

**Trabajo Final de Licenciatura en Geología TFL**

**CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE  
LAS ROCAS ENTRE BARILOCHE, RÍO  
NEGRO (ARGENTINA) Y  
CERRO TRONADOR (CHILE)  
DE LA COLECCIÓN ROTH-SCHILLER-  
GAGGERO, 1922  
Y SU PUESTA EN VALOR**

Alumna: Guevara Belen Sofía

Directora: Dra. Silvia Irene Carrasquero (UNLP)

Co-Director: Dr. Marcelo A. Reguero (CONICET- UNLP)

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

Universidad Nacional de La Plata

Año 2024

FACULTAD DE  
CIENCIAS NATURALES Y  
MUSEO



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mi directora, la Dra. Silvia Irene Carrasquero por apoyarme y brindarme la oportunidad para realizar el presente trabajo y a mi Codirector Dr. Marcelo A. Reguero por su importante apoyo en el desarrollo del mismo.

Al Museo de La Plata (MLP), en especial a la División Mineralogía y Petrología del Museo por proveerme del material de estudio y permitirme el uso de las instalaciones y sus equipos; a todo el personal de la Biblioteca Florentino Ameghino por su buena atención y colaboración en la búsqueda de material bibliográfico que se requirió en el presente trabajo.

Al Lic. Miguel Del Blanco por su colaboración en la confección de los cortes delgados estudiados.

A la Dra. Adriana Blasi por su ayuda en la observación de los cortes delgados.

A Fundación Bariloche por brindarme copia de algunas de sus publicaciones.

A la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata por darme la posibilidad de formarme como Licenciada en Geología.

*Dedicado a mi madre Alicia por haberme brindado su apoyo, sabiduría e inteligencia.*

## RESUMEN

El área de estudio del presente trabajo final de licenciatura (TFL) se centra en la localidad de Bariloche, Provincia de Río Negro ubicada al sur de Argentina sobrepasando el límite argentino-chileno hasta las proximidades del Volcán Osorno en Chile. La zona de estudio pertenece a la provincia geológica Nordpatagónica comprendida entre los meridianos 71° y 71° 15' oeste y los paralelos 40° 45' y 41° 30' sur, caracterizada por un basamento ígneo-metamórfico precámbrico denominado complejo Colohuincul, hacia el Mesozoico se presenta el complejo volcánico-sedimentario compuesto por granodioritas y tonalitas dispuestos como colgajos sobre los granitoides cretácicos del Batolito Patagónico. Para el Cenozoico encontramos formaciones volcánico-sedimentarias terciarias comenzando por la Fm. Huitrera, Fm. Ventana, Fm. Ñirihuau y Fm. Tronador, culminando con depósitos aluviales cuaternarios. En enero de 1922 Walther Schiller, Santiago Roth y Pablo Gaggero viajaron a la localidad de Bariloche llegando a cruzar el límite argentino-chileno. De este viaje de exploración se obtuvieron muestras de rocas de distintas litologías las cuales se encuentran depositadas en la División de Mineralogía y Petrología del Museo de La Plata. El objetivo central del presente trabajo es realizar el relevamiento, conservación y caracterización petrológica de las muestras teniendo en cuenta el valor histórico que poseen las mismas. Se realizó una zonificación de las áreas de recolección de las rocas y en base a sus características petrológicas se ubicaron estratigráficamente en las formaciones. Para la zona de Cerro Leones las muestras fueron ubicadas como parte de los depósitos aluviales del Holoceno, en el caso de la zona cerro Carmen Villegas fueron localizadas en la Formación Huitrera y las tres muestras recolectadas del cerro Runge corresponderían a la Formación Ñirihuau. En el caso del cerro Otto se clasificaron tobos que fueron localizadas en la Formación Ventana. Los basaltos y pizarras recolectadas en el área aledaña al límite argentino- chileno serían parte del basamento Complejo volcánico- Sedimentario Cordillerano.

**PALABRAS CLAVES Bariloche, Argentina, Petrología, Roth, Schiller.**

## ABSTRACT

The study area of this final bachelor's thesis focuses on the town of Bariloche, Province of Río Negro located in the south of Argentina, exceeding the Argentine-Chilean border to the vicinity of the Osorno Volcano in Chile. The study area belongs to the North Patagonian geological province included between the meridians  $71^{\circ}$  and  $71^{\circ} 15'$  west and the parallels  $40^{\circ} 45'$  and  $41^{\circ} 30'$  south, characterized by a Precambrian igneous-metamorphic basement called the Colohuincul complex, towards the Mesozoic, the volcano-sedimentary complex is presented, composed of granodiorites and tonalites arranged as flaps on the Cretaceous granitoids of the Patagonian Batholith. For the Cenozoic we find Tertiary volcanic-sedimentary formations starting with the Fm. Huitrera, Fm. Ventana, Fm. Ñirihuau and Fm. Tronador, culminating with Quaternary alluvial deposits. In January 1922 Walther Schiller, Santiago Roth and Pablo Gaggero travelled to the town of Bariloche, crossing the Argentine-Chilean border. From this exploration trip, rock samples of different lithologies were obtained, which are deposited in the Mineralogy and Petrology Division of the La Plata Museum. The central objective of this work is to carry out the survey, conservation and petrological characterization of the samples considering the historical value that they have. A zoning of the rock collection areas was carried out and based on their petrological characteristics they were located stratigraphically in the formations. For the Cerro Leones area, the samples were located as part of the Holocene alluvial deposits, in the case of the Cerro Carmen Villegas area they were in the Huitrera Formation and the three samples collected from Cerro Runge corresponded to the Ñirihuau Formation. In the case of Cerro Otto, tuffs were classified that were in the Ventana Formation. The basalts and slates collected in the area surrounding the Argentine-Chilean border would be part of the Cordilleran Volcanic-Sedimentary Complex basement.

**KEY WORDS: Bariloche, Argentina, Petrology, Roth, Schiller.**

## ÍNDICE

<b>1.- CAPÍTULO OBJETIVOS</b>	6
<b>2.- CAPÍTULO INTRODUCCIÓN</b>	
2.1 Ubicación geográfica	7
2.2 Antecedentes	8
2.3 Origen del material estudiado	8
<i>Santiago Roth</i>	9
<i>Walther Schiller</i>	10
<i>Antecedentes del viaje</i>	12
<b>3.- CAPÍTULO MARCO GEOLÓGICO</b>	13
<b>4.- CAPÍTULO MATERIALES Y MÉTODOS</b>	20
<b>5.-CAPÍTULO CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS COLECTADAS</b>	
5.1 Zona Cerro Leones, San Carlos de Bariloche, Río Negro	22
5.2 Zona Cerro Carmen de Villegas, San Carlos de Bariloche, Río Negro	24
5.3 Zona Cerro Runge, San Carlos de Bariloche, Río Negro	26
5.4 Zona Cerro Otto, San Carlos de Bariloche, Río Negro	28
5.5 Zona: Tronador – Lago Frías, Paso Pérez Rosales (Argentina - Chile)	33
<b>6.- CAPÍTULO CONCLUSIONES</b>	37
<b>7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	39
<b>8.-ANEXOS</b>	44
Tabla 1: Zona Cerro Leones	44
Tabla 2: Zona Cerro Carmen de Villegas	45
Tabla 3: Zona Cerro Runge	46
Tabla 4: Cerro Otto	47
Tabla 5: Zona Cerro Tronador- Lago Frías- Paso Pérez Rosales (Argentina-Chile)	49

# CAPÍTULO 1

## 1.- OBJETIVOS

El objetivo principal de este TFL es realizar la descripción actualizada, ubicación estratigráfica de las muestras y la catalogación de las colecciones del material colectado en 1922 por Santiago Roth, Walther Schiller y Pablo Gaggero en el área de estudio, que se encuentran en custodia en la División Mineralogía y Petrología (DMP) del Museo de La Plata (MLP). Se prestó especial atención a las posibles relaciones que surgieron con la estratigrafía actual del lugar y se tuvo en cuenta el valor histórico de las muestras, ya que las mismas forman parte del viaje realizado por los recolectores con el fin de obtener un estudio paleontológico en la zona del Cerro Policía (Río Negro) donde se definió el concepto de Formación con Dinosaurios por Keidel en 1917.

Como objetivos específicos a cumplimentar, se plantearon:

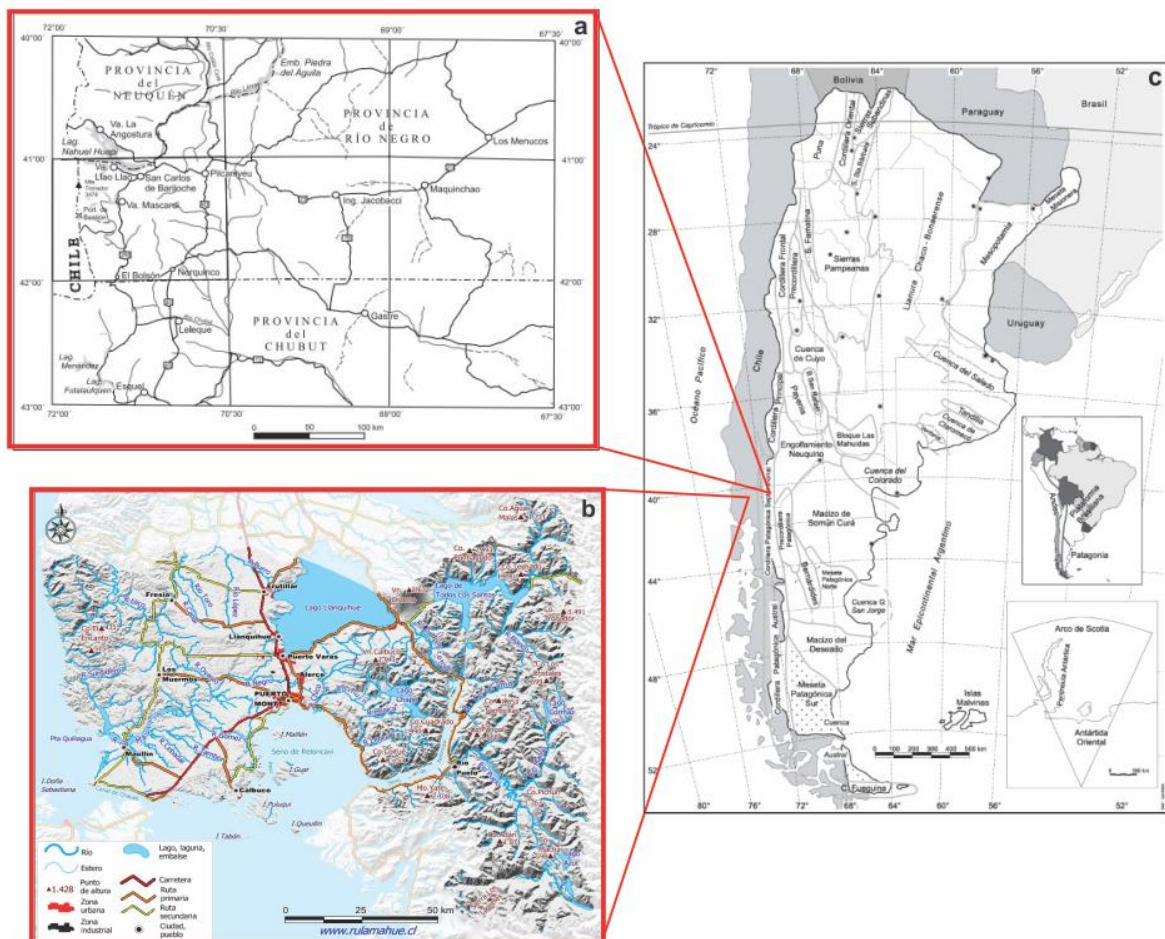
- Realizar el relevamiento, ordenamiento y conservación del material de la colección y su caracterización petrológica.
- Analizar la geología y la estratigrafía del área para relacionar el material de la colección estratigráficamente.
- Generar una base de datos con la colección de rocas, que presente la ubicación geográfica y la información petrológica y estratigráfica y el número de inventario de las muestras. Agregar los datos de inventario al Libro de Colecciones de la DMP.

