

Geología de la Ruta 40: Un aporte de la FCEN para Malargüe

Cuesta del Chihuido



Flickr: @Mateeo

Tania Domínguez
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Licenciatura en Geología
Malargüe
2021

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Objetivos	1
Metodología	1
Localización	2
Macrolocalización.....	2
Microlocalización.....	2
Geología de la Cuesta del Chihuido.....	3
Ciclo Ándico	3
Formación Vaca Muerta.....	5
Formación Chachao.....	8
Formación Agrio	9
Conclusión	17
Agradecimientos	18
Glosario	19
Bibliografía	23

Table of contents

Introduction	1
Objectives	1
Methodology.....	2
Location.....	2
Macro - location	2
Micro - location.....	2
Cuesta del Chihuido Geology.....	10
Andean Cycle.....	10
Vaca Muerta Formation	12
Chachao Formation	14
Agrio Formation	15
Conclusion	17
Acknowledgments.....	18
Glossary	21
Bibliography	23

Introducción

La Cuesta del Chihuido es una zona que resalta por la importante exposición de afloramientos de rocas de origen marino donde se encuentran restos fósiles del jurásico y cretácico, depositados gracias a la ingresión del océano pacífico sobre el continente y expuesto por procesos **tectónicos** asociados a la **orogenia andina**, es decir que estas **formaciones** resultan expuestas, por la acción de fallas profundas que las levantan y exponen. Estos depósitos son, a su vez, afectados por **rocas ígneas intrusivas** como **diques** y **sills** de edad terciaria.

Introduction

Cuesta del Chihuido is an area that stands out for the important exposure of marine-derived rock outcrops where fossils from Jurassic and Cretaceous origin can be found deposited as a result of the Pacific Ocean's ingress over the continent and exposed by **tectonic** processes associated with the **Andean orogeny**. In other words, these formations are exposed by the action of deep faults, which elevate and expose them. At the same time, the **intrusive igneous rocks**, such as **dykes** and **sills** from Tertiary age, impact on these deposits.

Objetivos

- Promocionar la presencia de la facultad y el dictado de la carrera de Licenciado en Geología en Malargüe.
- Dar a conocer la geología de la zona.
- Promover la interacción de la FCEyN y sus integrantes con instituciones locales.
- Dar un valor agregado a los sitios de interés turístico de Malargüe aportando desde la geología, otro punto de vista adicional a la belleza natural del paisaje.

Objectives

- To promote the career in Geology at FCEN (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCuyo) in Malargüe
- To raise geological awareness in the touristic areas.
- To encourage FCEyN and its members to interact with local institutions.
- To boost Malargüe's touristic attractions through their geological background.

Metodología

Este trabajo se realizó a través de recopilación y análisis de bibliografía del sitio, tales como hojas geológicas, artículos científicos, tesis doctorales, etc. También se realizaron salidas de campo de reconocimiento para relevar el contexto geológico e identificar rasgos de interés y así realizar el informe y la cartelería correspondiente.

Methodology

This research was carried out by compiling and analyzing bibliography on the site, which included geological sheets, scientific articles, doctoral thesis, and other materials. Field trips to the area were conducted to identify and recognize relevant features to elaborate the report at hand, and the accompanying publicity.

Localization

Macro-localización

El Departamento de Malargüe está ubicado en el extremo sur oeste de la Provincia de Mendoza a 421 kilómetros de la Ciudad Capital. Posee la mayor superficie de los dieciocho departamentos que la componen y limita al oeste con la República de Chile, al este con la provincia de La Pampa, al sur con la provincia de Neuquén, y al norte y al noreste con el departamento de San Rafael.

Micro-localización

La Cuesta del Chihuido se sitúa a 36 km al sur de la ciudad de Malargüe, distrito Malargüe, a la cual se accede por Ruta Nacional 40. El trayecto comienza aproximadamente en los 1840 msnm y culmina en su punto más alto en 1940 msnm, sus coordenadas geográficas son: 35°45'14"S y 69°35'23"O. Se encuentra ubicada dentro del sector norte de la **Cuenca Neuquina** en la **Provincia Geológica** de Cordillera Principal.

Location

Macro – Location

Malargüe is located in the southwest of Mendoza, 421 kilometers away from the capital city. It is the largest department in the province, and it borders with the Republic of Chile to the west, the province of La Pampa to the east, the province of Neuquén to the south, and the department of San Rafael to the north and northeast.

Micro – Location

Cuesta del Chihuido is 36 kilometers south from Malargüe City, and it is reached through National Route 40. This route begins at roughly 1840 meters above sea level and ends at 1940 m.a.s.l., its highest point. Its geographical coordinates are: 35°45'39"14 "S and 69°35'39"23 "W. It is found in the northern part of the **Neuquén Basin**, in the geological province 'Cordillera Principal'.

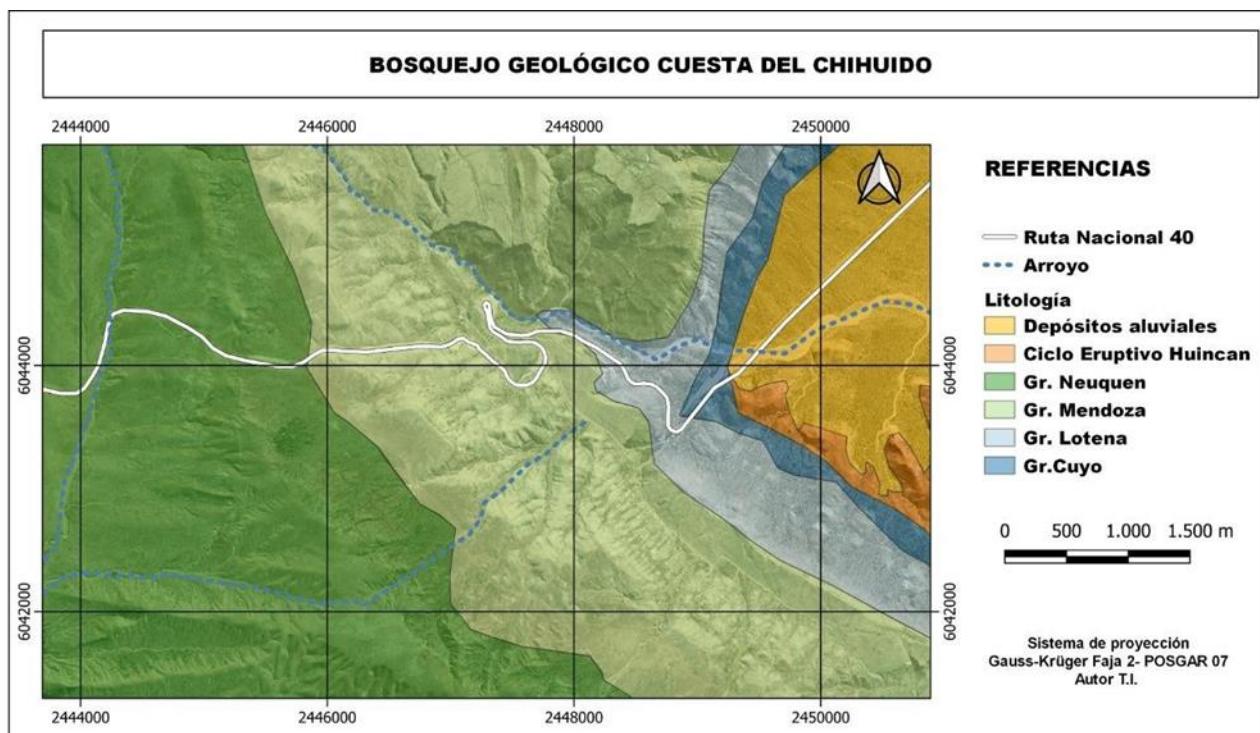


Fig. 1: Bosquejo Geológico de la Cuesta del Chihuido
Fig. 1: Geological Sketch of the Cuesta del Chihuido

Geología de la Cuesta del Chihuido

La cuesta corresponde a una importante elevación que contiene curvas y contra curvas, donde se encuentran bien expuestas las formaciones Agrio, Chachao y Vaca Muerta, pertenecientes al Grupo Mendoza. (Fig. 2).

