

Estratigrafía y petrografía de los depósitos
volcanoclásticos del Complejo volcánico Domuyo,
noroeste neuquino

Trabajo final de Licenciatura



Dirr Sebastián

2020

Director: Alberto Tomás Caselli

Licenciatura en Geología

U.

Índice

Capítulo 1

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	
1.1. Área de estudio	2
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodología.....	2

Capítulo 2

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1. Marco tectónico.....	4
2.2. Estratigrafía regional.....	6
2.2.1. PALEOZOICO	6
2.2.1.1. DEVÓNICO.....	7
ECTINITA GUARACO NORTE (Zappettini et al. 1987).....	7
2.2.1.2. CARBONÍFERO.....	8
GRUPO ANDACOLLO (Llambías et al. 2007).....	8
2.2.1.3. PERMICO.....	9
COMPLEJO VOLCÁNICO-PLUTÓNICO HUINGANCÓ (Llambías et al. 2007).....	9
2.2.2. MESOZOICO	10
2.2.2.1. TRIASICO.....	10
Precuyano	
FM. CORDILLERA DEL VIENTO (Leanza et al.2005).....	10
FM. MILLA MICHICÓ (Freytes 1969, en Digregorio 1972).....	10
2.2.2.2. JURASICO	
GRUPO CUYO (Dellape et al. 1978).....	11
Formación La Primavera (Suárez y De la Cruz 1997).....	11
Formación Los Molles (Weaver 1931).....	11
Formación Tábanos (Stipanovic 1966; Dellapé et al. 1979).....	12
GRUPO LOTENA (Legarreta y Gulisano, 1989).....	12
Formación Lotena (Weaver 1931).....	12
Formación La Manga (Stipanovic 1966).....	13
Formación Auquilco (Schiller, 1912 y Weaver, 1931).....	13
GRUPO MENDOZA (Stipanovic et al. 1968).....	13
Formación Tordillo (Stipanovic 1966).....	13
Formación Vaca Muerta (Weaver 1931).....	14
2.2.2.3. CRETACICO	
GRANODIORITA VARVARCO (Zanettini 2001).....	14

2.2.3. CENOZOICO.....	14
2.2.3.1. NEOGENO	
<i>FM.CHARILEHUE (Llambías et al. 1978).....</i>	15
<i>COMPLEJO VOLCANICO DOMUYO (Llambías et al. 1978).....</i>	15
<i>FM. SIERRA DE FLORES (Brousse y Pesce 1982).....</i>	15
2.2.3.2. CUATERNARIO	
<i>MAGMATISMO DOMICO (Brousse y Pesce 1982).....</i>	16
<i>DEPOSITOS GLACIFLUVIALES.....</i>	16
<i>DEPÓSITOS COLUVIALES.....</i>	16
<i>DEPÓSITOS FLUVIALES.....</i>	16

Capítulo 3

GEOLOGÍA DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL CERRO DOMUYO

3.1. Mapa geológico y cuadro estratigráfico.....	17
3.2. Perfiles columnares.....	19
3.3. Complejo Volcánico Domuyo.....	23
<i>Descripción de facies del Complejo Volcánico Domuyo.....</i>	23
<i>Facies Ignimbritas con Disyunción Columnar (D1).....</i>	23
<i>Facies Ignimbritas No Soldadas 0 (INS0).....</i>	24
<i>Facies Lajadas (L1).....</i>	24
<i>Facies Ignimbritas No Soldadas 1(INS1).....</i>	29
<i>Facies Ignimbritas Soldadas Rosas (ISR).....</i>	30
<i>Facies Ignimbritas No Soldadas 2 (INS2).....</i>	31
<i>Facies O1.....</i>	34
<i>Facies Ignimbritas No Soldadas 4(INS4).....</i>	36
3.4. Magmatismo Dómico.....	41
<i>Descripción de facies del Magmatismo Dómico.....</i>	41
<i>Facies Brecha.....</i>	41
<i>Facies Lavas Dómicas.....</i>	43
3.5. Historia geológica.....	43

Capítulo 4

CONCLUSIONES

4.1. Discusión y conclusiones.....	44
<i>Bibliografía.....</i>	45

RESUMEN

A lo largo de las quebradas de los Arroyos Covunco y Atreuco, en el flanco sudoccidental del Cerro Domuyo, ubicado en el noroeste de la provincia de Neuquén, afloran potentes depósitos de ignimbritas que carecen de estudios de detalle previo. En base al levantamiento de perfiles, observación de los afloramientos en el campo, interpretación de las imágenes satelitales y el análisis de los cortes delgados en gabinete, se confeccionó un mapa de detalle del área de estudio a escala 1:10000. Se pudieron identificar ocho facies correspondientes al Complejo Volcánico Domuyo del Mioceno medio-Plioceno inferior, vinculadas al colapso gravitacional de columnas eruptivas, aunque no se descarta que algunas o todas las facies soldadas puedan tener un origen fisural.

ABSTRACT

Along the creeks of streams Covunco and Atreuco, on the southwestern flank of the Cerro Domuyo, located in the northwest of the province of Neuquén, potent deposits of ignimbrites appear that lack previous studies. Based on the survey of profiles, observation of outcrops in the field, interpretation of satellite images and analysis of thin sections in the cabinet, a detailed map of the 1: 10000 scale study area was prepared. Eight facies corresponding to the Domuyo Volcanic Complex of the Middle Miocene - lower Pliocene could be identified, linked to the gravitational collapse of eruptive columns, although it is not ruled out that some or all of the welded facies may have a fissural origin.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el flanco sudoccidental del Cerro Domuyo, entre las latitudes $36^{\circ} 40' S$ y $36^{\circ} 44' S$, y entre las longitudes $70^{\circ} 33' O$ y $70^{\circ} 39' O$, en el noroeste de la provincia de Neuquén, Dpto. de Minas, a 13 Km al noreste de la localidad Varvarco (Fig.1). El Cerro Domuyo, constituye la montaña más alta de la Patagonia con una elevación de 4709 msnm. Las alturas donde se trabajó oscilan entre los 2100 y los 1400 msnm aproximadamente.



Figura 1: a) Ubicación del área de estudio dentro de la Provincia de Neuquén. b) Imagen satelital del área de estudio.

1.2. Objetivos

El objetivo general del Trabajo Final consistió en el mapeo de detalle del flanco sudoccidental del Cerro Domuyo y la descripción de las unidades allí presentes, realizando un análisis macroscópico y microscópico de las mismas. Se pretende mejorar la estratigrafía del área, haciendo hincapié en la fase eruptiva más reciente de la región, que comprende al Complejo Volcánico Domuyo (CVD) definido por Llambias *et al.* (1978) asignado al Mioceno medio- Plioceno. En base al mapeo y al levantamiento de perfiles, se pretende describir las facies e interpretar su origen, además analizar la evolución del vulcanismo en el área.

1.3. Metodología

Las tareas de campo se desarrollaron en febrero del 2017, y se enfocaron en el mapeo de detalle en escala 1:10.000. Para llevar a cabo las tareas, se utilizaron técnicas cartográficas de uso corriente, como el uso de imágenes satelitales y posicionamiento GPS. Dada la

discontinuidad de los afloramientos, se realizaron conjuntamente con el mapeo, numerosas columnas parciales en diferentes sectores CVD y, se recolectaron muestras representativas de las diferentes unidades para los posteriores análisis petrográficos.

En gabinete se recopiló información bibliográfica del CVD en particular y de sectores adyacentes, pudiendo así comprender los procesos volcánicos de una manera integral. También se interpretaron imágenes satelitales para la confección del mapa preliminar. Luego, sobre la base anterior se confeccionó un mapa en un sistema de información geográfico (SIG) en el programa ArcGIS. Además se seleccionaron las muestras más representativas para la realización de cortes delgados y el posterior análisis petrográfico de las mismas.

Capítulo 2

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1. Marco tectónico

Durante los últimos 20 Ma la zona volcánica sur (ZVS: 33° S a 46° S) a la cual pertenece el Cerro Domuyo, ha evolucionado por una convergencia ligeramente dextral-oblicua entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, a una velocidad de aprox. 7-9 cm/año (Cembrano *et al.* 2009, Fig.2).

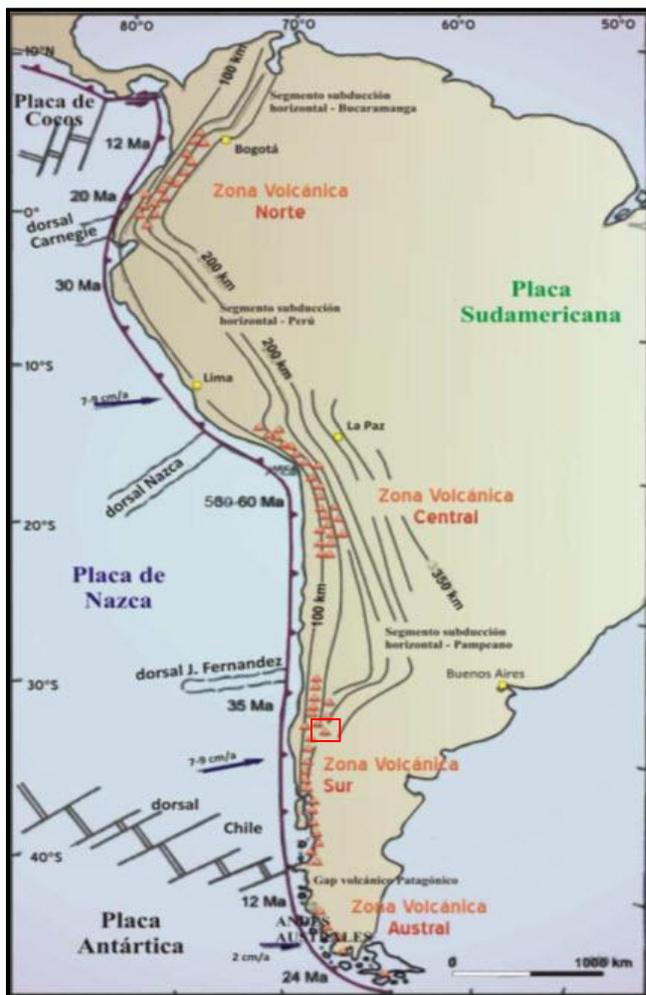


Figura 2: Marco tectónico regional. Relación entre las placas de Nazca, Sudamericana, Antártica y, tasas de convergencia (modificado de Stern 2004). Zona volcánica sur (SVZ: 33° S a 46° S) a la cual pertenece el Cerro Domuyo. Se indica en cuadrado rojo el área de estudio.

La zona volcánica sur está caracterizada por emisiones cuaternarias de composición basáltica a andesítica principalmente (Hildreth *et al.* 1988), con más de 60 volcanes con actividad histórica en Chile y Argentina (Stern 2004).

El área del Cerro Domuyo (36 ° 38'S, 70 ° 26'O) incluye uno de los centros volcánicos más importantes del norte de los Andes neuquinos, y ha sido estudiada desde un punto de vista

regional por Groeber (1947), Llambías *et al.* (1978a, 1978b), Pesce (1981) y Brousse y Pesce (1982), y desde un punto de vista geotérmico por Jurio (1978), Palacios y Llambías (1978), JICA (1983), Pesce (1983, 1987) y Panarello *et al.* (1990). El Cerro Domuyo (4709 m) es un domo que está emplazado de manera discordante en el anticlinal del mismo nombre (Miranda *et al.* 2006). Llambías *et al.* (1978b) propusieron dos etapas de desarrollo para el anticlinal Domuyo. La primera involucró el plegamiento de las rocas sedimentarias y se consideró que ocurrió cerca del final del Cretácico. Luego, una segunda fase de deformación más leve, seguida de la erosión de la secuencia cretácica y la posterior depositación de la formación Charilehue del Mioceno para preceder a la intrusión del domo Domuyo.

Durante el Mioceno temprano, la actividad de arco y retroarco en el sur de Mendoza y norte de Neuquén fue importante, sin embargo en el Mioceno tardío -Plioceno temprano hubo una interrupción (Llambías *et al.* 2010). La actividad volcánica cenozoica desaparece al sur del escudo Auca Mahuida (Llambías *et al.* 2010), coincidiendo con el lineamiento Cortaderas (Ramos, 1978) o Cinturón Tromen- Domuyo (Llambías *et al.* 2010).

El vulcanismo de retroarco, en comparación con desarrollo del arco volcánico Andino en Sudamérica, no presenta el mismo desarrollo, estando más restringido al sur del segmento de subducción subhorizontal pampeano al sur de los 33° S (Ramos 2009). El vulcanismo Holoceno posee un menor desarrollo que en el Pleistoceno, y se restringe a la zona de los volcanes Payún Matrú y Tromen (Llambías *et al.* 2010).

Lineamiento Cortaderas-Cinturón volcánico Tromen-Domuyo

Para explicar las diferencias en la geología del sur de Mendoza y norte de Neuquén, Ramos (1978) propone definir el Lineamiento Cortaderas (**Fig.3**), el cual no tiene una expresión morfológica definida en superficie y presenta una orientación NO. La traza pasaría por el sur de la Cordillera del Viento (Chos Malal) y por el sur del escudo basáltico de Auca Mahuida (**Fig.3**). Dado a las diferencias existentes entre el sur y el norte del lineamiento, es posible dividir al retroarco en dos. Al sur del lineamiento el estilo deformacional es de piel fina y las rocas del retroarco del Mioceno al Holoceno están ausentes (Kay *et al.* 2006). Por otra parte, al norte del mismo las rocas magmáticas del retroarco del Mioceno al Holoceno se encuentran expuestas y el estilo deformacional es de piel gruesa (Kay *et al.* 2006). El lineamiento Cortaderas representa el límite sur del vulcanismo Neógeno de retroarco y marca una transición general de un régimen estructural de piel fina a piel gruesa (Kay *et al.* 2006). El límite sur del lineamiento Cortaderas coincide con el cinturón volcánico Tromen-Domuyo, de orientación NO, oblicuo a los Andes (Llambías *et al.* 2010). El cinturón posee un ancho de 40 km y está conformado por los volcanes Domuyo, Tromen y Tilhuey, junto con el lacolito monzonogranítico Palao y Conos de escoria basálticos todos de edad pleistocena (Llambías *et al.* 2010). Las fajas plegadas y corridas de Agrio y Malargüe (**Fig.3**) coexisten en el cinturón volcánico Tromen-Domuyo (Llambías *et al.* 2010). La continuidad del cinturón volcánico Tromen-Domuyo hasta el volcán Auca Mahuida no es

clara, pudiendo este último estar vinculado al volcanismo de Payenia (**Fig.3**) paralelo al arco, o al cinturón previamente mencionado (Llambías *et al.* 2010).

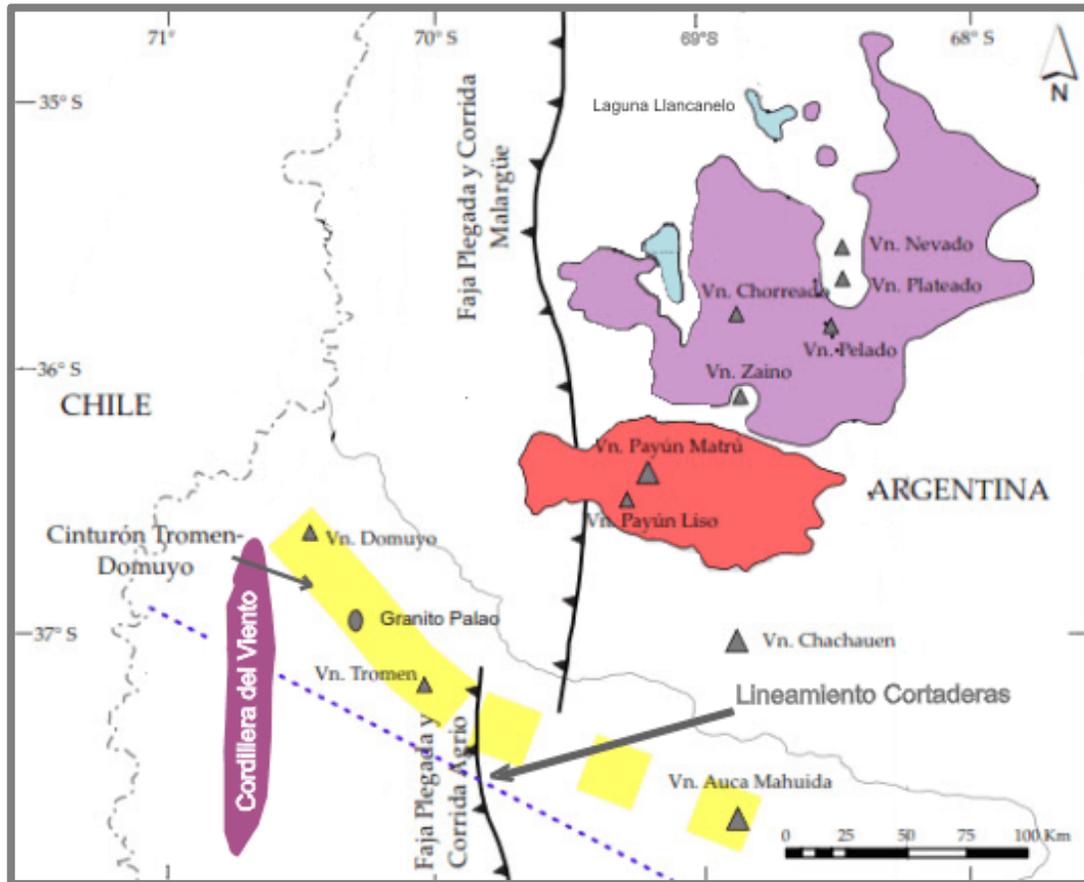


Figura 3: Mapa con la ubicación del Lineamiento Cortaderas, Cinturón volcánico Tromen- Domuyo, las fajas plegadas y corridas de Agrio y Malargüe, Cordillera del viento, Payenia (la cual abarca al Campo Volcánico Payún Matru , color rojo, y al Campo Volcánico Llanccanelo, color violeta, junto a otros centros volcánicos dispersos al norte del mismo, y al escudo basáltico de Auca Mahuida al sur del CVPM (modificado de Hernando 2012).

2.2. Estratigrafía regional

En la figura 4 se presenta una síntesis de la estratigrafía de la región.

2.2.1. PALEOZOICO

Las rocas del paleozoico forman parte del basamento expuesto en la Cordillera del Viento, y han sido afectadas por las diferentes fases diastróficas (Chánica, San Rafaélica) a lo largo del tiempo geológico (**Fig.4**).

