compactados, cuya dureza depende del tamaño de los granos que la componen.
- **Basálticas** Compuestas de Roca ígnea de grano fino y composición máfica. **Máfica** adjetivo que se aplica a un silicato o roca que es rico en magnesio y hierro. La palabra deriva de la contracción de "magnesio" y "férrico".
- **Bioturbadas** Es la biodegradación de un componente o substrato carbonático (sedimento o roca) por actividad orgánica.
- **Bivalvos** Clase de moluscos acuáticos que tienen el cuerpo protegido por una cubierta formada por dos piezas o valvas.
- **Briozoos** m. pl Fílum de invertebrados marinos mayoritariamente con una estructura anatómica sencilla, que forman generalmente colonias de aspecto arborecente, parecido al del coral.
- **Carbonatadas** adjetivo[roca] Que está formado esencialmente por carbonatos
- **Carófitas** son un grupo de algas verdes
- **Clásticos** se llaman las partículas que forman la roca sedimentaria clástica. La matriz es el cemento y el detritus fino. El cemento se forma químicamente y es el pegamento de los **clastos**. **Clastos** son trozos de rocas que provienen de otro sector (área de fuente, sector de origen).
- **Conglomerados** es una roca sedimentaria clástica. Se forma generalmente en el ambiente fluvial. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande.
- **Cuenca sedimentaria** Gran estructura en la que las capas buzan hacia el interior.  
// Una depresión de la corteza terrestre, formada por la actividad tectónica de las placas, en la que se acumulan sedimentos. La persistencia de la deposición puede producir un grado adicional de depresión o subsidencia.
- **Décapodos** adj. Zool. Dícese de los crustáceos que tienen diez patas, y de los moluscos cefalópodos que tienen diez brazos o tentáculos.
- **Denudación** Comprende los procesos que provocan el desgaste de la superficie terrestre por el movimiento del agua, el hielo, el viento y las olas, lo que lleva a una reducción de la elevación y del relieve de las formas terrestres y de los paisajes
- **Depocentro** Zona de una cuenca sedimentaria en la que una determinada unidad estratigráfica alcanza máxima potencia.
- **Discordancia**  
Discontinuidad estratigráfica
- **Estratigrafía**  
La Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca, determinando el orden y el momento de los eventos en un tiempo geológico determinado, en la historia de la Tierra.
- **Estructuras de basamento** Corresponde normalmente a rocas ígneas o metamórficas deformadas, más antiguas, que rara vez desarrollan la porosidad y la permeabilidad necesarias para actuar como un yacimiento de hidrocarburos, y por debajo del cual las ro-

cas sedimentarias no son comunes.

- **Evaporítica** Relativo a la evaporita, una clase de minerales sedimentarios y rocas sedimentarias que se forman por la precipitación a partir de un fluido acuoso en proceso de evaporación. Los minerales evaporíticos comunes son la halita, el yeso y la anhidrita, que pueden formarse como evaporaciones de agua de mar, y las rocas caliza y dolomítica. Ciertos minerales evaporíticos, en particular la halita, pueden formar excelentes rocas de cubierta o sellos para las trampas de hidrocarburos porque exhiben un grado mínimo de porosidad y tienden a deformarse plásticamente (en contraposición al fracturamiento por fragilidad que facilita la pérdida de fluidos) **Evaporita** Roca sedimentaria formada por el material depositado a partir de disoluciones por evaporación del agua.

- **Facies** Porción de una unidad litológica que posee un conjunto distintivo de características que la distingue de otras partes de la misma unidad.

- **Faja plegada y corrida de Malargüe** es un cinturón orogénico de piel gruesa desarrollado principalmente en el Mioceno-Plioceno durante la orogenia andina, en la provincia de Mendoza. La estructura está conformada por dos importantes ascensos del basamento entre los cuales queda configurada una zona donde predomina la deformación en la cubierta sedimentaria. En la zona occidental se desarrollan tres grandes cuñas de basamento asociadas a corrimientos producidos por la compresión andina las cuales se insertan en la cubierta sedimentaria lo cual muestra la estrecha relación espacial y temporal entre la deformación del basamento y la cubierta. En la región con deformación de piel fina, la abundancia de lutitas y evaporitas en el sector occidental favorece el plegamiento, mientras que las unidades más competentes presentes hacia el este forman imbricaciones y estructuras dúplex. En el sector oriental, la falta de niveles de despegue dentro de la cubierta dificulta el desarrollo de cuñas de basamento y en cambio, tiene lugar una importante deformación mediante retrocorrimientos.

- **Falla** Plano de rotura en una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento.

- **Fluviales** adj. Relativo a los ríos.

- **Foraminíferos** son protistas ameboides, principalmente marinos, aunque también hay especies de agua dulce, caracterizados por un esqueleto o concha constituido por una o más cámaras interconectadas que fosiliza con relativafacilidad.

