



Universidad Nacional
de **Río Negro**

**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LAS FORMACIONES CHICHINALES Y EL PALO EN
LAS LOCALIDADES DE PASO CÓRDOBA Y VILLA REGINA**

Trabajo final de grado Licenciatura en Geología

Autor: Delgado Kasinsky Estefanía Jael

Directora: Dra. Maisa Tunik

Codirector: Lic. Diego Pino

2021

Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
OBJETIVOS	6
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
MARCO GEOLÓGICO	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	13
Análisis de facies	13
F1- Conglomerado volcánico-clástico clasto soportado (GVa)-Formación El Palo	16
F2- Conglomerado matriz soportado (Gmm)-Formación El Palo	16
F3- Arenisca sabulítica (Sp)-Formación El Palo	16
F4- Arenisca con estratificación entrecruzada (St)-Formación Chichinales	17
F5- Arenisca tobácea (St/Sm)-Formación Chichinales	17
F6- Arenisca macizo (Sm)-Formación Chichinales	18
F7- Areniscas de grano fino intercaladas con arenisca de grano medio a grueso (Sh)- Formación Chichinales	18
F9- Pelita laminada (Fl)-Formación Chichinales	19
Asociaciones de facies	22
Asociación A. Canales gravo-arenosos	22
Asociación B. Canales arenosos	23
Asociación C: Planicie de inundación	25
Petrografía	25
CH0-Formación Chichinales	27
CH1-Formación Chichinales	28
CH2-Formación Chichinales	29

CH3-Formación Chichinales	29
CH4-Formación Chichinales	30
CH5-Formación Chichinales	32
CH6-Formación Chichinales	32
CH7-Formación Chichinales	33
CH8-Formación Chichinales	34
CH9-Formación Chichinales	35
CH10-Formación El Palo	36
CH11-Formación El Palo	37
P2CH1-Formación Chichinales	38
P2CH2-Formación Chichinales	38
P2CH3 A-Formación Chichinales	39
P2CH4-Formación Chichinales	40
P2CH5-Formación Chichinales	41
P2CH6-Formación El Palo	42
DISCUSIÓN	43
Interpretación paleoambiental	43
Procedencia	47
CONCLUSIONES	48
Anexos	50
Bibliografía	50

RESUMEN

Este trabajo comprende el estudio y análisis de las sedimentitas de las formaciones Chichinales y El Palo, depositadas durante el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano. Los trabajos previos sobre estas unidades, muestran un enfoque regional o paleontológico, pero no había estudios sedimentológicos de detalle que incluyeran la petrografía de dichas unidades. Se estudiaron las sucesiones aflorantes en el área de Paso Córdoba y Villa Regina, con el objetivo de interpretar el ambiente de depositación y la procedencia de los sedimentos. Ambas unidades se depositaron en un ambiente fluvial de baja sinuosidad, con variaciones de carga sedimentaria y con gran desarrollo de planicies de inundación. El análisis de las áreas de aporte de las areniscas de las formaciones Chichinales y El Palo indica que el área de aporte pasa de un arco transicional a un orógeno reciclado, en concordancia con las propuestas generales del levantamiento de la cordillera de los Andes.

ABSTRACT

This work includes the study and analysis of the sediments of the Chichinales and El Palo formations, deposited during the late Oligocene-early Miocene. Previous works on these units show a regional or paleontological approach, but there were no detailed sedimentological studies that include the petrography of these units. The outcropping successions in the Paso Córdoba and Villa Regina areas were studied, in order to interpret the deposition environment and the origin of the sediments. Both units were deposited in a fluvial environment of low sinuosity, with variations in sedimentary load and with great development of flood plains. The analysis of the source area based on sandstones of the

Chichinales and El Palo formation suggest that the source area changed from transitional arc through recycled orogen.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En el sector del Alto Valle del río Negro, afloran una serie de rocas clásticas asignadas a las formaciones Chichinales y El Palo. Las mismas están ampliamente extendidas en las áreas que abarcan las Hojas General Roca (Hugo y Leanza, 2001a), Villa Regina (Hugo y Leanza, 2001b) y Neuquén (Rodríguez *et al.*, 2007).

El objetivo de este trabajo es determinar las áreas de procedencia de las formaciones Chichinales y El Palo y realizar una correlación de dos perfiles ubicados en las localidades de Paso Córdoba y Villa Regina. Respectivamente para alcanzar este objetivo se realizaron perfiles estratigráficos, paneles de correlación y análisis petrográficos en los niveles de interés. Estas unidades corresponden al relleno de la cuenca de antepaís ocurrida durante el Mioceno.

La Formación Chichinales fue inicialmente estudiada por Barrio *et al.* (1989), quienes describieron para la unidad, una serie de tufitas castaño claras entre las que alternan niveles de areniscas y en algunos casos niveles con limolitas. Según Hugo y Leanza (2001a), la Formación Chichinales se sobrepone en discordancia erosiva a los Grupos Neuquén o Malargüe, y su conjunto de caracteres litológicos y faunísticos de la Formación Chichinales indican que la misma se depositó bajo condiciones climáticas de carácter continental de tipo subtropical. En la sección inferior de la unidad han dominado ambientes fluviales con moderado a escaso gradiente, con cuerpos de agua someros, mientras que algunos niveles de manganeso indican que debieron existir áreas pantanosas. Estas unidades se asignan al Oligoceno superior tardío-Mioceno medio,

involucrando las Edades Mamífero Colhuehuapense, Santacrucense y, posiblemente, Friasense (Hugo y Leanza, 2001a).

La Formación El Palo, fue definida por Uliana (1979) como una unidad comprendida estratigráficamente entre las formaciones Chichinales y Barranca de los Loros en la base y la Formación Bayo Mesa en el techo. La Formación El Palo está constituida por areniscas grises, gris verdosas y gris azuladas y parduzcas de grano grueso, en parte conglomerádicas, con escasa o nula selección, con intercalaciones tuffíticas gris blanquecinas y material piroclástico a lo largo de todo el perfil. Las características de las sedimentitas de la Formación El Palo permiten inferir que fueron depositadas en un ambiente continental fluvial, con acción de cursos de energía variable. (Hugo y Leanza, 2001a). El carácter lenticular de los cuerpos arenosos y las evidencias de re-depósitos denotan la existencia de ríos anastomosados, en tanto que las intercalaciones de arenas y limolitas sugieren acumulaciones de planicie aluvial (Uliana, 1979). Pascual *et al.* (1984) mencionaron en la Formación El Palo aflorante en los valles de los ríos Colorado y Negro, la presencia de los mamíferos fósiles *Kraglievichia* sp., *Plohophorinae inc. sed.*, *Aspidocalyptus* sp. y *Panochtini sp. inc. sed.*, que determinan una Edad Mamífero Huayqueriense.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es analizar mineralógica y petrográficamente las formaciones Chichinales y El Palo en las localidades de Paso Córdoba y Villa Regina. A partir de las descripciones de las dos unidades, se pretende observar los cambios composicionales tanto de la fracción clástica como de los cementos a lo largo de la

columna sedimentaria. Estos datos brindarán información sobre el área de proveniencia de los sedimentos permitiendo comprender mejor la evolución del ambiente tectónico en el que se depositaron.

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se localiza en el sector oriental de la cuenca Neuquina, precisamente en el Alto Valle del río Negro, entre la localidad de Paso Córdoba, ubicada a 10 kilómetros al sur de la ciudad de General Roca y la ciudad de Villa Regina (Fig. 1). En ambas localidades se levantaron perfiles sedimentológicos de detalle (Figs. 3 y 4).

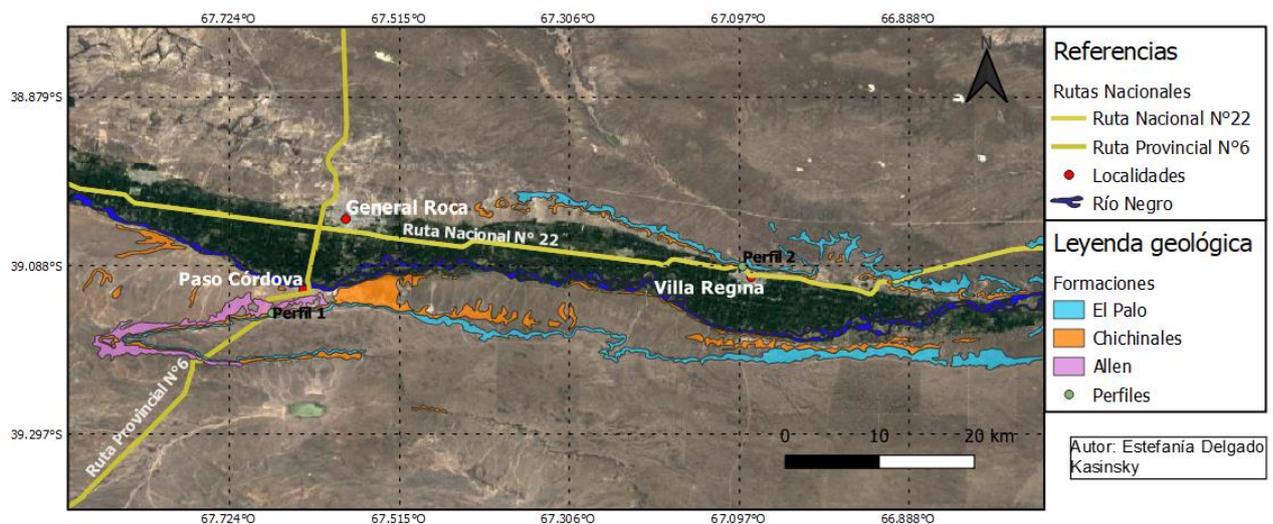


Figura 1: Imagen satelital de *Google Earth* de la zona de estudio donde se destacan los afloramientos de las unidades analizadas y la ubicación de los perfiles (modificado de Hugo y Leanza).

MARCO GEOLÓGICO

La cuenca Neuquina registra una columna sedimentaria de más de 6.000 metros de espesor que incluye rocas marinas y continentales que abarcan desde el Triásico Superior al Paleoceno (Howell *et al.*, 2005). Sobre un basamento integrado por

metamorfitas de bajo grado de edad silúrica y devónica y plutonitas y vulcanitas del Carbonífero-Triásico Inferior que se han incluido, en forma general, dentro del Grupo Choiyoi, se desarrollaron sucesiones de syn-rift que contienen el registro de eventos volcánicos y depósitos epiclásticos del Triásico Superior-Jurásico Inferior que se agrupan bajo la denominación de ciclo Precuyano (Gulisano *et al.*, 1984).

Durante el Jurásico Inferior y Medio comenzó la subducción en el margen occidental de Gondwana (Franzese *et al.*, 2003) y a partir del Jurásico Superior ya se había desarrollado el arco magmático. La subsidencia generada en el retroarco originó las condiciones para que se produjeran transgresiones desde el Pacífico a través de aperturas en el arco (Spalletti *et al.*, 2000; Macdonald *et al.*, 2003). Inicialmente, la topografía generada durante la etapa de syn-rift controló la sedimentación pero con posterioridad, la subsidencia térmica y la extensión detrás del arco generaron las condiciones para la depositación de potentes sucesiones sedimentarias en las que se registra una historia compleja que involucra cambios en el nivel del mar, en las tasas de aporte sedimentario y subsidencia (Fig. 2) (Howell *et al.*, 2005).

El Grupo Neuquén corresponde al ciclo sedimentario que se acumuló en el Cretácico Superior, más precisamente entre el Cenomaniano y el Campaniano inferior, donde se produjo una nueva fase de deformación (movimientos “Intrasenonianos”) que reactivó viejas líneas de debilidad y originó importantes cambios paleogeográficos en la cuenca. A continuación, se depositó el Grupo Malargüe, de naturaleza continental y marina cuya edad se extiende desde el Campaniano superior al Daniano (Ponce *et al.* 2015).

En esta zona también se registran la exhumación luego se produjo el ascenso y plegamiento de los grupos Neuquén y Malargüe, elaborándose una incipiente red de drenaje. Posteriormente se depositaron en discordancia sedimentitas epi- y piroclásticas de la Formación Chichinales, que se atribuyen al Oligoceno Superior y Mioceno Inferior a Medio.

En discordancia erosiva se dispone la Formación El Palo, compuesta por areniscas, conglomerados y tobas de color gris-azulado, estas rocas se habrían depositado en el Mioceno superior (Uliana, 1979; Franchi *et al.*, 1984).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de trabajo habitual en estos estudios, comprende con una parte de estudio en gabinete y otra de campo. En trabajos de gabinete previos a la salida de campo, se realizó una recopilación y análisis de material bibliográfico de la cuenca Neuquina particularmente de las formaciones El Palo y Chichinales y de su interpretación sedimentológica, en las zonas de Paso Córdoba y Villa Regina, Río Negro.

Posteriormente, se realizaron salidas de campo a las zonas de estudio, se levantaron secciones sedimentarias con báculo de Jacob considerando espesores, relaciones de contacto y geometría de los cuerpos de roca, litología, estructuras sedimentarias primarias y secundarias y se realizó un muestreo sistemático desde la base hacia el techo) de las areniscas de interés. En gabinete, se trabajó con imágenes satelitales de la zona de estudio las cuales se obtuvieron a partir del programa *Google Earth*®. Se confeccionó un mapa del área de estudio utilizando las imágenes satelitales y procesándolas con los programas *Q-Gis*® y *Global Mapper*®.