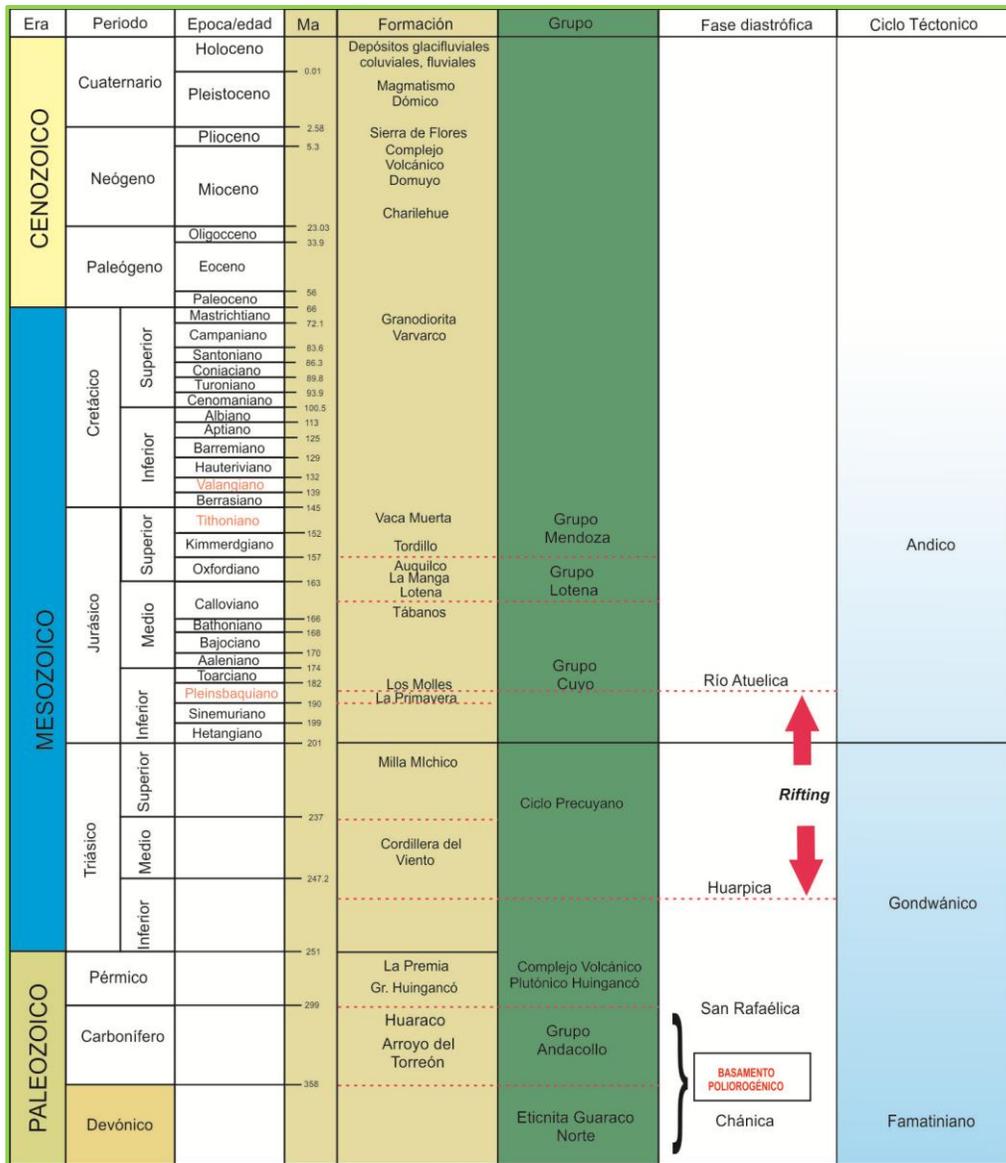


Figura 4: Cuadro tectonoestratigráfico que corresponde en líneas generales a la región de Cordillera del Viento (modificada de Sánchez 2015).

2.2.1.1. DEVÓNICO

ECTINITA GUARACO NORTE (Zappettini *et al.* 1987)

En las inmediaciones del lago Varvarco Campos, Groeber (1947), identificó filitas correspondientes a esta unidad. El nombre de la unidad se lo da Zappettini *et al.* (1987), en base a las observaciones de las rocas metamórficas, pizarras y esquistos, manifiestos en el arroyo Guaraco Norte. Durante la etapa de prospección minera dirigida por Zanettini,

fueron hallados afloramientos de la unidad, los cuales se encuentran expuestos en el arroyo Chacay y en Varvarco. La unidad aflora en la costa norte del lago Varvarco Campos, en la barranca sobre el río Neuquén en el poblado de Varvarco e inmediatamente al norte, este y sur del mismo, así como también en el núcleo del anticlinal de la Cordillera del Viento conformando el basamento poliorogénico (Giacosa *et al.* 2014). En las inmediaciones del lago Varvarco Campos la formación está conformada por filitas (Groeber 1947), y en el arroyo Chacay por esquistos de color gris oscuro a claro de estructura granosa fina (Zanettini , 2001). Las rocas correspondientes a esta unidad fueron deformadas durante el régimen compresivo de la fase diastrófica Chánica, Giacosa *et al.* (2014). En todos los afloramientos se advierte fisilidad de las rocas, marcada por la orientación de los minerales componentes, presentándose piritita en los planos de esquistosidad y diseminada. La esquistosidad acusa rumbo variable entre 310° y 340° e inclina 35° NE a vertical , Zanettini (2001). Integrando distintos afloramientos, se estima en unos 1.800 m la potencia de la entidad, Zanettini (2001).

Las relaciones entre las rocas correspondientes a la Ectinica Guraco Norte y el Grupo Andacollo no se observan, pero se infiere una discordancia mayor asociada con la orogenia Chánica, que tuvo lugar entre el Devónico Superior y el Carbonífero inferior (Giacosa *et al.* 2014). Las rocas metasedimentarias de la Formación Guaraco Norte son de edad Devónica Superior, Giacosa *et al.* (2014).

2.2.1.2. CARBONÍFERO

GRUPO ANDACOLLO

En base a las rocas aflorantes, en la ladera occidental de la Cordillera del Viento, Zollner y Amos (1955) define a la unidad como “Serie Andacollo”, dividiéndola en tres: “Tobas inferiores”, Formación Huaraco y “Tobas Superiores” separadas por discordancias. Amos (1972) asignó a la unidad intermedia al Carbonífero superior, de acuerdo a los hallazgos de invertebrados marinos (braquiópodos) y plantas fósiles de la flora Rhacopteris. Las otras unidades, en las que no se encontraron fósiles, fueron atribuidas al Carbonífero, pudiendo alcanzar la inferior el Devónico y la superior los términos basales del Pérmico. Digregorio (1972) y, Digregorio y Uliana (1980) reunieron a estas tres unidades dentro del Grupo Andacollo, posteriormente Méndez *et al.* (1995) renombra a las Tobas Inferiores y a las Tobas Superiores como Formaciones Arroyo del Torreón y La Premia, respectivamente. Posteriormente LLambías *et al.* (2007) mantiene las Formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco, y asigna la Formación la Premia (=Tobas Superiores) al complejo volcánico plutónico Huigancó por evidencias tectono-magmáticas.

En la región austral de la Cordillera del Viento y en el núcleo del anticlinal de la misma cordillera, afloran rocas que se incluyen en el Grupo Andacollo.

La Formación Arroyo del Torreón está conformada por tobas y coladas riolíticas en la parte inferior, por encima en la parte superior está integrada por areniscas cuarzosas que pasan a pelitas de origen marino (Llambías *et al.* 2007). Zöllner y Amos (1973) estiman un espesor de unos 1500 metros para la unidad. Asimismo, la Formación Huaraco está conformada por lutitas y limolitas, con intercalaciones de areniscas con braquiópodos y restos de plantas (Llambías *et al.* 2007). Las rocas que conforman al Grupo Andacollo y las de la Fm. Guaraco Norte conforman el basamento poliorogénico expuesto en el anticlinal de la Cordillera del Viento, compuesto por dos conjuntos de rocas con estratigrafía y condiciones de deformación diferentes (Giacosa *et al.* 2014). Las rocas fueron plegadas por la fase diastrófica San Rafael del ciclo orogénico Gondwánico, durante el pérmico inferior (Giacosa *et al.* 2014) y luego intruidas por plutones (Llambías *et al.* 2007).

Sobre la base de los hallazgos (fósiles marinos braquiópodos, y restos de planta), Zöllner y Amos (1955, 1973), Amos (1972) y Archangelsky y Arrondo (1966), adjudicaron esta unidad al Carbonífero superior. Estas rocas que conforman el basamento paleozoico pre-ándico están intruidas y cubiertas discordantemente por rocas volcánicas silíceas de edad Pérmico inferior a Triásico Inferior, correspondientes al Complejo volcánico-plutónico Huingancó (Giacosa *et al.* 2014).

2.2.1.3. PERMICO

COMPLEJO VOLCÁNICO-PLUTÓNICO HUINGANCÓ (Llambías *et al.* 2007)

Anteriormente las unidades extrusivas fueron descritas como Formación La Premia (Méndez *et al.* 1995) y las intrusivas como Granito Huingancó (Digregorio 1972). La Fm. la Premia, anteriormente formaba parte del Grupo Andacollo, luego Llambías *et al.* (2007) la asigna al Complejo Volcánico-Plutónico Huingancó.

Las unidades ígneas extrusivas e intrusivas afloran en las inmediaciones de Huingancó y Andacollo, en la vertiente occidental de la cordillera del Viento. El complejo está conformado por rocas extrusivas e intrusivas. Las rocas extrusivas pertenecen a la Formación La Premia, conformada por ignimbritas silíceas gris verdosas, y las intrusivas corresponden al Granito Huingancó.

La edad del complejo está limitada por abajo por el Grupo Andacollo del Carbonífero Superior y por encima por la Formación Cordillera del Viento del Triásico Superior, permitiendo acotar su edad entre el Pérmico inferior hasta el Triásico inferior (Llambías *et al.* 2007). Durante el Triásico Temprano a Medio el Complejo Volcánico-Plutónico es intensamente erosionado, labrándose una superficie de erosión (discordancia Huarpica), sobre la cual se deposita la Fm. Cordillera del Viento (Llambías *et al.* 2007).

2.2.2. MESOZOICO

Las rocas del mesozoico corresponden al relleno de la cuenca neuquina principalmente y al magmatismo que tuvo lugar en la región producto Ciclo Orogénico Andico.

2.2.2.1. TRIASICO

Precuyano

Gulisano (1981) definió el nombre “Precuyano” para referirse de una manera informal, a un conjunto de rocas sedimentarias y piroclásticas del Jurásico Inferior que se desarrollaban entre el basamento y las sedimentitas del Ciclo Cuyano (Gulisano 1981). Posteriormente es definido como Ciclo Precuyano por Gulisano *et al.* (1984) a partir de los estudios desarrollados de la secuencia jurásica al oeste de Neuquén. Las rocas de este ciclo en el área de Chos Malal están representadas por la Fm. Cordillera del Viento (*Leanza et al.* 2005) y la Fm. Milla Michicó (Carbone *et al.* 2011).

Formación Cordillera del Viento (Leanza *et al.* 2005)

La unidad comprende un conjunto de rocas volcánicas, anteriormente agrupadas en el “Choiyolitense” definido por (Groeber 1946) en remplazo de su “Serie Porfírica Supratriásica” (Groeber 1929). Es de destacar que existe una profunda diferencia geotectónica entre el Choiyoi sensu Groeber (1946), ahora considerado como Fm. Cordillera del Viento, la cual se depositó sobre una extensa superficie de erosión labrada sobre el complejo Huingancó, vinculada al régimen tectónico extensional generador de numerosos rift y precursor del desmembramiento de Gondwana y del inicio del ciclo Andico. Mientras que el Choiyoi sensu Rolleri y Criado Roqué (1970) es pos-orogénico respecto a la fase orogénica San Rafael (Pérmico Temprano).

Los afloramientos de la unidad se encuentran distribuidos en la Cordillera del Viento. La Fm. Cordillera del Viento (ex Choiyolitense de Groeber), está conformada por una secuencia volcánica principalmente, de composición andesítica a riolítica con espesores que alcanzan los 1.300 metros, cuya edad corresponde al triásico medio-superior (Llambías *et al.* 2007).

La Formación Cordillera del Viento, tiene una edad limitada, por abajo por el granito Huingancó del Pérmico y hacia arriba por la Formación Milla Michicó, la cual se encuentra por debajo de la Formación la Primavera de edad pliensbachiana (Llambías *et al.* 2007).

Formación Milla Michicó (Freytes 1969, en Digregorio 1972)

Fue descripta por primera vez por (Freytes 1969, en Digregorio 1972). La unidad incluye parte de los “Pórfidos Cuarzíferos Superiores” de Zölnner y Amos (1973).

Sus afloramientos contornean el flanco oriental de la Cordillera del Viento.

La Formación Milla Michicó está constituida por lavas basálticas o basalto andesíticas (Llambías *et al.* 2007). Leanza *et al.* (2005) le atribuyen una edad triásica. La unidad se dispone en discordancia sobre los mantos andesíticos morados meteorizados de la Fm. Cordillera del Viento.

2.2.2.2. JURASICO

GRUPO CUYO

Groeber (1918, 1929) fue el primero en realizar los primeros intentos en organizar la estratigrafía del Jurásico, años más tarde en 1946 define el término Cuyano para identificar la sección inferior del Jurásico Andino de origen marino (Arregui *et al.* 2011). El término Grupo Cuyo fue sugerido por Dellape *et al.* (1978) para identificar una secuencia sedimentaria evolutiva limitada en su base y techo por las discordancias Intraliásica (Rioatuélica) e Intracalloviana respectivamente (Arregui *et al.* 2011). En la región suroeste y oeste de Neuquén el Grupo Cuyo muestra extensas y bien representadas exposiciones hasta el norte de la sierra de la Vaca Muerta. Desde allí hasta la región de Chos Malal solo existe un reducido sector de afloramientos en la desembocadura del arroyo Mulichinco sobre el río Agrio (Loncopué). El Grupo Cuyo en el área de Cordillera del Viento está conformado por Fm. La Primavera y Fm. Los Molles.

Formación La Primavera (Suárez y De la Cruz 1997)

La unidad fue definida por Suarez y de la Cruz (1997), en la cual los autores identificaron una sucesión volcánoclastica con fósiles marinos y basaltos tabulares (Leanza *et al.* 2005). Los afloramientos se manifiestan en cerro La Primavera y en las inmediaciones de la estación de bombeo Raja Palo (Leanza *et al.* 2005). Está conformada por rocas sedimentarias y volcánicas de composición bimodal (Leanza *et al.* 2005). En la región de Chacay Melehue los depósitos se encuentran bien representados, de manera discordante por encima a la Formación Milla Michicó y superpuestos en concordancia por la Fm. Los Molles (Leanza *et al.* 2005). Teniendo en cuenta la información brindada a partir de los fósiles marinos, Gulisano y Gutiérrez Pleimling (1995), asignaron a esta unidad al Pliensbachiano y Toarciano Inferior (Llambías *et al.* 2007).

Formación Los Molles (Weaver, 1931)

La formación Los Molles, fue definida por Weaver (1931) y aflora en gran parte en los flancos del anticlinal de Chacaico hasta el cerro Lohan Mahuida en el suroeste de la provincia del Neuquén, en el núcleo de los anticlinales de Picún Leufú y Cerro Lotena.

También presenta afloramientos en el extremo norte sobre el flanco oriental de la cordillera del Viento sobre la margen sur de la ruta que une Chos Malal con Andacollo donde desarrolla importantes deslizamientos subaqueos de megaescala y lahares submarinos (Llambías & Leanza 2005). La unidad está conformada mayormente por pelitas grises y gris oscuras con contenido orgánico que alternan con areniscas finas hasta gruesas y conglomerados (Arregui *et al.* 2011). La edad para este intervalo abarca desde el Pliensbachiano – Toarciano temprano (Arregui *et al.* 2011). En la región de la cordillera del Viento la discordancia Rioatuélica puede ubicarse en la base de las calizas que se manifiestan en la parte inferior de la Formación Los Molles (véase Llambías & Leanza, 2005). La discordancia marca el inicio de la primera transgresión marina procedente del océano Pacífico expuesta en las sedimentitas de la base del Grupo Cuyo y la misma es interpretada como el producto de la fase diastrófica Río Atuel, denominación instituida por Stipanovic & Rodrigo (1968) y posteriormente fundamentada por Stipanovic (1969).

Formación Tábanos (Stipanovic 1966; Dellapé *et al.* 1979)

La Formación Tábanos fue definida por (Stipanovic 1966). La unidad presenta afloramientos en la localidad de Chacay Melehue (Chos Malal), en la zona del río Atuel y en la Sierra de Vaca Muerta (Arregui *et al.* 2011). Está conformada por yeso macizo, calizas y brechas intraformacionales (Arregui *et al.* 2011). Las evaporitas representan un ambiente marino restringido, sin pérdida total de conexión con el mar con aportes clásticos escasos (Gulisano *et al.* 1984). La unidad es asignada al Calloviano (Dellapé *et al.* 1979).

GRUPO LOTENA (Legarreta y Gulisano, 1989)

El grupo está conformado por las Formaciones Lotena, La Manga y Auquilco y están incluidas dentro del ciclo “Jurásico” (Groeber *et al.* 1953). Está limitado hacia arriba por el Grupo Mendoza y hacia abajo por el Grupo Cuyo, separado por discordancias que lo limitan (Gulisano *et al.* 1984). Su edad está comprendida entre el Calloviano medio y el Oxfordiano superior (Arregui *et al.* 2011).

Formación Lotena - (Weaver 1931)

La unidad fue definida formalmente por (Weaver 1931). Presenta afloramientos en Chacay Melehue, en la Sierra de Vaca Muerta y en Loncopué sobre las márgenes del arroyo Mulichinco (Arregui *et al.* 2011). Está conformada por conglomerados, areniscas y pelitas (Arregui *et al.* 2011). Limita en la base por la formación Tábanos y en el techo por la Fm. La Manga (Arregui *et al.* 2011). De acuerdo a los fósiles de ammonites es asignada al Calloviano Medio (Arregui *et al.* 2011).

Formación La Manga (Stipanovic 1966)

La unidad fue definida formalmente por (Stipanovic 1966) en el arroyo La Manga, afluente del río Atuel en el sur de Mendoza (Arregui *et al.* 2011). Presenta afloramientos al este de la Cordillera del Viento, al sur del arroyo Chacay Melehue (Gulisano *et al.* 1984). Está conformada lutitas, margas y calizas gris azuladas, producto de la meteorización (Arregui *et al.* 2011). De acuerdo a los amonites hallados, la formación es asignada al Oxfordiano Tardío (Stipanovic 1951).