- **Gasterópodos** Clase de moluscos dotados de un pie carnoso que les sirve para arrastrarse, con el cuerpo generalmente protegido por una concha o caparazón de una sola pieza, uno o dos pares de tentáculos sensoriales en la cabeza.

- **Grainstones** Roca carbonática grano- soportada, sin matriz micrítica entre los granos.

- **Lacustre** Relativo a un ambiente de deposición en lagos, o a un área con lagos. Dado que la deposición de sedimentos en los lagos puede producirse de manera lenta y en condiciones relativamente calmas, en ambientes lacustres pueden formarse rocas generadoras ricas en contenido orgánico.

- **Lechos sedimentarios** es una clasificación de partículas de acuerdo con el tamaño y la forma del clasto en un plano horizontal litificado. El término es una explicación de cómo se formó un perfil geológico. La estratificación en un plano lateral es el resultado físico del depósito activo de materiales de diferentes tamaños. Las fuerzas de densidad y gravedad en el movimiento descendente de estos materiales en un sistema confinado dan como resultado una separación de los sedimentos de sedimentación con respecto al tamaño. Por lo tanto, los clastos más finos y de mayor porosidad se forman en la parte superior y los clastos menos densos y menos porosos se consolidan en la parte inferior, en lo que se denomina clasificación normal.

- **Ma** Millones de años

- **Magmática** 1 Del magma o que tiene relación con estamateria fundida del interior de la Tierra.

2[roca] Que procede de la solidificación del magma.

- **Malacofauna** Se refiere a la fauna de Moluscos.

- **Mudstone** es una roca gris oscuro de grano fino sedimentaria, que está formado a partir de limo y arcilla y es similar a la pizarra pero tiene menos laminaciones. Roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y aragonito, que son diferentes formas de cristales de carbonato de calcio.

- **Nanofósiles** Toda forma orgánica con 2 a 50 µm de tamaño, visible únicamente a través Microscopía Óptica
- **Nódulos** es una concreción contenida en algunas rocas o que se ha formado en el fondo del mar. Por lo general tiene forma globular muy pequeña, donde en el seno de una roca se ha concentrado en alto grado uno de los componentes de ésta.
- **Ostrácodos** Los ostrácodos son los artrópodos con el registro fósil más abundante gracias a la composición y tamaño de las valvas. Crustáceos a veces microscópicos
- **Packstones** Textura grano-soportada y con matriz micrítica. El espacio intergranular está ocupado por micrita.
- **Paleocorriente** Corriente que existió durante la deposición de un sedimento en algún período determinado de la historia geológica.
- **Pelitas** Roca sedimentaria, detrítica, de grano muy fino.
- **Plegamiento** Capa o serie de capas dobladas que originalmente eran horizontales y después se deformaron.
- **Retroarco** es el área de detrás de un arco volcánico en una zona de subducción.
- **Salobre** es agua con una salinidad entre el agua dulce y el agua de mar.
- **Serpúlidos** m. pl. Zool. Familia de gusanos anélidos, poliquetos, que viven dentro de tubos fabricados por ellos, calizos en unas especies y de consistencia membranosa en otras.
- **Sinorogénicas** Se aplica a cualquier tipo de proceso o de relieve derivado, que coincide con el momento de la orogénesis. **Orogénesis** Los procesos que, en conjunto, tienen como consecuencia la formación de montañas.
- **Subsidiencia termal** El hundimiento relativo de la superficie terrestre. La actividad tectónica de las placas (especialmente la extensión de la corteza, que favorece el adelgazamiento y el hundimiento), la carga de sedimentos y la remoción del fluido de los yacimientos son procesos por los cuales la corteza puede deprimirse. La subsidiencia puede generar zonas en las que los sedimentos se acumulan y finalmente forman cuencas sedimentarias. / **subsidiencia termal** ocurre finalizado el fallamiento, en el marco del reequilibrio geológico
- **Syn-rift** rocas depositadas durante el fallamiento, puede presentar deformación frágil posterior y pliegues por movimiento de falla. Sus estratos no son constantes y presentan crecimientos.
- **Tectónica** Estudio de los procesos a gran escala que globalmente deforman la corteza terrestre. **Tectónica de placas** Teoría que propone que la capa externa de la Tierra consiste en placas individuales que interactúan de varias maneras y, por consiguiente, producen terremotos, volcanes, montañas y la propia corteza.
- **Tobas** Piedra caliza, muy porosa y ligera, formada por la cal que llevan en disolución las aguas de ciertos manantiales
- **Tufitas** es una roca de carácter mixto que está formado por fragmentos de origen piroclástico y otros de origen epiclástico, cada uno de ellos representan entre el 25 y el 75 % del volumen total de la roca.
- **Vulcanismo** intraplaca Actividad ígnea que se produce en el interior de una placa tectónica lejos de los bordes de placa.