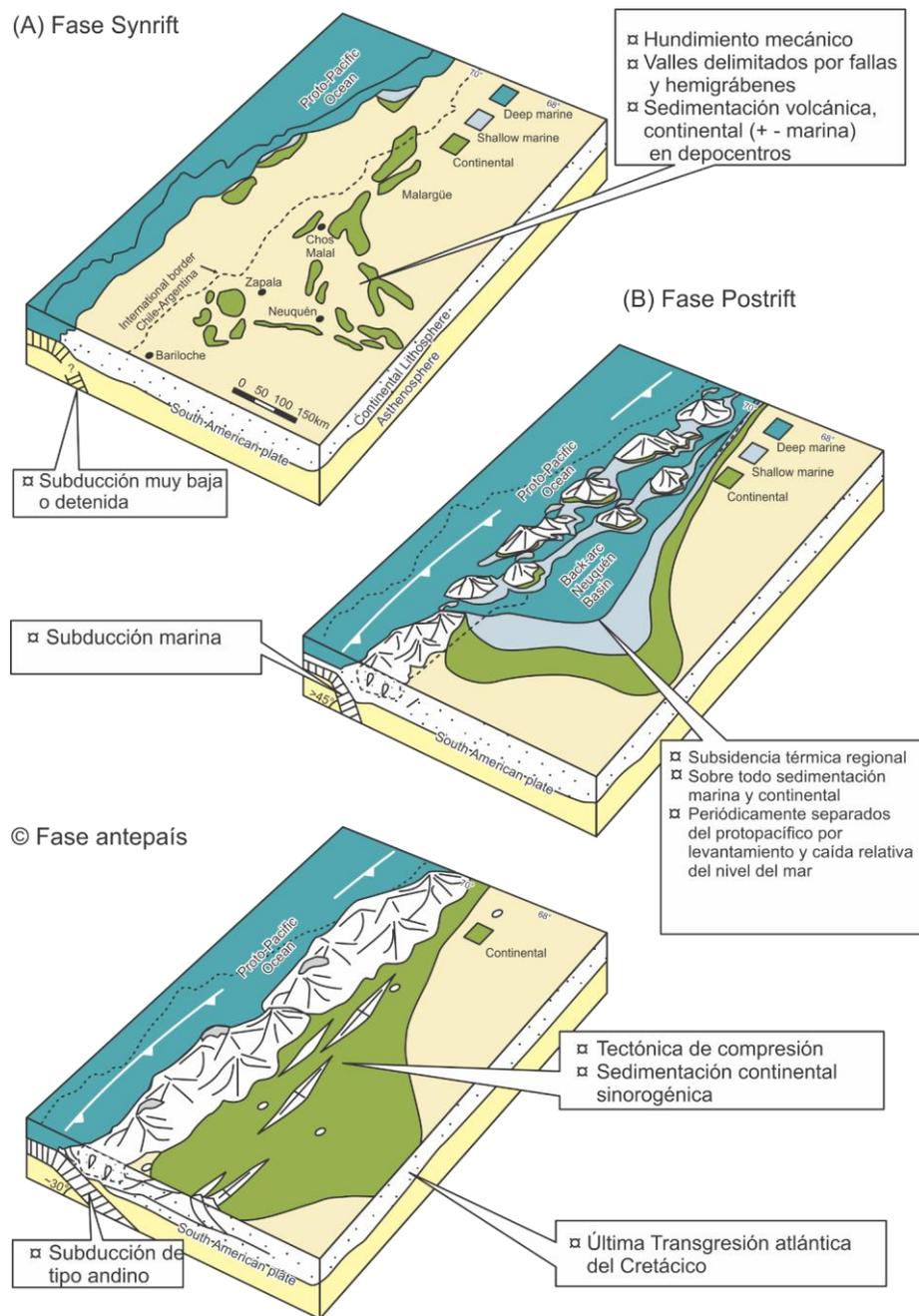


Fig. 2. Evolución esquemática de la cuenca Neuquina desde el Triásico Tardío al Cenozoico. Tomado y modificado de Howell *et. al.*, (2005).

Como tarea de laboratorio, se realizaron descripciones de las muestras de mano y se analizó la petrografía mediante secciones delgadas de todas las muestras recolectadas. Las mismas fueron preparadas en el Instituto de Investigación en

Paleobiología y Geología (IIPG) y en el laboratorio de secciones delgadas del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Los cortes fueron impregnados con resina epoxi azul para resaltar la porosidad y se realizó, en algunos cortes, tinción para carbonatos con rojo de alizarina y ferricianuro de potasio, siguiendo el método de Dickson (1965).

Se observaron, describieron y analizaron 19 muestras (Tabla 1) llamadas CH, haciendo referencia a la formación y P2CH refiriéndose al segundo perfil. De las mismas, sólo 9 cumplían con las condiciones necesarias para aplicar la técnica de Gazzi-Dickinson. El método Gazzi-Dickinson (Zuffa, 1985) es el más utilizado para cuantificar la fracción clástica de las areniscas. Para ello se utiliza una platina graduada que permite el movimiento de la muestra a intervalos constantes de distancia, formando una red de puntos en un sistema de coordenadas (x-y). Cada vez que se mueve la platina, el observador registra el componente que cae en el cruce de los hilos del retículo del ocular. Para que el conteo sea estadístico, se recomienda contar entre 300 y 400 puntos por muestra. El método también indica que deben ser areniscas finas a medias con menos del 15% de matriz y cemento. Para analizar los cortes se utilizó un microscopio óptico de luz polarizada marca (Nikon Eclipse E200) del IIPG.

Muestra	Clasificación según Dott (1964)	Conteo modal	Formación
CH0	Arenisca	Si	Allen
CH1	<i>Wacke</i>	No	Chichinales

CH2	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
CH3	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
CH4	Arenisca tobácea	Si	Chichinales
CH5	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
CH6	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
CH7	Arenisca tobácea	Si	Chichinales
CH8	Arenisca tobácea	Si	Chichinales
CH9	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
CH10	Conglomerado	Si	El Palo
CH11	Conglomerado	Si	El Palo
P2CH1	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
P2CH2	Arenisca tobácea	Si	Chichinales

P2CH3 A	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
P2CH3 B	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
P2CH4	<i>Wacke</i>	No	Chichinales
P2CH5	Arenisca tobácea	Si	Chichinales
P2CH6	Arenisca tobácea	Si	El Palo

Tabla 1. Listado de muestras descritas y utilizadas para clasificación y análisis.

Para la clasificación de las areniscas se utilizó el diagrama de Folk *et al.* (1970) y para los estudios de procedencia, los gráficos de Dickinson *et al.* (1983).

Para el análisis modal se utilizó el método de Gazzi-Dickinson en seis muestras de Paso Córdoba y tres muestras de Villa Regina, contando 300 puntos por corte delgado. Para llevar a cabo el conteo modal se tuvieron en cuenta tres tipos de cuarzo: cuarzo monocristalino flash (Qmf), cuarzo monocristalino con extinción ondulosa (Qmo) y cuarzo policristalino (Qp); se dividieron los feldespatos en, feldespato potásico (Fk) y plagioclasa (P); los fragmentos líticos se dividieron en lítico sedimentario (Ls), lítico volcánico con textura seriada (Lvs), lítico volcánico con textura pilotáxica (Lvp) y lítico volcánico con textura de tipo *lathwork* (Lvl); en el caso de las matrices y cementos se identificaron: matriz volcánica (mv), matriz silíceas (msi), matriz sedimentaria (ms), cemento carbonático (cc),

cemento illita (ci), cemento de calcita no ferrosa (cnf) y por último se discriminaron anfíboles (A), piroxenos (Px), micas (M), opacos (Op) y porosidad (O).

RESULTADOS

Análisis de facies

A partir de los datos relevados y de su análisis, se reconocieron y definieron nueve facies sedimentarias utilizando como criterios la litología, la granulometría, las estructuras sedimentarias primarias y el contenido fósil. Las figuras 3 y 4 ilustran los perfiles con la posición estratigráfica de las muestras en cada una de las secciones medidas. A continuación, se detallan las nueve facies utilizando la nomenclatura de Miall (1996) con sutiles modificaciones y se sintetizan en la Tabla 2 con su interpretación correspondiente.

F1- Conglomerado volcaniclástico clasto soportado (GVa)-Formación El Palo

Conglomerado volcaniclástico, moderadamente seleccionado, clasto soportado y con estratificación entrecruzada en artesa. Los clastos son fragmentos de rocas piroclásticas, angulosos y de hasta siete centímetros de eje máximo aparente. La matriz está compuesta por una toba fina (Fig. 5-A).

Interpretación

Migración subácuea de dunas 3D gravosas, relacionadas al retrabajo de depósitos piroclásticos (Umazano *et al.*, 2014).

Perfil estratigráfico Villa Regina

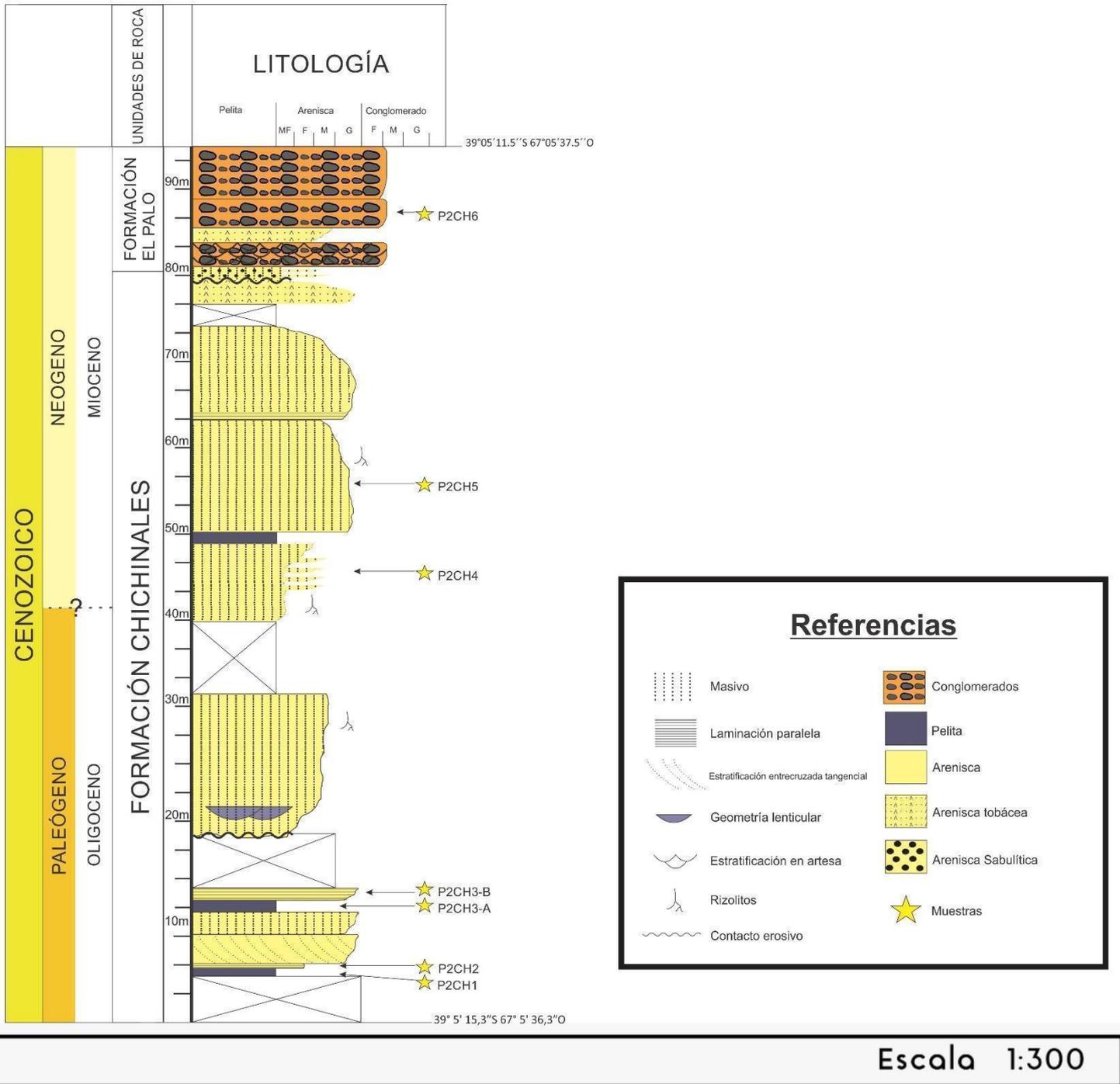
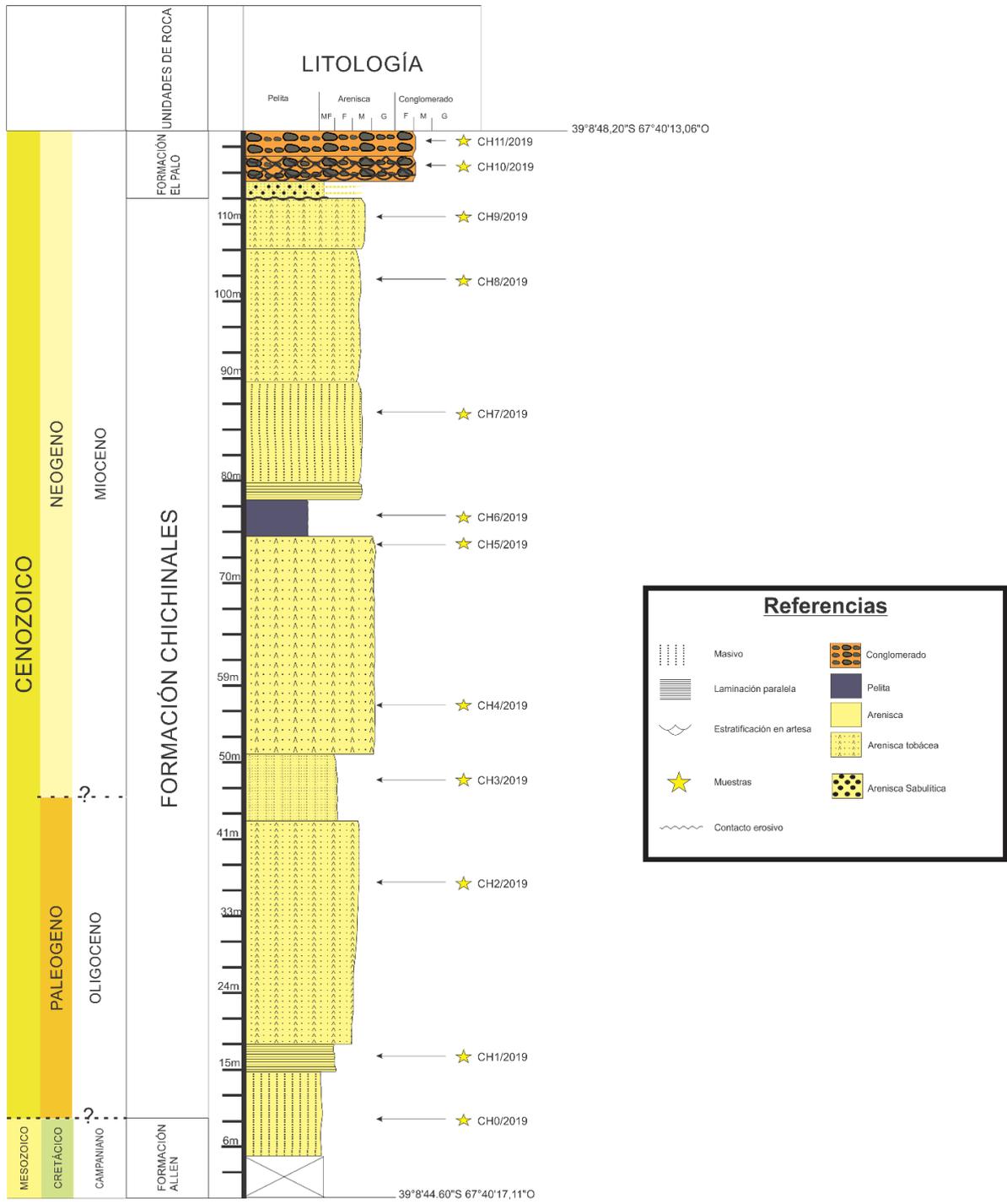


Figura 3: Perfil sedimentológico de la sección relevada en Villa Regina.

Perfil estratigráfico Paso Córdoba



Escala 1:300

Figura 4: Perfil sedimentológico de la sección relevada en Paso Córdoba.

F2- Conglomerado matriz soportado (Gmm)-Formación El Palo

Conglomerado matriz soportado, mal seleccionado y macizo. Los clastos, en general de tamaño guija y sub-redondeados, incluye intraclastos sedimentarios y clastos volcánicos efusivos. La matriz es areno-tobácea fina (Fig. 5-B).

Interpretación

La fábrica matriz soportada y maciza de los conglomerados sugiere un origen a partir de flujos de detritos (Miall, 1996).

F3- Arenisca sabulítica (Sp)-Formación El Palo

Arenisca de grano muy grueso a sabulíticas con estratificación entrecruzada de bajo ángulo, dispuestas en *sets* de geometría lenticular de escasa extensión lateral que conforman *cosets* con geometría tabular. Internamente presentan gradación normal, también presentan rizolitos y sectores con oxidación (Fig. 5-C).