Formación Auquilco (Schiller 1912 y Weaver 1931)

La formación fue mencionada por Schiller (1912), quien la nombra como Yeso Principal y definida formalmente por Weaver (1931). Los afloramientos se exponen en la parte septentrional de la Sierra Vaca Muerta, oeste de Chos Malal, Chacay Melehue y en la Yesera del Tromén (Arregui *et al.* 2011). La unidad está conformada por evaporitas y calizas en la parte basal (Arregui *et al.* 2011). En la base limita con la Formación La Manga y hacia el tope con la Formación Tordillo (Arregui *et al.* 2011). Su edad está queda acotada al Oxfordiano superior (Arregui *et al.* 2011).

GRUPO MENDOZA

Anteriormente el grupo es mencionado por Groeber (1946) como Mendociano e incluido en el ciclo Ándico por el mismo autor, definido formalmente por (Stipanovic *et al.* 1968). El Grupo Mendoza en el cerro Domuyo está integrado por dos unidades: la Formación Tordillo y Vaca Muerta.

Formación Tordillo (Stipanovic 1966)

Definida por Groeber (1946) como Tordillense, la cual presenta afloramientos en el Cerro Domuyo, en el área de Chacay Melehue y en la región de Pampa Tril. La unidad está conformada principalmente por rocas clásticas y en la región de Chacay Melehue posee un espesor estimado entre 600 y 900 metros (Leanza *et al.* 1977; Gulisano *et al.* 1994). Está conformada por sedimentos eólicos y fluviales descritos Legarreta y Gulisano (1989) que dan inicio al cuarto ciclo de sedimentación que se desarrolla desde el Kimmeridgiano al Albiano (Arregui *et al.* 2011), conocido como Grupo Mendoza. En base a las dataciones de U/Pb realizadas en zircones detríticos de la Formación Tordillo, es posible estimar una edad máxima de depositación de 144 Ma para esta unidad (Naipauer *et al.* 2014).

Formación Vaca Muerta (Weaver 1931)

La unidad fue definida por Weaver (1931) en base a las pelitas negras y calizas con ammonites, que afloran en la sierra de Vaca Muerta en la provincia de Neuquén. Presenta afloramientos en el flanco oriental de la Cordillera del Viento, en el núcleo del anticlinal de Las Máquinas y en el Cerro Domuyo (Leanza *et al.* 1977). La misma está conformada por pelitas negras y calizas, portadoras de una fauna amonitifera Weaver (1931). En base a la fauna marina de ammonites se determinó una edad Tithoniana a Valanginiana inferior (Leanza *et al.* 1977; Kietzmann y Vennari, 2013). El límite superior es discordante con rocas volcanoclásticas y piroclásticas miocenas de la Formación Charilehue (Llambías *et al.* 1978a) y el inferior con las rocas clásticas de la Fm. Tordillo.

2.2.2.3. CRETACICO

GRANODIORITA VARVARCO (Zanettini 2001)

Esta entidad fue reconocida por Pesce (1981) como Plutonita Varvarco. Bajo esa denominación, se incluían también al Granito Radales y la Tonalita Butalón (Pesce 1981). La Granodiorita Varvarco forma parte de los cuerpos intrusivos de la Fm. Colipilli del Grupo Naunauco, que conforman el cinturón andesítico paleógeno Naunauco en el norte de Neuquén. Se manifiesta en varios afloramientos localizados entre el arroyo Manchana Covunco y la comarca de Butalón Norte. En el área de estudio presenta afloramientos sobre los márgenes del río Varvarco. Litológicamente la unidad está constituida por granodioritas y tonalitas de color blanco grisáceo a gris, de estructura granosa mediana a gruesa (Zanettini 2001). La granodiorita, en la zona de contacto, presenta un cambio en el tamaño de grano de mediano a fino y contiene apófisis y vénulas de la misma composición (Zanettini 2001).

La Granodiorita Varvarco (Zanettini 2001) es de edad cretácica (Kay *et al.* 2006). La Granodiorita Varvarco intruye a las metasedimentitas de la Formación Guaracó Norte (Zappettini *et al.* 1987) y sobre las márgenes del río Varvarco es cubierta de manera discordante por el Complejo Volcánico Domuyo definido por Llambías *et al.* (1978a).

2.2.3. CENOZOICO

Las unidades del Cenozoico están conformadas por rocas volcánicas correspondientes a los diferentes pulsos magmáticos correspondientes al Ciclo Orogénico Andico y depósitos sedimentarios.

2.2.3.1. NEOGENO

Formación Charilehue (Llambías *et al.* 1978a)

La Fm. Charilehue fue definida por Llambías *et al.* (1978a). La unidad sería correlacionable con la Formación Cajón Negro, definida por (Pesce 1981) hacia el oeste del río Varvarco, según la opinión de Miranda *et al.* (2006) y Folguera *et al.* (2011). La Fm. Invernada Vieja fue reconocida por Pesca (1981) como parte de su Formación Cajón Negro y, posteriormente, diferenciada como Piroclastitas Ácidas por Brousse y Pesca (1982). Expuesta en la ladera oriental del cerro Domuyo y en el tramo superior del arroyo Covunco La unidad está conformada por una serie de coladas de composición andesítica-basáltica con alternancias de brechas y aglomerados. Se emplaza por encima de la Granodiorita Varvarco, y es de edad miocena (Miranda *et al.* 2006).

Complejo Volcánico Domuyo (Llambías *et al.* 1978a)

El complejo fue definido por Llambías *et al.* (1978a), para designar a un conjunto de facies extrusivas e intrusivas desarrolladas en las laderas del Cerro Domuyo. Los afloramientos se manifiestan a lo largo de los arroyos Covunco, Atreuco principalmente, así como también sobre las márgenes del río Varvarco. Esta unidad fue dividida por estos autores en una facies intrusiva correspondiente al stock central del cerro Domuyo; una facies tobacobrechosa y una facies extrusiva caracterizada por flujos de lava de composición riolítica-dacítica. De acuerdo a Llambías *et al.* (1978a), el complejo es de edad miocena media-pliocena inferior, por relaciones estratigráficas. Por otro lado, Miranda *et al.* (2006) aportan edades de 1.8 ± 0.1 Ma y 2.5 ± 0.5 Ma, de acuerdo a dataciones radiométricas, para el cuerpo intrusivo central del cerro Domuyo. Asimismo, JICA (1983), da a conocer edades de 0.11 ± 0.02 Ma; 0.29 ± 0.07 Ma y 0.55 ± 0.10 Ma para las lavas riolíticas del complejo, ubicadas en los cerros Domo y Covunco sobre el sector sudoccidental del cerro Domuyo. El complejo se asienta por encima, de manera concordante (Miranda *et al.* 2006), sobre el vulcanismo más antiguo correspondiente a la Fm. Charilehue definida por Llambías *et al.* (1978a).

Formación Sierra de Flores (Brousse y Pesca 1982)

La unidad fue definida por Brousse y Pesca (1982) como Formación Sierra de Flores y correspondería a la Andesita Tilhué definida por (Zanettini 2001) en la Hoja las Ovejas. Los afloramientos se manifiestan sobre la margen derecha del Río Varvarco y al pie de la Cordillera de Flores. Está conformada principalmente por coladas de lava que tienen entre 1,5 a 10 metros de potencia, constituidas por andesitas y subordinadas por basandesitas, de

color gris mediano a oscuro y pardo, de textura porfirica (Zanettini 2001). De acuerdo a los autores (Brousse y Pesce, 1982), la unidad es de edad pliocena.

2.2.3.2. CUATERNARIO

PLEISTOCENO

Magmatismo Dómico (Brousse y Pesce 1982)

La entidad fue reconocida como probable Matrulitense por Groeber (1947), al que asignó edad holocena, y como Magmatismo Dómico por Brousse y Pesce (1982) y Riolita Cerro Domo por (Zanettini 2001) en Hoja las Ovejas. La distribución de los afloramientos se manifiesta mayormente en el tramo medio del Arroyo Atreuco y en las inmediaciones del cerro Guitarra. Son facies de domos y coladas lávicas de composición riolítica y, subordinadamente, dacítica (Zanettini 2001). Los datos geocronológicos aportados por Brousse y Pesce (1982) y JICA (1983), evidencian para las unidades una edad pleistocena. Sobreyace en discordancia a la Granodiorita Varvarco.

HOLOCENO

Depósitos Glacifluviales

Estos depósitos tienen expresión en gran parte del mapa, en los alrededores de Aguas Calientes, en el flanco nornoreste y norte de la Cordillera del Viento; sobre las márgenes de los Arroyos Covunco, Atreuco y Río Varvarco. Los depósitos son de color gris a amarillo y están conformados por conglomerados polimícticos finos a gruesos con intercalaciones de arenas finas a gruesas y limos que envuelven los rodados de diferentes tamaños (Zanettini 2001). Entre el río Varvarco y el Arroyo Covunco se manifiestan bloques erráticos (Zanettini 2001).

Depósitos Coluviales

Estos depósitos están conformados por gravas, arenas y limos que se encuentran como relleno en los valles de ríos y arroyos, en la base de las laderas, depositados por la acción de la gravedad (Zanettini 2001).

Depósitos Fluviales

Son depósitos recientes y actuales, los cuales se manifiestan sobre las márgenes de los arroyos Covunco, Atreuco y Río Varvarco (Zanettini 2001). Están conformados por gravas, arenas, limos, cantos rodados, rellenando los valles de los ríos y arroyos, depositados por cursos de agua permanente y temporarios (Zanettini 2001).

Capítulo 3

GEOLOGÍA DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL CERRO DOMUYO

3.1. Mapa geológico

En el área de estudio se realizó el mapeo de detalle (Fig.5) donde se reconocieron una serie de unidades que se representan en el cuadro de la figura 6, y se describen a continuación.

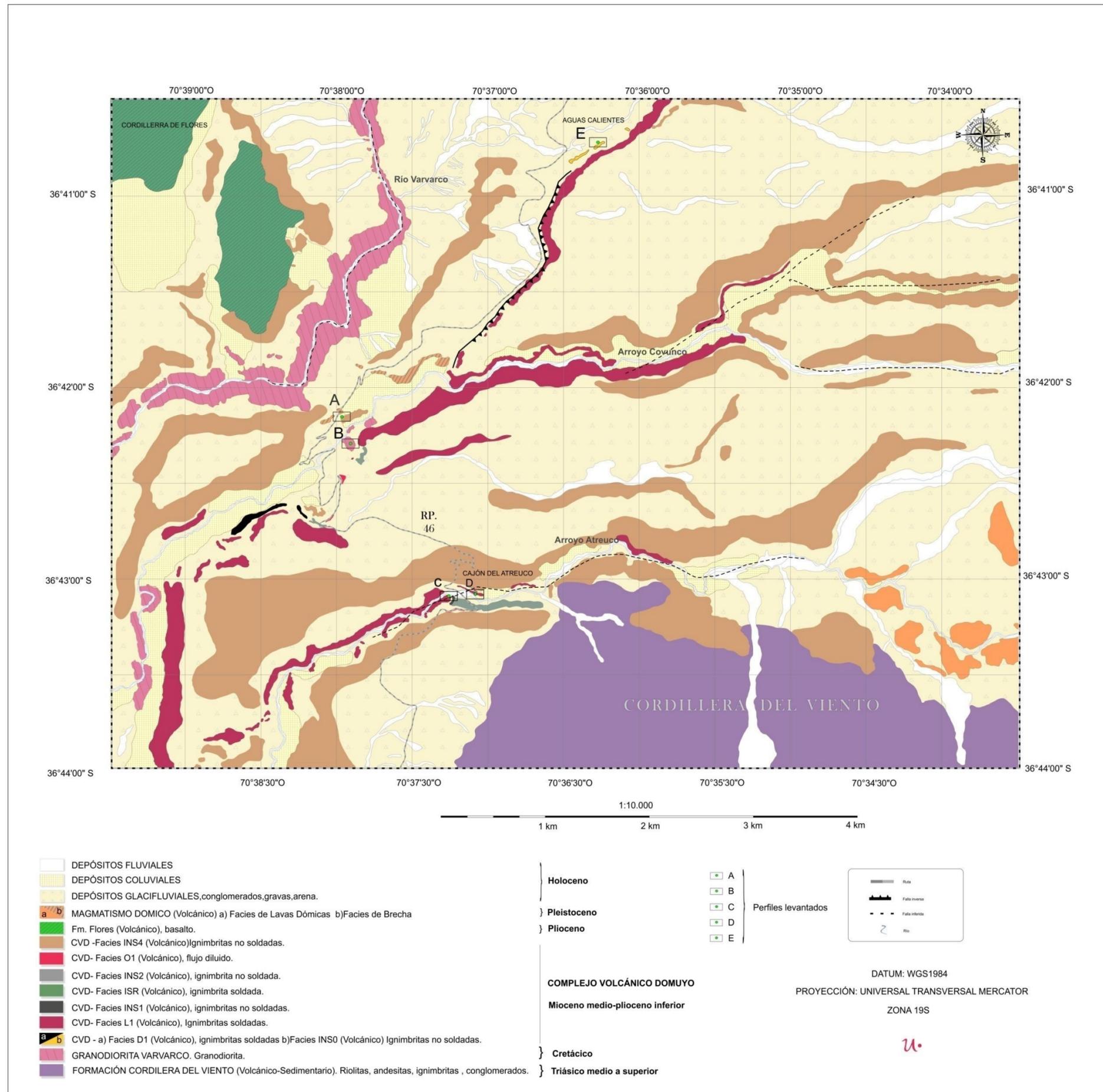


Figura 5: Mapa geológico del sector occidental del Cerro Domuyo.

Estratigrafía	Facies	Edad
Depósitos fluviales		Holoceno
Depósitos coluviales		Holoceno
Depósitos glaciafluviales		Holoceno
Magmatismo Dómico	Lavas Dómicas Brecha	Pleistoceno (Brousse y Pesce ,1982)
Fm. Sierra de Flores		Plioceno (Brousse y Pesce ,1982)
CVD	INS4	Mioceno medio- plioceno inferior (Llambias et al. 1978)
Discordancia		
Complejo Volcánico Domuyo (CVD)	O1	Mioceno medio- plioceno inferior (Llambias et al. 1978)
	INS2	
	ISR	
	INS1	
	L1	
	D1/INS0	
Discordancia		
Granodiorita Varvarco		Cretácico (Kay et al. 2006)
Discordancia		
Fm. Cordillera del viento		Triásico medio a superior (Groeber,1946)

Figura 6: Cuadro estratigráfico con las unidades reconocidas en el área de estudio.

Las rocas más antiguas aflorantes en el área de estudio, corresponden a la Fm. Cordillera del Viento de edad triásica media a superior, conformada en su mayoría por una secuencia volcánica de composición andesítica a riolítica. Posteriormente se emplazó en el sector la Granodiorita Varvarco de edad cretácica, la cual presenta gran desarrollo sobre los márgenes del río Varvarco en el sector noroccidental del mapa geológico realizado. Por encima, de manera discordante se asientan los depósitos piroclásticos correspondientes al Complejo Volcánico Domuyo del Mioceno medio- Plioceno inferior, cubierto de manera concordante por la Fm. Sierra de Flores conformada por coladas de lava de composición andesítica principalmente. Luego, se dispone el Magmatismo Dómico, el cual se encuentra bien representado en el margen sudoriental y noroccidental del mapa confeccionado. El mismo está conformado por facies de domos y coladas lávicas y, subordinadamente, dacítica (Zanettini 2001) y facies de brecha, cuyos afloramientos se manifiestan sobre la margen derecha del arroyo Covunco. Por último, se depositan los depósitos fluviales, glaciales y coluviales de edad holocena.

3.2. Perfiles columnares

En el área de estudio se levantaron 5 perfiles columnares (columna A, B, C, D, E) en distintas zonas, donde se pudieron reconocer las facies del Complejo Volcánico Domuyo que se describen a continuación:

La columna A levantada en el margen derecho del Arroyo Covunco entre los 36°42'10.20"S y los 70°37'58.13"O (**Fig.5**), está conformada en su parte basal por ignimbritas no soldadas correspondientes a la facies (INS4). Por encima, de manera concordante se manifiesta la facies de brecha la cual es asignada al Magmatismo Dómico (**Fig.7**).

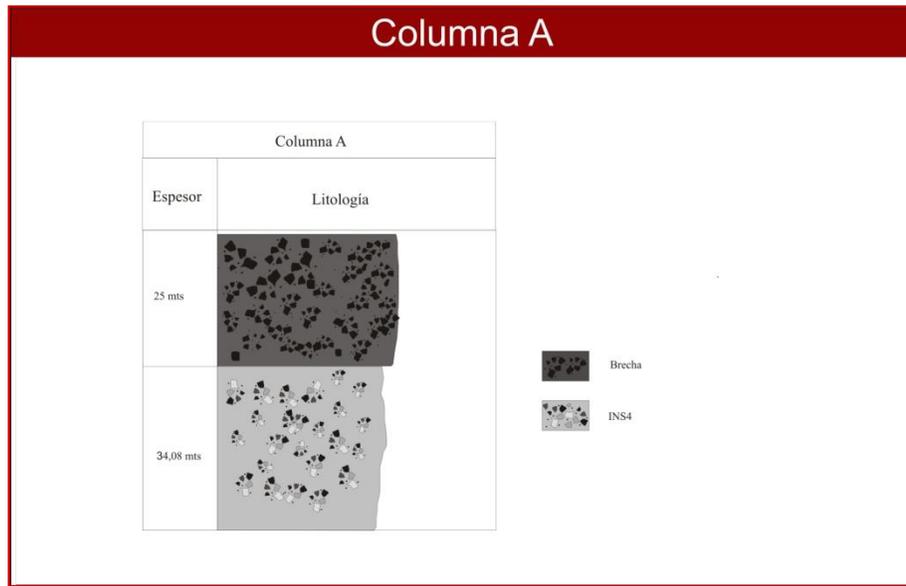


Figura 7: Columna estratigráfica A levantada sobre el margen derecho del Arroyo Covunco.