## Index

Objective .....	14
Methodology.....	14
Location.....	14
General features .....	14
Geological Relevance .....	15
Grupo Neuquén Formations .....	16
Grupo Malargüe Formations.....	17
Conclusions .....	18
Glossary.....	110
Bibliography .....	20

### **Objective**

- To raise geological awareness in these sites.
- To promote the degree in Geology. Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de ciencias exactas y naturales, sede Malargüe.
- To develop the capacity to communicate and to work collaboratively in educational communities.

### **Methodology**

Aligned criteria, bibliographic search and analyses, were the methods used for the proceeding selection:

### **Location**

Llano Blanco is located 73.5km south of Malargüe, on National Route 40 at kilometer 2875 approximately, in the province of Mendoza. It is between the towns of Bardas Blancas and El Manzano. If we ask the local inhabitants, they will tell us that Llano Blanco was named after the sandstones that cover the landscape, generally of yellow, beige, and white tones. Its geographical coordinates are latitude: 35° 92' 21.80" South and longitude 69° 75' 79.06" West; and it's between 1459 and 1548 m above sea level



Fig 1 Location (from Google)

### **General features**

In Malargüe, this site is associated with the petrified forest, framed within a tourist venture called GeoParque Llano Blanco. This site and its surroundings are also known for the documentary ARREO (2015, director Tato Moreno <https://play.cine.ar/INCAA/produccion/6294>) in which the Parada family, who have lived in the area for a long time, participated to show the life of the "criancero" in Malargüe



**GEOTURISMO: GEOLÓGIA - PALEONTOLOGÍA - ARQUEOLOGÍA - HISTORIA & CULTURA REGIONAL**

Pic 2 by GeoParque's Facebook

The GeoParque Llano Blanco has an area of 70 hectares. It can be toured through guided trails where paleontological, geological, historical-anthropological features of flora and fauna are addressed. It offers accommodation, a meal service with typical dishes and the possibility of camping. (<https://www.unidiversidad.com.ar/>)

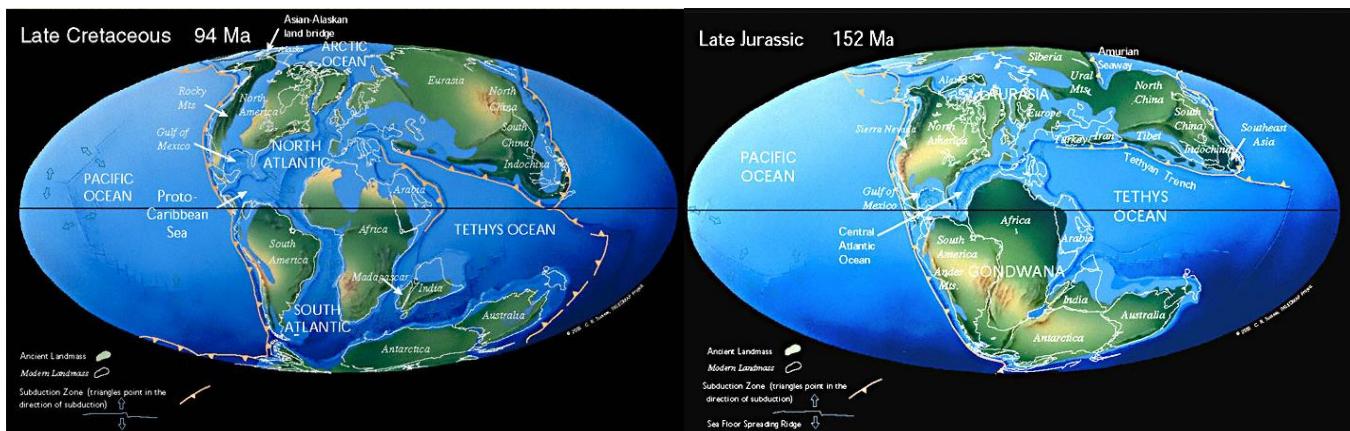


Fig 3 The formation of the Andes mountain range began in the Early Cretaceous period, but in the Cretaceous, it is defined as such. In these periods the fragmentation of the supercontinent Pangean into smaller supercontinents called Laurasia and Gondwana stands out so that Gondwana is then divided again taking the continents the current distribution. This mountain range is due to the subduction movement of the Nazca plate below the South American plate.

#### Geological Relevance

The Neuquén basin is a **foreland** basin where sediments were deposited during the folding or deformation of the crust which resulted in the Andes Mountain Range. Deposits of these **tectonic** events, **volcanism** or magmatic activity, **thermal subsidence**, and tectonic inversion, which were both compressive and extensional, resulted in faults and folds that can often be noticed in the landscape. The Pacific and Atlantic oceans flooded the continents in various times by depositing marine and continental fossils. (Ploszkiewicz 1988; Mpodozis and Ramos 1989; Manceda and Figueroa 1995; Nocioni 1996; Dimieri 1997; Zapata et al. 1999; Rojas and Radic 2002; Giampaoli et al. 2002, 2005; Silvestro and Kraemer 2005; Dicarlo and Cristallini 2007; Llambías et al 2007; Giambiagi et al. 2008a)