Interpretación

La estratificación entrecruzada tabular planar indica la migración sub-ácuea de dunas bidimensionales arenosas en condiciones de bajo régimen de flujo (Miall, 1996), interpretándose como relleno de estructuras erosivas (Miall, 1996; 2014).

F4- Arenisca con estratificación entrecruzada (St)-Formación Chichinales

Arenisca de grano grueso a medio con estratificación entrecruzada tangencial difusa dispuestas en cuerpos de geometría tabular con base erosiva (Fig. 5-D).

Interpretación

Se interpreta la migración sub-ácuea de dunas tridimensionales arenosas en condiciones de bajo régimen de flujo (Miall, 1996).

F5- Arenisca tobácea (St/Sm)-Formación Chichinales

Arenisca de grano muy grueso compuesta por fragmentos líticos, cuarzo y fragmentos piroclásticos re TRABAJADOS (pómez). Presenta estratificación entrecruzada tangencial y en sectores conserva un aspecto macizo. Esta facies se dispone en cuerpos de geometría lenticular de gran escala, con bases erosivas e internamente presentan una gradación normal.

Interpretación

Deposición rápida durante condiciones de alta descarga (Miall, 1996) y re trabajo de depósitos de caída.

F6- Arenisca macizo (Sm)-Formación Chichinales

Arenisca de grano medio a fino macizo y dispuestas en *sets* con geometrías lenticulares que se superponen y componen *cosets* de geometría tabulares de gran extensión lateral. Esta facies presenta abundantes rizolitos y zonas con oxidación.

Interpretación

Deposición rápida a partir de flujos de alta energía (Miall, 1996).

F7- Areniscas de grano fino intercaladas con arenisca de grano medio a grueso (Sh)-Formación Chichinales

Arenisca de grano fino a muy fino con estratificación horizontal con intercalaciones centimétricas de arenisca de grano grueso a medio. Esta facies se dispone en cuerpos de geometría tabular con bases y topes netos (Fig. 5-E).

Interpretración

Los depósitos representan condiciones de fondo plano, de bajo y alto régimen de flujo (Miall, 1996).

F8- Arenisca con laminación horizontal (F1/Fm)-Formación Chichinales

Son arenisca de grano muy fino con laminación horizontal, dispuestas en cuerpos de geometría tabular con bases y topes netos. Internamente pueden presentar intercalaciones milimétricas de pelitas de color verdoso.

Interpretación

Las características de estos depósitos son compatibles con un flujo gravitatorio diluido con alta concentración de sedimentos (Miall, 1996).

F9- Pelita laminada (F1)-Formación Chichinales

Pelita de color ocre con laminación horizontal dispuestas en cuerpos de geometrías tabulares de bases y topes netos. Hacia el techo de los mismos, presenta rizolitos y abundantes halos de oxidación (rizo halos?).

Interpretración

Estos depósitos sugieren la decantación de sedimentos suspendidos en sectores encharcados (Miall, 1996), que originaron depósitos posteriormente colonizados por plantas.

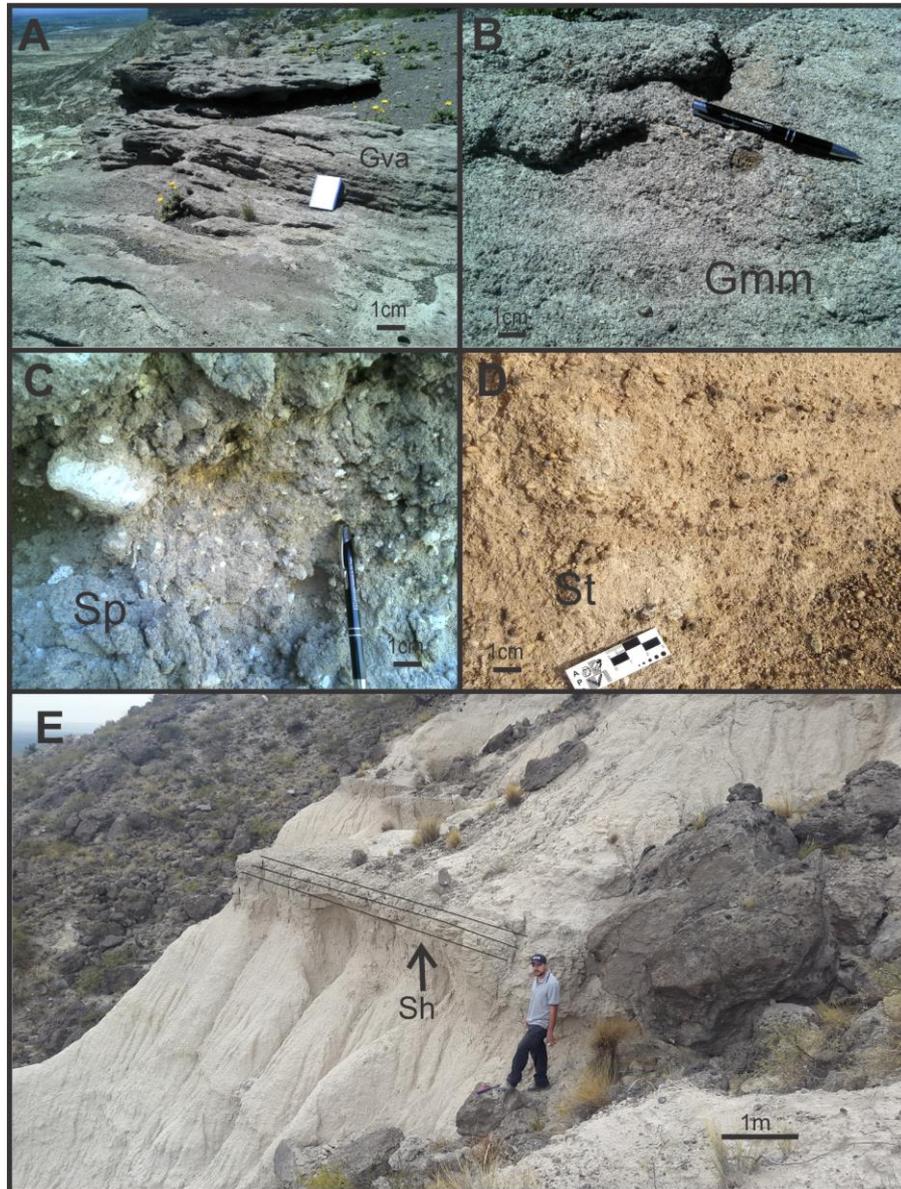


Figura 5: Fotos de campo de las facies reconocidas. A. Facies Conglomerado volcániclastico clasto soportado (Gva) B. Facies conglomerado matriz soportado (Gmm) C. Facies arenisca sabulítica (Sp) D. Facies arenisca con estratificación entrecruzada (St) E. Facies Areniscas de grano fino intercaladas con arenisca de grano medio a grueso (Sh).

Asociaciones de facies

A partir del análisis de facies se determinaron tres asociaciones de facies:

Asociación A. Canales gravo-arenosos

Esta asociación de facies es característica de la Formación El Palo, se compone principalmente por *sets* de cuerpos lenticulares que conforman *cosets* de geometrías tabulares, en los que predominan los conglomerados matriz sostén (Gt) y areniscas sabulíticas (Sp). La geometría que presentan junto a la estratificación entrecruzada en artesa y la granulometría de los depósitos permiten inferir que esta asociación de facies corresponde a canales gravo-arenosos (Fig. 6). La depositación se relaciona mayormente a la migración sub-ácuea de formas de fondo gravosas bidimensionales (Collinson y Thompson, 1982), probablemente asociadas a barras transversales (Miall, 1996) y a dunas tridimensionales arenosas en condiciones de bajo régimen de flujo (Miall, 1996).

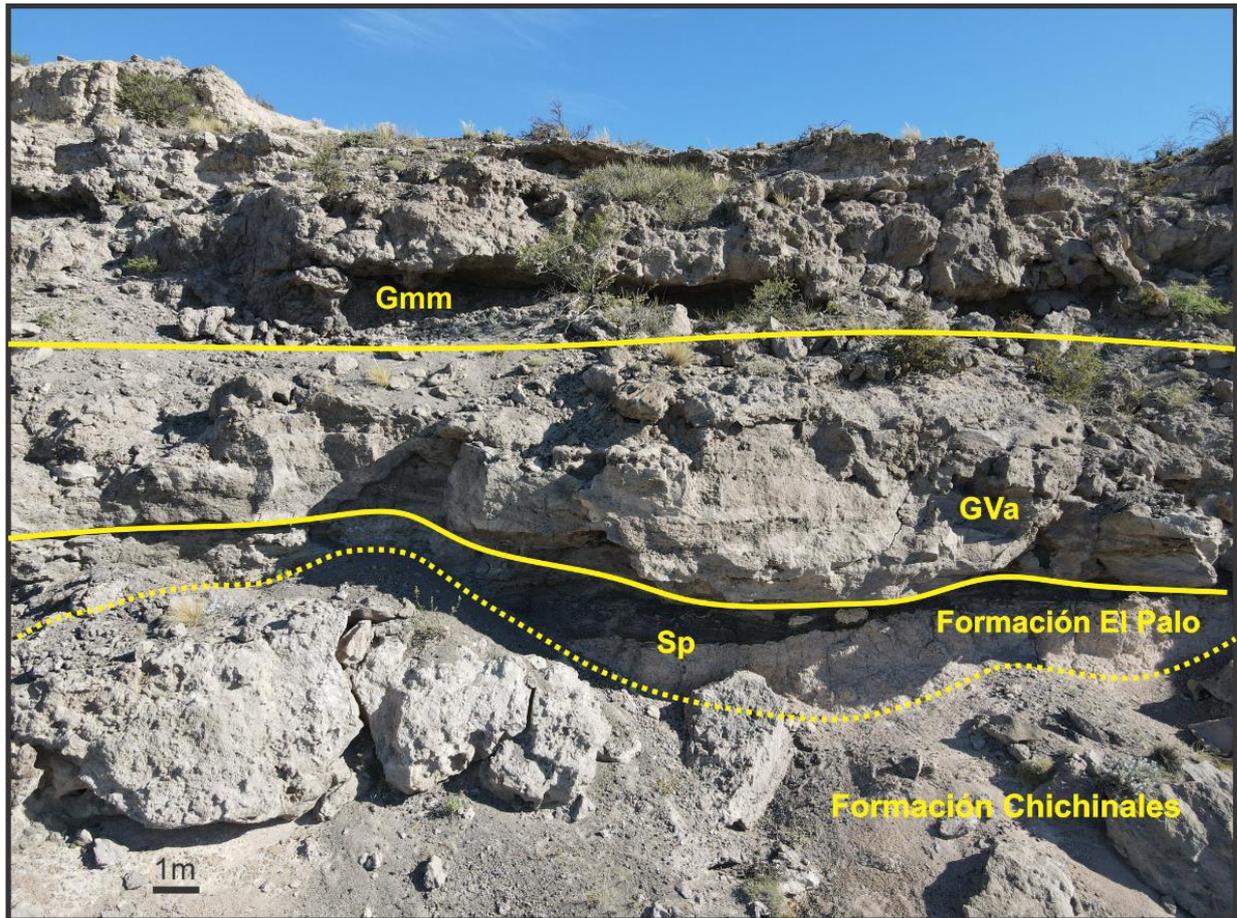


Figura 6: Foto de campo de las facies reconocidas de la formación El Palo y Chichinales de la zona de Paso Córdoba.

Asociación B. Canales arenosos

Si bien se reconocen en ambas unidades, esta asociación predomina en la Formación Chichinales e incluye cuerpos con geometría canalizada, con bases comúnmente planas y erosivas. Predominan areniscas de grano grueso con estratificación entrecruzada tangencial (St), areniscas tobáceas con estratificación entrecruzada difusa a macizo (St/Sm), areniscas de grano medio a fino macizo (Sm) y areniscas de grano fino con intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso con estratificación horizontal (Sh) (Fig. 7). Los depósitos permiten inferir que esta asociación de facies corresponde a canales arenosos. La geometría canalizada o acintada de los cuerpos arenosos, sus

bases erosivas, y la tendencia granodecreciente indican que se trata de depósitos de fajas de canales fluviales (Allen, 1964; Walker y Cant, 1984; Miall, 1996; Bridge, 2003). Vinculados a estos depósitos y, teniendo en cuenta su composición y su disposición, se evidencia un retrabajo del material piroclástico no consolidado (pómez).

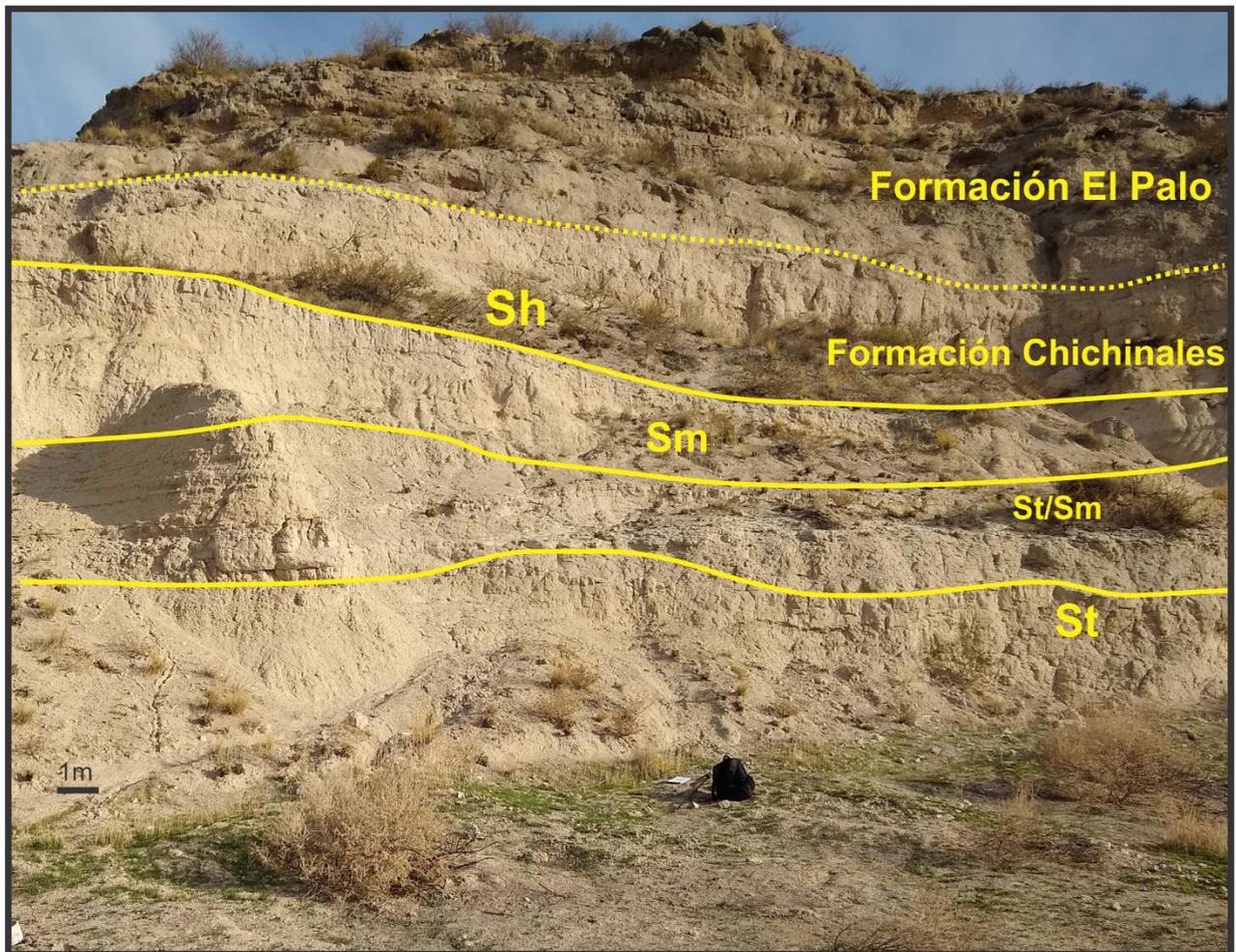


Figura 7: Foto de campo de las facies reconocidas de la Formación Chichinales en la zona de Villa Regina.