## CAPÍTULO 2

### 2.- INTRODUCCIÓN

#### 2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio del presente trabajo se encuentra dentro de la provincia de Río Negro, Argentina, en la porción austral de América del Sur (Fig. 1), extendiéndose hacia Chile, hasta las inmediaciones del Volcán Osorno ubicado a los 41°06' Latitud sur y 72°17' Longitud oeste. Corresponde a la Provincia Geológica Cordillera Nordpatagónica, la cual se extiende sobre la porción occidental de la provincia de Río Negro de norte a sur (Giacosa y Heredia 2002), comprendida entre los meridianos 71° y 71°15' Oeste y los paralelos 40°45' y 41°30' Sur, que contiene cerca de su centro a la ciudad de San Carlos de Bariloche (González Bonorino 1978).



**Figura 1. a)** Ubicación del área de estudio en Argentina (Tomado de Giacosa y Heredia 2002). **b)** Área de estudio en Chile (consultado de <https://www.rulamahue.cl/fichas/cl10/cl10.html>). **c)** Mapa de las provincias geológicas del territorio argentino (Tomado de Ramos 1999).

## **2.2 Antecedentes**

La región del lago Nahuel Huapi ofrece condiciones favorables para el estudio geológico de la Cordillera Nordpatagónica, sobre todo por su fácil accesibilidad. Esta ventaja fue aprovechada por varios geólogos que trabajaron en la región desde fines del siglo XIX hasta la década del 30 (Wehrli 1899; Willis 1914; Roth 1922) y nos legaron prácticamente todo el conocimiento disponible de la región hasta el viaje de campo realizados por los recolectores de las muestras utilizadas en el presente trabajo. Luego siguieron los trabajos de Windhausen 1926; Feruglio 1927; Schiller 1927, Groeber 1929; Bailey Ljungner 1931, destacándose los trabajos de Feruglio (1941, 1949-50).

En trabajos más recientes, Desanti (1972) y Cazau (1972) estudiaron las vastas áreas que se extienden desde Neuquén hasta Chubut, también podemos nombrar el trabajo de González Bonorino y González Bonorino (1978), Spalletti y Dalla Salda (1996) y Giacosa y Heredia (2002) Para el área del Cerro Tronador (límite argentino-chileno) se encuentran los trabajos de Giacosa (1986), Mella et al. (2005), Gargiulo (2006) y Villarosa (2008) entre otros estudios.

En cuanto a la zona del volcán Osorno, resultan muy interesantes los trabajos de exploradores y geólogos como Doll (1858); Barros Arana (1888); Moreno et al. (1985); López Escobar et al. (1992); Tagiri et al. (1993); Moreno (1999); Petit-Breuilh (1999); Orozco (2009); Moreno et al. (2010) que han permitido conocer la geología y la evolución del Osorno como estratovolcán.

## **2.3 Origen del material estudiado**

En enero de 1922, los profesores Santiago Roth, Walther Schiller y un joven ayudante, Pablo Gaggero del MLP, emprendieron un viaje de estudio a la Patagonia, que se desarrolló en las provincias de Río Negro y Neuquén, llegando a cruzar el límite argentino-chileno (Torres 1924). Producto de este viaje de exploración, se colectaron más de 200 muestras que se encuentran bajo el cuidado de la División Mineralogía y Petrología (Museo de La Plata).

El conjunto de rocas obtenidas en este viaje fue dividido en dos partes, según la zona de muestreo, para realizar dos TFL; en el caso de este trabajo final se tomó en cuenta las muestras colectadas entre Bariloche (Río Negro) y el Volcán Osorno en Chile. También muestrearon en las inmediaciones del lago Nahuel Huapi, cerro Otto, cerro Villegas y cerro Tronador en el límite argentino - chileno.



### ***Santiago Roth (1850-1924)***

Santiago Roth (Fig. 2) nació el 14 de junio de 1850 en Suiza y llegó a la Argentina a los dieciséis años de edad acompañado de su familia. En nuestro país se dedicó a la búsqueda y venta de distintos objetos de historia natural, especialmente de grandes mamíferos del Cuaternario. Sus méritos, apreciados por Francisco P. Moreno, determinaron su incorporación al Museo de La Plata en 1895, como Jefe de la Sección Paleontología. Llevó a cabo una labor muy prolífera en observaciones geológicas y descubrimiento de vertebrados fósiles como integrante de las distintas comisiones de exploración durante los conflictos limítrofes. Fue el primer profesor de Paleontología del MLP y uno de los pioneros en esa área (Bond 1998; Sánchez Villagra et al. 2023).



**Figura 2.** Santiago Roth (Tomado de Bond, 1998)

Desde 1895 en adelante fue Jefe de la Sección de Paleontología del MLP (1895-1906) y Jefe de Sección y luego Director de la Escuela de Ciencias Geológicas (1906-1907) y Jefe de la Sección Geología (1907-1913) según las cambiantes denominaciones desde la incorporación del Museo a la Universidad Nacional de La Plata. En 1919 dirigió la sección de Paleontología de Vertebrados hasta su muerte en 1924 (Bond 1998).

En referencia a las colecciones de paleontología, Roth publicó un notable trabajo de descripción sobre los restos de toxodontes (*Toxodon*) conservados en el Museo de La Plata y otro sobre la dentición de estos animales, los cuales tuvieron la curiosa distinción de estar entre los últimos ungulados nativos y entre los primeros descritos por la ciencia (Roth 1895).

Roth, además de sus trabajos sobre paleontología, realizó aportes relevantes en el campo de la geología, tanto sobre la Patagonia, como en uno de los temas que más le interesaba, la geología de la llanura pampeana, y en especial su hidrología. Pocos años antes de su muerte, en 1921, publicó la obra *Investigaciones geológicas en la llanura pampeana*, que junto con sus opiniones y las de otros colegas, constituye una notable síntesis sobre la geología del área. Para dicha época, también publicó un resumen de sus viajes realizados por el norte patagónico.

Roth hasta los últimos años de su vida continuó realizando viajes a Chile, a la Patagonia y en 1923, junto con el topógrafo del Museo, Fulgencio Domínguez, confeccionó una serie de modelos topográficos y mapas del área patagónica, donde incorporó mucha información inédita. A los 74 años, el 4 de agosto de 1924, falleció en Buenos Aires, en la casa del mayor de sus hijos (Bond 1998).

#### ***Walther Schiller (1879-1944)***

Walther Schiller (Fig. 3) nació en Alemania el 26 de mayo de 1879. La personalidad del Dr. Schiller ocupa en la historia del Museo de La Plata un lugar altamente destacado por su larga y fructífera permanencia, por su obra científica y por el prestigio con que contribuyó a difundir en nuestro país y en el extranjero los resultados alcanzados en el área de Geología Argentina, conocido como uno de sus más prominentes cultores y como el más riesgoso explorador de alta montaña (Cuerda 1997).

En 1905 el Dr. Schiller se incorporó al MLP a la edad de 26 años. Había acumulado amplia experiencia como geólogo de campo, especialmente en relevamientos geológicos de alta montaña en sucesivas campañas efectuadas en Alemania, Austria, Suiza y España. Lo que le permitió abordar sin dificultades el estudio geológico de la alta cordillera del noroeste de Mendoza años más tarde (Fossa Mancini 1945).

La labor de las actividades desarrolladas en el MLP del Dr. Schiller se repartió en dos etapas. La primera se extendió desde su incorporación como Jefe de Sección y se prolongó hasta 1915, año en el que se retiró de la Institución para incorporarse como voluntario en el Ejército Imperial Alemán, durante los años de la Primera Guerra Mundial. En esta primera etapa tuvieron lugar sus primeras investigaciones en la alta Cordillera de Mendoza y San Juan, las que se iniciaron en torno a Puente del Inca y Valle de los Horcones, por lo que obtuvo la oportunidad de examinar la geología del Aconcagua (Schiller 1912; Cuerda, 1997).

Hasta 1915 pudo desarrollar sus trabajos como geólogo en la prospección petrolífera, abordando el estudio de comarcas del noroeste argentino que extendió luego al sur de Bolivia (Schiller 1913)

para continuar más tarde en el campo petrolífero de Comodoro Rivadavia (Schiller 1925) y otras regiones patagónicas. Sus trabajos geológicos no interfirieron en las actividades docentes que desarrolló en la Universidad desde 1906, como Profesor Titular de Mineralogía, lo que le permitió dedicarse exclusivamente a sus funciones en el Museo. En 1911 fue designado Profesor Titular de Geografía Física, desempeñando también el cargo de Profesor Suplente de Mineralogía en el Instituto Nacional del Profesorado Secundario en la Capital Federal y se lo nombró Profesor Titular en la referida asignatura en 1912.

La segunda etapa comienza en 1919 y comprende el lapso entre su regreso de Alemania hasta su trágica muerte acaecida en 1944. Su reincorporación al Museo fue en 1921 como Profesor de Geografía Física y Jefe de Sección y en 1922 la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba lo honró al designarlo como miembro Activo, en mérito a sus trabajos geológicos desarrollados en suelo argentino (Cuerda 1997).



**Figura 3.** Walther Schiller (Tomado de Fossa Mancini 1945)

Hasta 1926 el Dr. Schiller, se dedicó por completo a la organización de los Departamentos de Geología y Geografía Física y Mineralogía y Petrografía del Museo, y para cuyas jefaturas fue designado en 1923. Sus amplios conocimientos de los minerales y rocas lo llevaron a la organización de la vieja Sala de Mineralogía y Petrografía, clasificando y ordenando unas 24.000 muestras de minerales y rocas que se encontraban depositadas en el Museo. Para ese tiempo sus actividades geológicas quedaron limitadas al ámbito de la provincia de Buenos Aires y a

requerimiento del Gobierno Provincial se abocó, entre 1926 y 1928, conjuntamente con el Dr. Juan Keidel, al examen geológico de las sierras meridionales (Schiller 1930; Cuerda 1997).

Realizó esporádicos viajes geológicos a las provincias de Córdoba, La Rioja y Neuquén, entre los años 1930-1933, a fin de resolver problemas de geología regional o vinculados con la geología del petróleo y geología económica de yacimientos minerales metalíferos en aquellas provincias.

En 1906 llevó a cabo el primer intento de ascender el Aconcagua, realizando tres nuevas tentativas en los años siguientes, siendo acompañado en una de ellas por el Dr. Lehmann Nitsche, pero sin poder superar los 6.100 m de altura. En 1940 intentó una vez más, sin éxito, para reiterar su propósito en 1943 y fracasando por las adversas condiciones climáticas. En 1944 y contando sesenta y cinco años de edad resolvió participar en la expedición de J.J. Link, donde perdió la vida el día 18 de febrero de aquel año a los 6200 m de altura (Fossa Mancini 1945).

### *Antecedentes del viaje*

Walter Schiller realizó viajes cortos hacia las provincias de Neuquén y Río Negro, en febrero de 1920 y en los meses de enero, febrero y mayo de 1921, la primera vez lo hizo solo, la segunda en compañía del Dr. Roth y los últimos junto a los doctores Eduardo Carette, Roth y Luis María Torres (1878 - 1937), donde desarrollaron el estudio de la región entre General Roca (Río Negro), Ramón Castro y Cerro Lotena (Neuquén). En la campaña geopaleontológica del año 1921 que realizó junto a Roth, Schiller encontró un esqueleto parcial de un cocodrilo pequeño de edad cretácica en la localidad “Boca de Sapo” al norte de la ciudad de Neuquén. Mathilde Dolgopol de Sáez (1928), estudiante de Angel Cabrera, describió y nominó a este cocodrilo *Microsuchus schilleri* en su honor. En 1922 recorrió, de enero a abril, la zona del límite Neuquén y Río Negro, de ambos lados, desde General Roca a Bariloche, extendiéndose sus estudios en los alrededores del Nahuel Huapi, atravesando el límite con Chile (Fossa Mancini 1945).