Como pertenecen al Grupo Mendoza, corresponden a la sedimentación del ciclo Ándico.

El Ciclo Ándico ha sido considerado una super secuencia sedimentaria que se desarrolla entre el Kimmeridgiano (155,7 hasta 150,8 millones de años) y el Albiano (113,0 hasta 100,5 millones), con un período de sedimentación continental representado por **facies** aluviales, fluviales y eólicas. Estos depósitos continentales culminan abruptamente en el Titoniano temprano (150,8 hasta 145,5 millones de años) con pelitas oscuras con elevado contenido de materia orgánica. Finalmente, el ciclo Ándico se completa con sedimentos continentales y marinos someros.

El recorrido de la cuesta, desplazándose de Norte a Sur, comienza con **afloramientos** de la **formación** Vaca Muerta y formación Chachao. Dónde Vaca muerta se observa en la base y Chachao por encima de Vaca Muerta. La secuencia culmina con la Fm Agrio. (fig.3).

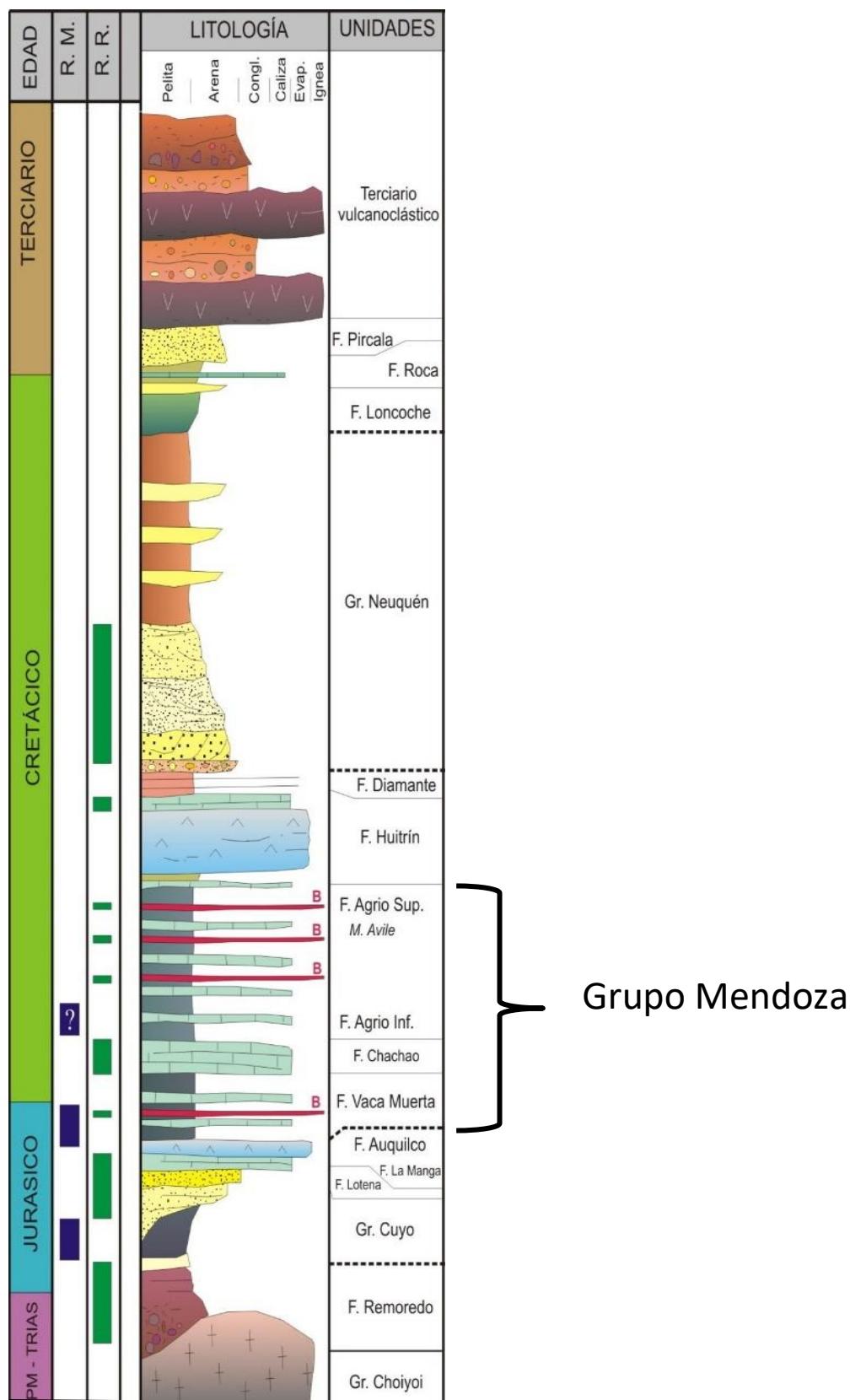


Fig. 2: Columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina.

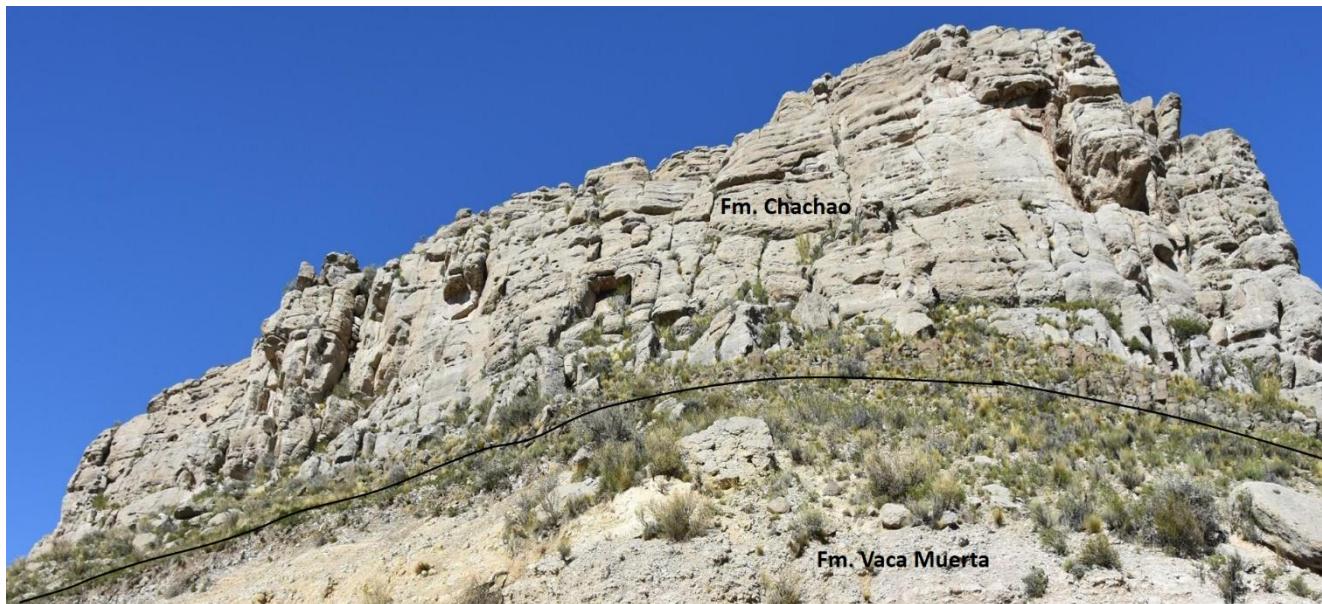


Fig.3: Fm. Chachao sobre Fm. Vaca Muerta

Vaca Muerta representa la **unidad estratigráfica** de mayor extensión del **Grupo Mendoza**. Fue subdividida en tres **miembros** (Leanza et al., 1990): Vaca Muerta Inferior, en la base, Miembro Los Catutos y Vaca Muerta Superior. Y su litología está constituida por **arcillitas, arcillitas calcáreas y calizas**, con colores que gradan desde el negro hasta el castaño claro.