Asociación C: Planicie de inundación

Esta asociación de facies corresponde principalmente a la Formación Chichinales en ambos perfiles, y en el caso de Paso Córdoba con un espesor menor se encuentra en

la Formación Allen, e incluye cuerpos (4 metros de espesor aproximadamente) con geometría tabular con bases planas y no erosivas. Las facies constitutivas son, areniscas de grano muy fino con intercalaciones de pelitas con laminación horizontal (FI/Fm) y pelitas laminadas con presencia de rizolitos (FI/Fr). El análisis de facies que componen esta asociación, permite inferir que esta asociación de facies corresponde a la parte proximal de una planicie de inundación (Bridge, 1993, 2003, 2006; Miall, 1996), donde la sedimentación estuvo dominada por decantación.

Códigos	Facies	Estructuras sedimentarias	Geometría	Interpretación	Asociación de facies
Gmm	Conglomerado matriz soportado	Macizo	Lenticular a tabular	Flujo de detritos	A. Canales gravo-arenosos
GVa	Conglomerado volcánico clasto soportado	Estratificación entrecruzada en artesa	Lenticular a tabular	Migración subcúnea de dunas 3D gravosas, relacionadas al retrabajo de depósitos piroclásticos (Umazano <i>et al.</i> , 2014)	
Sp	Arenisca sabulítica	Estratificación entrecruzada de bajo ángulo (<15°)	Tabular	Relleno de estructuras erosivas (Miall, 1996; 2014)	
St	Arenisca de grano grueso	Estratificación entrecruzada tangencial	Tabular	Migración de dunas 3D (Miall, 1996; 2014)	B. Canales arenosos
St/Sm	Arenisca Tobácea	Estratificación entrecruzada difusa a macizo	Lenticular	Deposición rápida durante condiciones de alta descarga (Miall, 1996) y retrabajo de depósitos de caída.	

Sm	Arenisca de grano medio a fino	Macizo	Tabular	Deposición rápida a partir de flujos de alta energía (Miall, 1996).	
Sh	Arenisca de grano fino con intercalaciones de arenisca de grano medio a grueso	Estratificación horizontal	Tabular	Depósitos de capa plana hacia un caudal de alta energía (Alexander <i>et al.</i> , 2001)	
Fl/Fm	Arenisca de grano muy fino con intercalación de pelita	Laminación horizontal	Tabular	Deposición por suspensión y por corrientes tractivas débiles (Miall, 1996)	C. Planicie de Inundación
Fl/Fr	Pelita laminada	Laminación horizontal	Tabular	Depósitos generados durante eventos de inundación (Nanson y Croke, 1992; Miall, 1996). Capa de raíces desarrollo de suelo incipiente (Miall, 1996)	

Tabla 2: En la tabla se encuentran las nueve facies definidas con sus principales características, los códigos de las facies clásticas fueron extraídos de Miall (1996).

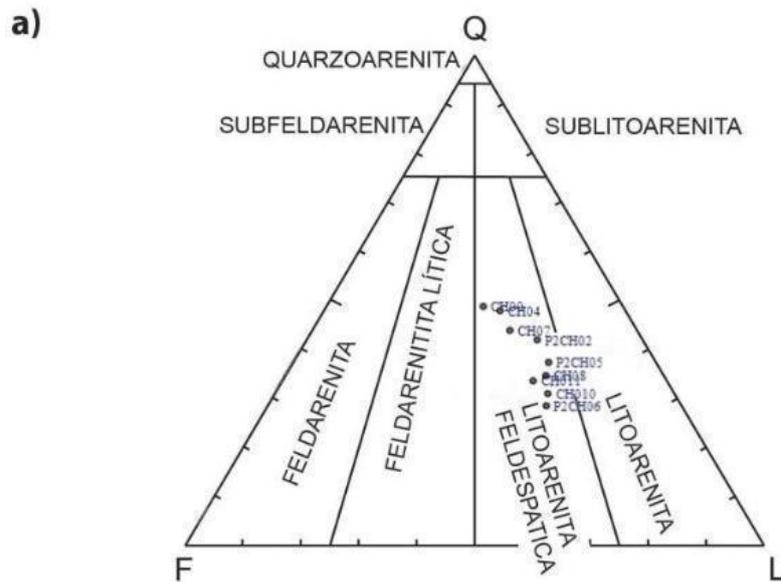
Petrografía

Los resultados del conteo modal realizado a los nueve cortes delgados se pueden observar en el Anexo y en la tabla 3 se muestran los valores obtenidos de QFL (cuarzo-feldespatos-líticos), los mismos fueron volcados en el diagrama de Folk *et al.* (1970) y Dickinson *et al.* (1983) (Fig. 8).

Muestra	CH0	CH4	CH7	CH8	CH10	CH11	P2CH2	P2CH5	P2CH6
Cuarzo total	48,29	47,44	43,87	34,14	30,48	33,08	41,48	36,86	28,01

Feldespatos (P+FK)	23,93	21,40	21,93	20,08	21,56	22,81	17,90	18,25	23,05
Líticos	27,78	31,16	34,20	45,78	47,96	44,11	40,61	44,89	48,94
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 3: Tabla de los porcentajes de cuarzo-feldespato-líticos recalculados al 100% de las muestras analizadas en este trabajo.



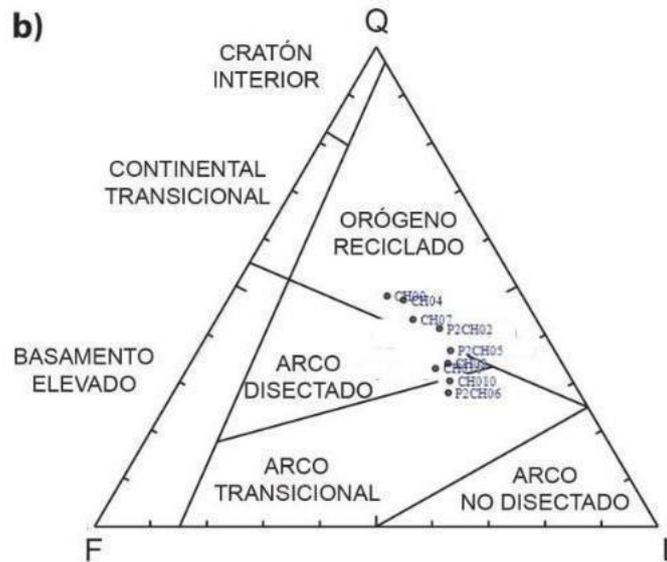


Figura 8: A. Ploteo de las muestras en el diagrama de Folk *et al.* (1970). B Ploteo de las muestras en el diagrama de procedencia de Dickinson *et al.* (1983).

Se describen a continuación las muestras analizadas:

CH0-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q 48,9%, F 23,93% y L 27,78%) (Fig. 8 y Fig. 9). En general, los granos se presentan bien redondeados. El tipo de cuarzo más abundante es el monocristalino con una extinción flash (10%) y ondulosa (15%) y se encuentran cuarzos policristalinos con una abundancia de 13%. El tamaño de grano es variado entre 0,5 y 0,2 mm. Se pudieron distinguir algunos cuarzos con engolfamiento. Las plagioclasas (10,6%) son más abundantes que el feldespato alcalino (8%). Dentro de los líticos, se identificaron tres tipos de líticos volcánicos con textura de tipo *lathwork* (6,33%), pilotáxica (4,67%) y seriada (6%), indicando una composición predominantemente básica. También se reconocieron líticos sedimentarios de baja abundancia. La muestra presenta un cemento

carbonático de calcita no ferrosa y se identificó un cemento arcilloso de tipo *rim* probablemente illita.

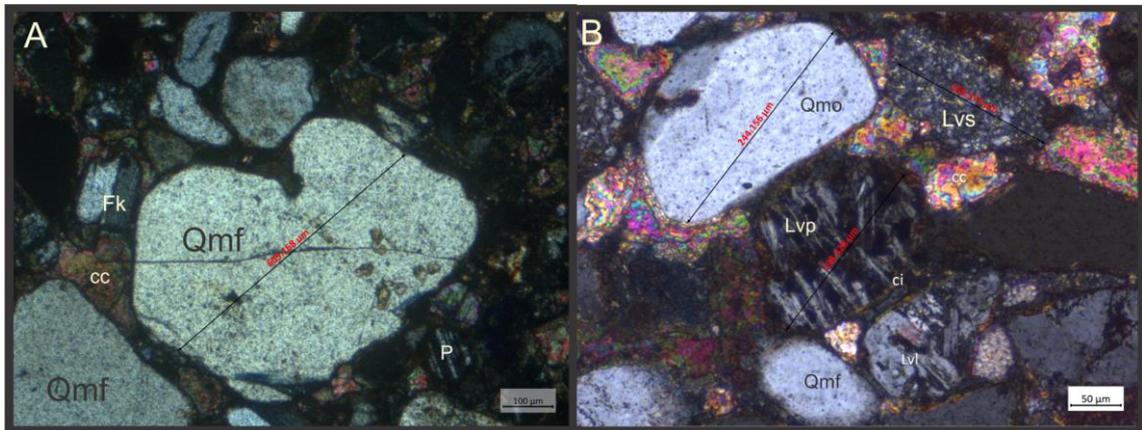


Figura 9: Detalle de la fracción clástica de la muestra CH0. Se observan clastos de cuarzo monocristalino con extinción ondulosa (Qmo) y flash (Qmf) y feldespato potásico (Fk). En la imagen B se puede visualizar un lítico volcánico con textura pilotáxica (Lvp), con textura *lathwork* (Lvl) y seriado (Lvs). En las imágenes se observa el cemento carbonático (Cc).

CH1-Formación Chichinales

El contenido de matriz de esta muestra es mayor al 15%, se define como *wacke*, y no se tuvo en cuenta para el conteo. De lo preservado, se observa que predomina el cuarzo monocristalino, las plagioclasas sobre el feldespato alcalino, los fragmentos líticos más comunes son los que presentan pastas volcánicas con texturas microlíticas y trizas (Fig. 10). En cuanto a la matriz es piroclástica y se encuentra parcialmente reemplazada por analcima.

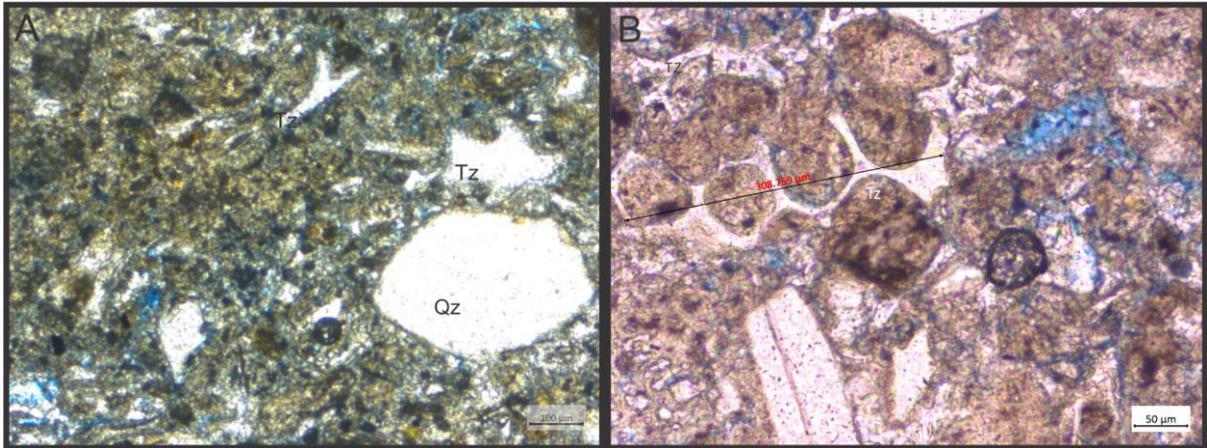


Figura 10: Vista general del *wacke* tobáceo correspondiente a la muestra CH1. Se observan trizas pumíceas (Tz), cuarzo (Qz) y feldespato potásico (Fk). En las imágenes se observa también la matriz piroclástica.

CH2-Formación Chichinales

Toba vítrea de tamaño arena media a fina con una selección moderada, clastos angulosos a subangulosos y más del 15% de matriz. Se identificaron trizas cuspatas y pumíceas (Fig. 11).

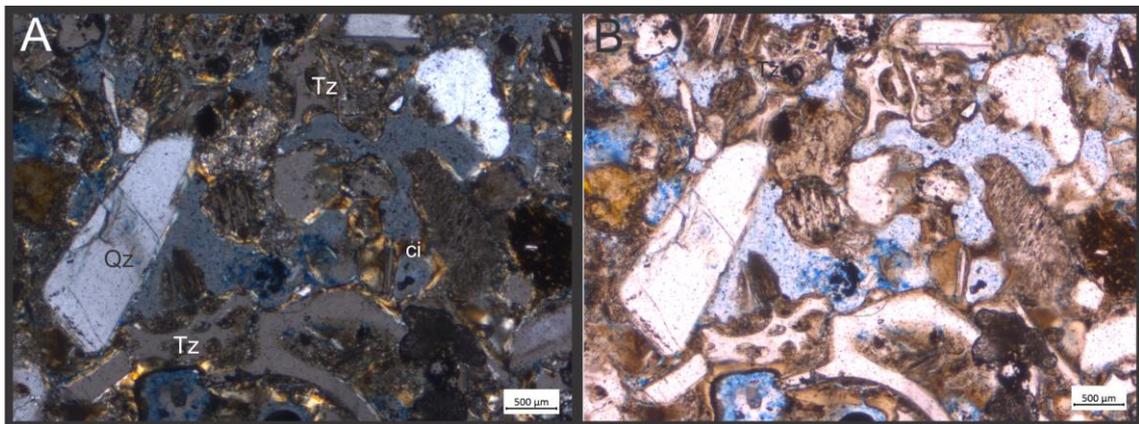


Figura 11: Vista en detalle de la muestra CH2. Se observan trizas (Tz) pumíceas y cuspatas, y cuarzo (Qz). Imagen A con nicols paralelos y B con nicols cruzados.

CH3-Formación Chichinales

En general, los minerales se presentan subredondeados a angulosos. Se identificaron cuarzos monocristalinos con extinción ondulosa y *flash*. Hay una gran cantidad de trizas cuspatas y pumíceas (Fig. 12). Se reconoce una matriz detrítica. La mayoría de los minerales tienen un tamaño de grano pequeño de aproximadamente 2 a 3 mm a comparación de los cortes anteriores. Teniendo en cuenta la gran porosidad, en especial intergranular, y el tamaño y tipo de los componentes no se pudo realizar un conteo. La muestra es una toba.