## CAPÍTULO 3

### 3.- MARCO GEOLÓGICO

La estratigrafía de la región occidental de la provincia de Río Negro correspondiente al ámbito de la Cordillera Nordpatagónica, comprende un basamento metamórfico e ígneo precámbrico denominado Complejo Colohuincul en el sector cordillerano y Formación Cushamen en el sector oriental. Formado por metasedimentitas y ortogneises de grado metamórfico medio a alto, con intrusiones granitoideas tardiotectónicas cuya evolución final habría alcanzado hasta el Paleozoico inferior. Estas rocas que fueron afectadas por varias fases de metamorfismo y deformación conforman el basamento del sector occidental de la Faja Corrida y Plegada que caracteriza a la región y están íntimamente asociadas a varios retrocorrimientos integrantes de este sistema. Datos isotópicos recientes sugieren que la actividad tectomagmática habría ocurrido en el Paleozoico superior (Giacosa y Heredia 2002).

El Mesozoico en la cordillera andina está representada por un complejo volcano-sedimentario dispuesto como colgajos sobre los granitoides cretácicos del "Batolito Patagónico", cuyos granodioritas y tonalitas ocupan una considerable extensión de la región cordillerana limítrofe con Chile (Giacosa y Heredia 2002).

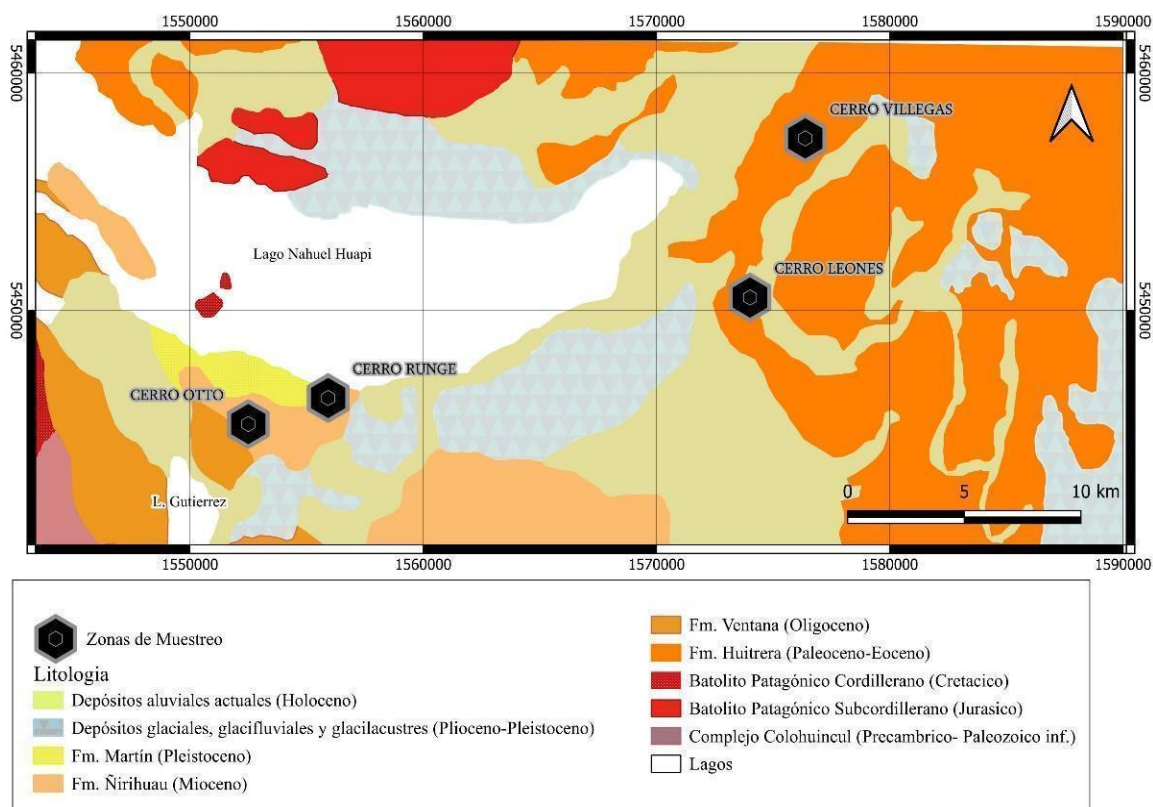
Asociadas a la evolución del margen continental andino se encuentran unidades volcánicas y sedimentarias cenozoicas (Fig.4). En el sector extraandino se reconocen rocas volcánicas silíceas del Paleoceno - Eoceno asignadas a la Formación Huitrera en cambio para el sector interno cordillerano se encuentra la Formación Mallín Ahogado, sedimentitas marinas y continentales del Eoceno- Oligoceno. Entre estas dos unidades geográficamente aflora la Formación Ventana conformando una extensa faja volcánica de andesitas y basaltos con intercalaciones sedimentarias del Oligoceno. La formación Ñirihuau (Oligoceno- Mioceno) y la Formación Collón Curá (Mioceno medio – tardío) son los registros clásticos de la cuenca Ñirihuau, generada con posterioridad al volcanismo de la Formación Ventana en el sector preandino y extraandino. Durante el intervalo de depositación de las sedimentitas piroclásticas de la Formación Ñirihuau y las facies de ignimbritas y tobas de la Formación Collón Curá, se evidencia la intermitencia del volcanismo.

Las intrusiones graníticas de pequeña magnitud se producen en el Mioceno. Los eventos eruptivos pliocenos, que se extienden por el sector preandino, quedan atestiguados por flujos basálticos olivínicos. Asimismo, en el sector interno de la cordillera se desarrolla el edificio volcánico conocido como cerro Tronador (Giacosa y Heredia 2002).

Para el Plioceno - Pleistoceno se ubica la Formación Martín con fanglomerados, conglomerados y areniscas, dispuestos como niveles terrazados por sobre la Formación Collón Cura en todo el sector oriental. Se acumularon sedimentos relacionados con la acción glacial, tales como depósitos glaciares, fluvio-glaciares y glaciolacustres en sectores aledaños a la cordillera, tales como la región del lago Nahuel Huapi, valle de El Bolsón y valle de El Maitén (Giacosa y Heredia 2002).

Las rocas del basamento ígneo- metamórfico presentan foliaciones metamórficas y miloníticas, lineaciones de estiramiento, pliegues, micropliegues y zonas de cizalla producto de que fueron afectadas por varias fases de deformación dúctil y frágil-dúctil. Para el Mesozoico la tectónica de la región extraandina está representada por deformaciones transcurrentes y extensionales que permiten el emplazamiento de los granitoides jurásicos y la formación de cuencas sedimentarias cretácicas, que durante la deformación terciaria fueron invertidas tectónicamente.

La tectónica terciaria afecta a rocas preterciarias dando lugar al desarrollo de una faja corrida y plegada, en la que se distinguen un sector interno con corrimientos y retrocorrimientos y un sector externo con corrimientos y pliegues asociados al desarrollo de una cuenca de antepaís (Giacosa y Heredia 2002).



**Figura 4.** Mapa de detalle de las unidades litológicas y zonas de muestreo. Adaptado de la Hoja geológica 40b San Carlos de Bariloche (Feruglio 1947) y la Carta geológica de San Carlos de Bariloche 4172-IV (Giacosa 2002).

En el área del cerro Tronador para el Jurásico, se observa el Complejo volcano-sedimentario Cordillerano. Engloba a un conjunto de rocas de origen sedimentario y volcánico del Mesozoico, intruidas por los granitoides del «Batolito Patagónico Cordillerano». Se incluyen a las rocas volcánicas identificadas por Quensel (1911) con el nombre de *Porphyrite und Porphyrituffe der Ostkordillera* o “Serie Porfírica o Porfírica” de Ljungner (1931), “Serie del Piltriquitrón” definida por González Bonorino (1944), la Formación Piltriquitrón (*emend.* Lizuain, 1980), el Grupo Huemul, *sensu* Diez y Zubia, (1981) y la Formación Cerro El Fuerte (Greco 1975).

De las observaciones de González Díaz y Lizuain (1984) surge que el cerro Bastión, ubicado en la región del río Manso inferior, es el sitio adecuado para levantar una sección tipo en la secuencia volcánica, siendo su piso un contacto intrusivo con granitoides cretácicos y su techo cubierto por vulcanitas terciarias. Los afloramientos se despliegan en la región cordillerana al oeste de los 71°20'O y hasta el límite con Chile (Giacosa y Heredia 2002).

Este complejo está caracterizado por la presencia de lavas y piroclastitas andesíticas a riodacíticas y pelitas, areniscas y conglomerados con escasas calizas, siendo las rocas volcánicas las más abundantes (Giacosa y Heredia 2002).

En el cerro del Medio, al sur del lago Julio A. Roca, al sur del Tronador, la secuencia está formada por lavas y brechas de composición andesítica con alteración hidrotermal y mineralización de sulfuros en venillas y vetas angostas de cuarzo (Giacosa 1986).

Según Giacosa y Heredia (2002) este complejo sería correlacionable con la Fm. Montes de Oca (González Díaz 1979; Gargiulo 2006). La misma se caracteriza en el sector superior por estar integrada por rocas volcánicas cuya composición oscila entre dacítica y andesítica, con predominio de la primera y de las formas lávicas. Su aspecto es macizo, con grandes diaclasas bien espaciadas, un monótono color verde oscuro a negruzco. El sector superior de la formación se caracteriza por limolitas oscuras, macizas, ortocuarcitas, a veces conglomerádicas, de dispar granulometría, fuertemente diagenizadas, interposiciones de supuestas piroclastitas (y/o tufitas) y lavas felsítica, además de ocasionales fracciones conglomerádicas. Un detalle común a ambos sectores es la presencia de pirita, ya sea en forma diseminada (lo más corriente), en "ojos" o venillas, incluyendo a las metamorfitas que integran el "Basamento Cristalino" del ámbito del lago Nahuel Huapi (González Díaz 1979).

En área del cerro Tronador se encuentran sectores en los cuales aflora el Batolito Patagónico Cordillerano, en el cual se considera a los granitoides cretácicos que constituyen la mayor parte de las altas cumbres del sector andino. Gordon y Ort (1993) propusieron reunir los granitoides jurásicos del sector preandino bajo el nombre de Batolito Patagónico Subcordillerano y los granitoides cretácicos dentro del Batolito Patagónico Cordillerano.

Los Plutones Graníticos que forman las márgenes de la depresión del lago Nahuel Huapi fueron incluidos dentro del Basamento Cristalino por Gonzales Bonorino (1973) en tanto que González Díaz y Nullo (1980) en su síntesis de la Cordillera Nordpatagónica, reunieron las rocas graníticas mesozoicas en la Fm. Los Machis (Giacosa y Heredia 2002).

El batolito conforma el cuerpo principal de la cordillera al oeste de los 71° O hasta sobrepasar el límite internacional con Chile. Las rocas que constituyen la masa principal del batolito son las tonalitas y granodioritas con hornblenda y biotita y, en menor medida, pórfidos graníticos y diques y cuerpos intrusivos menores de andesita. Otras características comunes son la presencia de mineralización de sulfuros (pirita y en menor proporción calcopirita) y sectores con propilitización regional que fue estudiada por Márquez y Giacosa (1989).

Para el Plioceno- Pleistoceno de esta zona hay que referirse a la Fm. Tronador. Esta denominación fue formalizada por Greco (1975) a partir de la "Serie Tronador" propuesta por Ljungner (1931) para designar a una potente sucesión de volcanitas básicas y sedimentitas, relacionadas con la actividad volcánica del cerro Tronador. Además de estos autores, se encuentran referencias sobre



la Formación Tronador en Larsson (1941), Diez (1981), Rabassa et al. (1986) y Giacosa y Heredia (2002) entre otros autores.