Sobre el margen izquierdo del Arroyo Covunco se levantó la columna B entre los 36°42'18.54"S y los 70°37'54.64"O (**Fig.5**), la cual está conformada en su parte basal por la Granodiorita Varvarco con un espesor de 135 metros aproximadamente (**Fig.8**). Suprayacente a la unidad anterior y, de manera discordante se depositan la facies ignimbritas soldadas que presentan disyunción columnar (D1). Por encima, de manera concordante se depositan la facies de ignimbritas soldadas (L1) caracterizadas por presentar lajamiento. Por encima, se apoya en concordancia la facies de ignimbritas soldadas (ISr), compuesta por fiammes de color negro inmersas en una pasta color rosado, con un espesor de 19 metros aproximadamente. De igual manera, descansan la facies de ignimbritas no soldadas (INS2) conformada por tobas lapillíticas masivas caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares de diferentes dimensiones (de 8 a 25 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores grisáceos. Culminando la secuencia se registra las ignimbritas no soldadas (INS4), conformada por tobas lapillíticas masivas caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos

pumíceos irregulares de grandes dimensiones (hasta 30 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores amarillentos.

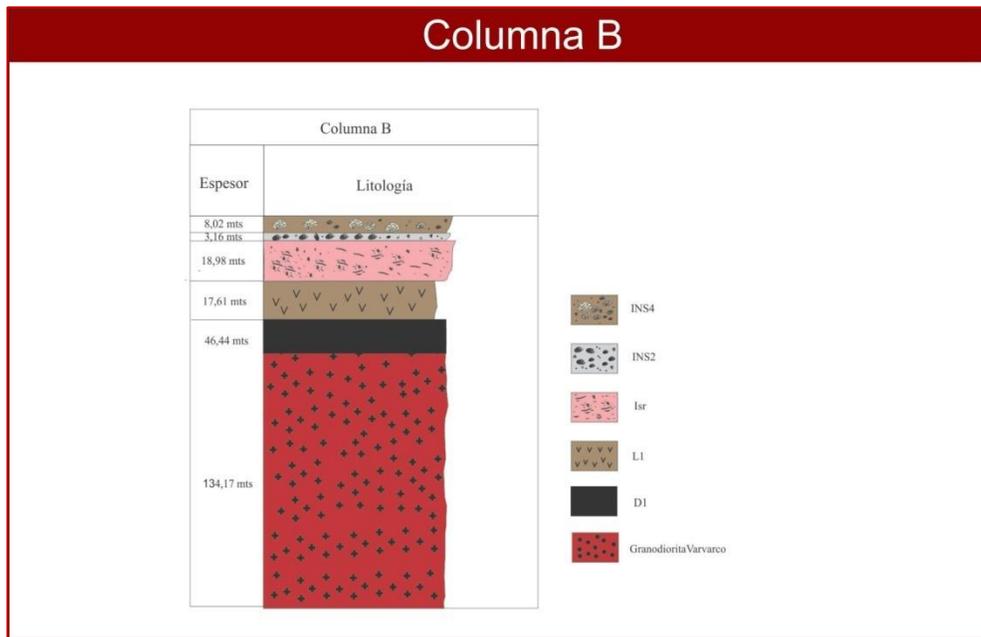


Figura 8: Columna estratigráfica B levantada sobre el margen izquierdo del Arroyo Covunco

Sobre el margen izquierdo del Arroyo Atreuco, se levantó la columna C entre los 36°43'6.11"S y los 70°37'16.62"O (**Fig. 5**), la cual se compone en su parte basal por ignimbritas soldadas (L1) que presentan lajamiento con un espesor 84 metros aproximadamente (**Fig. 9**). Por encima, de manera concordante se depositan las ignimbritas no soldadas (INS1) conformada por ignimbritas no soldadas, la cual presenta fragmentos pumíceos de color negro (de 2 a 15 cm) inmersos en una pasta de color castaño, la cual presenta clastos líticos de tamaños menores a 4 cm. Suprayacente a la unidad, se depositan las ignimbritas soldadas (ISr), compuesta por fiammes de color negro inmersas en un pasta color rosado, con un espesor de 19 metros aproximadamente. Por encima, de manera concordante se apoya las ignimbritas no soldadas (INS2) compuesta por tobas lapillíticas masivas o con estratificación difusa caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares y de diferentes dimensiones (de 8 a 25 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores grisáceos a bordo. Por último, rematando la secuencia se manifiestan las ignimbritas soldadas (ISr) nuevamente.

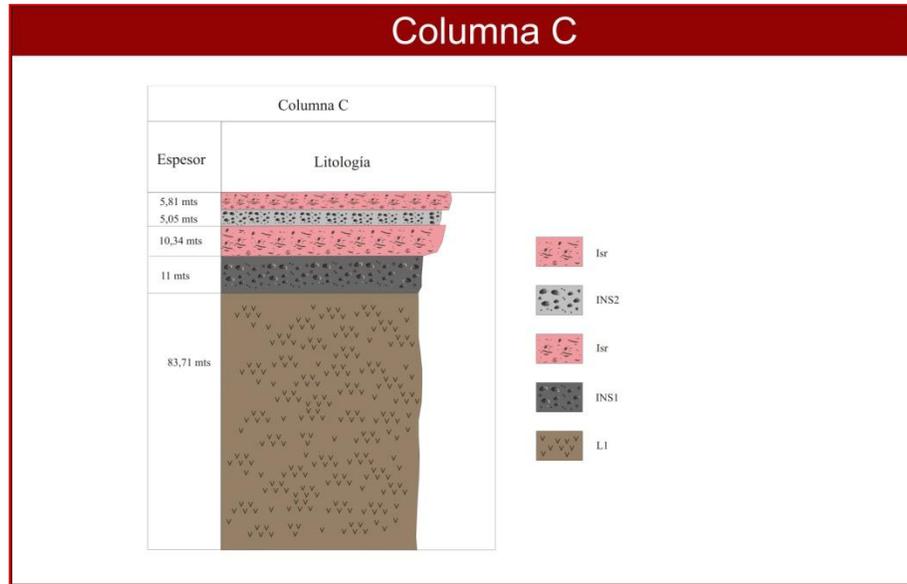


Figura 9: Columna estratigráfica C levantada sobre el margen izquierdo del Arroyo Atreuco.

En el margen derecho del Arroyo Atreuco, se levantó la columna D entre los 36°43'5.84"S y 70°37'7.00"O (**Fig.5**). Sobre la parte basal de la secuencia se manifiesta las ignimbritas soldadas (L1) que presentan lajamiento y un menor espesor con respecto al otro margen (**Fig.10**). Por encima, se depositan las ignimbritas soldadas (ISr), compuesta por fiammes de color negro inmersas en un pasta color rosado. De manera concordante, descansan sobre la facies anterior, las ignimbritas no soldadas (INS2) conformadas por tobas lapillíticas masivas caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares y de diferentes dimensiones (de 8 a 25 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores grisáceos. Por encima, se manifiestan tobas y lapillitas finas con estratificación horizontal y estratificación entrecruzada, caracterizadas por una moderada selección, y con presencia de fragmentos pumíceos más pequeños (hasta 3-4 cm) y líticos polimícticos (de hasta 2 cm) dispuestos en un arreglo matriz a clasto sostén (Facies O1). De manera discordante, se manifiestan las ignimbritas no soldadas (INS4), conformada por tobas lapillíticas masivas o con estratificación difusa caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares y de grandes dimensiones (hasta 30 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores amarillentos.

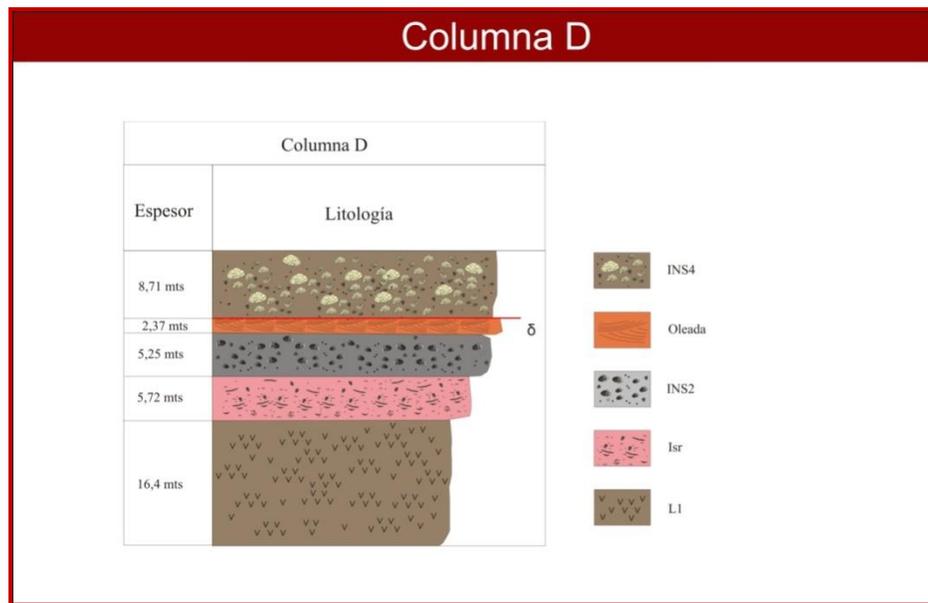


Figura 10: Columna estratigráfica D levantada sobre el margen derecho del Arroyo Atreuco.

En el sector de Aguas Calientes, se levantó la columna E entre los 36°40'43.82"S y 70°36'16.39"O (**Fig.5**), la cual está conformada en su parte basal, por la facies (INS0), integrada por ignimbritas no soldadas que presentan alteración, con presencia de líticos de diversos tamaños que va de 1 a 4 cm y escasa cantidad de pómez (**Fig.11**). Presentan un espesor de más de 18 metros, y se encuentra cubiertas por depósitos coluviales. Por encima, de manera concordante, se encuentra la facies (L1), conformada por ignimbritas soldadas que presentan lajamiento con un espesor que va desde los 50 a 115 metros. Luego, rematando la secuencia se registra las ignimbritas no soldadas (INS4), conformada por tobas lapillíticas masivas caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares y de grandes dimensiones (hasta 30 cm), líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores amarillentos.

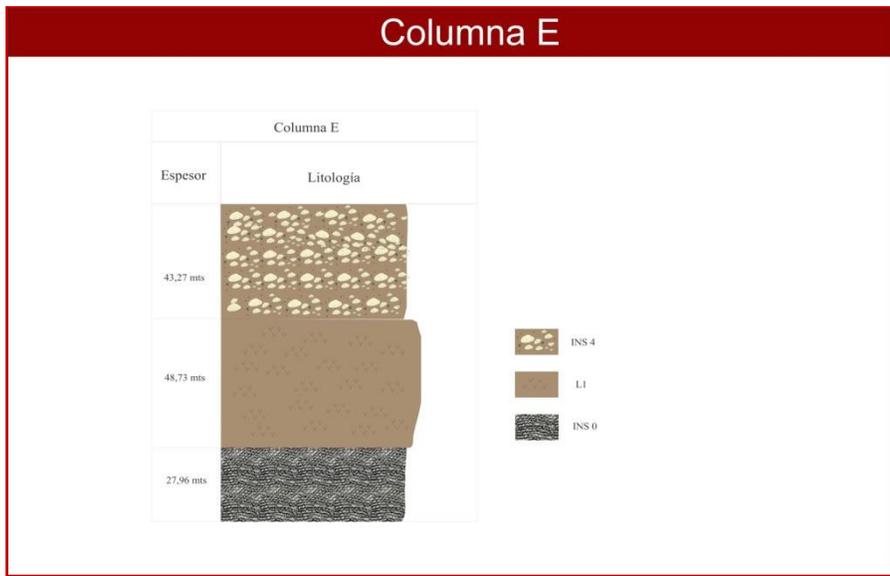


Figura 11: Columna estratigráfica E levantada en la comarca de Aguas Calientes.

3.3. Complejo Volcánico Domuyo

Descripción de facies del Complejo Volcánico Domuyo

Facies Ignimbritas con Diyuncion Columnnar (D1)

Presenta escasos afloramientos sobre la margen izquierda del arroyo Covunco, en la parte sudoccidental del área de estudio. Los afloramientos de la facies son asignados al Complejo Volcánico Domuyo dadas las características litológicas y la ubicación. Los depósitos están conformados por ignimbritas soldadas que presentan disyunción columnnar, con presencia de líticos de diversos tamaños que va de 1 a 3 cm y escasa cantidad de pómez (Fig.12).



Figura 12: a- Panorámica del afloramiento de la facies D1; b- Vista en detalle de D1.

La facies D1 se encuentra de manera discordante con la Granadiorita Varvarco.

La facies D1 es interpretada como producto de un colapso gravitacional temprano de la columna eruptiva, lo que daría lugar a un flujo denso en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión. Aunque no se descarta que la facies soldadas puedan tener un origen fisural.

Facies Ignimbritas No Soldadas 0 (INS0)

Son depósitos con base y techo plano que presentan gran extensión en el área de Aguas Calientes. Las facies están conformadas por ignimbritas no soldadas que presentan alteración con un espesor de hasta 13 metros, presencia de líticos que van desde 1 a 4 cm, escasa cantidad de pómez, y mala selección. (Fig.13). La ignimbrita se encuentra de manera concordante, con la facies suprayacente (L1).



Figura 13 a) Vista en detalle de la facies INS0 en el sector de Villa Aguas Calientes.

La facies se interpreta como colapso gravitacional de una columna eruptiva, lo que daría lugar a un flujo denso en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión a juzgar por la escasa selección, la ubicación espacial y la litología.

Facies Lajadas 1 (L1)

Se observa principalmente sobre las márgenes de los arroyos Covunco y Atrouco, presentando mayor espesor en el primero (Fig.14). Los afloramientos son asignados al Complejo Volcánico Domuyo por la información bibliográfica, la litología y la ubicación. Son uno de los depósitos más extendidos, incluye a ignimbritas soldadas matriz-soportadas con escasa selección y presencia de vitrófiros en algunos sectores de Aguas Calientes. En el cajón del Atrouco, en cercanías al puente de la RP43, presenta fiammes sumamente elongadas en forma de bandas. Por un lado, manifiesta algunos niveles con abundantes líticos y otros con pocos, además de niveles replegados. Una de las características

principales en afloramiento, es la presencia de lajamiento (**Fig.14**). Al microscopio se analizaron tres cortes (AC2, CO4, AT3) correspondientes a la facies L1 (**Fig.15**).



Figura 14: a-, b-, c- y d- Vista panorámica donde se puede observar el afloramiento de las facies (L1) sobre las márgenes del Arroyo Covunco; b y f Afloramiento de las facies (L1) en Cajón del Atreuco.

Muestras	Coordenadas	Ubicación
AC2	36°40'48.87"S- 70°36'22.03"O	Villa Aguas Calientes
CO4	36°42'43.01"S- 70°38'2.53"O	Muestra ubicada cerca del arroyo Covunco, camino al arroyo Atreuco (sobre la ruta provincial 43).
AT3	36°43'4.79"S- 70°37'19.72"O	Cajón del Atreuco

Figura 15: Cuadro con la ubicación de las muestras tomadas.

Muestra AC2 – Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, en la cual los cristaloclastos de plagioclasa presentan diferentes tipos de cribado, en algunos cristales subhedrales se observa cribado grueso (**Fig. 16 c, d**) y en otros fino. En general los cristales de plagioclasa van desde muy fragmentados a subhedrales y, se encuentran sin alteración, salvo en algunas excepciones donde se presentan sumamente alterados (**Fig. 16 a, b**). Algunos cristales subhedrales de plagioclasa presentan zonación concéntrica. Los cristales se presentan en glomérulos, que en algunos casos son de plagioclasa y, en otros casos se presentan con plagioclasas y piroxenos conjuntamente con opacos. Los minerales máficos que presenta son piroxenos, biotita y los opacos se encuentran en escasa proporción (5%). Los litoclastos en algunos casos son posiblemente de andesita, correspondientes a la Fm. Charilehue y, en otros casos tienen borde de alteración los cuales se encuentran en escasa proporción. Se pudo reconocer, en algunos casos, pómez deformadas que perdieron la porosidad por compactación (**Fig. 16 e, f**). La muestra presenta una pasta principalmente vítrea de color rosado con marcada fluidalidad, con cristaloclastos y litoclastos inmersos. Las fiammes que presentan, son de forma elongada, formando bandas.

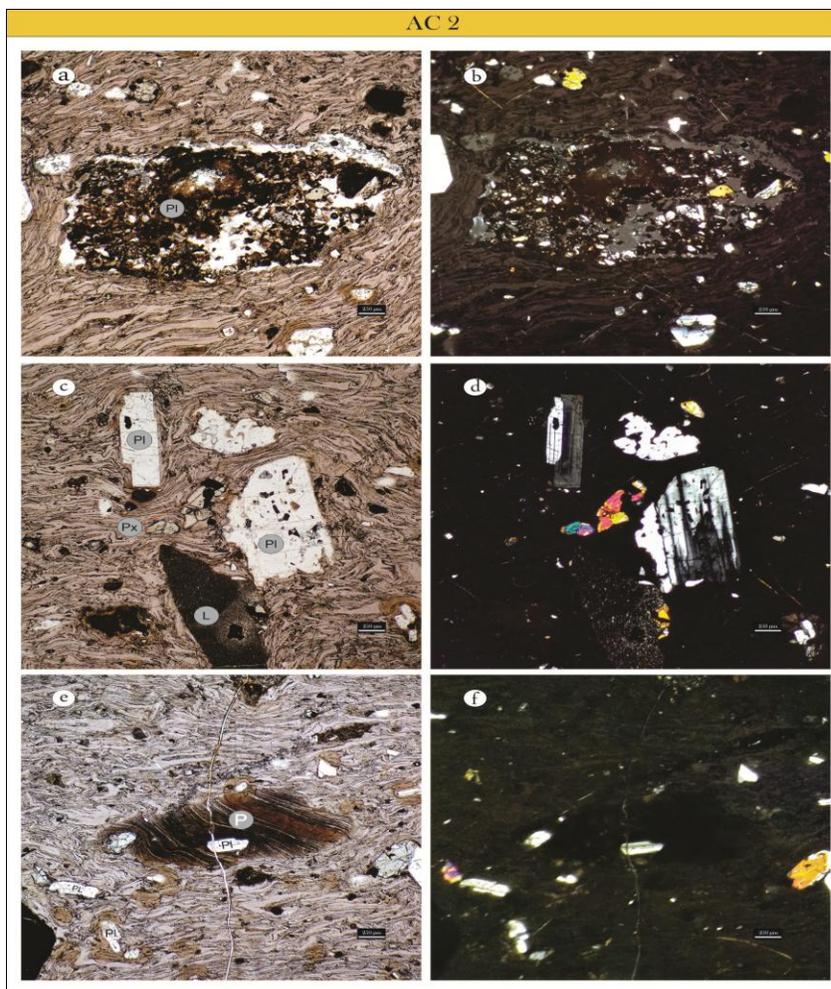


Figura 16: Microfotografía de la muestra AC2. a) Plagioclasa alterada de más de 3 mm sin polarizador. b) Plagioclasa alterada de más de 3 mm con polarizador. c) Plagioclasa con cribado grueso y glomérulo de piroxeno próximo con litoclasto de gran dimensión sin polarizador. d) Plagioclasa con cribado grueso y glomérulo de piroxeno próximo con litoclasto de gran dimensión (luz polarizada) e) Pómez deformada por compactación sin polarizador. f) Pómez deformada por compactación con polarizador. Pl: plagioclasa, Px: piroxeno, L: fragmento lítico volcánico, P: pómez.