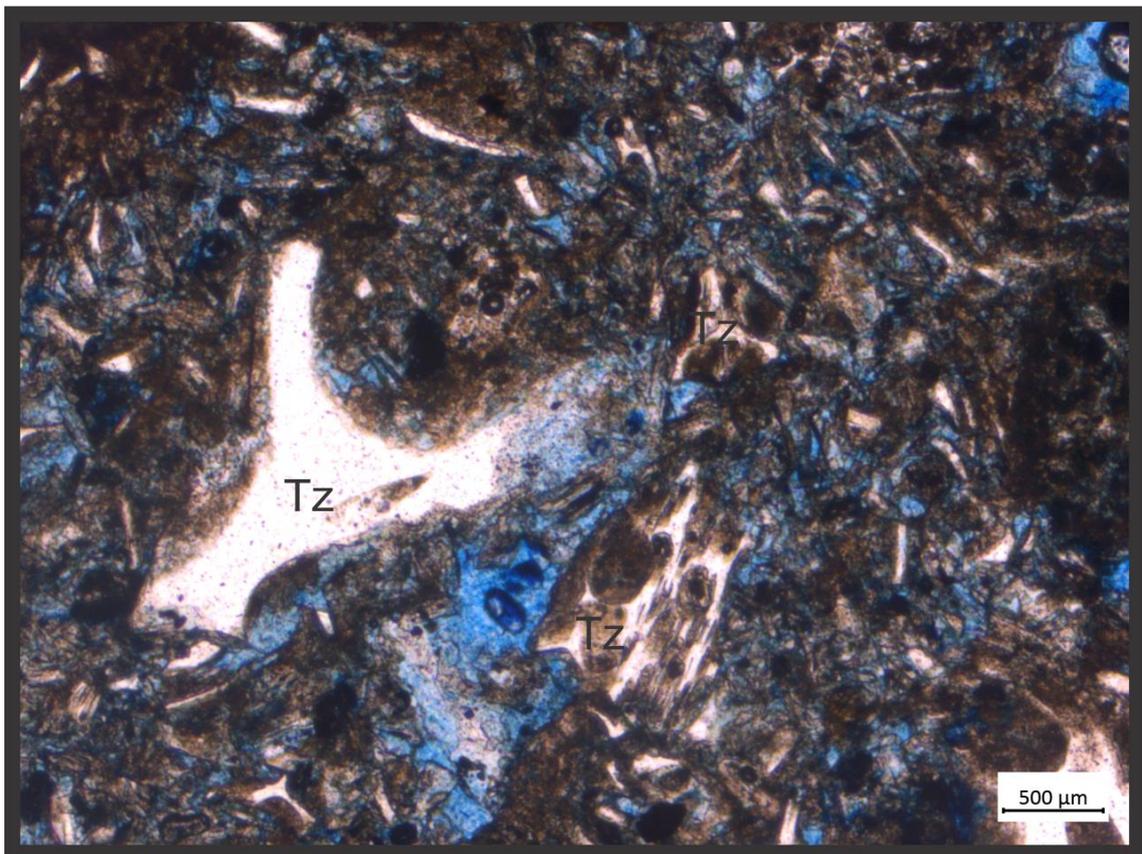


Figura 12: Vista en detalle de la muestra CH3. Se observan trizas (Tz) pumíceas y cuspatas.

CH4-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q 47,44% F 21,4% y L 31,6%) (Fig. 8). En general, los individuos se presentan subredondeados a angulosos y con un tamaño variable, entre 0,5 y 4 mm. Se identificaron cuarzo monocristalino con una extinción *flash* (15%) y con extinción ondulosa (10%). Se encuentran cuarzoes policristalinos con una abundancia de 8,6%. En relación a las plagioclasas y los feldespatos, siguen siendo más abundantes las plagioclasas (9%) sobre el feldespato alcalino (6,3%). Con respecto a los líticos, hay una gran cantidad de trizas vítreas cuspatas y pumíceas, de diversos tamaños (Fig. 13). También se reconocieron líticos volcánicos con textura seriada, siendo nulo el porcentaje de los líticos con textura pilotáxica y *lathwork*. Se identificaron en un porcentaje muy bajo piroxenos y anfíboles.

La muestra tiene una matriz piroclástica y como cemento de tipo *rim*, especialmente en las trizas y algunos clastos, se identifica cemento arcilloso de tipo illita.

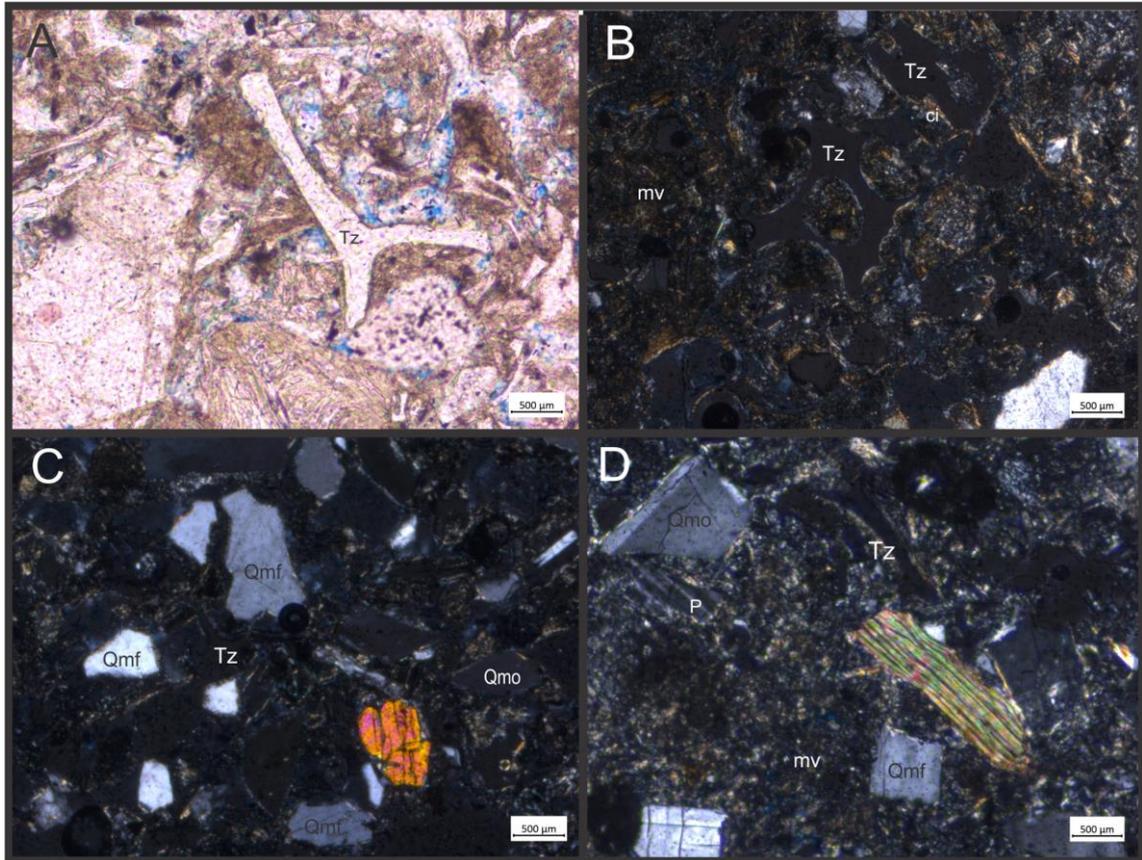


Figura 13: Vistas de detalle de la fracción clástica de la arenisca de la muestra CH4. A. Detalle de una triza de aproximadamente 0,4 mm de longitud. B-D Imágenes de la fracción clástica compuesta por cuarzo monocristalino con extinción *flash* (Qmf) y ondulosa (Qmo), plagioclasa (P), matriz piroclástica (mv) y trizas (Tz) rodeadas de cemento de tipo illita (ci).

CH5-Formación Chichinales

Wacke muy fina con clastos angulosos. La selección es buena dentro de la fracción clástica y posee más de un 15% de matriz. Se clasifica como un *wacke* tobáceo donde se reconocen trizas cuspatas y pumíceas. (Fig. 14)

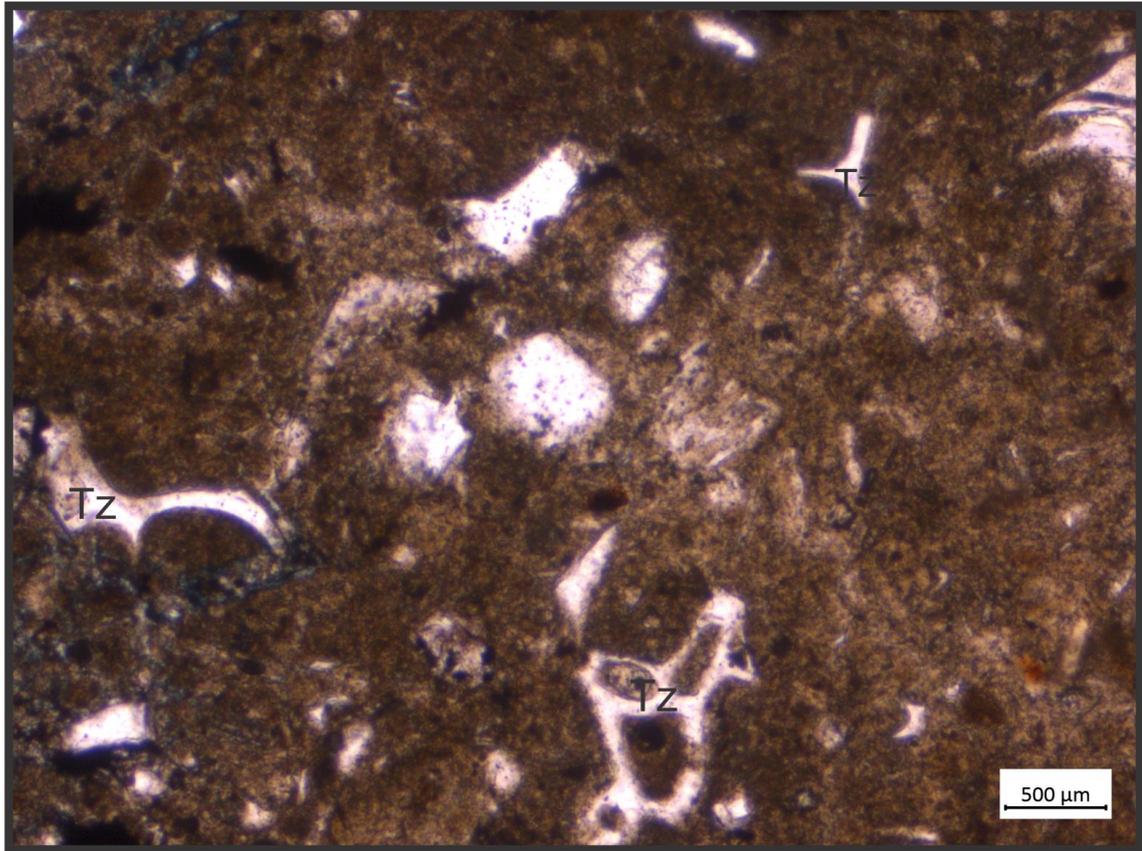


Figura 14: Vista en detalle de la muestra CH5. Se observan trizas (Tz) pumíceas y cuspatas.

CH6-Formación Chichinales

Limolita maciza con delgadas venas de pocos milímetros de analcima e illita diseminada. Se observan estructuras subcirculares que podrían ser tubos de bioturbación. Hacia el tope del corte se diferencian granos de tamaño arena media de cuarzo, plagioclasa y fragmentos líticos. Se destaca la presencia tanto en muestra de mano como en sección delgada de parches de dendritas de manganeso. La porosidad es muy baja y por disolución de fracturas.

CH7-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q 43,86% F 22% y L 34%) (Fig. 8). Es notable una disminución del cuarzo policristalino (11,67%), con respecto a la variedad de cuarzo monocristalino de extinción recta (15,33%). En relación a las plagioclasas y los feldespatos, son más abundantes las plagioclasas (10,6%) sobre el feldespato alcalino (9%), pero este último, aumentó su proporción. Se identificaron líticos volcánicos con textura pilotáxica (10,6%), *lathwork* (9,6%) y seriada (4,33%), líticos sedimentarios (5,33%) y se observaron líticos plutónicos (0,67%) (Fig. 14). La muestra tiene una matriz piroclástica y en algunas zonas matriz detrítica, como accesorios se distinguieron anfíboles y opacos.

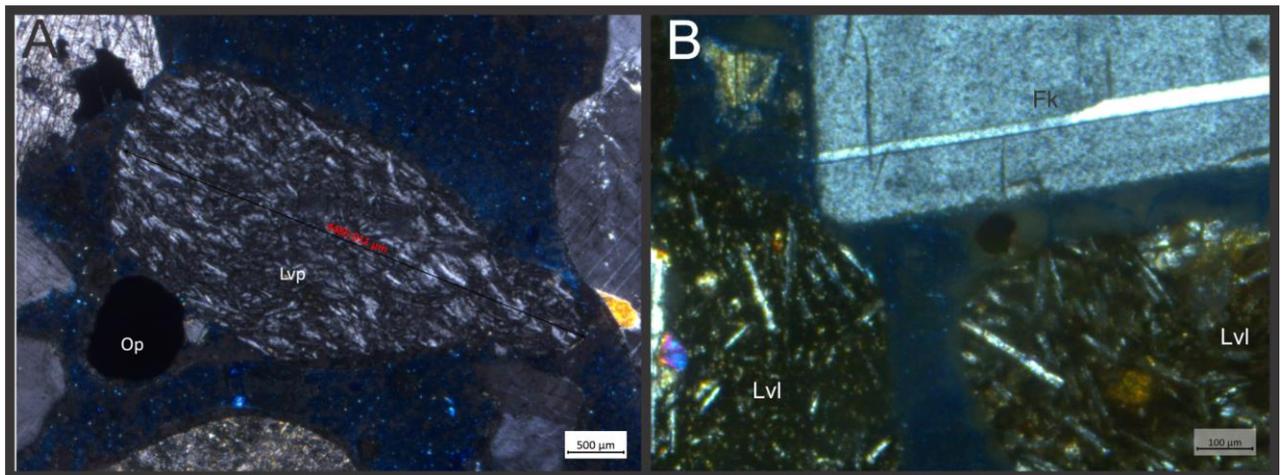


Figura 14 A-B. Microfotografías donde se observan líticos volcánicos pilotáxicos (Lvp), líticos volcánicos con textura *lathwork* (Lvl), un clasto de feldespato potásico (Fk) y opacos (Op).

CH8-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q 34,14% F 20% y L 45,78%) (Fig. 8). En general, los individuos se presentan subangulosos y con un tamaño variable, entre 3 a 0,5 mm. Se

identificó cuarzo monocristalino con una extinción flash (14%) y con extinción ondulosa (13%). Se encuentran cuarzos policristalinos con una abundancia de 8,3%. Con respecto a los feldespatos, se observa una abundancia muy parecida a las plagioclasas (8%) con respecto a los feldespatos alcalinos (8,67%). La muestra tiene una matriz clástica y se observan líticos volcánicos con textura pilotáctica (7%), *lathwork* (6%) y seriada (2,33%), junto con trizas de varios tamaños y abundancia de 13% (Fig. 15). Como minerales accesorios se identificaron anfíboles.