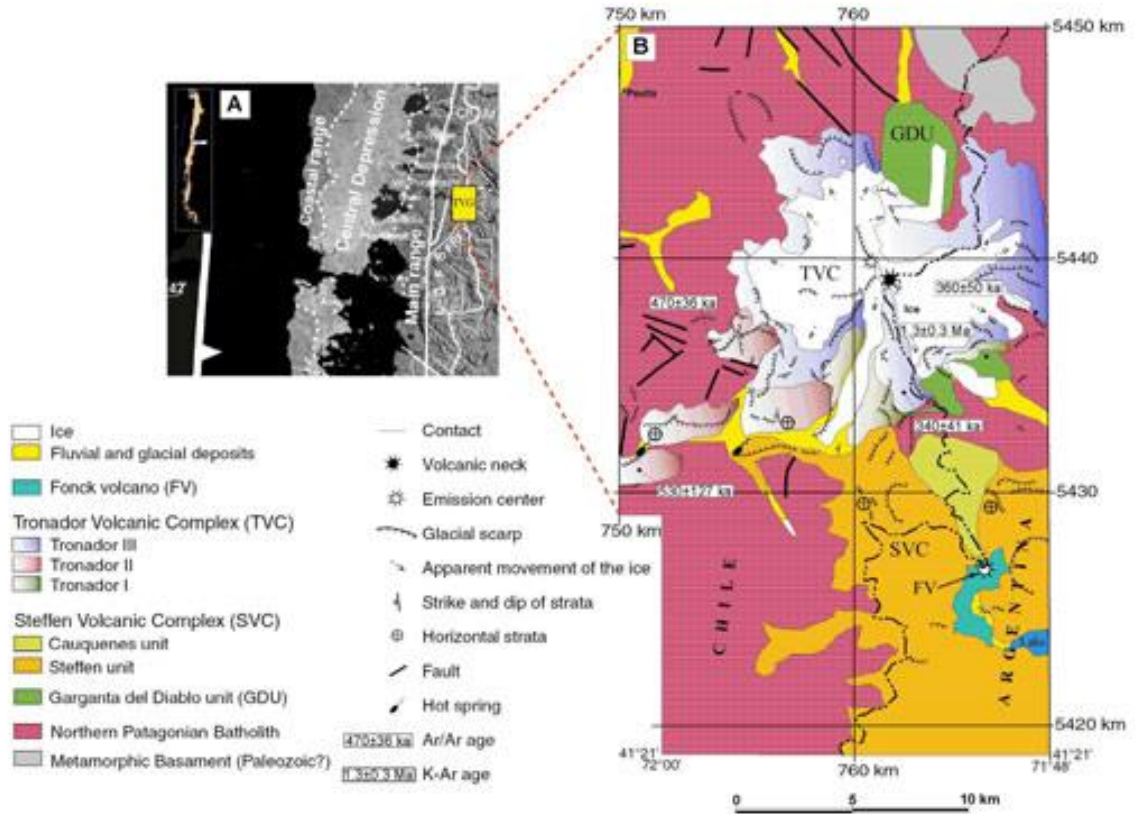


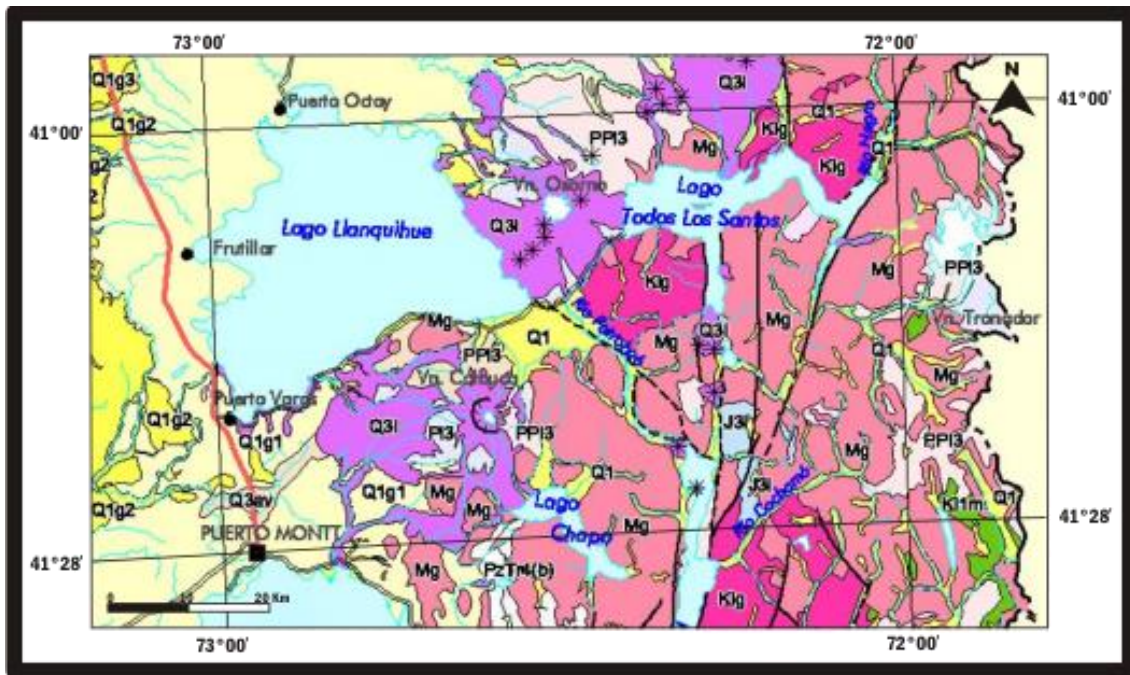
Figura 5. Mapa geológico de detalle del Cerro Tronador. Tomado de Mella et al. 2005.

De acuerdo con Rabassa et al. (1986), la Formación Tronador está compuesta por un conjunto interestratificado de más de 2.000 m de espesor de basaltos, andesitas, ignimbritas riódacíticas, aglomerados y brechas volcánicas y depósitos de lahares; completan el cuadro litológico diques básicos, areniscas y conglomerado.

Dentro de las rocas de la Fm. Tronador se han distinguido tres unidades principales (Mella et al. 2005). La primera es denominada Unidad Garganta del Diablo constituida por rocas volcánicas entre las que se distinguen brechas, piroclastitas y coladas dacíticas de color castaño claro. Otra de las unidades es el Complejo Volcánico Steffen formado por tobas, coladas de basaltos olivínicos y basandesitas y por depósitos laháricos y de flujos piroclásticos, los cuales se encuentran a pocos kilómetros del sur del cerro Tronador, al noreste del lago Fonk Grande, en los alrededores del cerro Volcánico y en el sector de las lagunas Los Cauquenes. Por último, tenemos a la unidad Complejo Volcánico Tronador que conforma el cuerpo principal del cono del estratovolcán, que se eleva

sobre las unidades anteriores. Formada por un conjunto de coladas basálticas a andesíticas, tobas, depósitos de lahares y de flujos piroclásticos (Fig. 5).

El Volcán Osorno es un estratovolcán perteneciente al Pleistoceno Medio-Holoceno, localizado en los Andes del Sur de Chile ( $41^{\circ} 06' S$  y  $72^{\circ} 17' O$ ), se ubica en el límite de las provincias chilenas de Llanquihue y Osorno en la región de Los Lagos (Fig. 6). La actividad eruptiva luego de la Glaciación Llanquihue para el Pleistoceno Superior se caracterizó tanto por las erupciones del cráter central como por la actividad de centros parásitos ubicados en los flancos. Estos últimos corresponden a conos piroclásticos basálticos y domos dacíticos, aislados y de distribución radial. Las erupciones del cráter central han generado flujos piroclásticos basálticos y tefras de composición dacíticas. Los productos de este volcán se apoyan en discordancia sobre un basamento cristalino, constituido por granitoides de edad miocena y cretácica. Sobre la base de criterios morfoestructurales, edades radiométricas y relaciones estratigráficas, ha sido posible distinguir cuatro unidades evolutivas en el edificio volcánico, que corresponden a un total de 24 unidades geológicas organizadas según el centro emisor y sus características principales. Las cuatro unidades son: Unidad Osorno 1 que se compone de lavas basálticas y andesíticas que incluyen intercalaciones de depósitos laháricos y que emplazan fundamentalmente durante la penúltima glaciación Pleistocena. La Unidad Osorno 2 comprende lavas emitidas desde el cráter central y depósitos laháricos asociados, de composición basáltica y andesítica. Unidad Osorno 3 compuesta por un conjunto de lavas y lahares posglaciales que constituyen parte importante de edificio volcánico actual. Por último, la Unidad Osorno 4 siendo un conjunto de lavas de composición basálticas y andesítico-basálticas y depósitos piroclásticos emitidos por el cráter central (Moreno et al. 2010)



## Referencias



**Figura 6.** Mapa de SERNAGEOMIN, 2003. Mapa geológico de Chile: versión digital. Base Geológica escala 1:1.000.000. Consultado el 17 de noviembre de 2023 (<https://www.ipgp.fr/~dechabal/Geol-millon.pdf>).

## CAPÍTULO 4

### 4.- MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del presente TFL se contó con las muestras extraídas en el campo por Walther Schiller, Santiago Roth y Pablo Gaggero, las que fueron estudiadas con técnicas de laboratorio disponibles en la División Mineralogía.

Se planteó un esquema de trabajo de laboratorio y gabinete para inventariar la colección, identificando el número de muestra de campo, cantidad y tipo de muestra, su ubicación geográfica y estratigráfica en cada caso, volcando los resultados en una serie de tablas que se encuentran en el anexo. En estas tablas se detallan el número de inventario, número de colector, fecha de toma de muestra, coordenadas geográficas, descripción petrológica y clasificación.

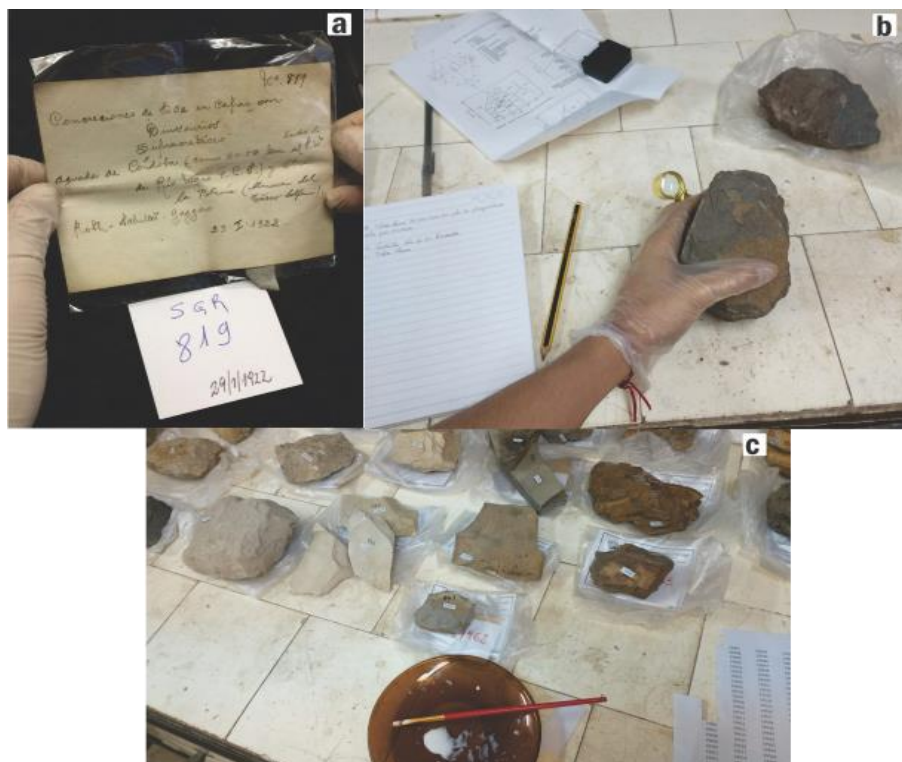
En cuanto a los conceptos de conservación y puesta en valor de una colección, se trata de realizar la limpieza de las muestras y guardarlas en condiciones adecuadas, para su conservación y que las generaciones futuras puedan tener acceso a ese material (Collazo 2013). La puesta en valor se refiere a la importancia histórica y paleontológica de la zona de Cerro Policía, donde se habían encontrado los primeros restos de dinosaurios y que ya en 1917, Keidel había denominado como **Estratos o Formación con dinosaurios**, concepto que todavía sigue vigente; en el caso de las muestras estudiadas en el presente trabajo, forman parte del viaje de Roth, Schiller y Gaggero que comenzó en enero de 1922 en el área de Cerro Policía y que son analizadas en otra TFL.