### CUENCA DE ANTEPAÍS (FORELAND)

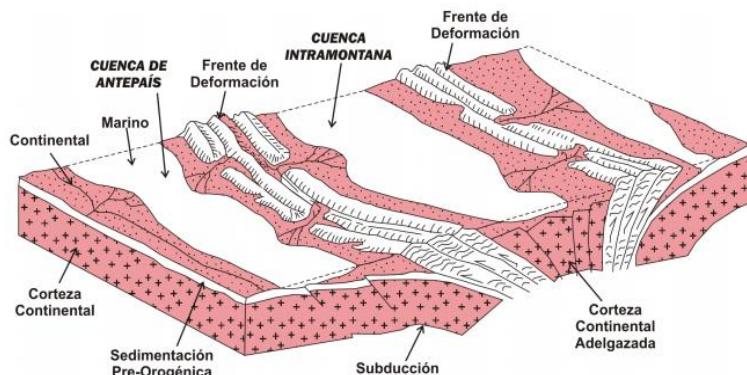


Fig 4 from sivea.uson.mx

Fossils, remnants of prehistoric life, are important inclusions in sediments, as well as important tools for interpreting the geological past. Knowing the nature of the living forms that existed at a particular time helps to understand the environmental conditions of the past. They are chronological indicators and play a key role in the correlation of rocks of similar ages that come from different places. (Tarbuck and Lutgens; 2005). Among the species found there are freshwater Molluscs, Marine Molluscs, **Decapods**, Plant Remains, **Serpulids**, **Bivalves**, Carophytes, Vertebrates, **Foraminiferous**, **Osteichthyes**, **Nanofossils**, Algae, and Fossilized Trunks. (Ana M. Parrasi, Silvio Casadío and Mónica Piresi; 1998)

This petrified forest could be from the family *Araucariaceae* (tree species belonging to the conifer genus Araucaria). Fossilization process was silicification consisting of precipitation of minerals (silicates) in the pores of plant tissues (permineralization). The most delicate cellular tissues are fossilized by precipitation.

These fossils are contained by **Grupo Malargüe** and on the border of the base of this group, **Grupo Neuquén**. Groups are made up of different formations. And the formations will be **stratigraphic** units with the same chemical, mineralogical composition, texture, color, deposit structures, and fossils.

### Neuquén Group Formations

The Neuquén Group is a succession of continental deposits of river, wind, and lake origin developed in the Neuquén Basin. This succession reaches a maximum thickness of 1,200 m, being limited on base and ceiling by the Patagonídic and Huantráiquica mismatches respectively. Consequently, the Group Neuquén is made up lithostratigraphically by three subgroups and nine formations. (Alberto C. Garrido; 2010) They indicate a maximum deposit age for the unit between 102Ma and 97Ma (Tunik y col., 2010; Di Giulio et al., 2012, 2015; Balgord and Carrapa, 2016; Fennell and col., 2015). Here we are in the three groups called **Río Limay**, **Río Neuquén**, and **Río Colorado**.

### Formations of the Malargüe Group

For the lower section of the Loncoche Formation, there are paleoenvironmental conditions recognized as marginal marine conditions. In the Arroyo Mechanquil area, Camacho (1969) mentioned the presence of marine **malacofauna**, while Bertels (1969) mentions the presence of oysters in almost all of its fresh and **brackish** waters. On the other hand, collected, in the same town, a large number of copies of **bivalve** and **gasteropods**, also indicators of fresh and brackish water, confirming the presence of very marginal marine conditions in the base of the Loncoche Formation in the Arroyo Mechanquil area. The layers of Roca Formation, in this sector of the basin, have been allocated based on the marine invertebrates present. The datings made on tubas and tufitas allow establishing that the Cretaceous-Paleogene boundary is located in continental **facies** of the lower section of the Pircala Formation. (Ana M. Parras. Silvio Casadío and Monica Piresi; 1998)

### **Fm. Loncoche**

The southernmost of the outcroppings studied are 100 to 120m thick. This has different traits and is characterized by starting with green sandstones yellowish, fragments of **carbonate** sediments, and erosive tectonic movements at the base. Thin to thick sandstones and hairs, usually laminated, are found interspersed. Some sandstones have stratification crisscrossed in angular valley slopes, small to medium-scale. Also, thin interleaves **evaporites** and mudstones are observed. These deposits would represent deposit characteristics channel and inter-distribution bay, which could correspond to an environment of deltaic plain (where there was revenue from tidal water). We'll find a quantity of nodules and carbonate accumulations. Small gastropods and fragments of vertebrates are interspersed. The top section of this sequence is represented by green hairs and brown laminated, with thin interleaves of finely laminated sandstones, with models of oscillation, sometimes **bioturbated**. These levels could correspond to an upper deltaic front environment, where each sandy layer would represent a flood event capable of carrying thin sandy material at the deltaic front and deposit it away from the mouth of the channels. The sequence ends with an alternation of thin hairs and sandstones, with current or oscillation and stratification of "sheets contorted, relegated," including evaporitic banks and wave