Durante el Jurásico Superior ($161,2 \pm 4,0$ a $145,5 \pm 4,0$ millones de años) tuvo lugar una marcada inundación marina que mantuvo, condiciones favorables para la acumulación y preservación orgánica gracias a una abundante fauna rica y variada de vertebrados e invertebrados marinos tales como ammonites, bivalvos, serpúlidos, peces y tortugas. Además del reconocimiento de **microfauna** (radiolarios, foraminíferos) y **microflora** a partir del estudio de **láminas delgadas**.

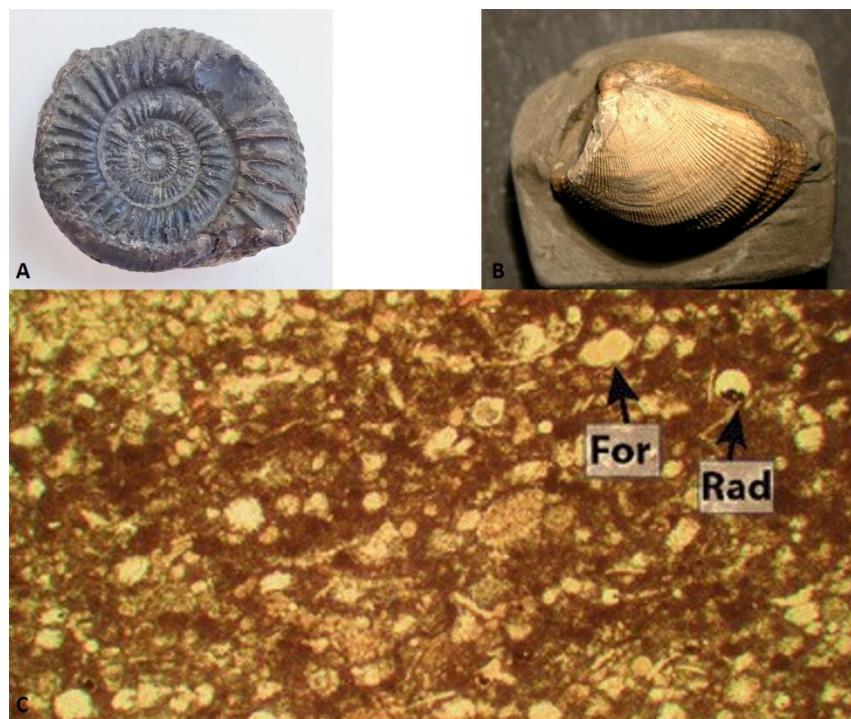


Fig. 4

Fig. 4: A) imagen representativa de ammonite, B) Bivalvo, C) radiolarios y foraminíferos en láminas delgadas.

Es por esto que la Formación Vaca muerta resulta la principal generadora de hidrocarburos en la cuenca, ya sea petróleo y/o gas.

La roca madre que produce hidrocarburos, la pelita, de grano fino y muy poco permeable. Por esto la roca madre/generadora de Vaca Muerta es una de las más importante de la cuenca neuquina para **reservorios no convencionales**, además de albergar otros **reservorios convencionales**. Vaca Muerta es un yacimiento no convencional pero la maduración y expulsión de hidrocarburos alimentó gran parte de los yacimientos convencionales de la cuenca. Estos hidrocarburos provienen de la zona de la “cocina” de Vaca Muerta, que se ubica al oeste del Rio Grande donde está enterrada a gran profundidad. Adicionalmente las intrusiones ígneas colaboraron con la maduración y generación de hidrocarburo in situ y en las zonas cercanas a los cuerpos intruidos en la formación.

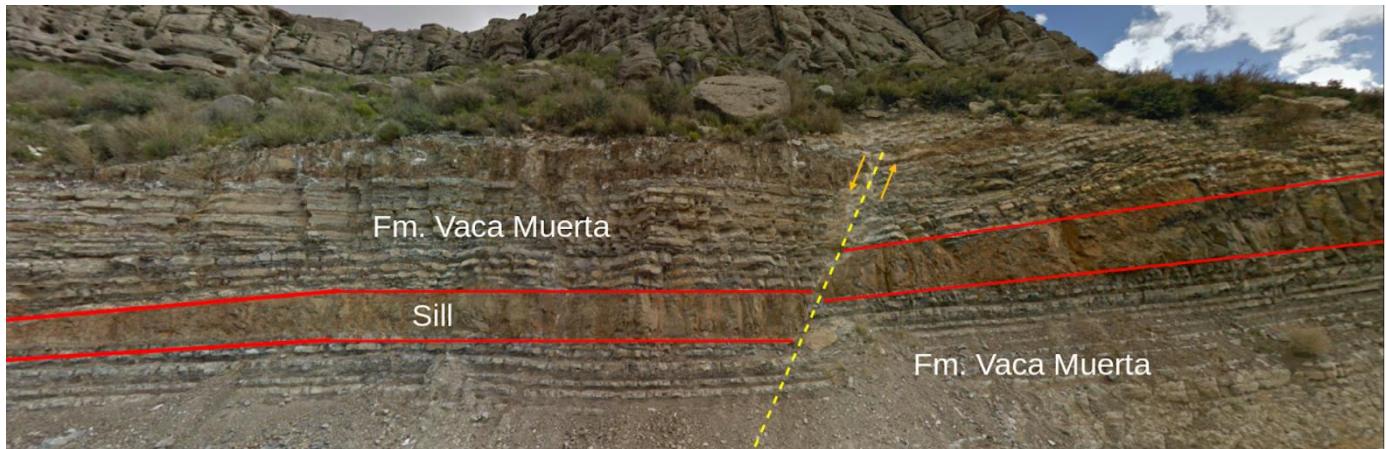


Fig. 5: Sill fallado en la Fm. Vaca Muerta

La composición litológica de estos intrusivos (Shiuma 1994) ha sido clasificada como andesitas y basaltos polimáficos, con poca variación en su composición, lo que sugiere que un origen magmático común, por lo que estudios recientes pudieron determinar que los intrusivos se emplazaron como parte de la Fase Huincán (entre 10,5 y 7 millones de años).

Los intrusivos emplazados en las calizas, exhiben una marcada **erosión catafilar**, esto significa que como las rocas no son buenas conductoras del calor, y que, al ser calentadas por el sol, la superficie expuesta se expande más que en el interior. Así, la constante repetición de este fenómeno de calentamiento genera un stress que conduce a la ruptura.



Fig. 6: Erosión Catafilar. Foto tomada de la tesis doctoral de Araujo, V. S. (2013). *Emplazamiento de cuerpos ígneos cenozoicos en el frente montañoso de la Cordillera Principal: Mecanismos y relación espacial-temporal con las estructuras tectónicas andinas.*

Como se mencionó, a la formación Chachao la podemos observar por encima de la formación Vaca Muerta.

La Fm. Chachao está constituida por **calizas arenosas, calizas arcillosas, arcilitas calcáreas** en menor medida.

Cuenta con abundantes **coquinas** con *Exogyra couloni* y **moluscos**. También se encuentra dominada en abundancia por ostras grandes del género *Aetostreon Bayle* entre el jurásico y cretácico (145,5 - 132,9 ma).

La asociación de ostras estudiadas correspondería a un ambiente marino de baja energía.



Fig. 7: Ostra *Exogyra couloni*

También se reconocen grandes afloramientos de espesores que superan los 50 metros, sin embargo, estos valores podrían relacionarse a la presencia de **fallas** por la cual estos espesores se duplicarían.



Fig. 8: Falla que duplica a la Fm. Chachao.

Al ir finalizando el recorrido por la cuesta se localizan afloramientos de la formación Agrio que podría confundirse con la formación Vaca Muerta debido a su color castaño claro.

Agrio constituye la más joven de las unidades del Grupo Mendoza y donde culmina la **sedimentación marina**. Ha sido dividida en tres miembros: Miembro Agua de la Mula, como tope, Miembro Avilé y Miembro Pimaltue, como base. En esta localidad solo se observan los Miembros Pilmatué y Agua de la Mula en tanto que el Miembro Avilé no está representado.