En el trabajo de gabinete se llevaron a cabo tareas de recopilación bibliográfica, cartográfica y satelital, utilizando mapas geológicos y geográficos, teniendo en cuenta todos los datos aportados por investigadores involucrados en la recolección del material.

Para el trabajo de laboratorio, cumplimentando con los recaudos para su correcta manipulación, como el uso de guantes de látex (Fig. 7b), entre otros, se procedió a inventariar cada roca, aplicando un número para su identificación. Las muestras presentan un número de campo original, puesto por sus recolectores que se conserva en el Libro de Colecciones y se le asignó un número nuevo colocado en formato papel, impreso con tinta laser y para su mayor preservación se le aplicó barniz al mismo (Fig. 7c). Cada pieza cuenta con su tarjeta original de campo (Fig. 7a), redactada por sus recolectores las cuales contienen la información como fecha y lugar (a veces momento del día) donde fue recolectada y una breve descripción petrológica. Se realizó una detallada descripción de cada una y se seleccionaron las más representativas de cada área para efectuar 13 cortes delgados

de las mismas (estos cortes delgados se realizaron en el Taller de Cortes del INREMI), con el fin de obtener una clasificación petrográfica teniendo como objetivo identificar la mineralogía, textura y el tipo de roca. Además, se generaron una serie de fotografías de cada muestra con sus tarjetas originales identificatorias como así también de sus cortes delgados. Algunas se citaron en el desarrollo del presente trabajo y otras fueron dispuestas en los anexos para su consulta. En las tareas de laboratorio se utilizó el equipamiento adecuado brindado por la División de Mineralogía, como la lupa binocular Nikon SMZ 745T y un microscopio petrográfico Zeiss. Esta información actualizada, junto con la información original de los colectores se volcó en los libros de Colecciones de la división.

Se procedió a la elaboración de un Sistema de Información Geográfico (SIG) utilizando la Hoja Geológica 40b San Carlos de Bariloche (Feruglio 1947) y la Carta geológica de San Carlos de Bariloche 4172-IV (Giacosa y Heredia 2002). En base a lo observado en ambas imágenes y con los datos provenientes de las tarjetas de campo elaboradas por los recolectores, se obtuvo un mapa a escala 1:200.000 en el cual se incluyó la litología del área y las zonas de muestreo. También se utilizó y modificó el mapa geológico de Chile (versión digital tomado de SERNAGEOMIN 2003), escala 1:1.000.000, para el área del Cerro Tronador y el Volcán Osorno.

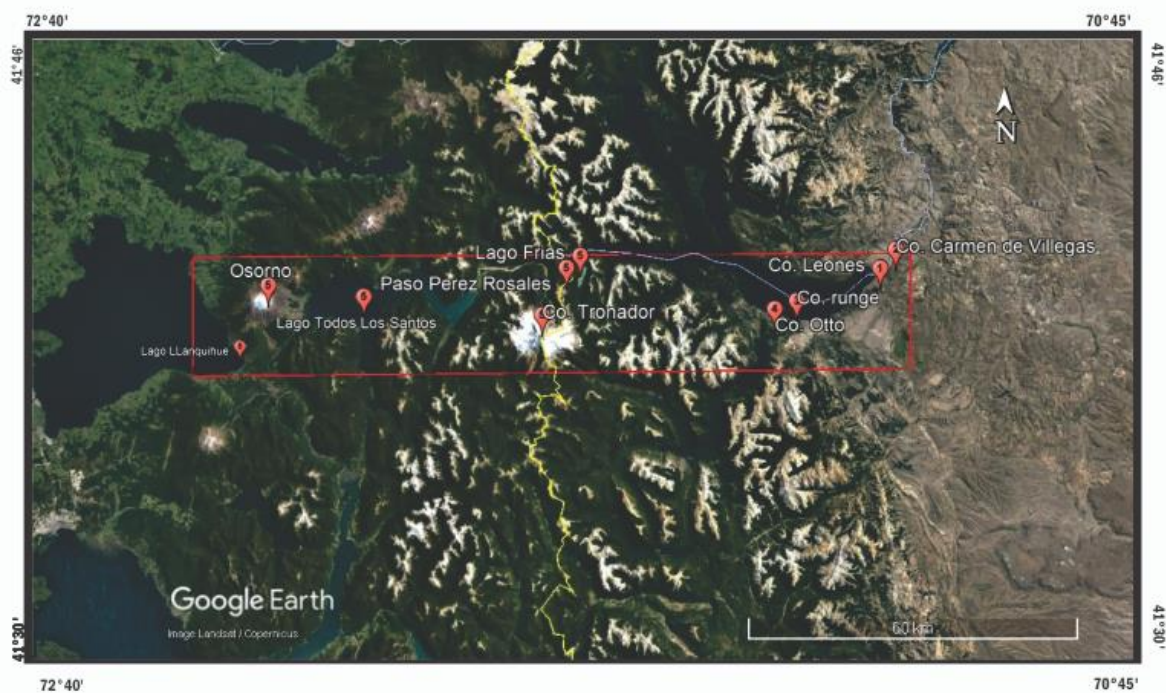


**Figura 7.** a) Tarjeta identificatoria original confeccionada por los recolectores con toda la información de la muestra. b) Análisis de la muestra de mano, utilizando la lupa. c) Proceso de la colocación del papel a las muestras con la numeración del inventario de la División Mineralogía y Petrología (MLP).

## CAPÍTULO 5

### 5.- CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS COLECTADAS

Con el fin de analizar los elementos de forma más sintética se procedió a agrupar las muestras según las zonas donde fueron recolectadas (Fig.8).



**Figura 8.** Mapa delimitando área de estudio. Imagen tomada de Google Earth, Landsat/ Copernicus.

#### 5.1 Zona Cerro Leones, San Carlos de Bariloche, Río Negro

Según Giacosa y Heredia (2002) en la zona se encuentran los depósitos aluviales del Holoceno, depósitos de gravas, arenas y limos ubicados en la planicie de inundación actual y en algunos niveles de terrazas más antiguas, situadas a varias decenas de metros de las planicies actuales. Se los ve bien desarrolladas en todos los arroyos y ríos tanto del sector preandino como en el sector nordeste, arroyos Pilcaniyeu y Pichilefú y finalmente los depósitos de la pampa del Nahuel Huapi.



**Figura 9.** Limolita (19466) de color gris con alteración en tonos rojizos, se observa estructura planar interna de laminación.

En la **tabla 1** se detallan las características de las muestras número 19461, 19462, 19463, 19464, 19465, 19466, y la 19528 las cuales fueron recolectadas en el área del Cerro Leones ( $41^{\circ} 4'48.79''S$  -  $71^{\circ} 8'47.08''O$ ), el cual se encuentra en el extremo este del Lago Nahuel Huapi, a 15 km de la ciudad de San Carlos de Bariloche centro, el 15 de febrero de 1922. Se colectaron siete muestras, las cuales fueron consideradas como pórfidos cuarcíferos por los recolectores. En el presente trabajo fueron clasificadas en muestra de mano como limolitas grises (Fig. 9 y 10). Estas presentan un tamaño de grano limo fino, con una estructura planar interna en laminación. Las muestras presentan alteración de tono rojizo.

Las muestras de la Zona Cerro Leones corresponderían a los depósitos aluviales del Holoceno descritos por Giacosa y Heredia (2002).



**Figura 10.** La muestra número 19465 corresponde a una limolita de color gris oscura con alteración castaña, presenta estructura planar interna de laminación.

## 5.2 Zona cerro Carmen de Villegas, San Carlos de Bariloche, Río Negro

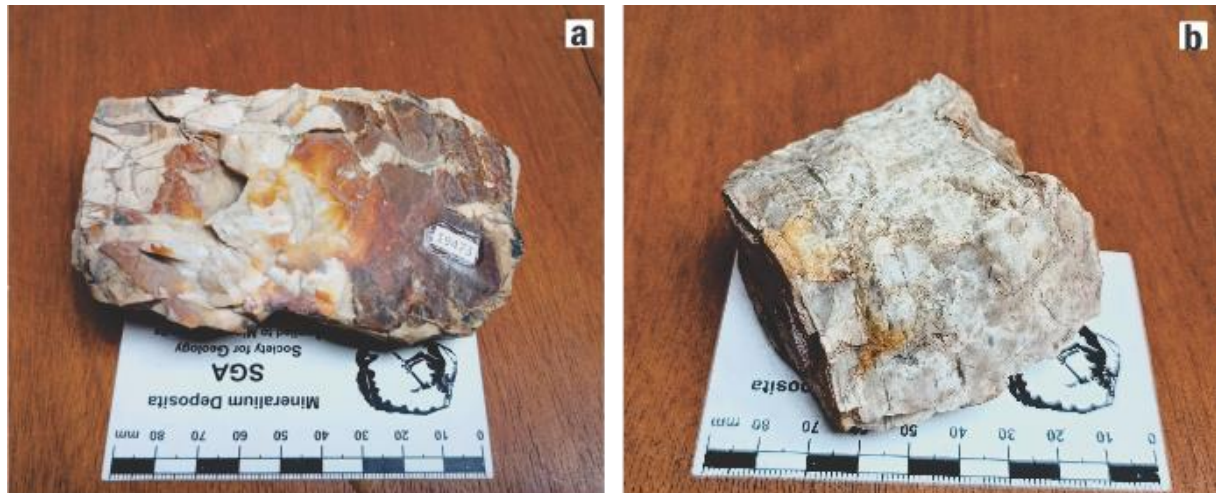
El Cenozoico en esta zona se caracteriza por la presencia de unidades volcánicas y sedimentarias asociadas a la evolución del margen continental andino. Se reconocen rocas volcánicas silíceas del Paleoceno – Eoceno en el sector extraandino, las que se asignan a la Formación Huitrera. La misma fue propuesta por Ravazzoli y Sesana (1968) para designar las volcanitas paleógenas en el Cerro homónimo de la región de Río Chico y empleada posteriormente por Volkheimer (1973) en su estudio geológico de la región de Ingeniero Jacobacci (Giacosa y Heredia 2002).

Arealmente las lavas andesíticas porfíricas y los basaltos son una litología importante, presentando los afloramientos más potentes en varios sectores sobre el curso del río Pichileufú. Se observan basaltos, andesitas y basandesitas fluidales, intruidos por diques de textura porfírica. Se asocian a piroclastitas de tonos claros, tales como tobas finas a brechosas y tufitas, y en la parte superior brechas riolíticas y lavas intermedias a básicas (Giacosa y Heredia 2002).