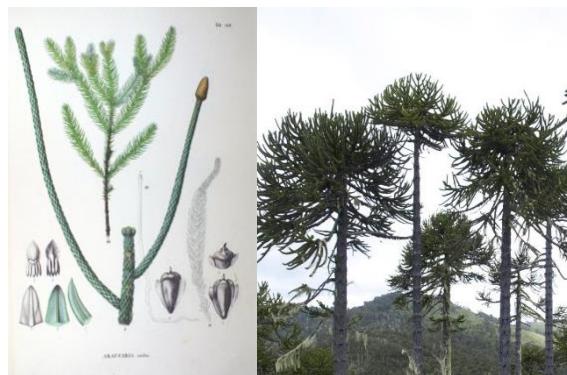


Fig 5 Araucaria Araucana y La Paleoxilogía en la Argentina de HERBST, BREA, CRISAFULLI (...) 2007

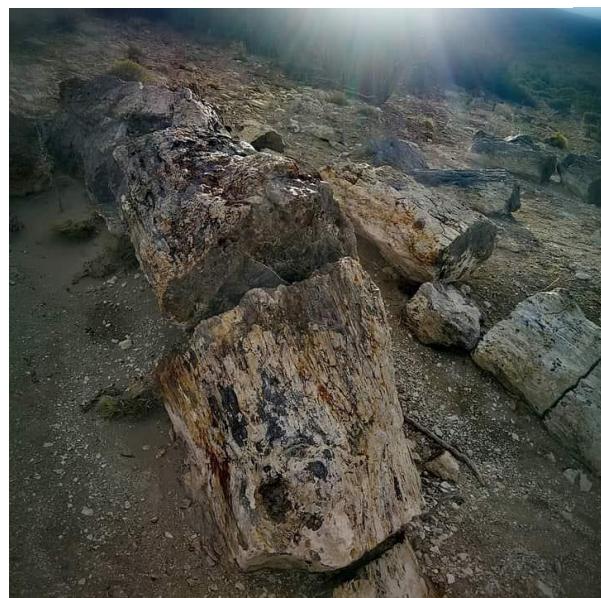


Fig 6 Petrified forest GeoParque's Llano Blanco Facebook

Melina Denise Gallo  
Sitio de interés Geológico LLANO BLANCO

contacts and irregular, with a structure similar to "chicken coop cloth" that becomes more frequent and powerful towards the roof. These evaporites would have formed in supratidal plains or coastal salt deposits. The information allows to infer that the depositing environment was intertidal to supratidal (Ana M. Parras. Silvio Casadío and Monica Piresi; 1998)

### Fm. Roca

The deposit sequence (between 60 and 90 m thick) consists of a succession of **carbonated** sediments, in three compacted classifications, containing from smaller portions of grains to a greater part in its composition of light brown to yellowish-green colour, with some interleaves of massive or thinly laminated **pelitas** and limestone sandstones massive or with planar stratification. They have numerous specimens of bivalve and gastropods, as well as **decapods**, **bryozoans**, and **serpulids**. Micropaleontological material is represented by oysters, calcareous, and foraminifer **nanofossils** of regular to bad conservation, indicators of a very shallow marine environment. Carbonated sediments from biological fragments have planar stratification (layers between 10 and 30 cm thick) with generally wavy bonds. Among **bivalves** there are 65 abundant specimens from different families. Towards the roof of the sequence, the shales and siltstones predominate massively, laminated limestone, with some thin to medium sandstone interleaves that are usually altered by the action of the living beings who inhabited them. Then the paleontological material is increasingly scarce and fragmentary, beginning to appear some thin levels with plant remains. A tidal-influenced marine environment is interpreted for this sequence, where they would represent channel areas and tidal bars, both installed in an intertidal to the subtidal environment (Ana M. Vines. Silvio Casadío and Monica Piresi; 1998)