Los miembros Pilmatué y Agua de la Mula afloran en toda la cuenca neuquina y su composición es dominantemente pelítica (lutitas, lutitas limosas, fangolitas y limolitas), con intercalaciones de sedimentitas carbonáticas (micritas, margas y carbonatos bioclásticos), areniscas y escasos conglomerados finos, depositadas durante el engolfamiento neuquino.

Los depósitos marinos de la Fm. Agrio son portadores de una muy rica y variada fauna de invertebrados marinos, entre los que se registran diversos **taxones** de cefalópodos, bivalvos, gasterópodos, equinodermos, anélidos, crustáceos y palinomorfos, a los que se suman hallazgos menos frecuentes de restos de peces y reptiles, de edad Valanginiana superior (139,8 hasta 132,9 millones de años aproximadamente) - Hauteriviana superior (132,9 hasta 129,4 millones de años).

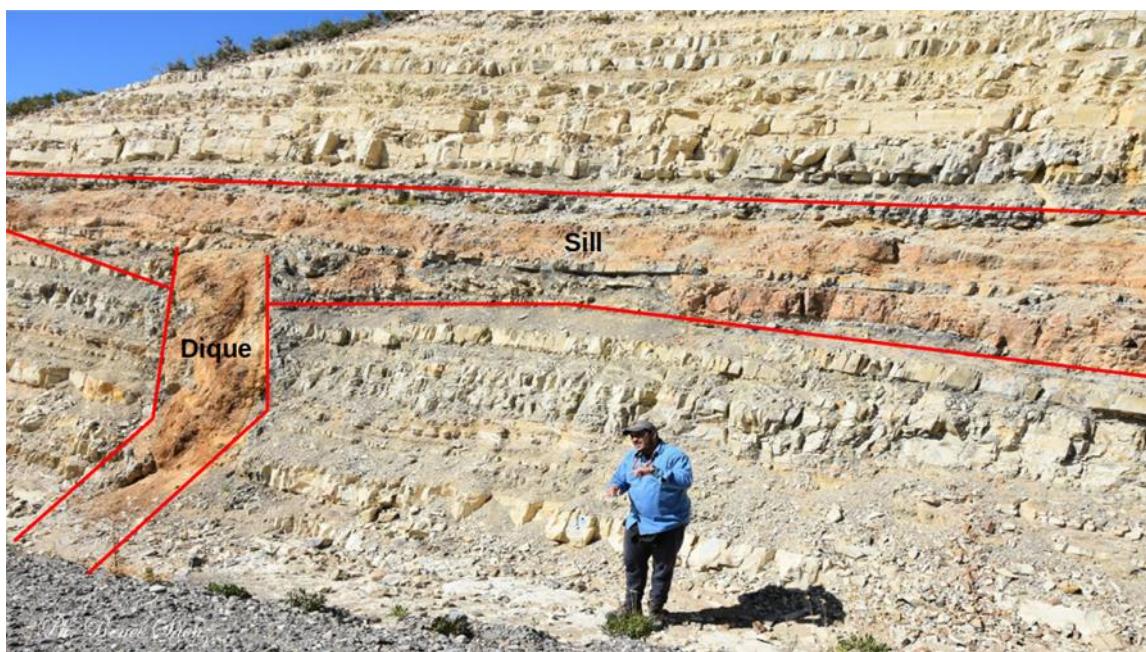


Fig. 9: Dique y sill en la Fm. Agrio

También podemos observar, que hay pequeños cabalgamientos dobles o estructuras dúplex que se forman porque existen fallas de delimitación entre las capas de sedimentos y también, a la apertura o cierre de espacios debido a distintos esfuerzos en las rocas. En este caso el emplazamiento de rocas ígneas intrusivas (diques y sills) son las que propiciaron la apertura o cierre de esta área.

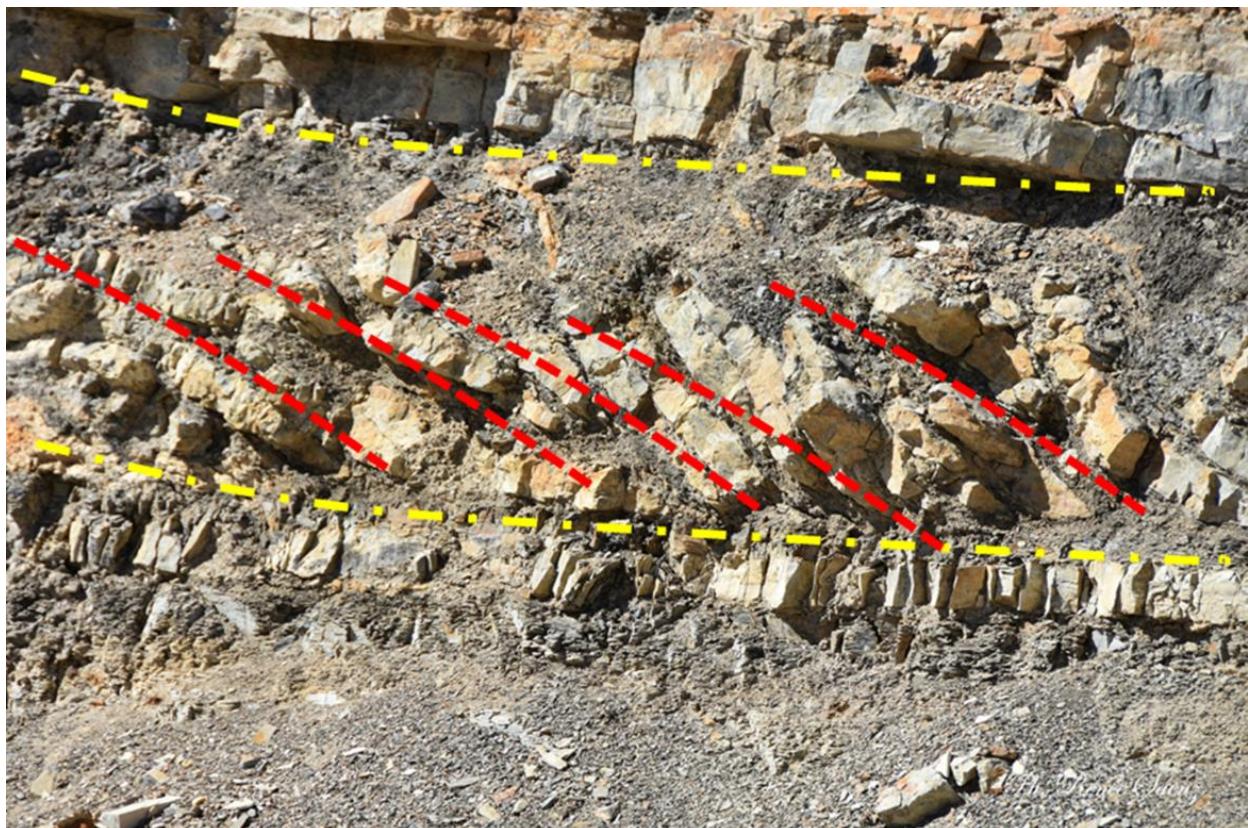


Fig. 10: Estructuras Duplex en la Fm. Agrio

Cuesta del Chihuido Geology

Cuesta del Chihuido is a highly elevated slope with many bends where Mendoza's Group Agrio, Chachao and Vaca Muerta formations are clearly exposed.

As they belong to the Mendoza's Group, they are part of the sedimentation of the Andean Cycle

The Andean Cycle is considered a sedimentary super succession that occurs between the Kimmeridgian (155.7 to 150.8 million years ago) and the Albian (113.0 to 100.5 million years ago), with a period of continental deposition represented by **alluvial, fluvial** and **eolian facies**. These continental deposits abruptly culminate, in the Early Titonian (150.8 to 145.5 million years ago), with dark pelites with substantial organic matter concentration. (Finally, continental and shallow marine sediments complete the Andean cycle.)