Muestra CO4 - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, en la cual los cristaloclastos de plagioclasas presentan diferentes tamaños que van desde los 100 µm hasta 3.000 µm aproximadamente, algunas muy fragmentadas y otras conservan la forma euédral (**Fig. 17 a**). Las plagioclasas con cribado grueso, se presentan en formas subhedrales y manifiestan una red de canales interconectados en algunos casos. Es notable la presencia de glomérulos de plagioclasa y piroxenos (**Fig. 17 a, c**). Contiene cristales de cuarzo en escasa proporción con extinción ondulosa. Los minerales máficos que presentan son biotita, los cuales presentan bordes de alteración en algunos casos, anfíbol (horblenda) y piroxenos. Como minerales accesorios presenta zircones. Por otra parte presenta líticos con bordes de alteración. En general la muestra se encuentra en gran parte alterada (**Fig.17 a**). Las trizas vítreas son esencialmente cóncavas, angulosas y compactas.

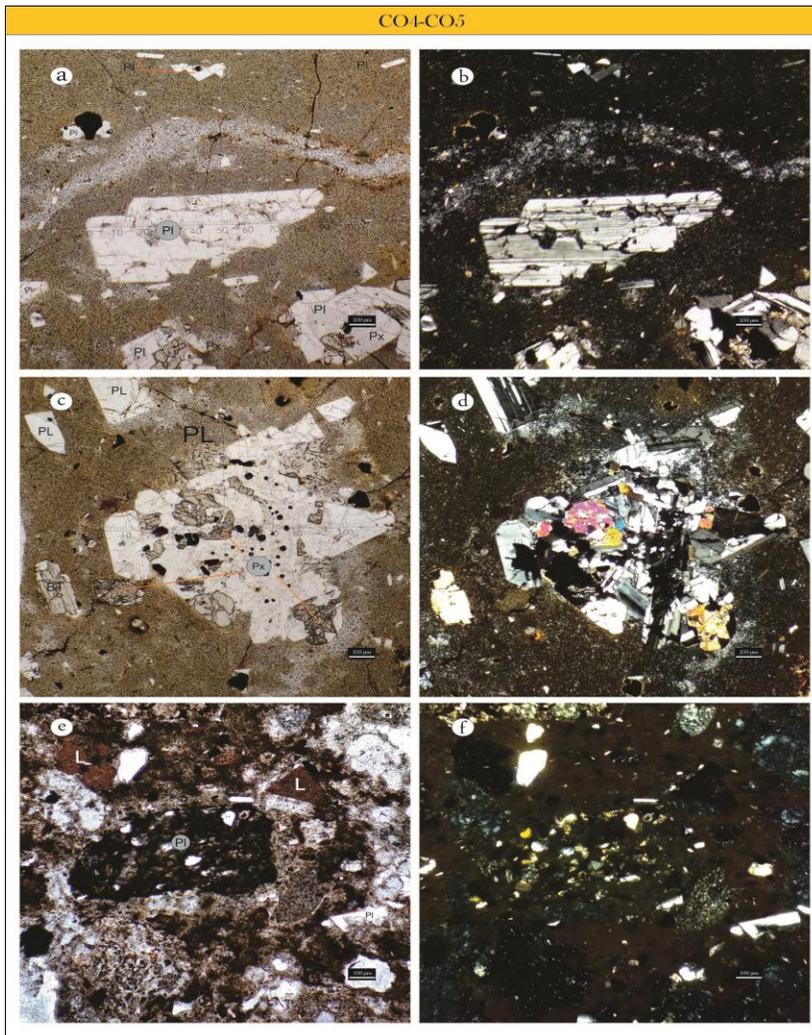


Figura 17: Microfotografía de la muestra CO4. a) Plagioclasas de diferentes tamaños que van desde los 100 µm hasta 3.000 µm muy fragmentadas sin luz polarizada b) Plagioclasas de diferentes tamaños que van desde los 100 µm hasta 3.000 µm muy fragmentadas con luz polarizada c) Glomérulos de plagioclasa y piroxenos sin luz polarizada d) Glomérulos de plagioclasa y piroxenos con luz polarizada e) Plagioclase alterada, rodeada de fragmentos líticos sin luz polarizada f) Plagioclase alterada, rodeada de fragmentos líticos con luz polarizada. PL: plagioclase, Px: piroxeno, Bt: biotita, L: fragmentos líticos.

Muestra AT3 - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, en la cual los cristaloclastos de las plagioclasas presentan diferentes tamaños que van desde los 100 µm hasta 3.000 µm aproximadamente, algunas fragmentadas y otras conservan la forma euhedral (**Fig.18 a, b**). La presencia de glomérulos de plagioclasa y piroxenos es notoria en la muestra (**Fig. 18 a, b**). Algunos fenocristales de plagioclasa subhedral presentan engolfamiento. Por otro lado, las plagioclasas con cribado grueso, se presentan en formas subhedrales y manifiestan una red de canales interconectados (**Fig.18 e, f**). En algunas ocasiones, se observan cristales de plagioclasa “cola de golondrina” con zonación. Los minerales máficos que presenta son piroxenos, con bordes de reacción (**Fig. 18 c, d**). Asimismo, los minerales opacos no

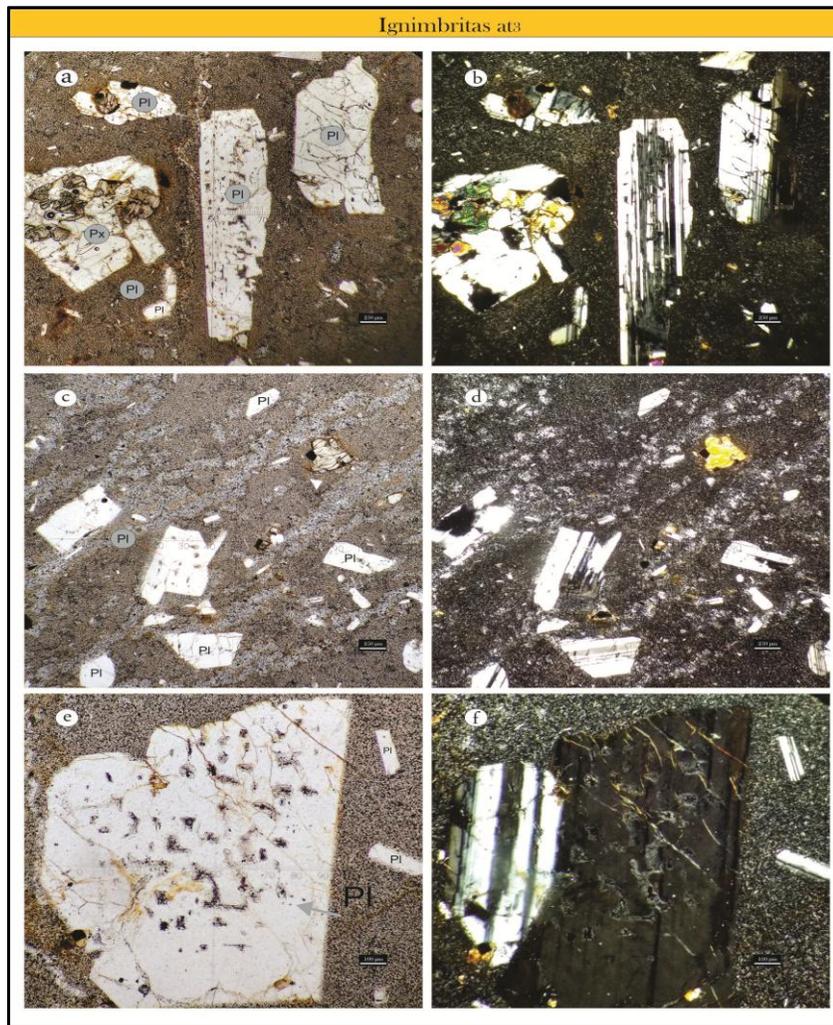


Figura 18 Microfotografía de la muestra AT3: a-Cristales de plagioclasa fragmentados con cribado grueso, glomérulos de plagioclasa y piroxenos sin luz polarizada b-Cristales de plagioclasa fragmentados con cribado grueso, glomérulos de plagioclasa y piroxenos con luz polarizada c-Plagioclasas y piroxenos fragmentados inmersos en una matriz color grisáceo con alteración sin luz polarizada d-Plagioclasas y piroxenos fragmentados inmersos en una matriz color grisáceo con alteración con luz polarizada e-Plagioclasas con cribado grueso con formas subhedrales manifestando una red de canales interconectados sin luz polarizada f- Plagioclasas con cribado grueso con formas subhedrales manifestando una red de canales interconectados con luz polarizada. Pl: plagioclasa, Px: piroxeno.

superan el 4%, estando restringidos en algunos sectores de la muestra. Las trizas vítreas son principalmente cóncavas, angulosas y compactas, inmersas en una pasta vítrea con microlitos de plagioclasa.

La acumulación de la facies L1 se interpreta como colapso gravitacional temprano de una columna eruptiva, lo que daría lugar a un flujo denso en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión. Aunque no se descarta que la facies soldadas puedan tener un origen fisural. Al microscopio, estas rocas presentan una textura eutaxítica con un alto grado de soldamiento, como lo evidencian las trizas deformadas. Los fenocristales de plagioclasa con cribado mediano, posiblemente estén vinculados a una disolución parcial característica de la mezcla de magmas, sin embargo se requieren mayores estudios para validar dicha hipótesis.

Facies Ignimbritas No Soldadas 1 (INS1)

Presenta un solo afloramiento en el área del Cajón del Atreuco, el cual se encuentra en el margen izquierdo del Arroyo Atreuco, al sudoeste del puente de la RP43. La facies está compuesta por fragmentos pumiceos negros irregulares de entre 2 y 15 cm y líticos de hasta 4 cm, inmersos en una pasta de color castaño (**Fig. 19**).

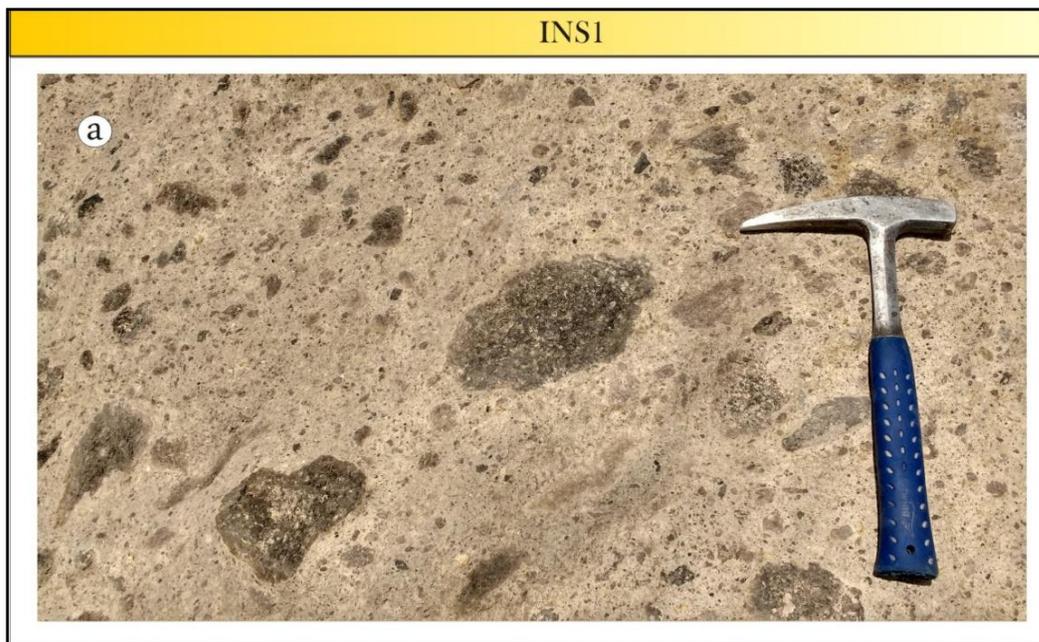


Figura 19: a) Vista en detalle del afloramiento de la facies INS1 sobre el margen izquierdo del Arroyo Atreuco.

Dadas las características observadas en el campo, esta facies se la interpreta como un flujo denso producto de un colapso gravitacional de una columna eruptiva.

Facies Ignimbritas Soldadas Rosas (ISR)

Los afloramientos de la unidad se encuentran dispersos, sobre la margen izquierda del Arroyo Covunco a 265 metros al este del puente de la RP43; sobre la margen izquierda de la RP43 en el sector sudoccidental del mapa; así como también sobre el margen izquierdo y derecho del Arroyo Atreuco a la altura del Cajón del Arroyo homónimo (**Fig.5**). La facies está conformada por ignimbritas soldadas de coloración rosada con fiammes de color negro y escasos líticos polimícticos de hasta 2 cm (**Fig.20**).



Figura 20: a- y b- Afloramiento de ignimbrita soldada rosa (ISR) en el margen izquierdo del Arroyo Covunco.

Los depósitos se interpretan como producto de un flujo piroclástico denso de alta temperatura, producido por el colapso de una columna eruptiva en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión. Aunque no se descarta que la facies soldadas puedan tener un origen fisural.

Facies Ignimbritas No Soldadas 2 (INS2)

Los afloramientos se desarrollan sobre uno de los laterales (sobre la margen izquierda) de la ruta provincial RP43 en el sector sudoccidental del mapa; así como también sobre el margen izquierdo y derecho del arroyo Atreuco (Fig.5). Son depósitos de ignimbritas no soldadas, conformado por tobas lapillíticas masivas caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares de diferentes dimensiones (de 8 a 25 cm) y composiciones, líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores grisáceos a rojizo pálido (Fig.21).

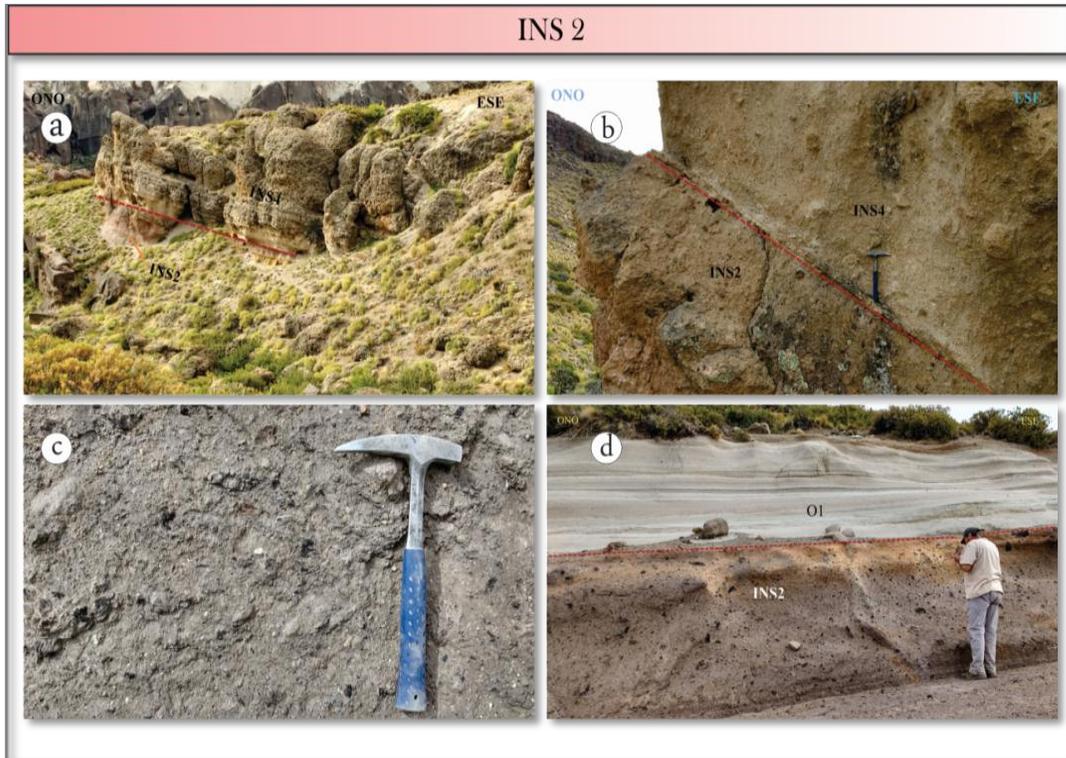


Figura 21: a y b) Vista panorámica donde se puede observar INS2 y su relación con INS4 sobre el margen izquierdo del arroyo Covunco c-Vista de detalle de INS2 sobre el margen derecho del arroyo Atreuco d- Contacto INS2- O1 sobre el margen izquierdo del Arroyo Atreuco.

Bajo el microscopio se describieron tres muestras (AT4a-AT4b-AT4c) correspondientes a la facies INS2 (Fig.22).

Muestras	Coordenadas	Ubicación
AT4a	36°43'9.52"S- 70°37'12.64"O	Sobre el cajón del Atreuco.
At4b	36°43'9.52"S- 70°37'12.64"O	Sobre el cajón del Atreuco.
AT4c	36°43'9.52"S- 70°37'12.64"O	Sobre el cajón del Atreuco.

Figura 22: Cuadro con la ubicación de las muestras tomadas (AT4a-AT4b-AT4c).

Muestra AT4a - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, en la cual los cristaloclastos y litoclastos se encuentran inmersos en una matriz vítrea de coloración grisácea. Las plagioclasas se presentan limpias en la mayoría de los casos y, en algunos casos presentan un cribado fino. En general se reconocen cristaloclastos enteros y fragmentos de cristaloclastos, y es común encontrarlos conformando glomérulos (**Fig. 23 a**). Los minerales máficos que presenta son biotita con marcada alteración (**Fig.23 a**) y piroxenos. Se pudo reconocer en algunos casos, pómez de diferentes composiciones deformadas, que perdieron la porosidad por compactación (**Fig. 23 a**).

Muestra At4b de pómez

La muestra presenta pómez de color rojizo con vesículas gruesas de formas variadas, desde equidimensionales a alargadas con cristales inmersos de plagioclasa muy fragmentados y en algunos casos con formas subhedrales a euhedrales de grandes dimensiones (**Fig. 23 b**). Presenta piroxeno, conformando glomérulos y una escasa proporción de opacos que no supera el 1%.