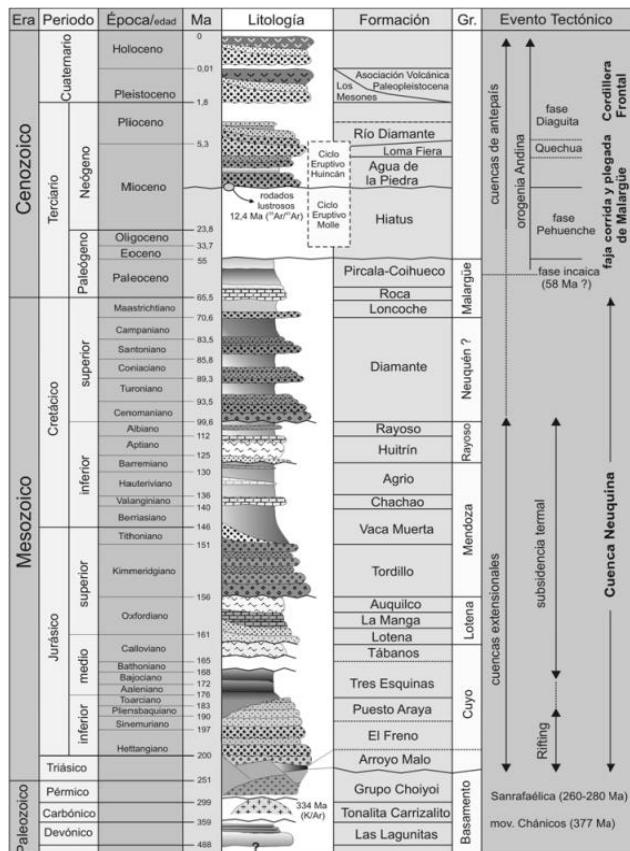


Fig 7 Stratigraphy (Malargüe thrust and fold belt; Martín Turienzo, 2009)

### **Conclusions**

**Grupo Neuquén** registers continental deposits from the Late Cretaceous. It provides evidence of ***synorogenic*** sedimentation associated with the development of an early ***foreland*** basin. The configuration of this basin, its relationship with ***Malargue fold and thrust belt*** of and the ***depocenter*** remaining wedge conserved on the Andean slope of Argentina, exposes sedimentological information, indicating the braided river system. Sediments, that could have been part of river fans, were transported and deposited from a large relief area located in the current western Andean slope, to the areas of the Cordillera in Chile's coast. The eastern edge of this system was defined by an uprising of the base, interpreted as a lump or a broken foreland system, from where river systems braided gravel sand, and fed the deep depo zone, transporting and depositing sediments from the exposed cratonic area in the east. Consequently, an initial basin of foreland was formed, without being full, in terms of sediments. The evolution of this first basin and sediment supply areas were controlled by the eastern expansion of Malargue's fold and thrust belt, through the development of thick-skinned ***anticlinals***, which progressively fragmented the wedge area. The evidence suggests that the Higher Cretaceous uprising was an important tectonic event that exposed the entire Mesozoic column of the Cuenca Neuquina to the Permian-Triassic base, which involves more than 2,500 m of denudation at the time. (Pablo Borghi , Lucas Fennell, Ricardo Gómez Omila, Maximiliano Naipauer, Eliana Acevedo, Andrés Folguera; 2019)

### Glossary

- **Alluvial** It is the part of the valley of a river susceptible to flooding during natural water flow. Sediments transported by the current are deposited during the flood according to speed and turbulence flow and also the size of the dragged particles.
- **Anisotropies** On the rocks, the variation in measured seismic speed parallel or perpendicular to surfaces of the stratification, is a form of anisotropy, often observed where laminar minerals, such as micas and clays, line up in parallel stratification deposition as compact sediments, anisotropy is common in shales.
- **Anticlinal Fold** sedimentary strata that reminiscent of an arc- Name sandstones female sedimentary rock made up of small grains of sand compacted, whose hardness depends on the size of the grains that make up it.
- **Basaltic** made up of thin-grain and igneous rock composition. Máfica adjective that applies to a silicate or rock that is rich in magnesium and iron. The word derives from the contraction of "magnesium" and "ferrous".
- **Basement structures** refers to igneous or metamorphic older deformed rocks which rarely develop porosity and permeability needed to act as a hydrocarbon deposit, and below which sedimentary rocks are not common.
- **Brackish:** water with a salinity between fresh water and seawater
- **Bioturbation** It is the biodegradation of a component or substrate carbonate (sediment or rock) by organic activity.
- **Briozoos** m.pl Figlum of marine invertebrates mostly with a simple anatomical structure, generally forming colonies of arborescent aspect, similar to coral.
- **Byvalvos** Class of mollusks aquatics that have the body protected by a deck consisting of two parts or valves.
- **Carbonated:** Adjective; rocks that are formed by carbonates
- **Charophytes** are a group of green algae
- **Clastics** particles that make up the sedimentary clastic rock. The matrix is cement and thin debris. Cement chemically forms and it's the glue of the clasts. Clasts are pieces of rocks that come from another sector (source area, origin).
- **Conglomerates** is a sedimentary clastic rock. It is usually formed in the river environment. The conglomerate is composed of large rounded (fragments) clasts.
- **Decapods** adj. Zool. adj. Zool. Means any crustacean that has ten legs, or the cephalopod mollusks that have ten arms or tentacles.
- **Denudation** : the processes that causes the surface to wear down by movements of water, ice, wind, and waves, which leads to a reduction in elevation and relief of the land and landscapes.
- **Depocenter:** Zone of one sedimentary basin where a certain stratigraphic unit reaches maximum power.
- **Evaporitic** Relative to evaporite, a class of sedimentary minerals and sedimentary rocks that are formed by precipitation from an aqueous fluid in the process of evaporation. Common evaporitic minerals are halite, gypsum, and anhydrite, which can form as evaporation of seawater, and limestone and dolomite rocks. Certain evaporitic minerals, in particular halite, can form excellent roof rocks or seals for hydrocarbon traps because they exhibit a minimum degree of porosity and tend to deform plastically (as opposed to frailty fracturing that facilitates fluid loss) Evaporita Sedimental Rock formed by material deposited from water evaporation solutions.
- **Facies** Portion of a lithological unit that has a distinctive set of characteristics that distinguishes it from other parts of the same unit.
- **Fault:** breakage failure in a rocky mass along which movement occurs.
- **Fluvial** adj. Related to rivers.
- **Folding:** Layer or series of folded layers that were originally horizontal and then deformed.
- **Foraminifera** are ameboid protists, mainly marine, although there are also freshwater species, characterized by a skeleton or shell consisting of one or more interconnected chambers. They fossilize relatively easily.
- **Foreland** is a flexural depression located in the margin of an orogen where they accumulate sediments from mainly from itself
- **Gasteropods** type of mollusks equipped with a fleshy foot that serves them to crawl, with the body usually protected by a shell or shell of one piece, and one or two pairs of sensory tentacles on the head.
- **Grainstones** Carbonate rock grain-supported, without micritic matrix between the grains.
- **Lacustrine:** related to lake or to a deposit environment in lakes, or an area with lakes. Since sediment deposition in lakes can occur slowly and in relatively calm conditions, organic-rich generating rocks can form in lake environments.
- **Magmatic** 1 of magma or related to this molten matter from the interior of the Earth. 2[rock] That comes from the solidification of magma.
- **Malacofauna** Refers to the fauna of Molluscs.