The slope's course, moving from north to south, begins with **outcrops** from Vaca Muerta and Chachao **Formations**. Vaca Muerta is at the bottom and Chachao is above it. The Agrio Formation marks the end of the sequence. (Fig.2)

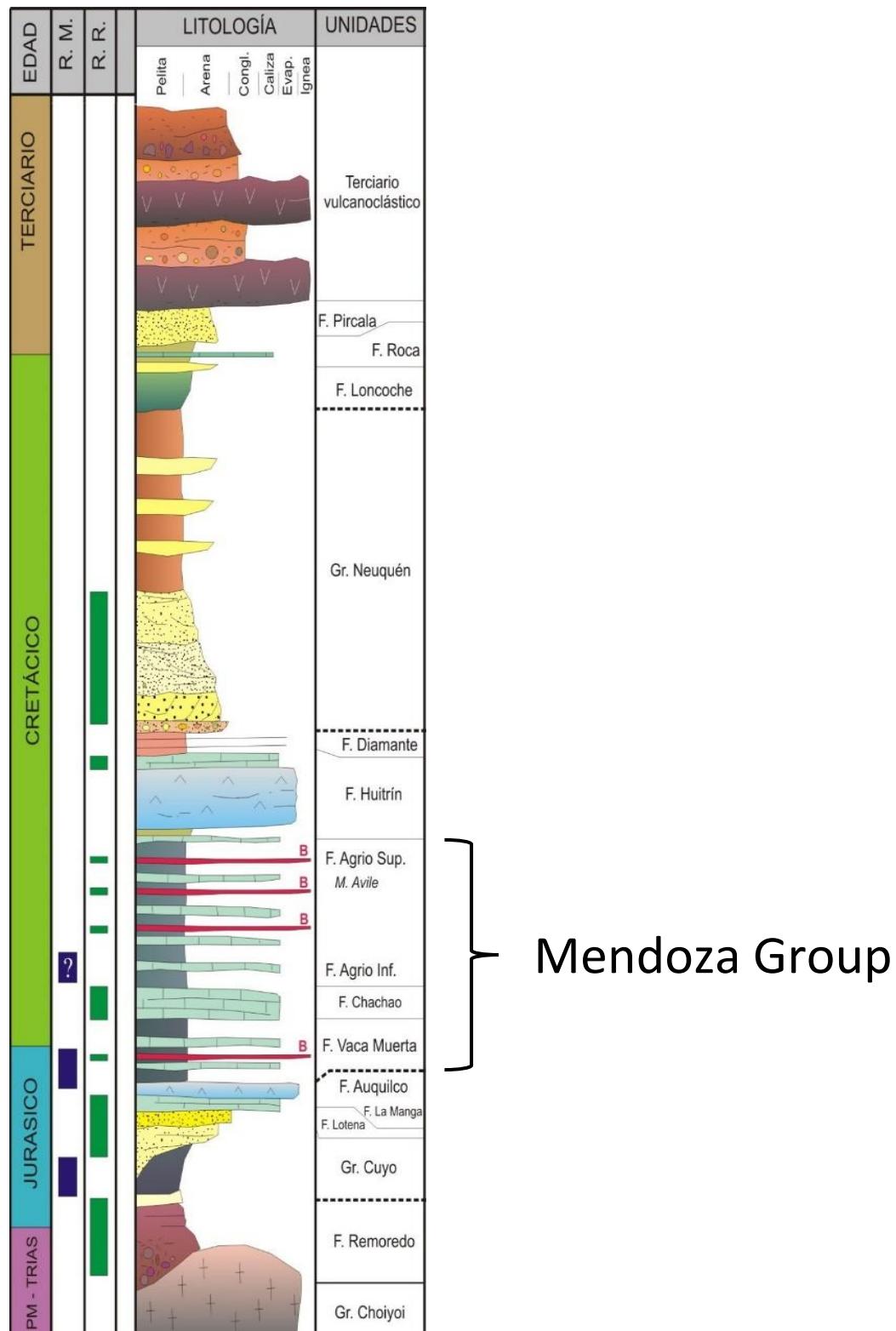
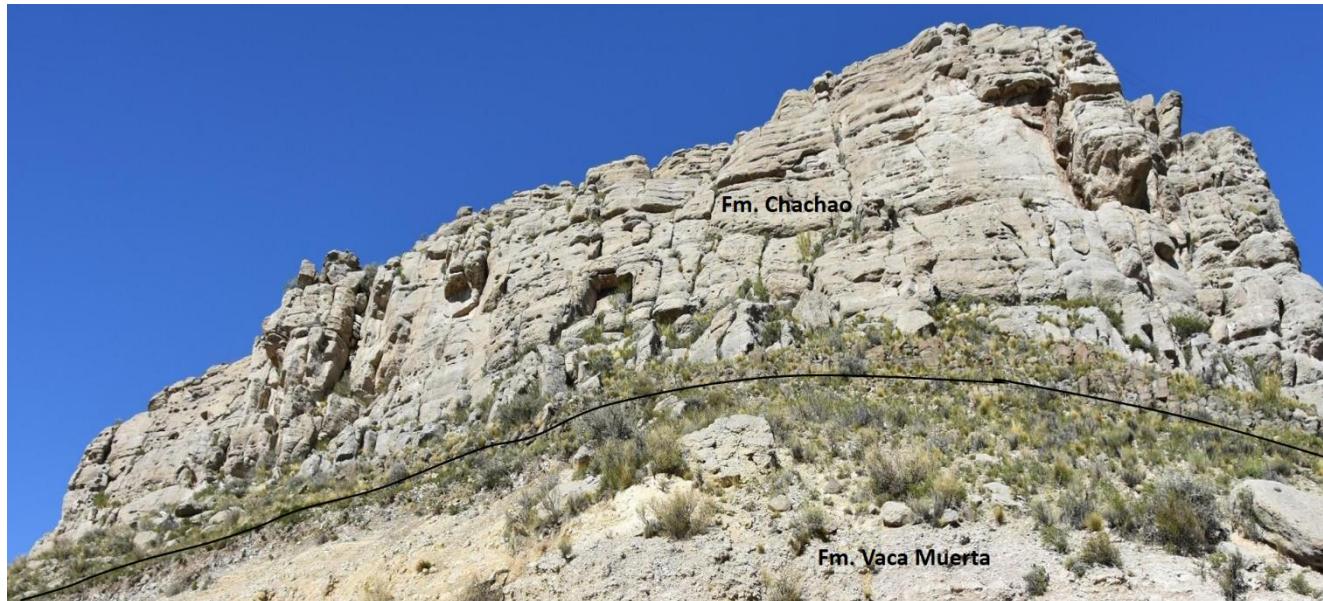


Fig. 2: Stratigraphic column of the Neuquén Basin.

The slope's route, from north to south, starts with the outcrops of Vaca Muerta (observed at the base) and Chachao formation above it. The sequence culminates in the Agrio formation. (fig. 3)

Fig.3: Chachao over Vaca Muerta



Vaca Muerta represents the largest **stratigraphic unit** in Mendoza's **Group**. It was subdivided into three members (Leanza et al., 1990): Vaca Muerta Inferior, at the base, Miembro Los Catutos and Vaca Muerta Superior. Its lithology is made up of **claystones, calcareous claystones and limestones** that range in color from black to light brown.