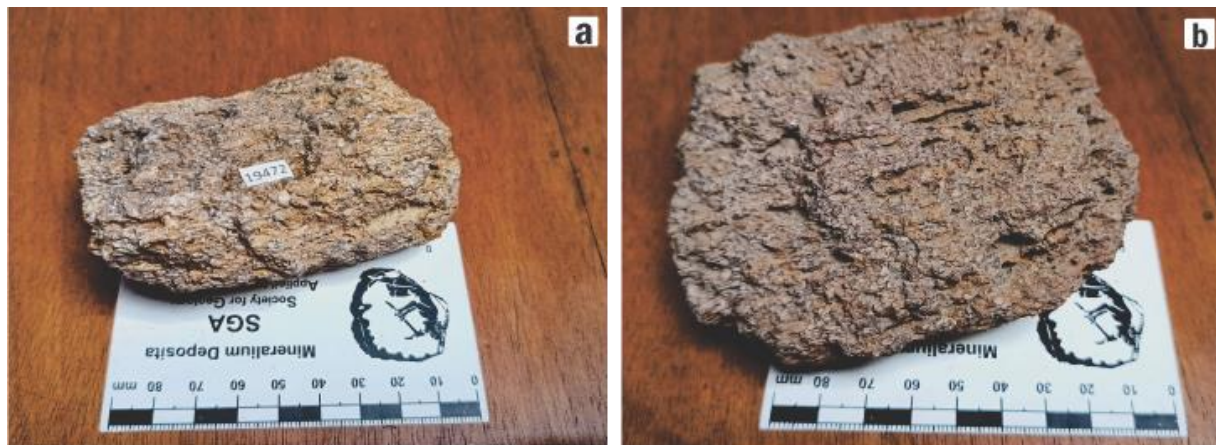
Las muestras descritas en la **tabla 2** (18271, 19467, 19468, 19469, 19470, 19471, 19472, 19473, 19474, 19476) se recolectaron el día 16 de febrero de 1922, al este del Lago Nahuel Huapi, en el área de cerro Carmen de Villegas ( $41^{\circ} 2'18.46''S$  -  $71^{\circ} 6'2.25''O$ ). Las diez muestras fueron clasificadas por los recolectores como pórfidos cuarcíferos y ópalos en pórfido cuarcíferos (Fig. 11), difiriendo en este trabajo con la nueva clasificación solo en los primeros clasificándolos como andesitas (Fig. 12). Las mismas se encuentran muy alteradas, con presencia de vesículas, se observan cristales de plagioclasas y en algunas muestras se logra identificar una pasta afanítica de tono violáceo. Se realizó un corte delgado a la vulcanita número 19474 (Fig. 13), en el cual se identificaron fenocristales de plagioclasas, argilominerales, opacos, sericita como mineral secundario, cuarzo rellenando venillas y apatita como mineral accesorio. Las plagioclasas presentan tamaños que van desde 0,3 mm a 1,0 mm, textura glomeroporfírica, zonación y maclado polisintético. En relación con la pasta, esta se encuentra alterada por lo que no se puede clasificar su textura, pero se logran reconocer plagioclasas y sericita indicando una marcada alteración argílica.

Las muestras de la zona Cerro Carmen de Villegas, corresponderían a la Fm. Huitrera.

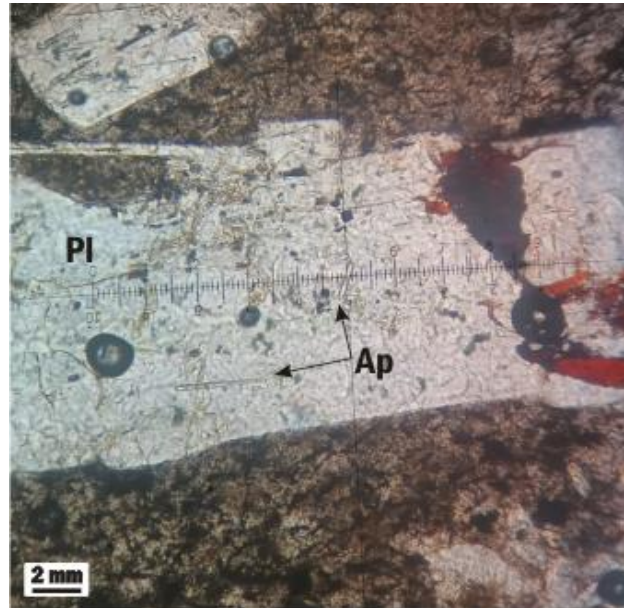




**Figura 11. a)** Muestra 19473 de ópalo, presenta una pátina de tono rojizo, la roca se observa formateada. **b)** Muestra 19469 de ópalo, presenta brillo resinoso y se encuentra formateada.



**Figura 12. a)** Se observa una andesita alterada con presencia de vesículas, se identifican cristales de plagioclasa rodeadas de una pasta afanítica de tono violácea (19472). **b)** Fotografía con mayor detalle donde se observa la andesita 19476 con presencia de abundantes vesículas.



**Figura 13:** Imagen al microscopio de la muestra 19474, se observan plagioclasas (Pl) y cristales de apatita (Ap) en una pasta con alteración argílica (Tomada con objetivo 2.5).

### **5.3 Zona cerro Runge, San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Los depósitos de la Formación Ñirihuaú están constituidos por rocas clásticas con participación piroclástica y subordinadamente carbonática, depositados en una cuenca elongada entre los 41° y 43° de latitud sur, en íntima asociación con el volcanismo y la deformación andina (Giacosa y Heredia 2002).

La formación Ñirihuaú se encuentra muy bien expuesta en la sección del valle del río homónimo, el nombre fue acuñado por Gonzales Bonorino (1972, *in* González Bonorino, 1973) tomando como base la sección del valle de río. Diferentes autores con anterioridad refirieron estas sedimentitas como “Patagoniense”, “Patagoniano”, “Postpatagoniano”, “Capas con Nothofagus”, “Patagoniense continental” y “Sedimentos continentales del terciario medio” entre otros; también se incluye en esta unidad a la Formación Ñorquinco (Cazau 1972). Las características estratigráficas y sedimentológicas de estos depósitos fueron estudiadas entre otros por Cazau (1972, 1980), Ramos (1981, 1982), Cazau et al. (1989), González Bonorino y González Bonorino (1978), Spalletti (1981, 1983), Spalletti e Iñíguez (1981), Spalletti et al. (1982), Spalletti y Matheos (1986, 1987) y Spalletti y Dalla Salda (1996).

Petrográficamente las piroclastitas de la Formación Ñirihuaú que afloran en los perfiles de Península de San Pedro, Cerro Otto y Cerro Carbón (Provincia de Río Negro) son ricas en vidrio ácido como matriz, asociado con fenoides de plagioclasa sódica, cuarzo y litoclastos volcánicos-piroclásticos. Por su textura, se hallan variedades afíricas y porfíricas; en las tobas soldadas es

típica la textura eutaxítica orientada y común la flámica, mientras que en las tobas normales y chonitas lo más habitual es la presencia de una fábrica isótropa. En base a las características de los fenocomponentes cristalinos estas piroclastitas han sido clasificadas como fenodacitas y fenoandesíticas (Spalletti et al. 1982).

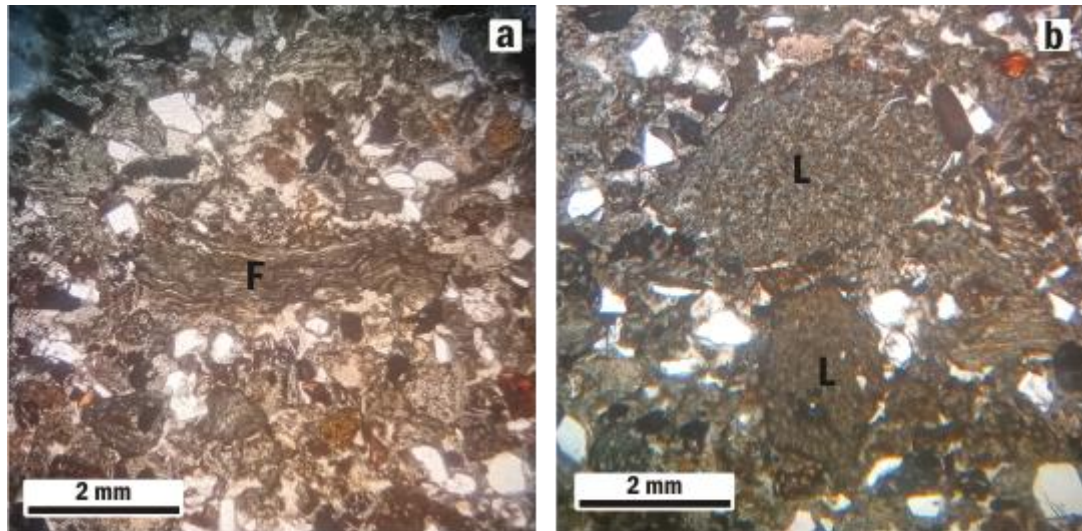
El día 18 de febrero de 1922 estuvieron recorriendo el Cerro Runge, también conocido como el cerro Viejo ( $41^{\circ} 08'8.28''S -71^{\circ}19'45.90''O$ ), ubicado en la actualidad a 1000 m del Centro Cívico y constituye un parque de diversiones. Allí se recolectaron tres muestras (19475, 19477, 19478) clasificadas como pórfido cuarcífero las cuales se encuentran descriptas en la **tabla 3**.

En el presente trabajo se clasificaron dos de ellas como tobas y una limolita verde con presencia de vegetales fósiles (Fig. 14). Se realizó un corte delgado a la muestra 19477 (Fig. 15) en la cual se observó cristaloclastos de cuarzo y plagioclasas de 0,2 a 1 mm, y litoclastos de hasta 4 mm que derivan de rocas volcánicas y una matriz con fragmentos pumíceos deformados y *fiammes*, clasificándose como una toba vítrea.

Las muestras de la Zona Cerro Runge corresponderían a la Fm. Ñirihuau.



**Figura 14.a)** Toba cristalina (19478) de aspecto terroso de coloración clara con un sector de tono rojizo. **b)** Limolita verde con presencia de vegetales fósiles indeterminados de color marrón (19475).



**Figura 15.** Imágenes al microscopio de la muestra 19477 toba vítrea **a)** Se observa un fragmento de *flamme* (F). **b)** Litoclastos (L) de origen volcánico (Tomada con objetivo 2.5).

#### **5.4 Zona cerro Otto, San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

En el área del cerro Otto se encuentran expuestas las dos formaciones terciarias que componen el Grupo Nahuel Huapi, formalizado por González Bonorino en 1973, la Formación Ventana y Ñirihuau, siendo la primera la más antigua. La Formación Ventana de edad Oligoceno, conocida como “Serie Andesítica” (Feruglio 1927), tiene un carácter volcánico principalmente, constituida por andesitas, brechas volcánicas, wackes volcánicos y tufitas para la parte inferior y hacia la superior las lavas predominantes son de basaltos y riocacitas (González Bonorino 1973). El estratotipo se encuentra en el cerro Ventana, lugar donde se encuentra prácticamente en su totalidad. La Formación Ventana se encuentra tanto el sector norte del lago Nahuel Huapi, ocupando la parte oriental de la Sierra Cuyín Manzano extendiéndose más allá del río Limay y hacia el sur, forma una faja de rumbo noroeste-sudeste que corre los brazos Rincón y Machete hasta las nacientes del río Pichileufú (González Bonorino y González Bonorino 1978).

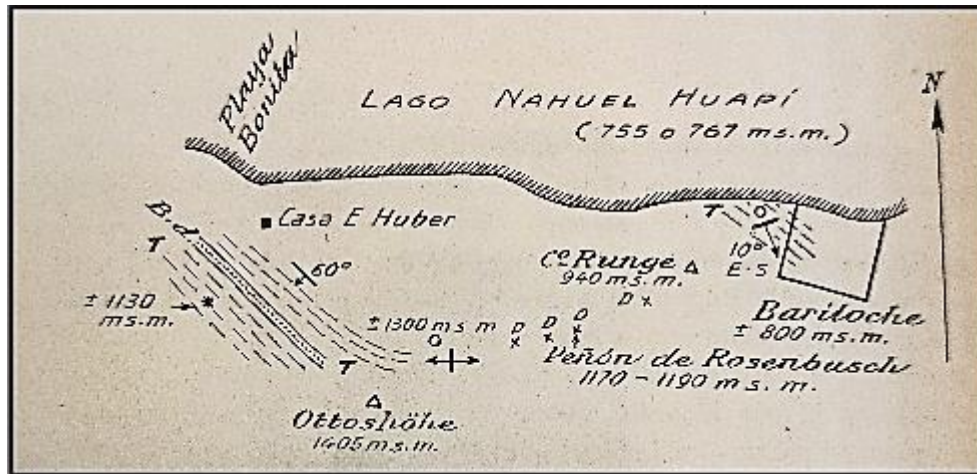
En la Formación Ñirihuau se encuentran raramente rocas plutónicas, debido a que la mayor parte de sus materiales son de origen volcánico. Se destaca el cuerpo estratiforme de la falda norte y noroeste del cerro Otto, que Schiller (1927) bautizó con el nombre de “Piedra de Rosenbusch” (Fig. 16). Según este autor la roca aflorante era de aspecto plutónico abajo y volcánico arriba debido a lo que, según él, se trataría de un cambio textural disminuyendo su granulometría hacia el techo, pasando de una textura granítica a una porfírica.