Muestra AT4c - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, la cual presenta plagioclasas limpias subhedrales a euhedrales, con diferentes tamaños que van desde los 100 a 300 μm aproximadamente y, cristales subhedrales de cuarzo. Los litoclastos son de grandes dimensiones (más de 1700 μm) rodeados por un mosaico de cuarzo, con textura micrográfica en algunas ocasiones, los cuales se encuentran inmersos en una pasta vítrea de color grisáceo (**Fig. 23 c**).

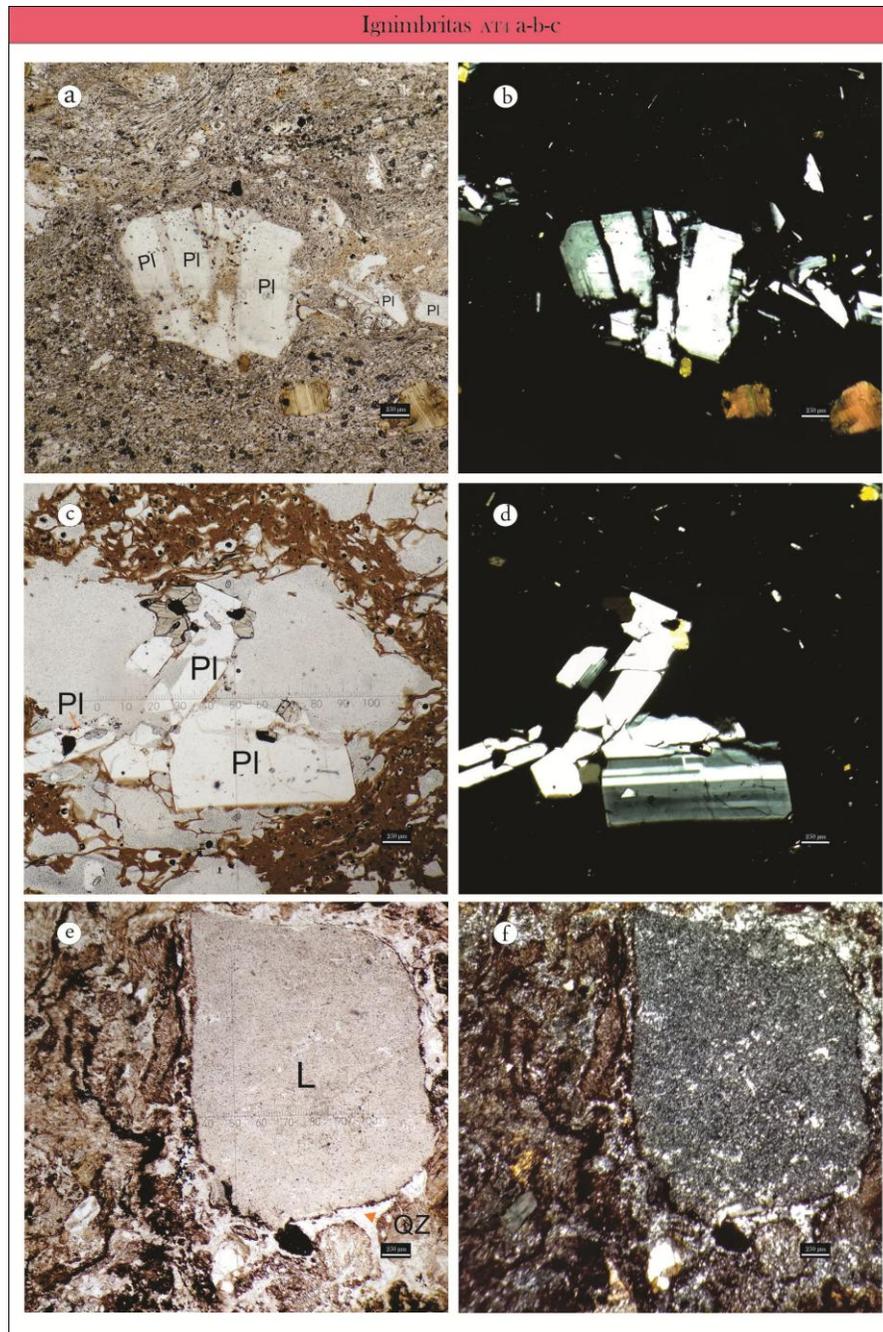


Figura 23: Microfotografías de las muestras AT4a, AT4b, AT4c. a) Cristales de plagioclasa fragmentados a subhedrales conformando glomérulos sin polarizador b) Cristales de plagioclasa fragmentados a subhedrales conformando glomérulos con polarizador c) Pómez de color rojizo con vesículas gruesas de formas variadas, desde equidimensionales a alargadas con cristales inmersos de plagioclasa muy fragmentado con luz polarizada d) Pómez de color rojizo con vesículas gruesas de formas variadas, desde equidimensionales a alargadas con cristales inmersos de plagioclasa muy fragmentado con luz polarizada e) Litoclasto rodeado por mosaico de QZ sin luz polarizada f) Litoclasto rodeado por mosaico de cuarzo con luz polarizada. PI: plagioclasa, QZ: cuarzo L: fragmentos lítico.

La acumulación de la facies INS2 se interpreta como colapso gravitacional de una columna eruptiva, lo que daría lugar a un flujo denso en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión.

Facies O1

Los depósitos afloran sobre la margen izquierda del arroyo Covunco a un lado de la RP43 en el sector sudoccidental del mapa. Así mismo, en el cajón del Atreuco, sobre las márgenes del arroyo del mismo nombre, se exponen afloramientos de la facies (Fig.24). Los afloramientos son asignados al Complejo Volcánico Domuyo por la ubicación espacial, información bibliográfica y la dirección del flujo evidenciada por la estratificación cruzada. Las facies está conformada por depósitos piroclásticos con estratificación cruzada, caracterizada por una moderada selección, con presencia de fragmentos pumíceos pequeños (hasta 3-4 cm) y líticos polimícticos (de hasta 2 cm) dispuestos en un arreglo matriz a clasto sostén. La misma se asienta en relación de concordancia por encima de INS2.



Figura 24: a) Discordancia en el Cajón del Atreuco (por debajo de la misma se observa la facies O1. b) Detalle de O1 sobre el margen derecho del Arroyo Atreuco c) Vista panorámica donde se puede observar la facies O1 y su relación con INS4 d) Contacto entre INS2 y O1 sobre el margen izquierdo del arroyo Atreuco. e) Facies O1 sobre el margen izquierdo del arroyo Atreuco f) Vista en detalle del contacto entre la facies INS2 y O1 (margen izquierdo del Arroyo Atreuco).

Bajo el microscopio se describió la muestra (AT5) correspondiente a la facies O1 (Fig. 25).

Muestras	Coordenadas	Ubicación
AT5	36°43'9.52"S- 70°37'12.64"O	Cajón del Atreuco

Figura 25: Cuadro con la ubicación de las muestra tomada AT5

Muestra AT5 - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, la cual presenta abundantes cristales de plagioclasa, la mayoría de tamaños pequeños (60 µm), con formas que van desde aquellas anhedrales hasta subhaciales y , en menor medida cristalosclastos de grandes dimensiones (750 µm aproximadamente) sumamente fragmentados (**Fig.26 a, b**). Por otra parte, los minerales máficos no superan el 2% y están conformados por piroxenos principalmente. Asimismo, los Opacos no superan el 3%.

Las trizas vítreas son esencialmente en forma curvilineales y en forma de “Y”, de plato y angulosas (**Fig.26 c, d**). Las pómez son más escasas respecto de las trizas y están altamente vesiculadas, con abundantes micro-fenocristales. Se reconocieron fragmentos pumíceos irregulares de diferentes tamaños. Los litoclastos, cristaloclastos y fragmentos vítreos se encuentran inmersos en una matriz o pasta vítrea de color castaño. En algunos fragmentos líticos posiblemente de andesita se reconocen cristales de plagioclasa muy grandes. Las trizas se encuentran en algunas ocasiones con una leve deformación y en otros casos sin deformación (**Fig. 26, f y e**).

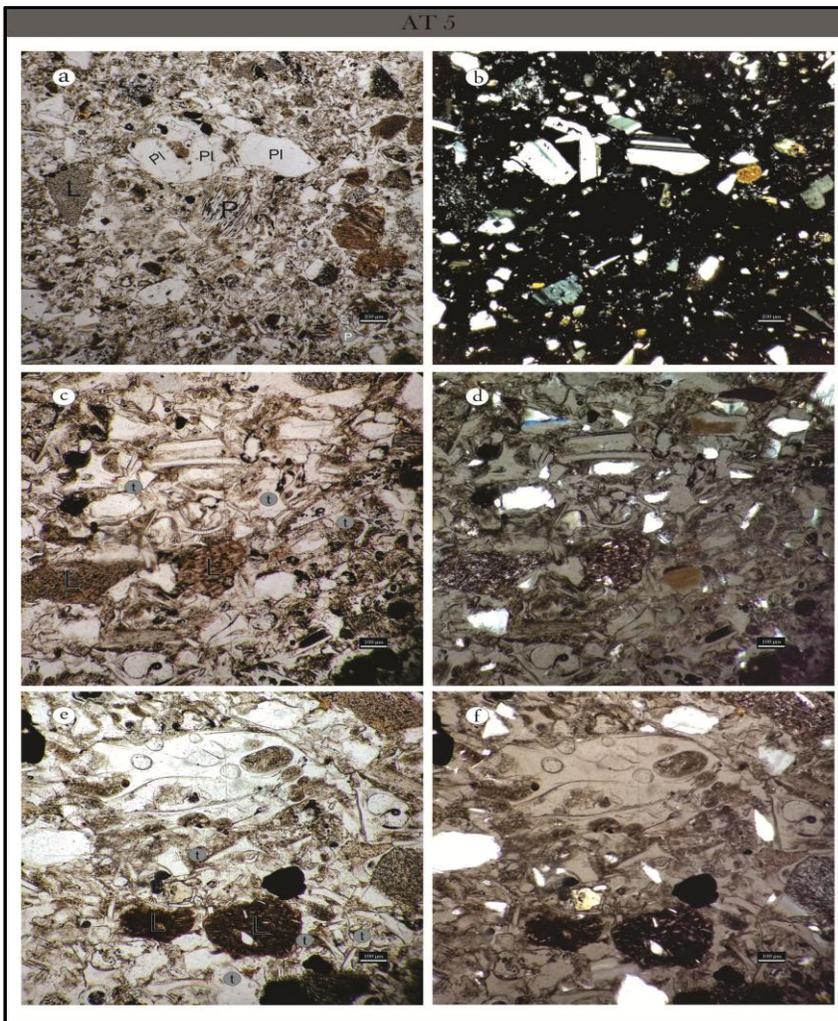


Figura 26: Microfotografías de la muestra AT5.a) Cristales de plagioclasas subhaciales, fragmentados y pómez deformadas sin polarizador b) Cristales de plagioclasas subhaciales, fragmentados y pómez deformadas con polarizador c)Trizas vítreas deformadas y no deformadas sin polarizador d) Trizas vítreas deformadas y no deformadas con polarizador e) Trizas vítreas deformadas y no deformadas con presencia de líticos con un arreglo al azar de plagioclasas sin polarizador f) Trizas vítreas deformadas y no deformadas con presencia de líticos con un arreglo al azar de plagioclasas con polarizador. PI: plagioclasa, L: fragmentos líticos, T: trizas vítreas, P: pómez.

Sobre la base de datos de campo, los componentes, la presencia de estructuras, sumado a la modera selección permiten interpretar estos depósitos (Facies O1) como flujos diluidos producto del colapso gravitacional de una columna eruptiva en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión.

Facies Ignimbritas No Soldadas 4 (INS4)

La facies se manifiesta en la mayor parte del mapa, desde el sector de Aguas Calientes hasta la porción más septentrional de la Cordillera del Viento, sobre los márgenes del Arroyo Atreuco; los afloramientos más occidentales se sitúan en la base de la Sierra de Flores (**Fig.27**). La facies es asignada al Complejo Volcánico Domuyo por la ubicación espacial y la litología. Está conformada por ignimbritas no soldadas masivas o con estratificación difusa, caracterizadas por la presencia de abundantes fragmentos pumíceos irregulares y de grandes dimensiones (hasta 30 cm) con diferentes composiciones, líticos polimícticos (hasta 10 cm), y una abundante matriz fina de colores amarillentos. Sobre la margen izquierda del arroyo Covunco es posible identificar los depósitos con un arreglo grano creciente. La unidad yace de manera discordante por encima a O1 en el Cajón del Atreuco y en otros sectores del mapa se asienta en relación de discordancia, por encima de L1 (sobre los márgenes de los arroyos Covunco y Atreuco).



Figura 27: a),c) y e) Vista panorámica donde se puede observar la facies INS4.b) Afloramiento de la facies sobre el margen derecho del Arroyo Atreuco d) Vista de detalle de la facies INS4 donde se puede observar las pómez de diferentes composiciones.

Bajo el microscopio se describieron cinco muestras (AC1, AT1c, AT2, AT1a, CO3) correspondientes a la facies INS4 (**Fig.28**).

Muestras	Coordenadas	Ubicación
AC1	36°40'48.87"S- 70°36'22.03"O	Villa Aguas Calientes
AT1c	36°42'52.33"S- 70°37'9.11"O	Cercana al puente del arroyo Atreuco (Cajón del Atreuco).
AT2	36°43'0.11"S- 70°37'15.62"O	Cercana al puente del arroyo Atreuco (Cajón del Atreuco).
AT1a	36°42'52.33"S- 70°37'9.11"O	Cercana al puente del arroyo Atreuco (Cajón del Atreuco).
CO3	36°42'23.84"S- 70°38'14.35"O	Cercana al puente del arroyo Covunco.

Figura 28: Cuadro con la ubicación de las muestras tomadas.

Muestra AC1 - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, con fenocristales de plagioclasa, los cuales se presentan en formas euhedrales en algunas ocasiones a subhedrales, predominando los cristales fragmentados. Los cristaloclastos de piroxenos se encuentran en escasa proporción. La muestra está conformada principalmente por litoclastos de diferentes tamaños que van desde 75 micrones hasta los 750 y pómez irregulares de diferentes composiciones y colores (Fig. 29). Presenta fragmentos líticos volcánicos de diferentes tamaños, con un arreglo al azar de las plagioclasas (textura afieltrada) posiblemente derivados de la Fm. Charilehue. Por otro lado los opacos no superan el 1% modal. En general no se observaron trizas vítreas y la pasta es de color castaño, en la cual están inmersos los litoclastos y las pómez (Fig. 29).

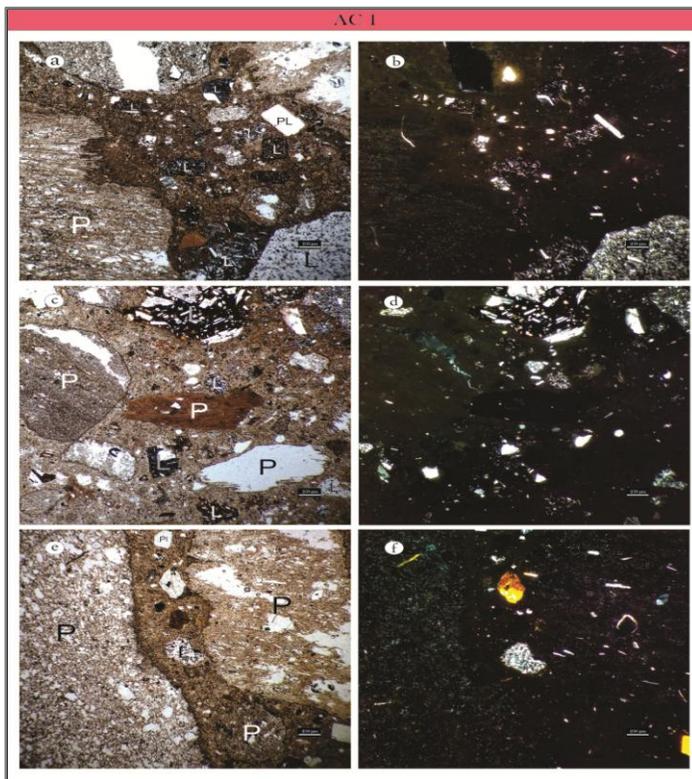


Figura 29: Microfotografía de la muestra AC1. a) y c) Abundantes litoclastos polimícticos inmersos en una matriz color castaño, sin polarizador b) y d) Abundante litoclastos inmersos en una matriz color castaño, con polarizador e) Abundantes litoclastos polimícticos, entre dos grandes fragmentos pumíceos irregulares, sin polarizador f) Abundantes litoclastos polimícticos, entre dos grandes fragmentos pumíceos irregulares, con polarizador. Pl: plagioclasa, L: fragmentos líticos, P: pómez.

Muestra ATIC - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, la cual presenta abundantes cristaloclastos de plagioclasa, fragmentados y en algunos casos presentan cribado grueso (**Fig. 30 a**) y zonación (**Fig. 30 b**). También contiene cuarzo en escasa proporción, con extinción ondulosa. Los cristales de biotita se manifiestan fragmentados y no superan el 2% modal. Como minerales accesorios presenta zircón. Asimismo, se pueden observar litoclastos polimícticos, alguno de ellos son de origen volcánico con tablillas de plagioclasa con un arreglo al azar, característico de la textura afieltrada en una pasta vítrea, y tablillas de plagioclasa con un arreglo subparalelo, características de la textura pilotáxica. Las trizas vítreas son esencialmente en forma de plato, angulosas y compactas, y en menor proporción son trizas vítreas con formas estrelladas y tipo pared de burbuja. Las pómez son más escasas respecto de las trizas y se encuentran altamente vesciculadas, en algunas ocasiones están rodeadas de trizas vítreas. Las mismas presentan abundantes micro-fenocristales de plagioclasa. La pasta es vítrea y de color castaño.