- **Malargue's folded, thrusted belt:** is a thick-skinned orogenic belt developed mainly in the Miocene-Pliocene during Andean orogeny in Mendoza province. The structure consists of two important ascents of the basement between which an area is configured where deformation predominates in the sedimentary roof. In the western area, three large basement wedges associated with thrust produced by Andean compression are developed which are inserted into the sedimentary roof showing the close spatial and temporal relationship between the deformation of the base and the roof. In the region with thin skin deformation, the abundance of lutites and evaporites in the western sector favors folding, while the most competent units presented in the east form imbrications and duplex structures. In the eastern sector, the lack of take-off levels within the deck hinders the development of base wedges and instead, significant deformation by back thrust takes place.
- **Mudstone** a dark grey rock of sedimentary thin grain, which is formed from silt and clay and is similar to slate but has fewer laminations. Sedimentary rock is made up mainly of calcite and aragonite, which are different forms of calcium carbonate crystals.
- **Myr** Millions of years
- **Nannofossils:** All organic form within 2 to 50 µm in size, visible only through Optical Microscopy
- **Nodule** a concretion contained in some rocks or that has formed at the bottom of the sea. It usually has a very small globular shape, where one of the components has been concentrated to a high degree in the center of a rock.
- **Ostracods:** arthropods with the most abundant fossil record thanks to the composition and size of the shells. Sometimes microscopic crustaceans.
- **Packstones** grain-supported texture and with a micritic matrix. Intergranular space is occupied by the micrite.
- **Paleocurrent** Current that existed during the deposition of sediment at some particular period of geological history. - Sedimentary rock, detritic, very fine grain hairs.
- **Pelite:** Sedimentary rock, detritic with very thin grain.
- **Retro arc** is the area behind a volcanic arc in a subduction zone.
- **Serpulids** m.pl. Zool. Family of annelids worms, polychaetes, living inside tubes built by them made of limestones in some species, and of membranous consistency in others.
- **Stratigraphy** is the branch of Geology that deals with study and interpretation as well as of identification, description, and sequence both vertically and horizontally of stratified rocks; it also deals with the mapping and correlation of these rock units, determining the order and chronology of events in specific geological time in the history of the Earth.
- **Sedimentary basin:** large structure in which layers dive inwards. A depression in the Earth's crust, formed by the tectonic plates' activity, where sediments accumulate. The persistence of the deposition can produce an additional degree of depression or subsidence.
- **Sedimentary beds:** particle classification according to the size and shape of the clast on a lithified horizontal plane. The term is an explanation of how a geological profile was formed. Stratification on a side plane is the physical result of the active deposit of materials of different sizes. The forces of density and gravity in the downward movement of these materials in a confined system result in a separation of sedimentation from size. Therefore, the thinner and more porous clasts are formed at the top and the less dense and less porous are consolidated at the bottom, in what is called normal classification.
- **Synorogenic** Applies to any type of process or relief, which coincides with the time of orogenesis. Orogenesis is the processes that results in the formation of mountains.
- **Syn-rift rocks** rocks deposited during a fault. They may present subsequent fragile deformation and bending by fault movement. Their strata are not constant and they tend to grow.
- **Tectonic:** study of large-scale processes that globally deform the Earth's crust. Tectonic plate theory that posits that the outer layer of the Earth consists of individual plates that interact in various ways and therefore produce earthquakes, volcanoes, mountains, and the crust itself.
- **Thermal subsidence** The relative sinking of the Earth's surface. The tectonic activity of the plates (especially the extension of the crust, which promotes weight loss and sinking), sediment loading, and removal of fluid are processes by which the crust can be depressed. Subsidence can generate areas where sediments accumulate and eventually form sedimentary basins. / thermal subsidence occurs after failure, within the framework of geological rebalancing
- **Tuffs** very porous and light limestone, formed by lime carried in water dissolution of certain springs
- **Tufitas** is a rock of mixed features formed by fragments of pyroclastic origin and others of epiclastic origin, each representing between 25 and 75 % of the total volume of the rock.
- **Unconformity:** Stratigraphic discontinuity.
- **Vulcanism:** Intraplate. Extremely hot zone that occurs inside a tectonic plate away from the edges.