**Figura 16.** Fotografía perteneciente a Pablo Gaggero tomada el 21/02/1922 del “Peñón de Rosenbusch” al este del cerro Otto, sobre la orilla sur del lago Nahuel Huapi. Vista tomada desde el este (Tomado de Schiller 1927).

Para González Bonorino y González Bonorino (1978) se trataría de una roca gábrica en su parte inferior, diabásica en la superior, que forma farellones muy visibles sobre la falda, al este de Piedras Blancas, entre este punto y el último codo del camino de ascenso al cerro. Lo clasificaron como dos facies de roca básica de distinto grano, una gábrica y otra diabásica moteada (las motas son cristales o agregados de cristales de plagioclasas), que se penetran entre sí, en forma de diques y apófisis más o menos paralelos al manto, predominando en el tercio superior la facies fina diabásica. Lo que para ellos la razón de que la roca sea de tonalidad clara y friable es que el gabro se encuentra muy zeolitizado.

En el área del cerro Otto se encuentran también depósitos glaciares que comprenden restos de morenas laterales en que se encuentran en la falda de los cerros que limitan con antiguos valles glaciares. Estos depósitos son detritos caóticos de composición granítica.



**Figura 17.** Fotografía del croquis geológico de la región al oeste de Bariloche realizado en el viaje en 1922 (Tomado de Schiller 1927).

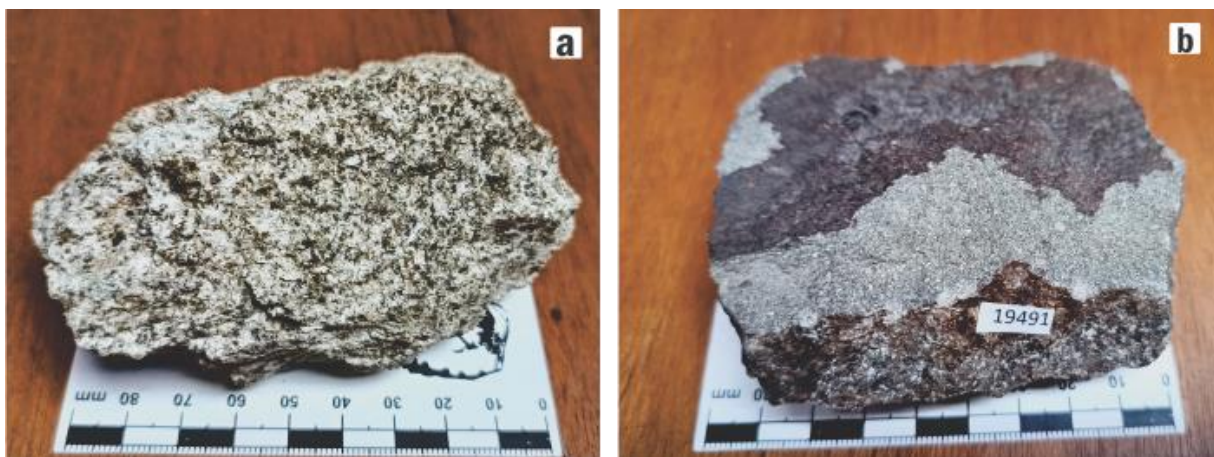
Las muestras fueron recolectadas en el área del Cerro Otto (Fig. 17), el mismo se encuentra a 1.405 msnm ( $41^{\circ} 8'58.62''S - 71^{\circ}22'39.47''O$ ) ubicado al sur del Lago Nahuel Huapi, a 5 kilómetros de San Carlos de Bariloche entre las fechas 19 y 22 de febrero de 1922. Se recolectaron quince muestras (**tabla 4**) por Schiller y Gaggero los cuales las clasificaron como lacolitos de diorita y andesitas (Schiller 1927). Las muestras fueron descritas y clasificadas en el presente trabajo como dioritas (19449, 19482, 19483, 19484, 19485, 19486, 19487, 19488, 19489, 19490, 19529) y tobas (19491 y 19527) como se ejemplifica en la figura 18. Hay dos muestras que corresponden a rodados de granodioritas, la muestra 19479 (Fig. 19) y la 19480. Estas últimas se componen de un contacto de roca tipo granodiorita de grano grueso y una roca de grano más fino de color gris, con la presencia de cuarzo, mafitos y plagioclasas, equigranulares; ambas muestras levemente alteradas.

El grupo de las dioritas presentan plagioclasas tabulares, cuarzo y mafitos. El tamaño de grano del cuarzo y mafitos es fino (menos de 1 mm) en tanto las plagioclasas miden 2-3 mm y la textura es inequigranular. Las muestras de diorita muy alteradas presentan tono claro, presencia de plagioclasa (1,5 mm), mafitos (hasta 3 mm) y muy poco cuarzo de tamaño de grano fino. Se realizó corte delgado a las muestras 19529, 19483 y 19488. La muestra 19529 es una diorita de grano fino, en la cual se reconocen cristales de plagioclasa con un tamaño de grano que va desde 0,1 a 0,33 mm, cuarzo y opacos. Las plagioclasas presentan macla polisintética y Carlsbad, las cuales en gran parte se encuentran alteradas a sericita. La diorita 19483 presenta en muestra de mano

plagioclasas de grano fino a mediano, mafitos y poco cuarzo y textura inequigranular fina. Muy alterada. Al microscopio se reconocen plagioclasas alteradas a sericita y opacos. Para el caso de la muestra 19488 es una diorita muy alterada, de color claro, con presencia de plagioclasa (tamaño hasta 2 mm) y mafitos, de grano fino. Al microscopio se observan las plagioclasas con alteración a sericita y opacos.

Al observar al microscopio un ejemplar de toba cristalina de la zona (19527) se observaron cristaloclastos de plagioclasas que presentan macla polisintética (0,2 hasta 0,6 mm) y litoclastos de origen volcánico de hasta 1,2 cm de diámetro (Fig.20).

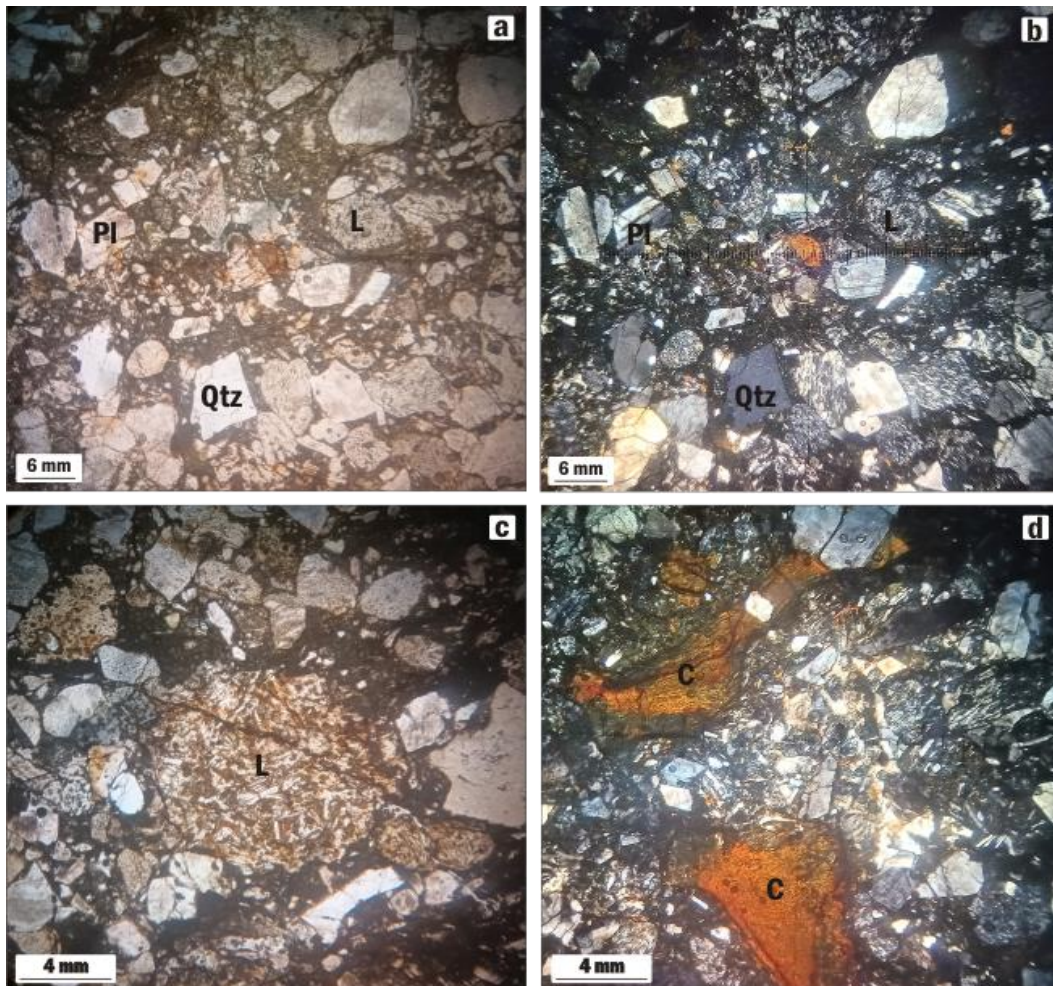
La muestra 19523 corresponde a una brecha volcánica, en muestra de mano se pueden observar litoclastos volcánicos y cristaloclastos de plagioclasas. Al microscopio presenta líticos volcánicos, cristales angulosos de plagioclasas, cuarzo y opacos, rodeados de una matriz que presenta alteración a sericita y óxidos.



**Figura 18. a)** Diorita de grano medio, se observan cristales de plagioclasas y mafitos, presenta en algunos sectores color castaño debido a la alteración (19490). **b)** Toba cristalina de color gris, con cristales de plagioclasas y en menor proporción líticos, presenta alteración lo que le confiere un color gris oscuro (19491).



**Figura 19.** Imagen de la granodiorita (19479) donde se observa el contacto entre roca de grano grueso y otra más fina.



**Figura 20.** Microfotografía de la toba cristalina (19527). **a)** Se observan litoclastos (L), cristales de plagioclasas y cuarzo (Qtz) **b)** Misma imagen que a) tomada con nicols cruzados. **c)** Litoclasto volcánico de 1cm de diámetro. **d)** Imagen con nicols cruzados, se observan cristaloclastos (C) angulosos. (Tomadas con objetivo 2.5)



### **5.5 Zona cerro Tronador- Lago Frías- Paso Pérez Rosales (Argentina- Chile).**

El cerro Tronador está ubicado en el Parque Nacional Nahuel Huapi, sobre el límite internacional argentino-chileno. Este Parque en particular y el Tronador, son lugares relevantes en la Patagonia andina, tanto desde el punto de vista geográfico como en lo histórico, cultural y científico. Con sus 3.478 metros sobre el nivel del mar, el Tronador es un antiguo y gran cono volcánico degradado por la acción de los hielos glaciares. El crecimiento de este volcán se produjo por la superposición de sucesivos depósitos de materiales volcánicos eyectados y emitidos a lo largo de varias centenas de miles de años. Es por ello por lo que esta montaña se eleva varios cientos de metros por sobre los picos que se yerguen en este sector de la cordillera. Así, su cumbre, con la particular apariencia que le confieren sus tres picos -Internacional, argentino y chileno- puede ser apreciada desde muchos sectores de la región de Nahuel Huapi (Villarosa 2008).