During the Upper Jurassic (161.2 ± 4.0 to 145.5 ± 4.0 million years ago) a significant marine flooding occurred, which provided favourable conditions for organic accumulation and preservation thanks to an abundant, rich, and diverse fauna of marine vertebrates and invertebrates such as ammonites, bivalves, serpulids, fish and turtles. In addition, the studying of **thin section** has led to the recognition of **microfauna** (radiolarians, foraminifera) and **microflora**. (Fig.4)

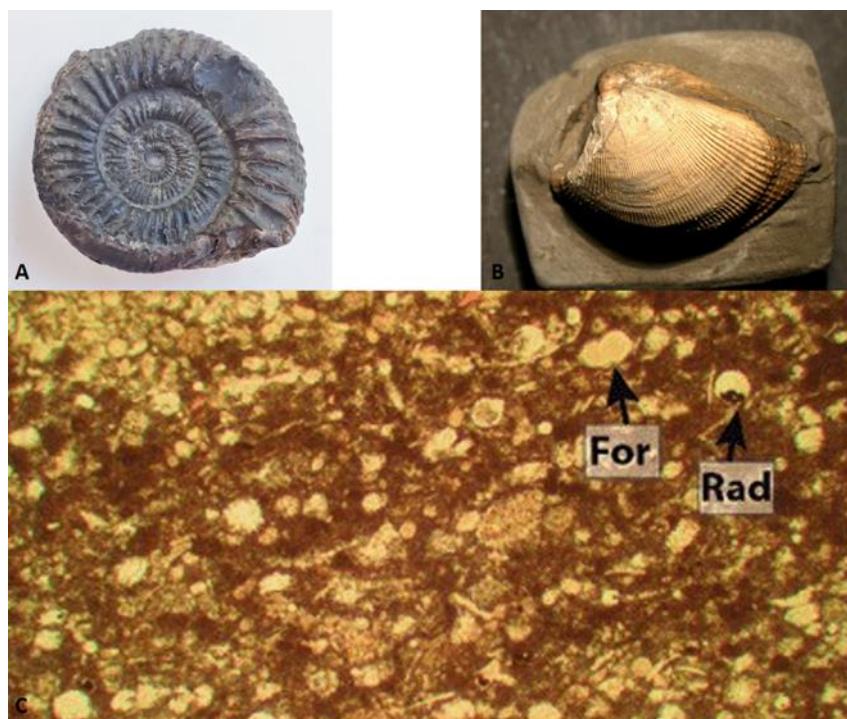


Fig. 4

Fig. 4: A) representative image of ammonite, B) Bivalve, C) radiolarians and foraminifera in thin section.

Due to all the above mentioned, Vaca Muerta Formation is a main source of hydrocarbons, such as oil and/or gas.

The source rock for hydrocarbon, **pelite**, is fine-grained and has a limited permeability. This is why Vaca Muerta source/generator rock is so important for **unconventional reservoirs** in Neuquén's basin as well as hosting other **conventional reservoirs**. Even though Vaca Muerta is an unconventional deposit, its hydrocarbon maturation and outflow supplied a major portion of the basin's conventional reservoirs. These hydrocarbon accumulations come from Vaca Muerta's "kitchen" located in the west of Rio Grande and is buried deep underground. In addition, igneous intrusions helped the maturation and production of hydrocarbons *in situ* and nearby areas.



Fig. 5: Failed sill in the Vaca Muerta Formation.

The lithological composition of this intrusion (Shiuma 1994) has been classified as andesites and polymorphic basalts with little variation in structure, which suggests a common magmatic origin. Recent research has determined that the intrusives emerged as part of the late Miocene Huincan eruptive activity (between 10.5 and 7 million years ago).

The intrusives embedded in the limestones show marked cataphyllite **erosion**, which means that because the rocks are not good heat conductors, the exposed Surface expands more than the interior when heated by the sun. As a result of the constant repetition of this heating phenomenon, stress is generated and leads to rupture.



Fig. 6: Cataphyllous erosion. Photo taken from the doctoral thesis of Araujo, V. S. (2013). Emplazamiento de cuerpos ígneos cenozoicos en el frente montañoso de la Cordillera Principal: Mecanismos y relación espacial-temporal con las estructuras tectónicas andinas.

As mentioned before, the Chachao formation can be observed above the Vaca Muerta Formation.

Chachao is made up of **sandy limestones, clayey limestones and calcareous claystones** to a smaller extent. It has abundant coquina with *Exogyra couloni* (Fig. 7), as well as pelecypods.

It is also abundantly dominated by giant oysters of the genus *Aetostreon Bayle*, between the Jurassic and Cretaceous periods (145.5 - 132.9 Ma).

The oyster association studied would correspond to a low energy marine environment.



Fig. 7: Ostra *Exogyra couloni*

Large outcrops, over 50 mts. thick, have been identified. These values could be related to the presence of **faults**, which would duplicate these thickness.

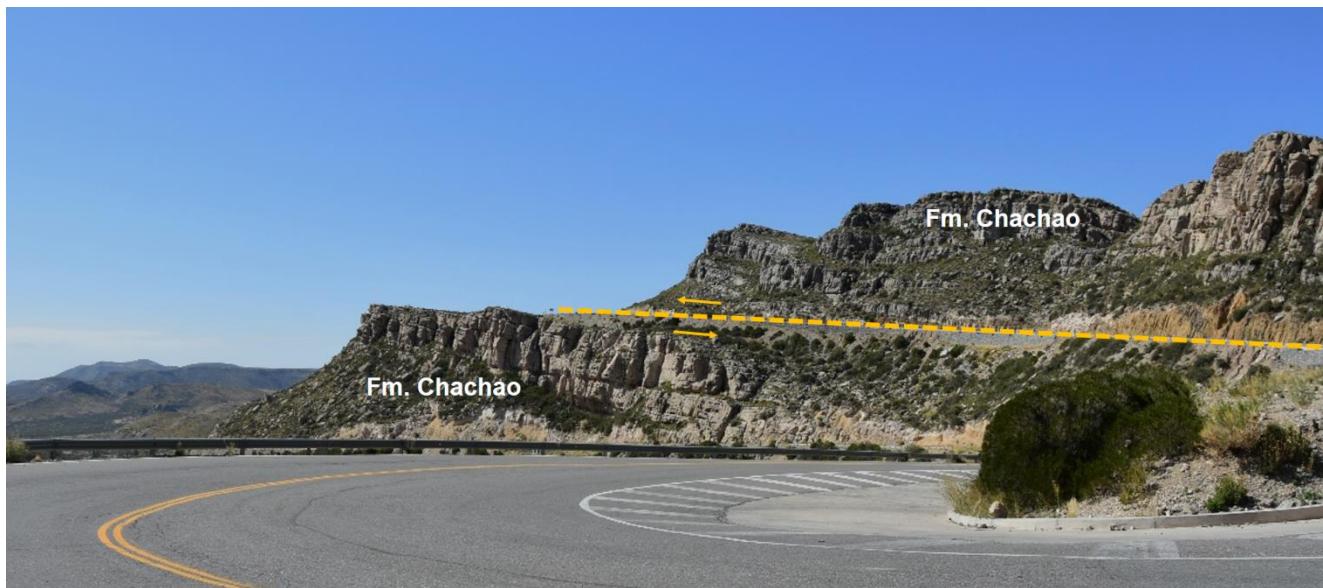


Fig. 8: Fault duplicating the Chachao Formation.

At the end of the slope, there are Agrio Formation outcrops, which could be mistaken with the Vaca Muerta Formation due to their light brown color.

Agrio is the youngest in Mendoza's Group units and is the culmination of marine sedimentation. It has been divided into three members: Agua de la Mula Member at the top and Avilé Member and Pimaltue Member at the base. In this area, only Pilmatué and Agua de la Mula Members are observed, whereas Avilé Member is omitted.

Pilmatué and Agua de la Mula members, outcrops throughout Neuquén's Basin, have mainly a pelitic composition (shales, silty shales, mudstones, and siltstones), with

intercalations of carbonate sediments (micrites, marls, and bioclastic carbonates), sandstones, and fine conglomerates, deposited during the Neuquén embayment.

The Agrio Fm. marine deposits include a rich and varied fauna of marine invertebrates, where various cephalopod taxa have been identified - bivalves, gastropods, echinoderms, annelids, crustaceans, and palynomorphs- as well as less frequent findings of fish and reptile remnants. Nannofossil species, foraminifera, and ostracods from Upper Valanginian (139.8 to 132.9 million years ago) - Upper Hauterivian (132.9 to 129.4 million years ago) have also been identified.

Widespread and rapid marine flooding, where large extensions of the environment were drowned by the clastic supply inhibition and anoxic conditions (without dissolved oxygen), favored the accumulation and preservation of organic matter, which have generated, to a lesser extent, hydrocarbons.

The Agrio Formation has two hydrocarbon-generating levels that grow from the base of the Pimaltue and Agua de la Mula Members, respectively, and are associated with late Valanginian and late Hauterivian floods. Although it shows similar characteristics as Vaca Muerta Formation in sedimentary environments, organic facies, intrusives, and generated products, its geographical distribution is much more restricted with the generating facies well developed only in the northwest of Neuquén province and southwest of Mendoza.