## BIBLIOGRAFÍA

- AFINIDADES PALEOBIOGEOGRÁFICAS DE LOS INVERTEBRADOS CRETÁCICOS DE LA CUENCA NEUQUINA M. BEATRIZ AGUIRRE-URRETA, SILVIO CASADÍO, MARCELA CICHOWOLSKI, DARÍO G. LAZO Y DÉBORA L. RODRÍGUEZ; 2008
- ARCILLAS ROJAS DEL GRUPO NEUQUÉN GISELA PETTINARI Y ADOLFO GIUSIANO
- ESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO NEUQUÉN, CRETÁCICO SUPERIOR DE LA CUENCA NEUQUINA (ARGENTINA): NUEVA PROPUESTA DE ORDENAMIENTO LITOESTRATIGRÁFICO ALBERTO C. GARRIDO MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES "PROF. DR. JUAN A. OLSACHER". DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA. ETCHELIZ Y EJÉRCITO ARGENTINO. (8340), ZAPALA, PROVINCIA DEL NEUQUÉN. REPÚBLICA ARGENTINA.
- EVOLUCIÓN DE LAS CUENCAS SINOROGÉNICAS DE LA CORDILLERA PRINCIPAL ENTRE 35°- 36° S, MALARGÜE JOSÉ SILVESTRO, PABLO KRAEMER, FEDERICO ACHILLI Y WALTER BRINKWORTH; 2005
- EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LOS ANDES Y DEL ENGOLFAMIENTO NEUQUINO ADYACENTE VICTOR A. RAMOS, ALFONSO MOSQUERA, ANDRÉS FOLGUERA Y EZEQUIEL GARCÍA MORABITO
- LA CUENCA CENOZOICA DEL RÍO GRANDE Y PALAUCO: EDAD, EVOLUCIÓN Y CONTROL ESTRUCTURAL, FAJA PLEGADA DE MALARGÜE (36°S) JOSÉ SILVESTRO Y MARIO ATENCIO YPF S.A., BUENOS AIRES, ARGENTINA.; 2009
- LA ESTRUCTURA DE LA FAJA CORRIDA Y PLEGADA DE MALARGÜE EN LA ZONA DEL RÍO DIAMANTE (34°30'-34°50' L.S.) Y SU RELACIÓN CON LA CORDILLERA FRONTAL, PROVINCIA DE MENDOZA MARTÍN M. TURIENZO CONICET-INGEOSUR, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, BAHÍA BLANCA.
- LAS PRINCIPALES DISCORDANCIAS DEL MESOZOICO DE LA CUENCA NEUQUINA SEGÚN OBSERVACIONES DE SUPERFICIE HÉCTOR A. LEANZA; 2009
- NUEVAS EVIDENCIAS DEL LEVANTAMIENTO DEL SUR DE LOS ANDES CENTRALES DURANTE LA DEPOSICIÓN DEL GRUPO NEUQUEN. PABLO BORGHI, RICARDO GOMEZ OMIL, LUCAS FENNELL, ANDRÉS FOLGUERA, MAXIMILIANO NAIPAUER
- PROGRAMA NACIONAL DE CARTAS GEOLÓGICAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA ISSN 0328-2333 HOJAGEOLÓGICA 3569-III/3572-IV MALARGÜE
- PROVINCIA DE MENDOZA RECURSOS MINERALES: JUAN C. M. ZANETTINI SUPERVISIÓN: HÉCTOR LEANZA FRANCISCO E. NULLO, GEORGE STEPHENS, ANA COMBINA, LUIS DIMIERI, PAUL BALDAUF Y PABLO BOUZA
- SIVEA.MX
- SECUENCIAS DEPOSITACIONALES DEL GRUPO MALARGÜE Y EL LÍMITE CRETÁCICO-PALEÓGENO, EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA; ANA M. PARRASI. SILVIO CASADÍO Y MÁNICA PIRESI; 1998
- TARBUCK Y LUTGENS CIENCIAS DE LA TIERRA 8VA ED; 2005

Melina Denise Gallo  
Sitio de interés Geológico LLANO BLANCO

Melina Denise Gallo  
Sitio de interés Geológico LLANO BLANCO