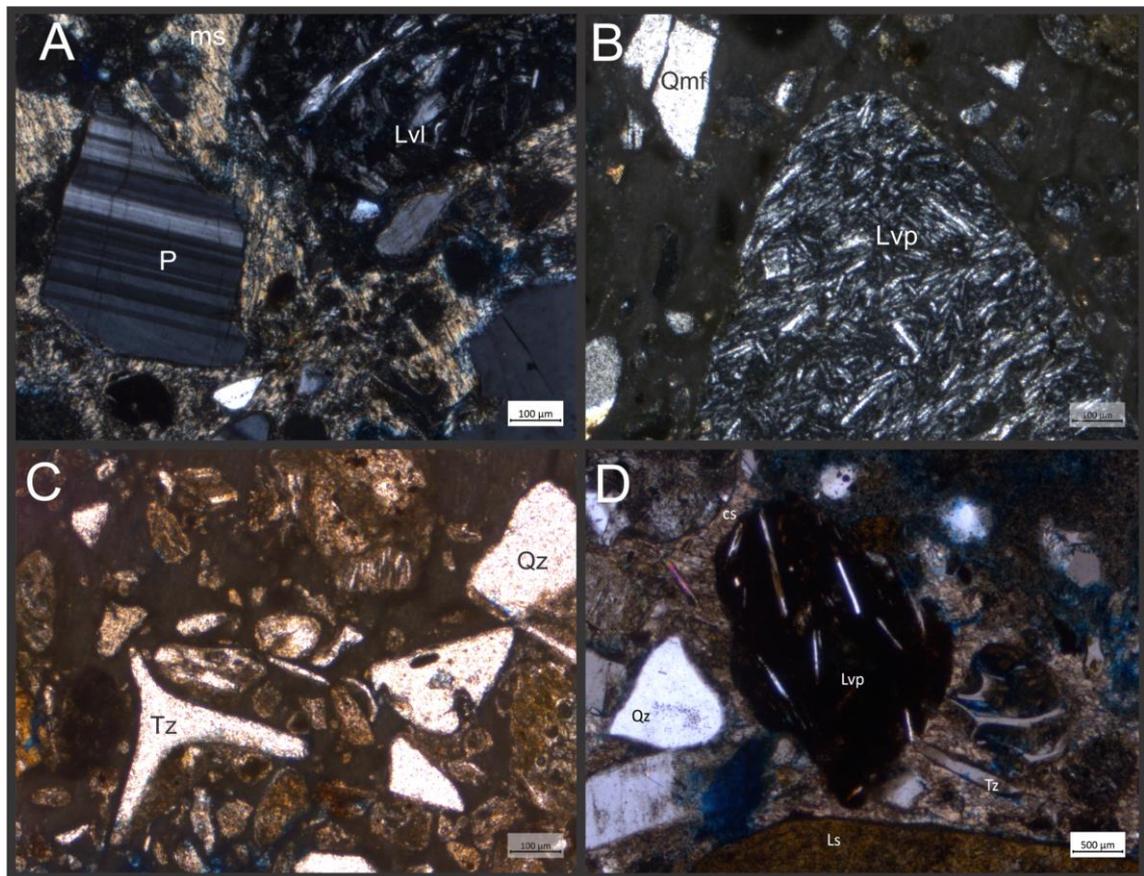


Figura 15: Vista general de la fracción clástica de la muestra CH08 y la matriz (Ms). En las imágenes A-D se visualiza trizas (Tz) vítreas cuspatas y pumíceas, líticos volcánicos de tipo pilotáctica (Lvp), *lathwork* (Lvl), líticos de origen sedimentario (Ls), plagioclasas con macla polisintética (P), granos de cuarzo (Qz) y cuarzos monocristalino con extinción en *flash* (Qmf).

CH9-Formación Chichinales

Wacke muy fino con buena selección de la fracción clástica. Los clastos son subangulosos. Se clasifica como un *wacke* lítico, con clastos de cuarzo, plagioclasa y líticos, y con una matriz arcillosa. La muestra contiene abundantes trizas vítreas marcadas por la presencia de analcima. Se identificó cemento carbonático.

CH10-Formación El Palo

Es una litoarenita feldespática (Q 34,14%, F 20% y L 45,78%) (Fig. 8 y Fig. 16). Dentro de los componentes clásticos, se observa abundante cuarzo monocristalino con extinción recta (13%), cuarzo con extinción ondulosa (8,6%) y en el caso del porcentaje de cuarzo policristalino (5%). Las plagioclasas (10,3%) son más abundantes que el feldespato alcalino (9,6%). Con respecto a los líticos se observan de tipo pilotáxica (10,6%), *lathwork* (8,33%) y seriada (6%), El cemento es calcita no ferrosa. La matriz arcillosa es escasa y hay abundantes trizas, la mayoría reemplazadas por analcima. Como accesorio se identificaron piroxenos.

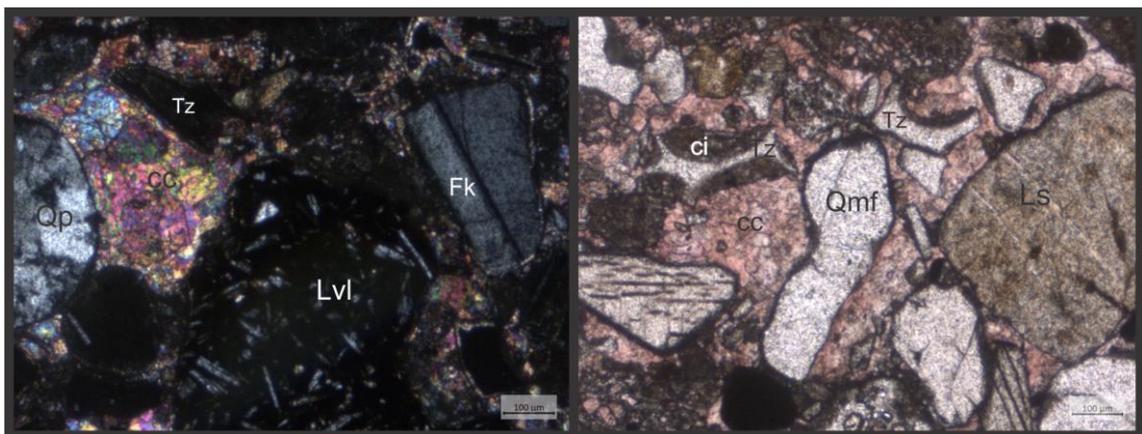


Figura 16: Vista general de la fracción clástica de la muestra CH10 y la matriz (Ms). En las imágenes A-B se visualiza trizas (Tz) vítreas cuspatas y pumíceas con cemento de tipo illita (ci), líticos volcánicos de tipo *lathwork* (Lvl), líticos de origen sedimentario (Ls), feldespato potásico (Fk) y granos de cuarzo (Qz).

CH11-Formación El Palo

Es una litoarenita feldespática (Q 33,08%, F 22,81% y L 44,11%) (Fig. 8 y Fig. 17). Los valores de cuarzo monocristalino con extinción en *flash* (12%) son mayores que con extinción ondulosa (9,3%) y en el caso del cuarzo policristalino (7,67%). Las plagioclasas (10,33%) se encuentran con una mayor abundancia, pero no muy significativa comparado con los feldespatos (9,6%) que tienen una abundancia muy similar. Se observaron líticos volcánicos con textura pilotáxica (10,3%), *lathwork* (9,3%) y seriada (3,67%), y también se encontraron trizas volcánicas con una abundancia de 9%. En menor porcentaje hay líticos sedimentarios, plutónicos, opacos y minerales accesorios como piroxenos y anfíboles. El cemento es carbonático en parches y escaso cemento de tipo *rim*, probablemente illita.

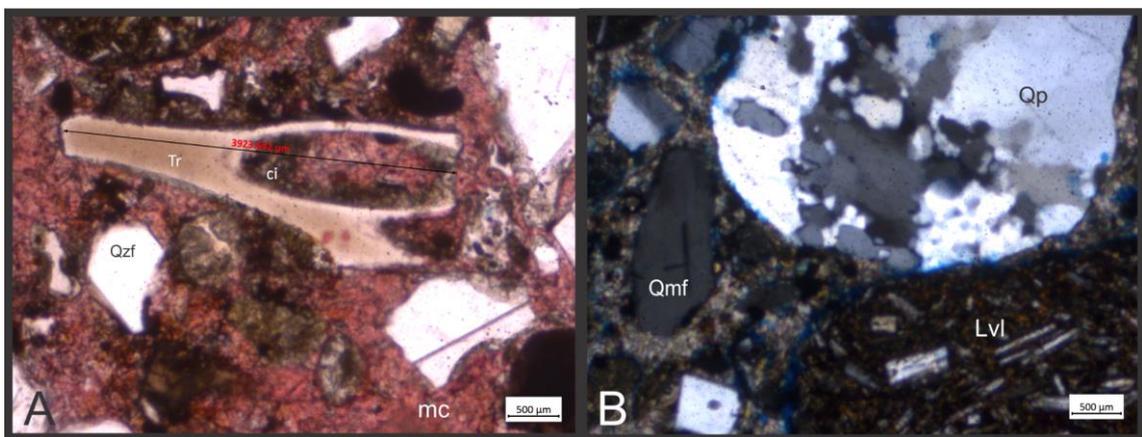


Figura 17: Detalle de la fracción clástica de la muestra CH11. En las imágenes A-B se visualiza trizas (Tz) vítreas reemplazadas por analcima, líticos volcánicos de tipo *lathwork* (Lvl), cuarzo policristalino (Qp) y cuarzo monocristalino (Qmf). El cemento es calcita en forma de parches (mc).

P2CH1-Formación Chichinales

Wacke muy fino con buena selección de la fracción clástica. Los clastos son subangulosos. Se clasifica como un *wacke* lítico, con clastos de cuarzo, plagioclasa y líticos inmersos en una matriz arcillosa.

P2CH2-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q. 41,48%, F. 18% y L. 40,61%) (Fig. 8 y Fig. 18). Se identificaron cuarzo monocristalino con extinción *flash* (14%) y con extinción ondulosa (8,33%), también se reconocieron cuarzos policristalinos con una abundancia de 9,33%. Las plagioclasas (8%) son más abundantes que el feldespato alcalino (5,6%). Se observaron líticos volcánicos con textura pilotáxica (6%), *lathwork* (3,6%) y seriada (2%), y también se identificaron trizas volcánicas con una abundancia de 13%. La matriz es piroclástica y se identificó cemento arcilloso, probablemente de illita.

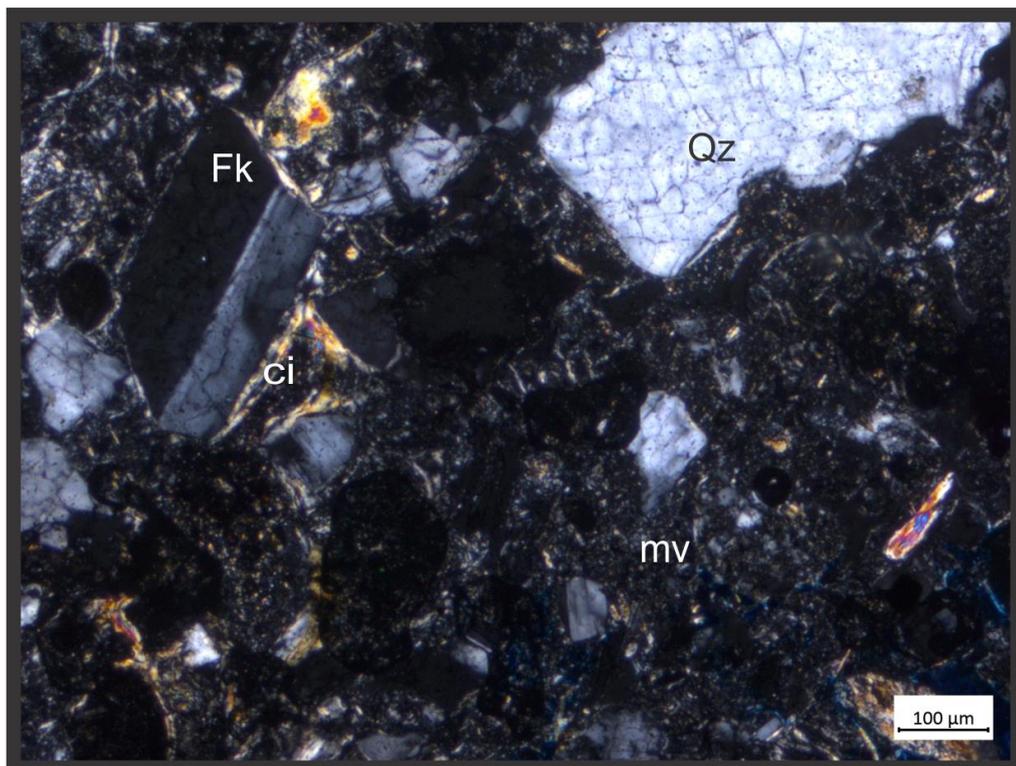


Figura 18: Vista general de la fracción clástica de la muestra P2CH2 y la matriz volcánica (Mv). Se identificaron granos de cuarzo (Qz), cemento sedimentario de tipo illita (ci) y feldespato potásico (Fk).

P2CH3 A-Formación Chichinales

Toba vítrea de tamaño arena fina a media con una selección moderada, clastos angulosos a subangulosos y más del 15% de matriz. Se identificaron trizas cuspatas y pumíceas (Fig. 19).

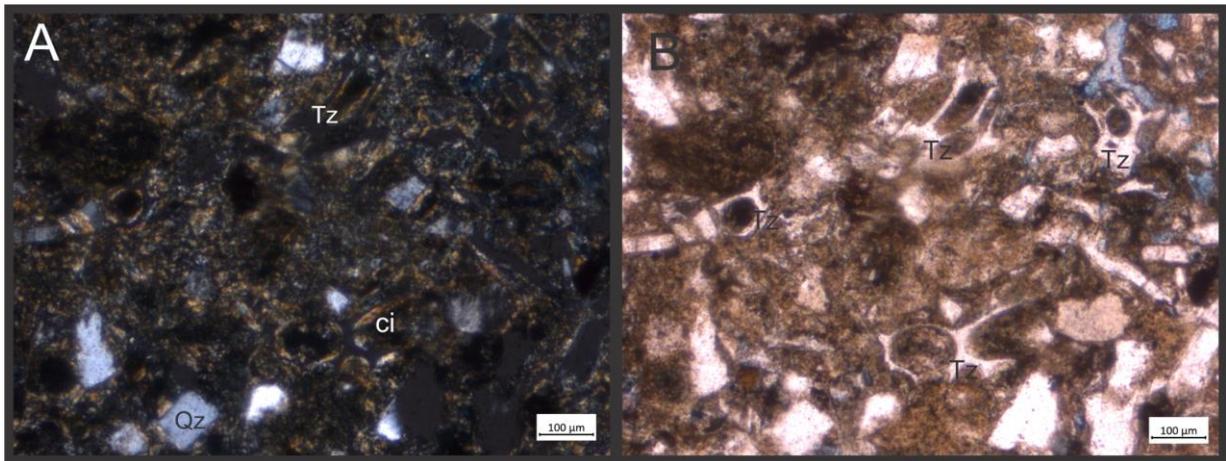


Figura 19: Vista en detalle de la muestra P2CH3 A. Se observan trizas (Tz) pumíceas y cuspatas con cemento de tipo illita (ci), también se identificó cuarzo (Qz). Imagen A con nicols paralelos y B con nicols cruzados.