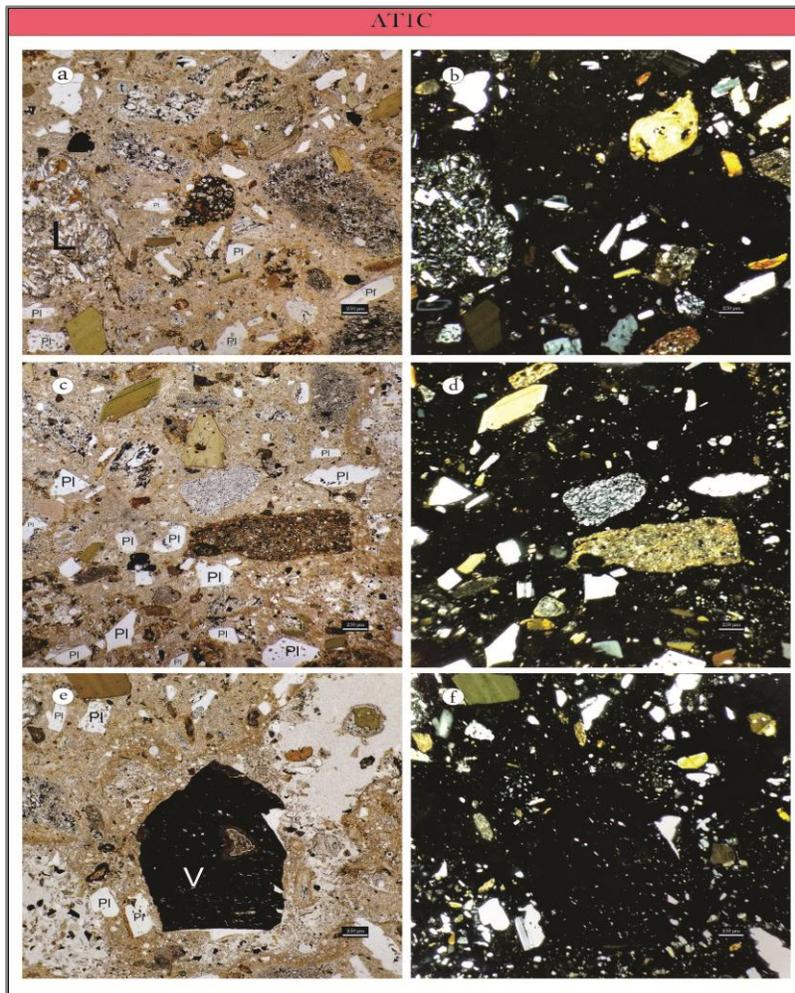


Figura 30: Microfotografía de la muestra ATIC. a) Abundantes cristaloclastos de plagioclasa, los cuales se encuentran sumamente fragmentados y en algunos casos presentan cribado grueso sin polarizador b) Cristaloclastos de plagioclasa con zonación en escasa proporción con polarizador c) Litoclastos polimícticos, los cuales presentan tablillas de plagioclasa con un arreglo subparalelo sin polarizador d) Litoclastos polimícticos, los cuales presentan tablillas de plagioclasa con un arreglo subparalelo con polarizador e) Fragmento de vidrio con microlitos de plagioclasa orientados al azar sin polarizador f) Fragmento de vidrio con microlitos de plagioclasa orientados al azar. PI: plagioclasa, L: fragmentos líticos, T: trizas vítreas, P: pómez.

Muestra AT2 - Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, la cual presenta cristaloclastos de plagioclasa fragmentados con cribado fino y, en algunas ocasiones con forma subhedral, cuyos tamaños van de tamaños que van desde los 80µm hasta los 1500µm (**Fig.31 a, b**). Por otra parte, presenta biotita en escasas proporciones (menos del 1%) y los opacos no superan el 1%. Además, se pueden observar litoclastos polimícticos, alguno de ellos son de origen volcánico con tablillas de plagioclasa con un arreglo al azar, característico de la textura afieltrada en una pasta vítrea, y tablillas de plagioclasa con un arreglo subparalelo, características de la textura pilotáxica. Las trizas vítreas son esencialmente en forma de plato, angulosas y compactas, y en menor proporción son trizas vítreas con formas estrelladas y tipo pared de burbuja con tabiques cuasi completos (**Fig.31 c, d**). Las pómez son más escasas respecto de las trizas y, están altamente vesciculadas presentando tamaños que superan los 1500 µm y, en algunas ocasiones están rodeadas de trizas vítreas (**Fig.31c y d**). La pasta es vítrea de color castaño.

Muestra AT1a de pómez

Presenta pómez de color grisáceo con vesículas gruesas de formas variadas, desde equidimensionales a alargadas, con cristales inmersos de plagioclasa muy fragmentados (**Fig. 31 e y f**). Presenta biotita y una escasa proporción de opacos que no supera el 1% (**Fig. 31 e y f**).

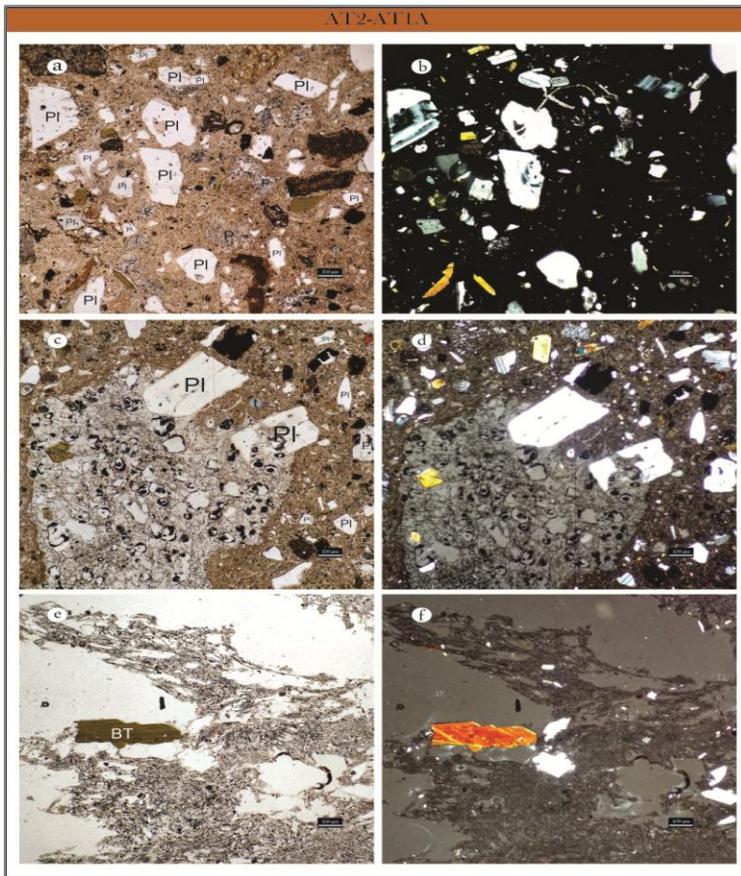


Figura 31: Microfotografía de la muestra AT2 y AT1A. a) Cristales de plagioclasa fragmentados con cribado fino sin polarizador b) Cristales de plagioclasa con zonación y colores altos de interferencia correspondientes a la biotita, con polarizador c) Triza vítreas cóncavas y pómez de gran dimensión (más de 2500 µm) sin polarizador d) Triza vítreas cóncavas y pómez de gran dimensión (más de 2500 µm) con polarizador e) Pómez gris con cristal de biotita inmerso sin polarizador. f) Pómez gris con luz polarizada en la cual se puede observar los colores de interferencia de la biotita. PI: plagioclasa, T: trizas vítreas, BT: biotita.

Muestra CO3 – Roca piroclástica

Roca piroclástica de textura eutaxítica, la cual presenta abundantes cristaloclastos de plagioclasa, los cuales se encuentran sumamente fragmentados y en algunos casos presentan cribado grueso y zonación (**Fig.32 a y b**). También Contiene cuarzo con extensión ondulosa, biotita y anfíbol principalmente, los cuales se encuentran en escasa proporción sin llegar a superar el 2%. Como minerales accesorios presenta zircón. Asimismo, se pueden observar litoclastos polimícticos, los cuales presentan tablillas de plagioclasa con un arreglo subparalelo, características de la textura pilotáctica, otros litoclastos presentan abundantes plagioclasas con un arreglo al azar caótico característico de la textura afieltrada (**Fig. 32 c y e**). Contiene trizas vítreas en forma de plato, angulosas y compactas, y en menor proporción son trizas vítreas con formas estrelladas y tipo pared de burbuja (**Fig. 32 a**). Las pómez son más escasas respecto de las trizas y están altamente vesciculadas, en algunas ocasiones están rodeadas de trizas vítreas, y en otras ocasiones tienen abundantes inclusiones de micro-fenocristales. La pasta es vítrea y de color castaño.

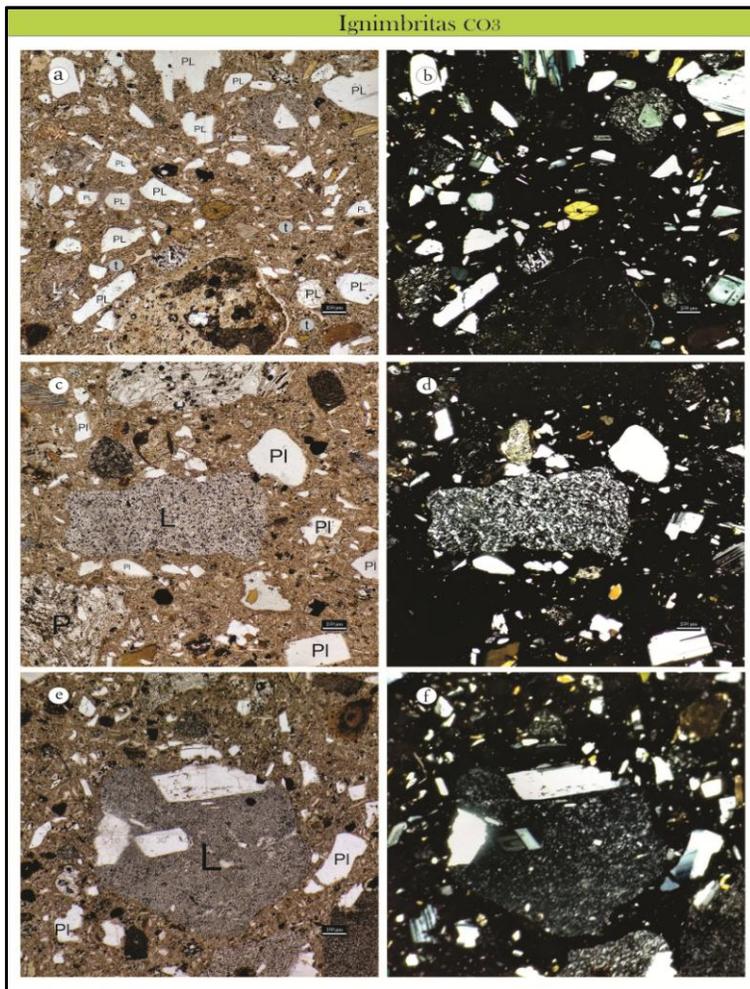


Figura 32: Microfotografía de la muestra CO3. a-Cristales de plagioclasa fragmentados, anfíbol subhedral, biotita y trizas vítreas sin polarizador. b-Cristales de plagioclasa con zonación y colores altos de interferencia del anfíbol, con polarizador. c- Triza vítreas cóncavas y pómez de gran dimensión (más de 2500 µm) sin polarizador .d- Triza vítreas cóncavas y pómez de gran dimensión (más de 2500 µm) con polarizador e- Litoclasto de gran dimensión con fragmentos pumicios sin polarizador).f- Litoclasto de gran dimensión con fragmentos pumicios con polarizador. Pl: plagioclasa, L: fragmentos líticos, T: trizas vítreas, P: pómez.

La acumulación de la facies INS4 se interpreta como colapso gravitacional de una columna eruptiva, lo que daría lugar a un flujo denso en zonas cercanas al colapso y la boca de la emisión.

3.4. Magmatismo Dómico

Descripción de facies del Magmatismo Dómico

De acuerdo a los datos de campo y a la información bibliográfica fue posible distinguir dos facies (Brechas y Lavas Dómicas) correspondientes a dicha unidad, la cuales serán descriptas a continuación:

Facies Brecha

Los afloramientos de la entidad se distribuyen sobre la margen derecha del Arroyo Covunco (36°42'8.90"S, 70°37'58.75"O), en el sector noroccidental del mapa (**Fig.5**). Los afloramientos son asignados al Magmatismo Dómico por los antecedentes, litología y ubicación espacial. La facies se compone de depósitos clasto sostén, pobremente seleccionado, con escasa matriz tamaño arena gruesa y clastos angulosos de tamaño variable, pudiendo alcanzar grandes dimensiones (> 3 m). Entre los clastos, se distinguen abundantes bloques monolitológicos constituidos, a su vez, por fragmentos de rocas de composición riolítica (< 15cm) de coloración gris oscuro y de superficie craquelada (**Fig.33**).

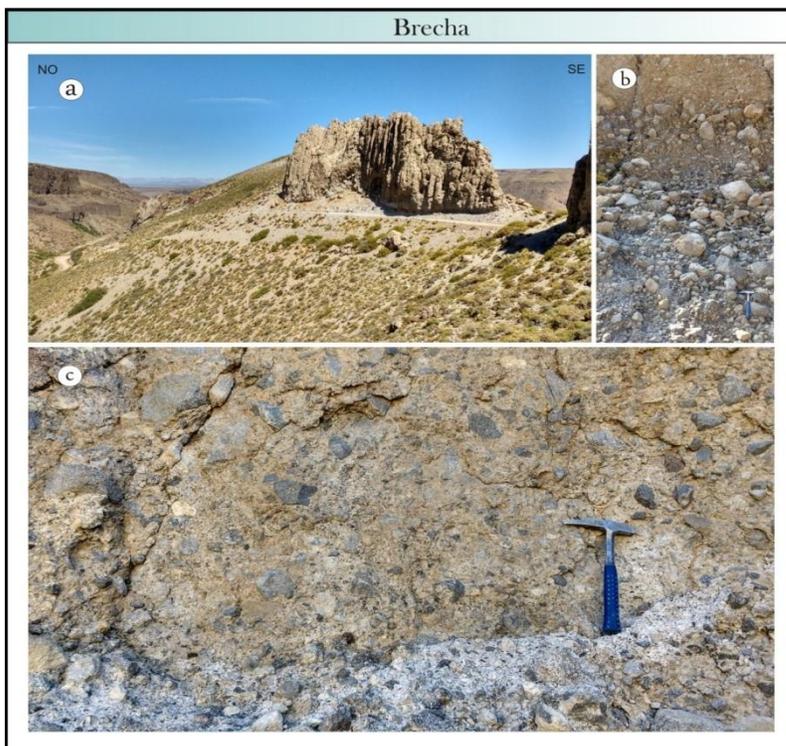


Figura 33: a) Afloramiento de la facies de brecha sobre el margen derecho del Arroyo Covunco. b) y c) Vista en detalle de la facies de brecha.

Bajo el microscopio se describió la muestra (CO1A) correspondiente a la facies Brecha (Fig. 34)

Muestras	Coordenadas	Ubicación
CO1A	36°42'7.65"S- 70°37'58.78"O	Cercana al puente del arroyo Covunco, camino hacia Villa Aguas Calientes.

Figura 34: Cuadro con la ubicación de las muestra recolectada CO1A.

Muestra CO1A - Roca piroclástica

Roca piroclástica, la cual presenta cristaloclastos de plagioclasa de grandes dimensiones, más de 2000 µm, inmersos en un pasta con textura esferulítica. Las esferulas están conformadas por agujas de cuarzo y feldespato alcalino que crecen radialmente desde un centro común, característico de la desvitrificación (Fig. 35).

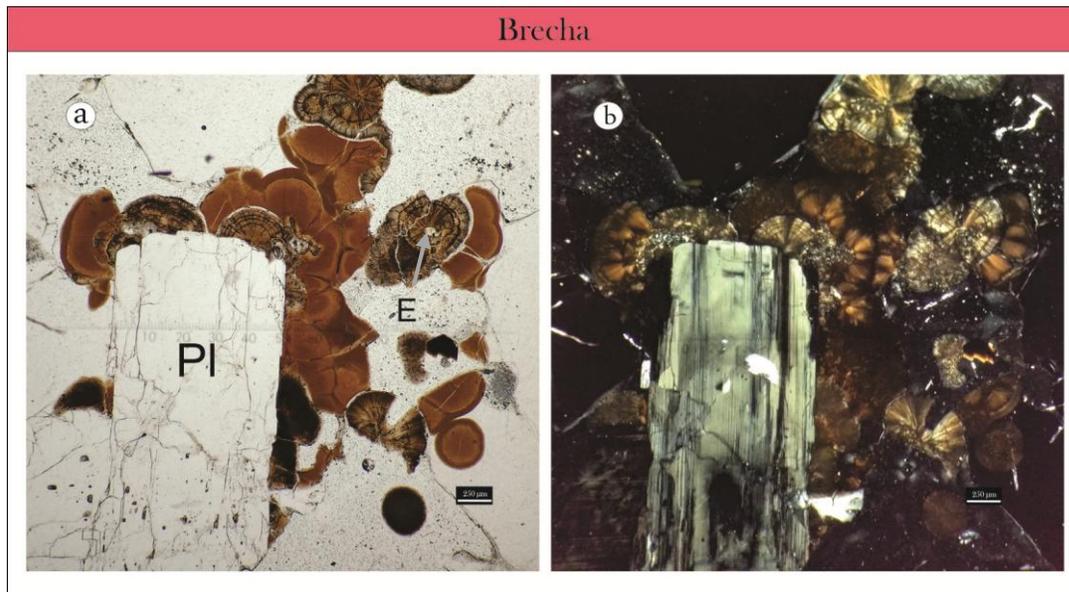


Figura 35: Microfotografías de Brecha. A) Cristal de plagioclasa de grandes dimensiones inmerso en una pasta con textura esferulítica sin polarizador b) Cristal de plagioclasa de grandes dimensiones inmerso en una pasta con textura esferulítica con polarizador. Pl: plagioclasa, E: esferulas.

Dicha unidad se dispone de manera concordante a la facies INS4 correspondiente al Complejo Volcánico Domuyo, sobre el margen derecho del arroyo Covunco camino hacia Villa Aguas Calientes. Esta facies es interpretada como producto de flujos de bloques y cenizas (*block and ash*), originados a partir de colapso de domos riolíticos, que descendieron encauzados a lo largo del Arroyo Covunco.

Facies Lavas Dómicas

La distribución de los afloramientos se manifiesta mayormente en el tramo medio del Arroyo Atrreuco, en el extremo sudoriental del mapa (**Fig.36**),



Figura 36: Afloramiento del Magmatismo Dómico a partir de una imagen satelital tomada de Google Earth.

Las facies se interpretan como producto del colapso de domos en las inmediaciones del cerro Domo y Guitarra.