Fig. 9: Dike and sill in the Agrio Formation.

We can also observe small double-dipping faults or duplex structures, which are formed as a result of delimiting faults between sediment layers, and also because of the opening or closing of gaps due to different stress (forces o pressures) in the rocks. In this case, the opening or closing of this area is produced by the emplacement of intrusive igneous rocks (dykes and sills). Fig. 10.

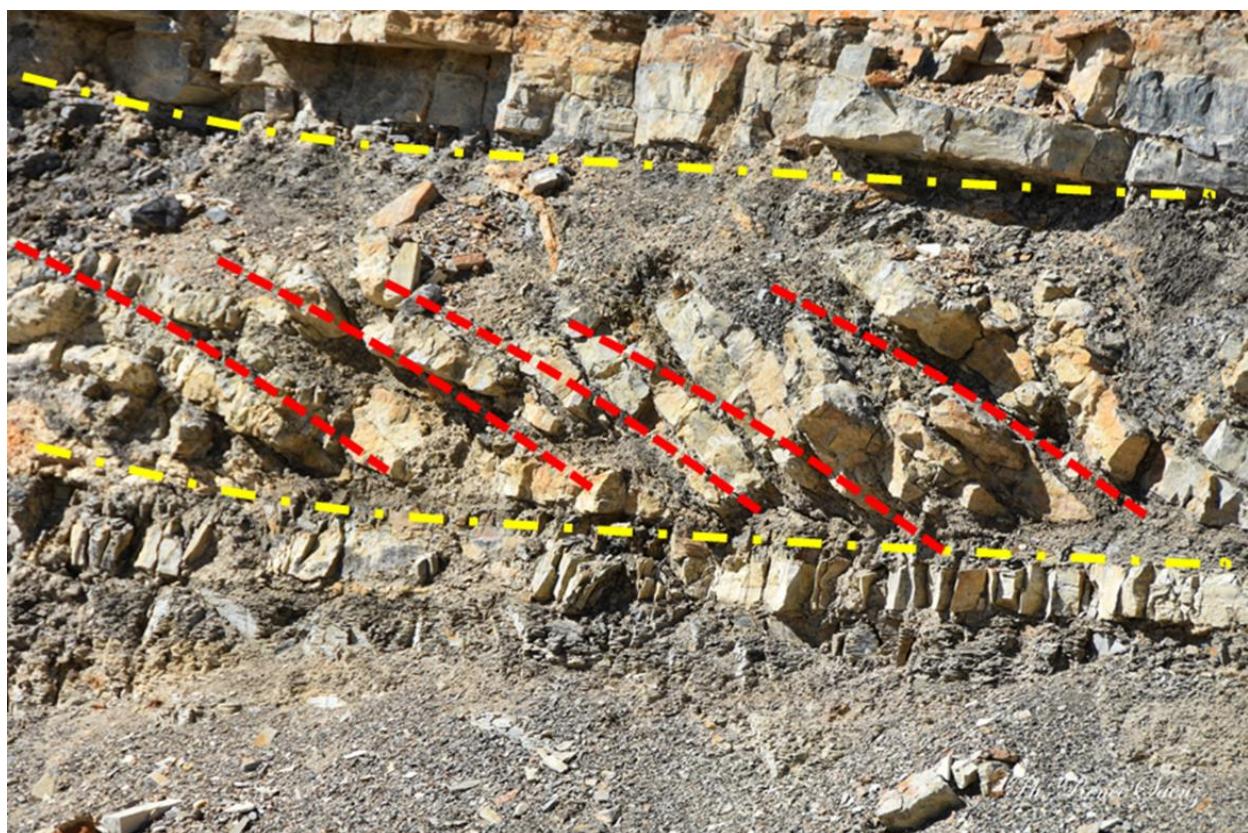


Fig. 10: Duplex structures in the Agrio Formation.

Conclusión

El interés de este sitio reside en la importante exposición de afloramientos de origen marino correspondiente al Gr. Mendoza. En estos afloramientos se observan las distintas formaciones donde destaca su amplio contenido fosilífero, que demuestra su origen por la ocurrencia de moluscos, como ammonites y bivalvos que se observan. Principalmente resalta la formación Vaca Muerta, siendo la principal roca generadora de hidrocarburos en la cuenca neuquina.

Conclusion

The site's major attraction is the important exposure of marine outcrops corresponding to Gr. Mendoza (Mendoza's Group). Different formations are seen in these outcrops, where their considerable fossil material shines out, indicating their origin by the presence of mollusks such as ammonites and bivalves. Vaca Muerta formation which is the principal hydrocarbon-producing rock in the Neuquén basin, stands out.

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a los proyectos Jorge Alberto Sábato de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo, por el financiamiento para el desarrollo del mismo.

Asimismo, agradezco a la Dirección de Promoción y Políticas Turísticas de la Municipalidad de Malargüe por proveer herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto.

Por su orientación y atención a mis consultas, mi agradecimiento con los profesores involucrados.

Acknowledgments

First of all, I would like to express my gratitude to the Jorge Alberto Sábato Project of Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNCuyo, for funding this project.

I am also grateful to the Direction of Tourism Promotion and Policies of Malargüe's Town hall for providing the necessary tools for the development of the project.

For their guidance and attention to my queries, I would like to thank the professors involved.

Glosario

Aluvial: Que se ha formado a partir de materiales arrastrados y depositados por corrientes de agua.

Anélidos: Fílum de gusanos de cuerpo cilíndrico o aplanado y segmentado en anillos.

Arcillitas: roca sedimentaria detrítica.

Bivalvos: Clase de moluscos acuáticos que tienen el cuerpo protegido por una cubierta formada por dos piezas o valvas.

Calizas: roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio.

Cefalópodos: moluscos marinos, que una cabeza prominente y una serie de tentáculos derivados de la estructura conocida como pie en los demás moluscos.

Coquinas: Roca sedimentaria de origen bioquímico perteneciente a las rocas calizas. Se compone especialmente de caparazones calcáreos de organismos marinos.

Crustáceos: especie animal conformada por los artrópodos, en general revestidos de caparazón, cuya respiración es habitualmente bronquial.

Cuenca: hundimiento de la corteza terrestre, formada por la actividad tectónica de las placas, en la que se acumulan sedimentos, donde si se combinan con condiciones adecuadas de profundidad y duración de sepultamiento, pueden generarse hidrocarburos.

Dique: Intrusión ígnea de forma tabular que atraviesa la roca encajante.

Equinodermos: Del grupo de los metazoos marinos, de simetría radiada pentagonal, con un dermatoesqueleto formado por gránulos calcáreos dispersos en el espesor de la piel.

Erosión: proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos como agua, viento, etc.

Facies: características generales de una unidad de roca, que reflejan su origen y la diferencian de otras unidades adyacentes. La fuente mineralógica y sedimentaria, el contenido fósil, las estructuras sedimentarias y la textura distinguen una facies de otra.

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

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

Fluviales: De los ríos o que tiene relación con ellos.

Formación: Un cuerpo de roca suficientemente característico y continuo para ser mapeado.

Gasterópodos: Dícese de los moluscos terrestres o acuáticos que tienen un pie carnoso mediante el cual se arrastran.

Grupo: La unión de dos o más formaciones contiguas asociadas, que presentan un cierto número de características litológicas comunes.

Lamina delgada: son preparaciones que se realizan en rocas para su estudio con microscopio, que consisten en rodajas de roca con un espesor de unas 30 µm

Microflora: Flora microbiana de un medio determinado.

Microfauna: Se trata de cuyo tamaño es menor de 1 mm de diámetro.

Miembro: es una unidad de rango inferior con respecto a la formación, que está establecida en base a diferencias claras en zonas continuas en una formación.

Moluscos: invertebrado que posee simetría bilateral.

Orogenia Andina: proceso responsable del levantamiento de la Cordillera de los Andes.

Palinomorfos: partículas de dimensiones comprendidas entre 5 y 500 µm, que se encuentran en sedimentos y están compuestas de materia orgánica.