P2CH3 B-Formación Chichinales

Wacke fino, de selección buena con clastos subangulosos con más de un 15% de matriz. Se clasifica como un *wacke* lítico, con clastos de cuarzo, plagioclasa y líticos inmersos en una matriz arcillosa, probablemente reemplazando a una matriz de origen tobáceo.

P2CH4-Formación Chichinales

Wacke lítico, con clastos de cuarzo, plagioclasa y líticos inmersos en una matriz de origen tobáceo (Fig. 20).

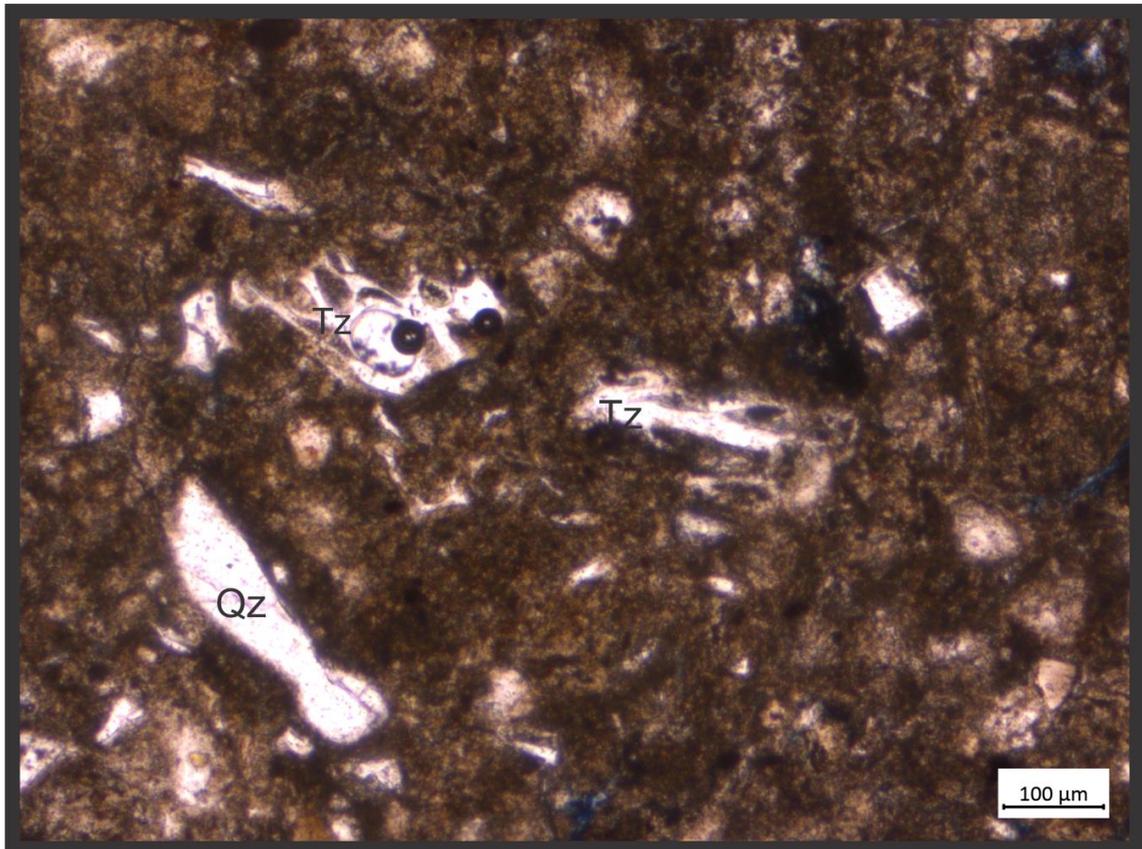


Figura 20: Vista en detalle de la muestra P2CH4. Se observan trizas (Tz) pumíceas y cuspatas, y cuarzo (Qz).

P2CH5-Formación Chichinales

Es una litoarenita feldespática (Q. 36,86%, F. 18,25% y L. 44,86%) (Fig. 8 y Fig. 21). Los valores de cuarzo monocristalino con extinción en *flash* (15%) son mayores que con extinción ondulosa (10,6%) y en el caso del cuarzo policristalino (8%). Las plagioclasas (10,33%) son más abundantes que el feldespato alcalino (6,33%). Se observaron líticos volcánicos con textura pilotáxica (11%), *lathwork* (4%) y seriada

(4,33%), y también se encontraron trizas volcánicas con una abundancia de 13,67%. Contiene un cemento arcilloso, probablemente de illita. También se observaron líticos de la roca anterior (P2CH5) evidenciando un retrabajo.

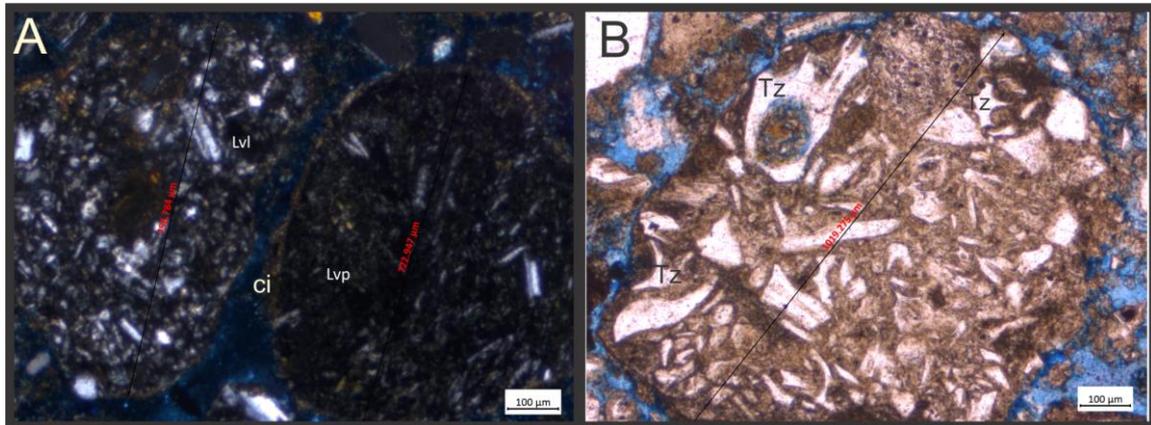


Figura 21: Vista general de la fracción clástica de la muestra P2CH5 y la matriz (Ms). En la imagen A se identificaron líticos volcánicos de tipo *lathwork* (Lvl) y pilotácicos (Lvp) con cemento de tipo illita (ci). En la imagen B se visualiza un lítico compuesto por trizas (Tz) vítreas cuspatas y pumíceas.

P2CH6-Formación El Palo

Es una litoarenita feldespática (Q. 28,01%, F. 23,05% y L. 48,94%) (Fig. 8 y Fig. 22). Los valores de cuarzo monocristalino con extinción en *flash* (10,67%) son mayores que con extinción ondulosa (8%) y en el caso del cuarzo policristalino su abundancia es de 7,67%. Las plagioclasas (12%) son más abundantes que el feldespato alcalino (9,67%). Se observaron líticos volcánicos con textura pilotácica (15%), *lathwork* (7,33%) y seriada (4%), y también se encontraron trizas volcánicas con una abundancia de 10,33%. La matriz es volcánica y se identificó un cemento arcilloso, probablemente de illita. También se observaron líticos de tobas evidenciando retrabajo.

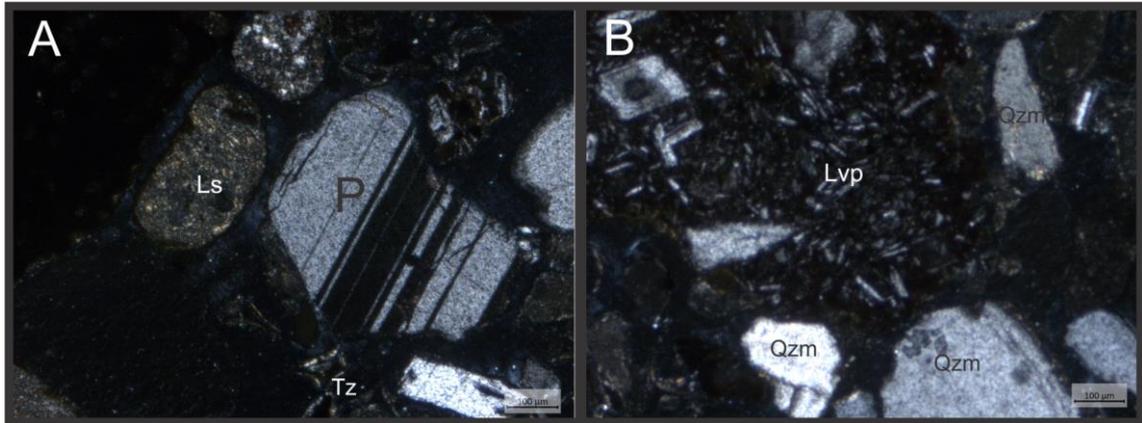


Figura 22: Vista general de la fracción clástica de la muestra P2CH6 y la matriz (Ms). En las imágenes A-B se visualiza trizas (Tz) vítreas, líticos volcánicos de tipo pilotáxico (Lvp, líticos de origen sedimentario (Ls), plagioclasa (P) y granos de cuarzo monocristalino (Qzm).

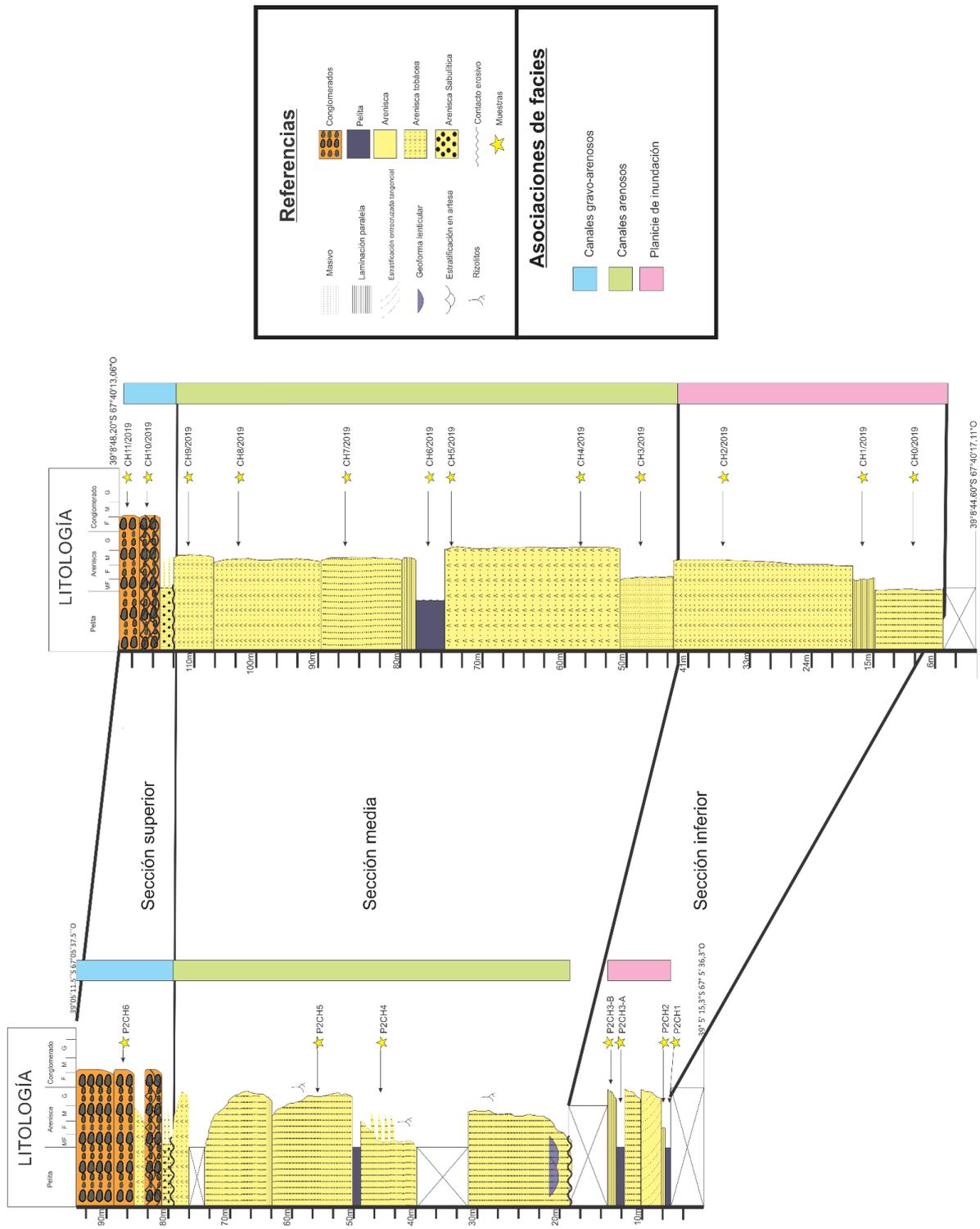
DISCUSIÓN

Interpretación paleoambiental

A partir del análisis de facies y de las asociaciones de facies se puede inferir que las sucesiones estudiadas fueron depositadas en un ambiente esencialmente fluvial, donde se registraron variaciones en el tipo y tamaño de sedimento transportado y en los procesos constructivos de las planicies de inundación, esta propuesta está de acuerdo con la interpretación de Uliana (1979). A partir de estas características es posible dividir las sucesiones de los dos afloramientos, en tres secciones informales denominadas inferior, media y superior (Fig. 23).

Perfil estratigráfico Paso Córdoba

Perfil estratigráfico Villa Regina



Escala 1:300

Figura 23: Correlación de secciones esquemáticas y límites de las secciones informales.

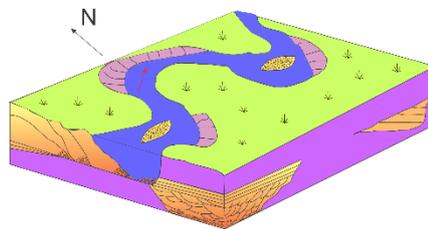
La sección inferior consta de 41 metros de espesor en el perfil de Paso Córdoba y 17 metros en el perfil de Villa Regina, la geometría y granulometría de los sedimentos, permite inferir que este tramo de la sección corresponde a la parte proximal de una planicie de inundación (Bridge, 1993, 2003, 2006; Miall, 1996). Este conjunto de facies está vinculado mayormente a flujos diluidos con diversas concentraciones de sedimento (facies FI/Fr, FI/Fm), originados durante eventos de inundación que sobrepasaron la altura topográfica máxima del margen de la faja del canal (Bridge, 2003).

La sección media tiene 68 metros en el perfil de Paso Córdoba y en el caso de Villa Regina 52 metros. Está compuesta por areniscas, mayormente tobáceas, dispuestas en cuerpos tabulares y lenticulares. Es muy probable que el sistema fluvial vinculado a esta asociación de facies corresponde a canales de moderada a alta sinuosidad dominados por carga de lecho arenosa. Éstos son seguidos por areniscas con estratificación entrecruzada asociadas a la formación de barras de canal, donde las superficies de acreción lateral identificadas indicarían el desarrollo de barras en espolón (Allen, 1963; Miall, 1996).