3.5. Historia geológica

Durante el Triásico Medio a Superior, bajo un régimen extensional, la zona es intensamente afectada, con el desarrollo de rift en el margen occidental de Gondwana (Leanza et al. 2005), dando lugar a los depósitos de la Fm. Cordillera del viento, compuestos en su mayoría por una secuencia volcánica, con composición andesítica a riolítica, de espesores de 1.300 metros (syn-rift) (Llambias *et al.* 2007). Sobre este basamento se deposita las secuencias sedimentarias de la cuenca neuquína, que no afloran en el sector de estudio. Luego, durante el Cretácico, como producto de los movimientos del ciclo Andico, tiene lugar el desarrollo del anticlinal del Domuyo y la comarca es sometida a procesos magmáticos, emplazándose el plutón granodiorítico (Granodiorita Varvarco). De manera discordante, por encima, entre el Mioceno medio al Plioceno inferior, se desarrolla el vulcanismo cenozoico más moderno, representado por los depósitos piroclásticos del Complejo Volcánico Domuyo con sus facies correspondientes: INS0, D1, L1, INS1, ISr, INS2, O1 y INS4. De manera concordante, se asientan las coladas de lava correspondientes a la Fm. Sierra de Flores del Plioceno. Luego, tiene lugar el magmatismo de edad pleistocena (Magmatismo Dómico), el cual se encuentra bien representado en el margen sudoriental del mapa confeccionado (coladas dómicas) y sobre la margen derecha de arroyo Covunco (Facies Brecha). En el Pleistoceno superior tuvo lugar el englazamiento de la comarca, tal como lo evidencian depósitos morénicos y glacifluviales, los bloques erráticos y las diversas formas de erosión glaciaria. La estratigrafía del cuaternario se completa con depósitos fluviales, coluviales y aluviales.

Capítulo 4

4.1. Discusión y conclusiones

- En base al trabajo de campo y gabinete, de laboratorio y fotointerpretación, se realizó un mapa geológico de detalle del área, en el cual se pudieron reconocer y diferenciar distintas unidades.
- A partir del levantamiento de 5 perfiles en el flanco sudoccidental del Cerro Domuyo, especialmente a lo largo de las quebradas del arroyo Covunco y Atreuco, donde se pudo caracterizar los depósitos del Complejo Volcánico Domuyo como los del denominado Magmatismo Dómico.
- En el Complejo Volcánico Domuyo se identificaron ocho facies vinculadas posiblemente al colapso gravitacional de columnas eruptivas (Facies: D1, INS0, L1, INS1, ISr, INS2, Oleada, INS4), aunque no se descarta que algunas o todas las facies soldadas puedan tener un origen fisural. Esta diferenciación permitiría dividir a este complejo volcánico en dos grandes secciones informales: “facies inferiores” y “facies superiores”.
- En la parte basal del complejo predominan las facies soldadas (ignimbritas de alto grado) con texturas eutaxíticas, que se asignan en este trabajo a esta unidad y corresponderían, probablemente, al colapso de columnas piroclásticas plinianas o más posiblemente a emisiones fisurales.
- Sobre estas, en discordancia se apoyan las facies de flujos piroclásticos diluidos (oleadas) y depósitos ignimbríticos no soldados, con abundantes pómez. Estas facies, claramente corresponderían al colapso de columnas eruptivas explosivas, aunque no se hallan en la base depósitos de caída característicos. Esto podría deberse a que la dirección de los vientos fuera del oeste y no haya quedado registrado el depósito en el flanco occidental del Domuyo.
- Se propone diferenciar dos subunidades informales en el Complejo Volcánico Domuyo. Por un lado, una subunidad soldadas, conformada por: L1, ISr y D1, la cual estaría vinculada a flujos piroclásticos de alta temperatura que dieron lugar a depósitos ignimbríticos de alto grado. Por otro lado, una subunidad no soldadas integrada por: INS0, INS1, INS2, O1 y INS4, vinculada a flujos piroclásticos de baja temperatura, provenientes del colapso de columna eruptiva.
- La unidad litoestratigráfica denominada Magmatismo Dómico, correspondiente a emisiones lávicas del Pleistoceno, aflorantes al este de la zona de estudio se plantea aquí una vinculación con las Facies de Brechas.
- Las Facies de Brechas, que afloran sobre la margen derecha del arroyo Covunco, corresponderían a depósitos de bloques y cenizas piroclásticas, vinculadas aquí al colapso de los domos localizados al este del área de estudio.
- La presente propuesta debería ser corroborada a partir de un estudio geoquímico detallado de ambas unidades, para poder confirmar esta hipótesis. Por otra parte,

estudios de anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) podrían permitir determinar direcciones de flujo que ayudarían a discernir sobre la génesis fisural de las ignimbritas de alto grado.

Bibliografía

- Amos, A.J. 1972. Las cuencas carbónicas y pérmicas de Argentina. Simposio Internacional, Sistema Carbónico-Pérmico América do Sul. Anales de la Academia Brasileira de Ciencias, 44 (Supl.): 27-36. Río de Janeiro.
- Archangelsky, S. y Arrondo, O.G. 1966. Elementos florísticos del Pérmico argentino. II. Rhacopteris chubutiana n. sp. de la Formación Nueva Lubecka, provincia de Chubut, con notas sobre las especies argentinas del género Rhacopteris. Revista del Museo de la Plata (nueva serie), Sección Paleontología 5: 1-16. La Plata.
- Arregui, C., Carbone, O., & Martínez, R. (2011). El Grupo Cuyo (Jurásico Temprano-Medio) en la Cuenca Neuquina. In *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén: Buenos Aires, Relatorio del 18 Congreso Geológico Argentino* (pp. 77-89).
- Bravo, J. M., Stern, C., Bermudez, A., Delpino, D., Dobbs, M. F. y Frey, F. A. (1989). El volcanismo plio-cuaternario a través de los 38 y 39 S de los Andes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44(1-4), 270-286.
- Brousse, R. y Pesce, A. 1982. Cerro Domo: Un volcán cuaternario con posibilidades geotérmicas, Provincia de Neuquén Argentina, en: 5° Congreso Latinoamericano de Geología. Buenos Aires, Argentina, pp. Actas4, 197-208.
- Casé, A. M., López-Escobar, L., Danieli, J. C. y Schalamuk, A. (2008). Butalón igneous rocks, Neuquén, Argentina: Age, stratigraphic relationships and geochemical features. *Journal of South American Earth Sciences*, 26(2), 188-203.
- Cembrano, J. y Lara, L. (2009). The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: a review. *Tectonophysics*, 471(1-2), 96-113.
- Dellape, D, Mombrú, A.C., Pando, G.A., Riccardi, A.C., Uliana, M.A. & Westermann, G. 1979. Edad y correlación de la Fm. Tábanos en Chacay Melehue y otras localidades de Neuquén y Mendoza. Consideraciones sobre la distribución y significado de las sedimentitas Lotenianas. Obra Centenario. Mus. La Plata, Paleontología, 5: 81-105. La Plata.
- Digregorio J.H. y Uliana, M.A. 1980. Cuenca Neuquina. En J.C.M. Turner (ed.) *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, 2: 985-1032, Córdoba.

- Digregorio, J.H. 1972. Neuquén. En Leanza, A.F. (ed.) Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 439-505, Córdoba.
- Folguera, A., Spagnuolo, M., Vera, E. R., Litvak, V., Orts, D. y Ramos, V. (2011). Magmatismo Neógeno y Cuaternario. In *Geología y Recursos Naturales De La Provincia de Neuquén: XVIII Congreso Geológico Argentino* (pp. 275-286).
- Freytes, E. 1969. Estratigrafía y relaciones de contacto de los afloramientos del Grupo Choiyoi (Serie Porfirítica) en el sur de Mendoza, norte de Neuquén y sudoeste de La Pampa. YPF (informe inédito), Buenos Aires.
- Giacosa, R., Allard, J., Foix, N., & Heredia, N. (2014). Stratigraphy, structure and geodynamic evolution of the Paleozoic rocks in the Cordillera del Viento (37° S latitude, Andes of Neuquén, Argentina). *Journal of Iberian Geology*, 40(2), 331-348.
- Groeber, P. 1953. Andico, en Groeber, P. F. C. et al., Mesozoico, en Geografía de la República Argentina. Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA, 2, 1 (1952). Buenos Aires.
- Groeber, P. (1947). Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huahuar Co y parte de Epu Lauquen. *En Observaciones Geológicas a lo largo del Meridiano*, 70, 75-136.
- Groeber, P. 1918. Estratigrafía del Dogger en la República Argentina. Estudio sintético comparativo. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, Boletín 18, Serie B (Geología): 1- 81, Buenos Aires.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Publicación 58, 110 p., Buenos Aires.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 1(3): 177-208, Buenos Aires.
- Gulisano, C.A. 1981. El ciclo Cuyano en el norte de Neuquén y sur de Mendoza. VIII° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 579 - 592. Buenos Aires.
- Gulisano, C.A. y Gutiérrez Pleimling, A.R. 1994. The Jurassic of the Neuquén Basin, a) Neuquén Province. Asociación Geológica Argentina, Series, 111 p. Buenos Aires.
- Gulisano, C.A., Gutiérrez Pleimling, A.R., Digregorio, R.E. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas 1: 236- 259. San Carlos de Bariloche.
- Gulisano, C. A. y A. Gutiérrez Pleimling, 1995. Field guide: The Jurassic of the Neuquén Basin. a) Neuquén province. Asociación Geológica Argentina, Serie E, 2: 1-111. Buenos Aires.
- Hildreth, W. y Moorbath, S. (1988). Crustal contributions to arc magmatism in the Andes of central Chile. *Contributions to mineralogy and petrology*, 98(4), 455-489.

- JICA, 1983. Interim report on the northern Neuquén geothermal development project. First-second phase survey. Japan International Cooperation Agency-Ente Provincial de Energía de la Provincia del Neuquén, 85 p., (inédito). Neuquén.
- JICA. 1983. Interim report on the Northern Neuquén Geothermal Development Project, Argentine Republic. Japan International Cooperation Agency (JICA). Informe inédito, 196 pp.
- Jurio, R.L., 1978, Algunos aspectos geotérmicos de las manifestaciones hidrotermales del Cerro Domuyo. Provincia del Neuquén. Argentina: Revista Minería, v. 179, p. 45–52.
- Kay, S. M., Burns, M. y Copeland, P. (2006). Upper Cretaceous to Holocene Magmatism over the Neuquén basin: Evidence for transient shallowing of the subduction zone under the Neuquén Andes (36 S to 38 S latitude). *Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén basin (35-39 S latitude)* (Kay, SM, 19-60).
- Kietzmann, D.A. y Vennari, V.V. 2013. Sedimentología y estratigrafía de la Formación Vaca Muerta (Tithoniano-Berriasiano) en el área del cerro Domuyo, norte de Neuquén, Argentina. *Andean Geology* 40(1): 41-65.
- Leanza, H. A., Marchese, H. G. y Riggi, J. C. 1977. Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la Formación Vaca Muerta entre los paralelos 35° y 40° l.s. Cuenca Neuquina-Mendocina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 32 (3): 190-208.
- Legarreta, L. y Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario). En Chebli, G. y Spalletti, L. (eds.) *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 221-243, Tucumán.
- Llambías, E.J., Palacios, M., Danderfer, J.C., and Brogioni, N., 1978a, Petrología de las rocas ígneas Cenozoicas del Volcán Domuyo y áreas adyacentes, Provincia del Neuquén, in *Proceedings, 7th Congreso Geológico Argentino: Neuquén*, Asociación Geológica Argentina, v. 2, p. 553–568.
- Llambías, E. J. y H. A. Leanza (en prensa). Depósitos laháricos en la Formación Los Molles (Jurásico) en Chacay Melehue, provincia del Neuquén. Presentado a la *Revista de la Asociación Geológica Argentina*.
- Llambías, E. J., Bertotto, G. W., Risso, C. y Hernando, I. (2010). El volcanismo cuaternario en el retroarco de Payenia: una revisión. *Revista de la asociación geológica Argentina*, 67(2), 278-300.
- Llambías, E.J., Danderfer, J.C., Palacios, M., and Brogioni, N., 1978b, Las rocas ígneas Cenozoicas del Volcán Domuyo y áreas adyacentes, Provincia del Neuquén, in *Proceedings, 7th Congreso Geológico Argentino: Neuquén*, Asociación Geológica Argentina, v. 2, p. 569–584.

- Llambías, E.J., Leanza, H. A. Carbone, O. 2007. Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico temprano en la Cordillera del Viento (37°05'S-37°15'S) Nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la Cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 62 (2): 217-235.
- Méndez, V, Zanettini J.C.M. y Zappettini, E.O. 1995. Geología y metalogénesis del Orogeno Andino Central, República Argentina. Dirección Nacional de Servicio Geológico, Anales 23, 190 p., Buenos Aires.
- Miranda, F., Folguera, A., Leal, P., Naranjo, J. y Pesce, A. 2006. Upper Pliocene to Lower Pleistocene volcanic complexes and Upper Neogene deformation in the south-central Andes (36°30'–38°S). *Geological Society of America Special Paper* 407: 287–298.
- Muñoz, J., & Niemeyer, H. (1984). *Hoja Laguna del Maule: regiones del Maule y del BioBio: carta geológica de Chile 1: 250.000*. Servicio Nacional de Geología y Minería, 1984.
- Naipauer, M.; Tunik, M.; Marques, J.C.; Rojas, E.; Vujovich, G.; Pimentel, M.; Ramos, V. 2014. U-Pb detrital zircon ages of Upper Jurassic continental successions: implications for the provenance and absolute age of the Jurassic-Cretaceous boundary in the Neuquén Basin. *Geological Society Special Publication*: 399. doi: 10.1144/SP399.1.
- Nakamura, M. y Shimakita, S. (1998). Dissolution origin and syn-entrapment compositional change of melt inclusion in plagioclase. *Earth and Planetary Science Letters*, 161:119–133.
- Páez, G. N., Delia, L., Hernando, I., Petrinovic, I., Villarosa, G., Borzi, G. y Varela, S. S. Evolución y dinámica eruptiva del complejo volcánico Domuyo, provincia de Neuquén. Argentina.
- Palacios, M., and Llambías, E.J., 1978, Las fuentes termales del volcán Domuyo, Provincia de Neuquén, in *Proceedings, 7th Congreso Geológico Argentino: Neuquén*, Asociación Geológica Argentina, v. 2, p. 145–159.
- Panarello, H., Sierra, J., D'Amore, F., and Pedro, G., 1990, Isotopic and geochemical study of the Domuyo geothermal field, Neuquén Argentina, in *Proceedings, Geothermal Investigations with Isotopes and Geochemical Techniques in Latin America: San José, Costa Rica, Final Research coordination meeting, 12–16 November 1990: OIEA (Organización Internacional de Energía Atómica)*, v. 1992, p. 31–56.
- Pesce, A.H., 1983, Evaluación geotérmica del área del cerro Domuyo (Neuquén): SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino) Argentina Open-File Report, Serie Contribuciones Técnicas, Geotermia, v. 1, 46 p.
- Pesce, A. (1987). Evaluación Geotérmica del Área Cerro Domuyo, Provincia del Neuquén. República Argentina. *Revista Brasileira de Geofísica*, 5, 283-299.

- Pesce, A., 1981, Estratigrafía de las nacientes del Río Neuquén y Nahuever Provincia del Neuquén, in Proceedings, 8th Congreso Geológico Argentino: San Luis, Asociación Geológica Argentina, v. 3, p. 439–455.
- Polanski, J. (1954). Rasgos geomorfológicos del territorio de la provincia de Mendoza. *Ministerio de Economía, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas. Cuaderno de Investigaciones y Estudios, 4*, 4-10.
- Ramos, V. A. (1978). Estructura. En Geología y Recursos Naturales del Neuquén, número 7 en Relatorio, pág. 99–118, Neuquén. Congreso Geológico Argentino.
- Ramos, V. A. (2009). Anatomy and global context of the Andes: Main geologic features and the Andean orogenic cycle. En Kay, S. M., Ramos, V. A., y Dickinson, W. R., editores, Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision, volumen 204 de Memoir, pág. 31–65. The Geological Society of America.
- Rolleri, E.O. y Criado Roque, P. 1970. Geología de la provincia de Mendoza. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, 2: 1-60.
- Sales, T., Giusiano, A., Gutiérrez Schmidt, N., Alonso, J. y Muñoz, O. 2014. Análisis estratigráfico secuencial para la evaluación de reservorios tipo *Shale* de la Formación Vaca Muerta, Cuenca Neuquina, Argentina. I Simposio de Arcillas. Las arcillas y el hombre: geología, combustibles fósiles, ambiente y cultura material. XIX Congreso Geológico Argentino, Junio 2014, Córdoba.
- Schiller, W. 1912. La Alta Cordillera de San Juan y Mendoza y parte de la provincia de San Juan. Anales Ministerio Agricultura, Sección Geología y Mineralogía 7 (5): 1-68. Buenos Aires.
- Stern, C.R. (2004). Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista geológica de Chile*, 31(2), 161-206.
- Stipanovic, P.N. 1951. Sobre la presencia del Oxfordense superior en el arroyo de La Manga. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 6(4): 213-239. Buenos Aires.
- Stipanovic, P.N. 1966. El Jurásico en Vega de La Veranada (Neuquén), el Oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz-Yaila) en Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(4): 403-478.
- Stipanovic, P.N. 1969. El avance en los conocimientos del Jurásico Argentino a partir del esquema de Groeber. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 24(4): 367-388.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Baulies, O.L. y Martínez, C.G. 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23(2): 67-98.
- Suárez, M. y R. de La Cruz, 1997. Volcanismo pliniano del Lías durante los inicios de la cuenca de Neuquén, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. 7º Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 266- 270.

- Tsuchiyama, A. (1985). Dissolution kinetics of plagioclase in the melt of the system diopside-albite-anorthite, and origin of dusty plagioclase in andesites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 89:1–16.
- Uliana, M., Dellape, D. y Pando, G. 1973. Estratigrafía, estructura y posibilidades petroleras del extremo noroeste de la Provincia de Neuquén: Buenos Aires, Yacimientos Petrolíferos Fiscales Open-File Report.
- Vélez, M. L. (2011). *Análisis de la deformación asociada al comportamiento de sistemas volcánicos activos: volcán Copahue* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires).
- Weaver, Ch., 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of west central Argentina. *Memoir University of Washington* 1: 1-469. Seattle.
- Zanettini, J.C.M. 2001. Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas, Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales Boletín 263, 61 p., Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., V. Méndez y J.C.M. Zanettini, 1987. Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la Provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42(1-2): 206-207. Buenos Aires.
- Zöllner, W. y Amos, A. J. 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del cerro La Premia, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 10(2): 127-135, Buenos Aires.
- Zöllner, W. y Amos, A. J. 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 143: 91 p., Buenos Aires.