Pelita: roca sedimentaria clástica que se constituye principalmente de granos de tamaño menor de 0,002mm.

Provincia Geológica: Para la definición de Provincia Geológica se aplica el concepto vertido por Rolleri, 1976; quien la define como "una región caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos peculiares, siendo el conjunto expresión de una particular historia geológica.

Reservorio convencional: las rocas donde se encuentra el hidrocarburo tienen características de alta porosidad y permeabilidad. El hidrocarburo migró desde la roca generadora hacia reservorios atrapados o trampas donde se acumuló sin migrar a la superficie. Debido a los sellos naturales, en general este tipo de yacimientos pueden desarrollarse mediante pozos verticales con técnicas tradicionales de extracción.

Reservorio No convencional: los hidrocarburos se encuentran en la roca generadora. Estos se encuentran en condiciones geológicas que hacen que el movimiento del fluido sea muy lento debido a las rocas poco permeables. Por lo tanto, este tipo de yacimiento debe desarrollarse con la técnica de estimulación hidráulica, mediante la cual se realizan micro fracturas en la roca para liberar el hidrocarburo.

Roca madre/generadora: Una roca rica en contenido de materia orgánica que, si recibe calor en grado suficiente, generará petróleo o gas.

Rocas ígneas intrusivas: Roca formada por la cristalización del magma, bajo la superficie terrestre.

Sedimentación: es el proceso en el cual los sedimentos se depositan en determinadas zonas de la superficie

Sill: Cuerpo ígneo tabular resultado de una intrusión paralela a las capas de la roca caja.

Taxones: sistemática que designa un nivel jerárquico en la clasificación de los seres vivos, como la especie, el género, la familia, el orden y la clase.

Tectónica: Estudio de los procesos a gran escala que globalmente deforman la corteza terrestre.

Glossary

Alluvial: It is the part of the valley of a river susceptible to flooding during natural water flow.

Andean Orogeny: the processes that, together, result in the formation of mountains.

Annelids: A phylum of worms with cylindrical or flattened bodies segmented into rings.

Bivalves: Class of mollusks aquatics that have the body protected by a deck consisting of two parts or valves.

Cephalopods: marine mollusks than a prominent head and a series of tentacles derived from the structure known as the foot in other mollusks.

Claystone: detritic sedimentary rock.

Conventional Reservoir: the hydrocarbon-bearing rocks have high porosity and permeability characteristics. The hydrocarbon migrated from the source rock into trapped reservoirs or traps where it accumulated without migrating to the surface. Due to the natural seals, in general these types of reservoirs can be developed using vertical wells with traditional extraction techniques.

Coquinas: is a sedimentary rock that is composed either wholly or almost entirely of the transported, abraded, and mechanically sorted fragments of the shells of mollusks, trilobites, brachiopods, or other invertebrates.

Crustaceans: any of a large class (Crustacea) of mostly aquatic mandibulate arthropods that have a chitinous or calcareous and chitinous exoskeleton.

Dike: An intrusive rock that invades preexisting rocks, commonly in a tabular shape that cuts vertically or nearly vertically across preexisting layers.

Echinoderms: any of the marine invertebrate animals constituting the phylum Echinodermata, characterized by tube feet, a calcite body-covering (test), and a five-part symmetrical body.

Erosion: wear and modeling caused by atmospheric agents.

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.

Formation: a formation is a body of strata of predominantly one type or combination of types

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.

Geological province: a region characterized by a certain stratigraphic succession, its own structural style and peculiar geomorphological features, the whole being the expression of a particular geological history (Rolleri, 1976). The boundaries between the different provinces can be transitional.

Group: A series of formations can be classified together to define a group.

Igneous intrusive rock: Rock formed by the crystallization of magma beneath the earth's surface.

Limestones: sedimentary rock composed mainly of calcium carbonate.

Microflora: They are flora whose size is less than 1 mm in diameter.

Microfauna: They are fauna whose size is less than 1 mm in diameter.

Miembro: is a unit of lower rank with respect to the formation, which is established on the basis of clear differences in continuous zones in a formation.

mollusks: any of a large phylum of invertebrate animals with a soft unsegmented body usually enclosed in a calcareous shell broadly

palynomorphs: particles ranging in size from 5 to 500 µm, which are found in sediments and are composed of organic matter.

Pelite: clastic sedimentary rock consisting mainly of grains smaller than 0.002 mm in size.

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.

Sedimentation: process of deposition of a solid material from a state of suspension or solution in a fluid

Sill: igneous rock that forms between preexisting layers of rock. the sheets occur in parallel to the stratification.

Source Rock: A rock rich in organic matter which, if heated sufficiently, will generate oil or gas.

Taxa: is a unit of any rank (i.e. kingdom, phylum, class, order, family, genus, species) designating an organism or a group of organisms.

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.

Thin section: A fragment of rock or mineral mechanically ground to a thickness of approx. 0.03 mm, and mounted between glasses as a microscope slide.

Unconventional Reservoir: hydrocarbons are found in the source rock. These are found in geological conditions that make the movement of the fluid very slow due to the low permeability of the rocks. Therefore, this type of reservoir must be developed with the hydraulic stimulation technique, whereby micro fractures are made in the rock to release the hydrocarbon.

Bibliografía - Bibliography

Nullo, F. E., G. Stephens, A. Combina, L. Dimieri, P. Baldauf, P. Bouza y J. C. M. Zanettini, 2005. Hoja Geológica 3569-III / 3572IV, Malargüe, provincia de Mendoza. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 346, 85 p. Buenos Aires.

Buchanan, Alan & Kietzmann, Diego & Palma, Ricardo. (2017). Evolución paleoambiental de la formación remoredo (jurásico inferior) en el depocentro malargüe, cuenca neuquina surmendocina. Revista de la Asociacion Geologica Argentina. 74.

Bioestratigrafía y paleoambiente de la Formación Agrio (Cretácico Inferior), en la Provincia de Mendoza, Cuenca Neuquina, Argentina 2006 Sara Ballent, Andrea Concheyro, Guillermmina Sagasti 10.4067/s0716-02082006000100003 Revista geológica de Chile.

Lazo, Darío G. & Bressan, Graciela & Milla Carmona, Pablo & Toscano, Agustina & Tunik, Maisa. (2018). Análisis tafonómico preliminar de una asociación de ostras registradas sobre una paleosuperficie cercana al tope de la Formación Chachao, localidad Cuesta del Chihuido, Mendoza.

Pazos, Pablo Jose; Vaca Muerta y algo más: reservorios no convencionales de petróleo; Asociación Civil Ciencia Hoy; Ciencia Hoy; 147; 3-2016; 37-43

Spacapan, J. B., Palma, J. O., Rocha, E., Leanza, H. A., DOdorico, A., Rojas, E. A., Manceda, R., Galland, O., & Medialdea, A. (s. f.). Maduración de las Formaciones Vaca Muerta y Agrio ocasionado por el emplazamiento de un complejo intrusivo magmático en el sector sur mendocino de la Cuenca Neuquina. 11.

Spacapan, J. B., Galland, O., Leanza, H. A., & Planke, S. (2017). Igneous sill and finger emplacement mechanism in shale-dominated formations: A field study at Cuesta del Chihuido, Neuquén Basin, Argentina. Journal of the Geological Society, 174(3), 422-433.

Araujo, V. S. (2013). Emplazamiento de cuerpos ígneos cenozoicos en el frente montañoso de la Cordillera Principal: Mecanismos y relación espacial-temporal con las estructuras tectónicas andinas. 236.

Ponce, Juan & Montagna, Aldo & Carmona, Noelia & Brisson, Ignacio & Buhler, Mariano & Fernandez, Marta & Canale, Nerina & Sigismondi, Mario & Talevi, Marianella & Casadio, Silvio. (2015). GEOLOGÍA DE LA CUENCA NEUQUINA Y SUS SISTEMAS PETROLEROS Una mirada integradora desde los afloramientos al subsuelo.

Tarbuck, E.J. y Lutgens, F.K. (2005): Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física. 8^a ed. 710 pp.