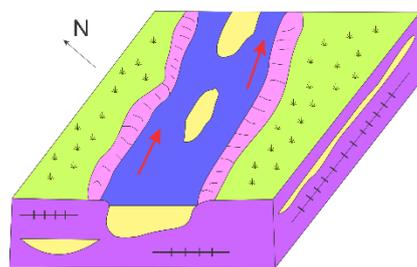
Por último, la sección superior tiene 4 metros de espesor en Paso Córdoba y en Villa Regina 13 metros, también pertenece a un ambiente fluvial. Esta sección está compuesta por areniscas sabulíticas con estratificación entrecruzada de bajo ángulo y conglomerados macizos y con estratificación entrecruzada en artesa, con formas lenticulares a tabulares. La faja de canales, está asociado con un diseño semejante a un sistema entrelazado gravoso de baja sinuosidad, con desarrollo de superficies de erosión sobre la que se concentra el material más grueso como depósitos residuales (Gmm) (Miall, 1996). La presencia de superficies inclinadas (Sp) limitando estratos entrecruzados

semejantes a la estratificación tipo ϵ (Allen, 1963), indican episodios de acreción lateral y son un fuerte argumento en favor del carácter sinuoso de los canales (Fig. 24).

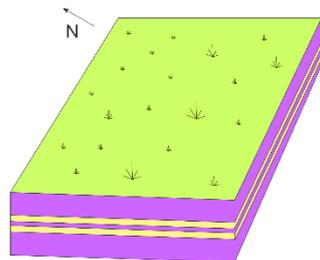
Sección superior



Sección media



Sección inferior



Referencias

- Grava/conglomerado
- Arena/arenisca
- Limo/pelita
- Paleosuelo
- Barra gravosa
- Barra arenosa
- Depósitos pedogenizados
- Canales fluviales
- Dirección del paleoflujo

Figura 24: Diagramas esquemáticos que muestran la evolución paleoambiental (sin escala).

Procedencia

La Formación Chichinales y El Palo presentan composiciones detríticas similares. Están conformadas por litoarenitas feldespáticas (Folk *et al.*, 1970). Las areniscas están compuestas principalmente por cuarzo, de tipo monocristalino y, en segundo lugar, por feldespatos. También predominan los líticos volcánicos de tipo *lathwork* y pilotácicas y líticos piroclásticos, compuestos por trizas vítreas cuspatas y pumíceas. Los datos

obtenidos a partir del análisis de las modas detríticas de las areniscas fueron ploteados en los gráficos de procedencia de Dickinson *et al.* (1983) (Fig. 8).

Los diagramas propuestos por Dickinson *et al.* (1983), relacionan las modas detríticas de los depósitos con el contexto tectónico de las áreas de aporte del cual provienen: orógeno reciclado, arco volcánico (disectado, transicional y no disectado), basamento elevado, continental transicional, y cratón interior. En este sentido, las areniscas de las formaciones Chichinales y El Palo, se ubican en el campo de orógeno reciclado (CH0, CH04, CH07 y P2CH02), arco transicional (CH08, CH11, P2CH5 y P2CH06) y una muestra (CH10) en el límite de ambos campos. En la figura 25, se visualiza una línea de tendencia entre las muestras, comprobando un cambio continuo entre las áreas de aporte.

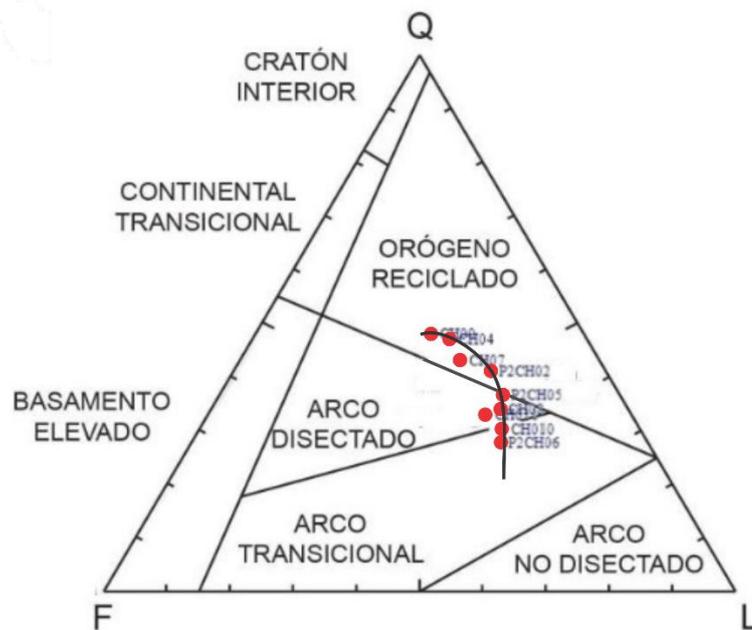


Figura 25: Diagrama de procedencia de Dickinson *et al.* (1983) con línea de tendencia.

CONCLUSIONES

A partir del análisis sedimentológico detallado de las formaciones Chichinales y El Palo, en el área de Paso Córdoba y Villa Regina, se propone que ambas unidades litoestratigráficas se depositaron en un ambiente esencialmente fluvial de baja sinuosidad, con variaciones de carga sedimentaria y con gran desarrollo de planicies de inundación. Tales variaciones permitieron dividir la sucesión en tres secciones informales denominadas inferior, media y superior; mediando entre intervalos estratigráficos contiguos. Las zonas de Paso Córdoba y Villa Regina presentan composiciones detríticas similares. Las muestras corresponden a feldarenitas líticas (Folk *et al.*, 1970), mientras que los diagramas de discriminación de procedencia de Dickinson *et al.* (1983), permiten establecer un aporte mixto para la sucesión estudiada. Se evidencia un cambio del área de aporte, desde un arco volcánico (en concordancia con las propuestas generales del levantamiento de la cordillera de los Andes) transicional hacia un orógeno reciclado para las formaciones Chichinales y El Palo.

Anexos

Tabla general del conteo modal:

		CH0	CH4	CH7	CH8	CH10	CH11	P2CH2	P2CH5	P2CH6
Cuarzo	Ondulosa	10,33	10,00	12,33	9,33	8,67	9,33	8,33	10,67	8,00
	Flash	14,67	15,33	15,33	13,67	13,00	12,00	14,00	15,00	10,67
	Policristalino	12,67	8,67	11,67	5,33	5,67	7,67	9,33	8,00	7,67
F+P	Plagioclasa	10,67	9,00	10,67	8,00	10,67	10,33	8,00	10,33	12,00
	Feldespatos	8,00	6,33	9,00	8,67	8,67	9,67	5,67	6,33	9,67
Líticos volcánico	Seriado	6,00	8,67	4,33	2,33	6,00	3,67	2,00	4,33	4,00
	Lathwork	6,33	0,00	9,67	6,00	8,33	9,33	3,67	4,00	7,33
	Pilotáxico	4,67	0,00	10,67	7,00	10,67	10,33	6,00	11,00	15,00
Líticos piroclástico	Triza	0,00	13,67	0,00	13,00	10,33	9,00	13,00	13,67	10,33
Líticos otros	Plutónico	0,00	0,00	0,67	0,00	2,33	1,00	0,00	0,00	0,67
	Sedimentario	4,67	0,00	5,33	9,67	5,33	5,33	6,33	8,00	8,67
Opacos	Opacos	3,00	5,67	3,33	4,33	3,67	2,33	4,00	2,67	0,00
Porosidad		2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Matriz cemento	Matriz piroclástica	0,00	10,33	3,67	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00
	Matriz silícea	0,00	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Matriz detrítica	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Calcina no ferrosa	0,00	0,00	0,00	0,00	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
	Matriz carbonática	9,33	0,00	0,00	0,00	0,00	5,67	0,00	0,00	0,00
	Illita	7,67	11,00	1,33	0,00	1,00	0,00	10,33	4,67	6,00
	Anfíbol	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	Piroxeno	0,00	0,67	0,33	3,33	1,33	3,67	2,00	1,33	0,00
	Muscovita	0,00	0,67		0,67	0,00	0,67	1,33	0,00	0,00
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bibliografía

- ALEXANDER, J., BRIDGE, J., CHEEL, R., y LECLAIR, S. 2001. Bedforms and associated sedimentary structures formed under supercritical water flows over aggrading sand beds. *Sedimentology* 48 (1): 133-152.
- ALLEN, J.R.L., 1963. Henry Clifton Sorby and the sedimentary structures of sands and sandstones in relation to flow conditions. *Geology in Mijnbouw*, 42: 223-228
- ALLEN, J.R.L., 1964. Studies in fluvial sedimentation: six cyclothems from the Lower Old Red Sandstone, Anglowelsh Basin. *Sedimentology* 3: 163-198.
- BARRIO, C., CARLINI, A. y GOIN, F. J., 1989. Litogénesis y antigüedad de la F. Chichinales de Paso Córdoba (Río Negro, Argentina). *Actas 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 4:149–156. Mendoza.
- BECHIS F., GIAMBIAGI LGARCÍA V., LANES S., CRISTALLINI E. y TUNIK M. 2010 Kinematic analysis of a transtensional fault system: the Atuel depocenter of the Neuquén basin, southern Central Andes, Argentina. *J Struct Geol* 32:886–899
- BRIDGE, J.S., 1993. Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective. *Sedimentology* 40: 801–810.
- BRIDGE, J.S., 2003. *Rivers and Floodplains*. Oxford, U.K., Blackwell: 491 p. 59
- BRIDGE, J.S., 2006. Fluvial Facies Models: Recent Developments. En Henry W. Posamentier y Roger G. Walker (Eds.): *Facies Models Revisited*. Society for Sedimentary Geology: 85-170.
- COLLINSON, J.D. y THOMPSON, D.B., 1982. *Sedimentary Structures*. George Allen & Unwin: 194 pp., Londres.
- DICKINSON, W. R., BEARD, L. S., BRAKENRIDGE, G. R., ERJAVEC, J. L., FERGUSON, R. C., INMAN, K. F., KNEPP, R. A., LINDBERG, F. A. y RYBERG, P. T. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America Bulletin* 94, 222–235.
- DICKSON, J. A. D. 1965. A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature* 205 (4971), 587-587.
- DOTT, R.H JR. 1964 Wacke, greywacke and matrix-what approach to immature sandstone classification? *Journal of Sedimentary Petrology*., v.34, pp.625-632
- FOLK, R.L., ANDREWS, P.B. y LEWIS, D.W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. *New Zeland Journal of Geology and Geophysics* 13, 937–968.
- FRANCHI, M., NULLO, F., SEPÚLVEDA, E. y ULIANA, M. A. 1984. Las sedimentitas terciarias. 9° Congreso Geológico Argentino. *Relatorio*, 1 (9): 215-266. Buenos Aires.

- GULISANO, C., GUTIÉRREZ PLEIMLING, A. y DIGREGORIO, R. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia Jurásica del oeste de la provincia de Neuquén. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 237-259, Bariloche.
- HOWELL, J.; SCHWARZ, E.; SPALLETTI, L. y VEIGA, G. 2005. The Neuquén Basin: an overview. In *The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics* (Veiga, G.; Spalletti, L.; Howell, J.; Schwarz, E.; editors). Geological Society, Special Publications 252: 1-14. London.
- HUGO, C. A. y LEANZA, H. A. 1998. Hoja geológica 3969-IV, General Roca, provincias de Río Negro y Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas, escala 1:250.000. Servicio Geológico Minero Argentino, (inédito). 53p Buenos Aires.
- HUGO, C. y LEANZA, H. A. 2001 a. Hoja Geológica 3969- IV, General Roca. Provincias de Río Negro y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 308: 64 p. Buenos Aires.
- HUGO, C. A. y H. A. LEANZA, 2001 b. Hoja Geológica 3966-III, Villa Regina. Provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 309, 53 p. Buenos Aires.
- MACDONALD, D., GÓMEZ-PÉREZ, I., FRANZESE, J., SPALLETTI, L., LAWVER, L., GAHAGAN, L., DALZIEL, I., THOMAS, C., TREWIN, N. y HOLE, M., 2003. Mesozoic break-up of SW Gondwana: Implications for South Atlantic regional hydrocarbon potential. *Marine and Petroleum Geology*.
- MIALL, A. D., 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag: 582 pp., Berlin.
- MIALL, A. D., 2014. *Fluvial Depositional Systems*. Springer International Publishing, Switzerland, p. 322.
- NANSON, G. C. y CROKE, J. C. 1992. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4: 459-486.
- PASCUAL, R., BONDESIO P., VUCETICH M. G., SCILLATO YAÑE G., BOND M. y TONNI E. P., 1984. Vertebrados fósiles cenozoicos. *Relatorio 9° Congreso Geológico Argentino*, 2 (9): 439-461. Buenos Aires.
- PONCE, J. J., MONTANGNA A. O. y CARMONA N. 2015 “Geología de la Cuenca Neuquina y sus sistemas petroleros: una mirada integradora desde los afloramientos al subsuelo”. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación YPF; Viedma: Universidad Nacional de Río Negro.
- RAMOS, V.A. y FOLGUERA, A. 2005. Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: constraints derived from the magmatic arc and foreland deformation. *En The Neuquén Basin: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics* (Veiga, G.; Spalletti, L.A.; Howell, J.A.; Schwarz, E.; editors). Geological Society, Special Publications 252: 15-35. London.
- RODRÍGUEZ, M.F., LEANZA, H. A. y SALVARREDY ARANGUREN, M. 2007. Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 370, 165 pp. Buenos Aires.

- SPALLETTI, L., FRANZESE, J., MATHEOS, S. y SCHWARZ, E. 2000 Sequence stratigraphy of a tidally-dominated carbonate-siliciclastic ramp; the Tithonian of the southern Neuquén Basin, Argentina. *Journal of the Geological Society, London* 157:433–446.
- 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, (inédito). La Plata.
- UMAZANO, A.M., BELLOSI, E.S., VISCONTI, G. y MELCHOR, R.N., 2008. Mechanisms of aggradation in fluvial systems influenced by explosive volcanism: an example from the Upper Cretaceous Bajo Barreal Formation, San Jorge Basin, Argentina. *Sedimentary Geology* 203: 213-228.
- UMAZANO, A.M., MELCHOR, R. N., BEDATOU, E., BELLOSI, E. S. y KRAUSE, J.M., 2014. Fluvial response to sudden input of pyroclastic sediments during the 2008-2009 eruption of the Chaitén Volcano (Chile): The role of logjams. *Journal of South American Earth Sciences* 54: 140-156.
- WALKER, R.G. y CANT, D.J., 1984. Sandy fluvial systems. En: R.G. Walker (Ed.): *Facies Models. Geoscience Canadian Reprint Series*: 71-89.
- ZAVALA, C., y GONZÁLEZ, R. 2001. Estratigrafía del Grupo Cuyo (Jurásico Inferior-medio) en la Sierra de la Vaca Muerta, cuenca Neuquina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 65, 40-54.
- ZUFFA, G. G. 1985. Optical analyses of arenites: influence of methodology on compositional results. In: Zuffa, G. G. (ed.) *Provenance of Arenites*. Reidel, Dordrecht, 165–189.