Entre las fechas 23 de febrero al 10 de marzo de 1922, los colectores tomaron muestras (**tabla 5**) entre el Paso Pérez Rosales, Lago Frías (19492,19493, 19494, 19495, 19496, 19497, 19498) y el cerro Tronador (19499, 19500, 19501,19503, 19504,19505,19530) tanto del lado argentino como del límite con Chile. También se recolectaron muestras del lado chileno en las inmediaciones del Volcán Osorno, entre lago Todos Los Santos y Llanquihue (19506, 19507, 19508, 19509, 19510, 19511, 19512, 19513,19514, 19515, 19516, 19517, 19518, 19519, 19522, 19525).

Para el caso del área de recolección de muestras que incluye el Paso Pérez Rosales y Lago Frías las muestras fueron clasificadas como esquistos de color gris verdoso y pizarras negras, ambos con presencia de pirita (Fig. 21 y 22). Excepto la muestra 19497 que corresponde a un basalto.

En el área del cerro Tronador se realizaron cortes delgados para las muestras 19501, 19503 y la 19505. La muestra de basalto 19501 presenta un color gris oscuro, al microscopio se observó la presencia de plagioclasas de hasta 0,8 mm de largo, olivinas de hasta 0,7 mm y piroxenos de 0,2mm, posee una textura intergranular. La muestra 19503 es un basalto de color gris oscuro, con textura intergranular en el cual se identificó la presencia de minerales de plagioclasas y olivinas de tamaños entre 0,2 a 0,3 mm, piroxenos (0,1mm) y opacos. Los minerales máficos se encuentran tanto en la pasta como en los fenocristales, entiéndase piroxenos y olivinas (Fig. 23). Para el caso de la muestra 19505 se observan en muestra de mano minerales de tonos rojizos (óxidos) rellenando vesículas y en la pasta plagioclasas y piroxenos. En el corte delgado se reconoce textura intergranular con fenocristales de tamaño entre 0,8 a 1,6 mm para las plagioclasas y olivinas, 0,8mm en el caso de los piroxenos y opacos (Fig. 24).

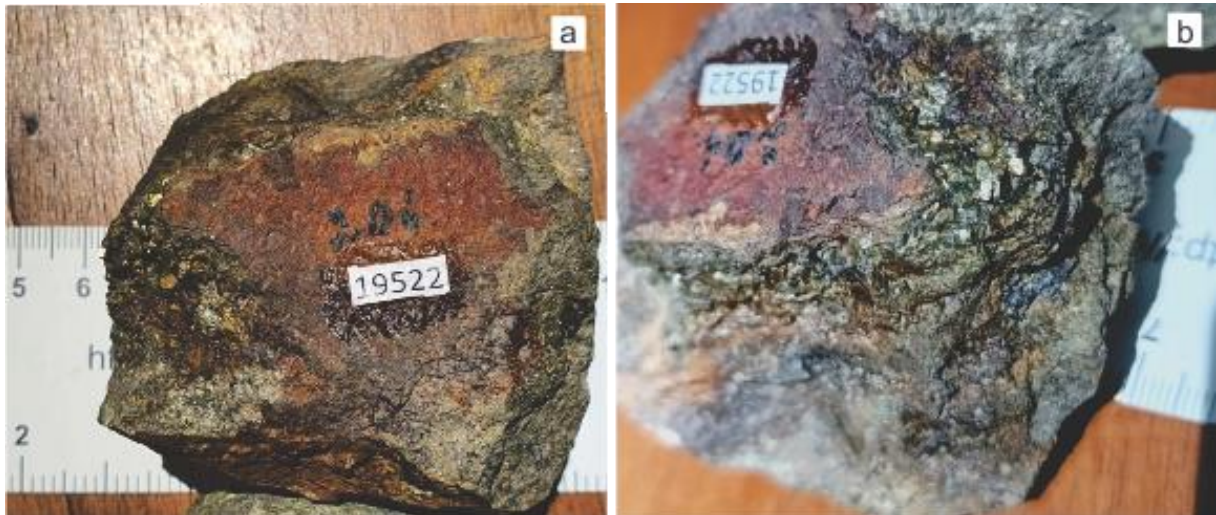
Para el área de las inmediaciones del Volcán Osorno se realizaron cortes a las muestras 19510 y 19519. En el caso de la muestra 19510 en muestra de mano presenta color negro y se reconocen cristales de plagioclasas y feldespatos alcalinos secundarios relleno de oquedades. Al microscopio se observa la presencia de fenocristales de plagioclasas (1,8 mm), algunas cribadas hacia el centro, piroxenos (1mm), olivinas (0,1 mm) y opacos. Las plagioclasas y olivinas presentan textura glomeroporfírica. Algunos piroxenos poseen maclas. En la pasta se observa una textura intersertal ya que se reconoce la presencia de vidrio volcánico, y presenta los mismos componentes descritos en los fenocristales. En el basalto 19519 de color negro en muestra de mano presenta cristales de olivinas y plagioclasas, al microscopio se observan plagioclasas de hasta 1 mm, algunas cribadas en el centro, olivinas de 0,8 mm y piroxenos 0,2 mm con textura intergranular.

Para la zona del paso internacional Pérez Rosales, límite argentino – chileno, se realizó un corte delgado a la muestra 19497, basalto de color gris oscuro que presenta textura intergranular con plagioclasas de hasta 0,5 mm, olivinas de 0,2 mm y piroxenos de 0,2 mm. En la muestra de mano presenta epidoto y piritita producto de alteración.

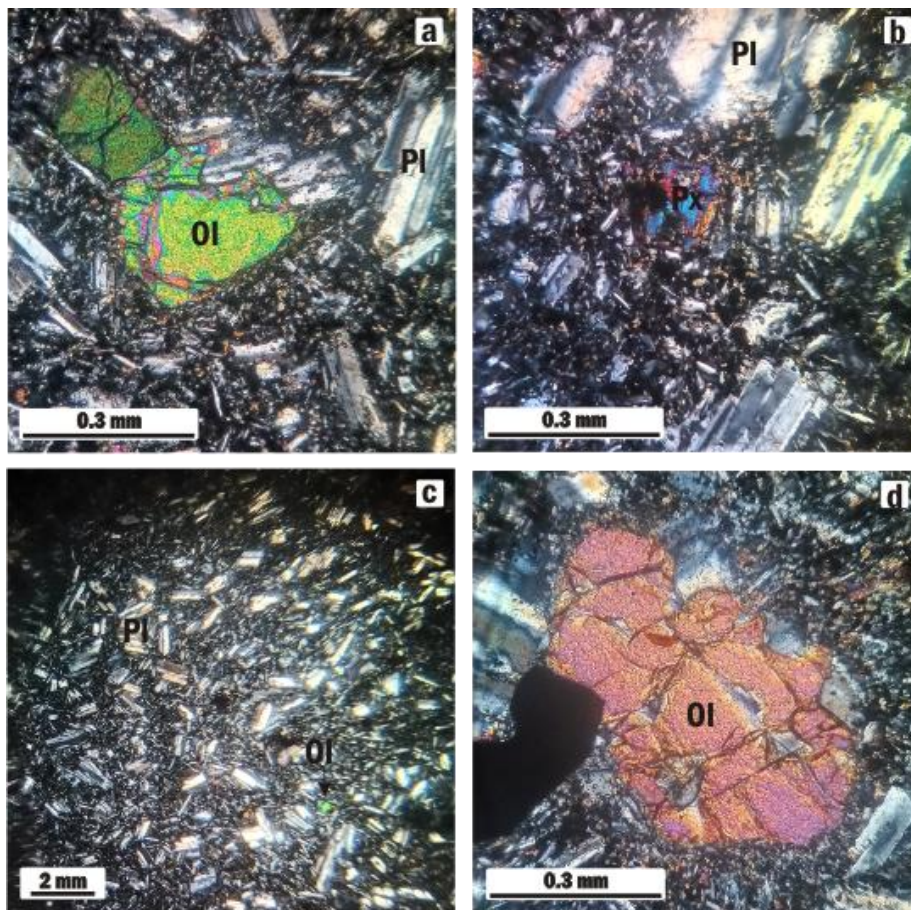
Las muestras de esta zona corresponderían al basamento, el Complejo Volcánico- sedimentario Cordillerano, exceptuando a los basaltos que fueron recolectados en el área del cerro Tronador los cuales pertenecerían a la formación homónima y los basaltos correspondientes a las erupciones del Volcán Osorno.



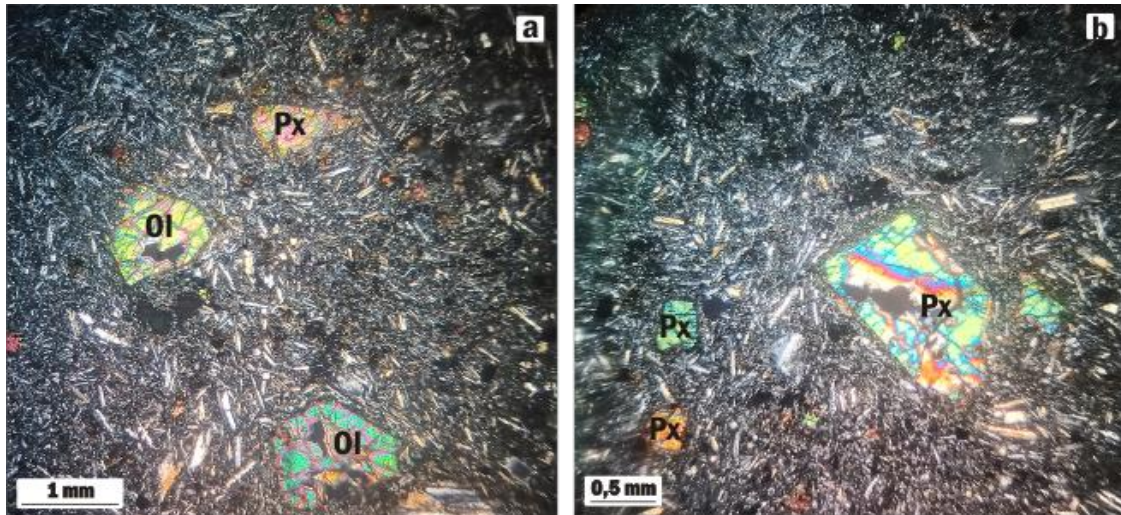
**Figura 21.** a) Esquisto de color gris verdoso con presencia de sulfuros y alteración a goethita (19509). b) Pizarra de color negro, grano fino y presencia de clivaje pizarreño (19494).



**Figura 22. a)** Imagen de la muestra de esquistos grises con alteración en tonos rojizos y presencia de sulfuros (19522). **b)** Imagen de detalle donde se observa la presencia de cristales bien desarrollados de pirita (ver página 16, párrafo 2).



**Figura 23.** Microfotografía de la muestra 19503 con nicols cruzados. **a)** y **d)** Se observa un cristal de olivina (Ol) rodeado de fenocristales de plagioclasas (Pl) (tomada con objetivo 10). **b)** Centrado se encuentra el cristal de piroxeno (augita) (tomada con objetivo 10). **c)** Se aprecia la textura intergranular pudiéndose reconocer los fenocristales de plagioclasas (Pl) y olivinas (Ol) (tomada con objetivo 2,5).



**Figura 24.** Imágenes de basalto 19505 con nicoles cruzados. **a)** Se observan olivinas (Ol) y piroxeno (Px) rodeados de una pasta con textura intergranular compuesta de plagioclasas. **b)** Presencia de piroxenos (Px). (Tomadas con objetivo 2.5)






## CAPÍTULO 6

### 6.- CONCLUSIONES

Las muestras colectadas por Walther Schiller y Santiago Roth en su viaje a la Provincia de Río Negro en 1922, fueron caracterizadas petrológicamente y relacionadas estratigráficamente. Se agruparon las mismas en cinco zonas conforme el área donde fueron recolectadas.

Del análisis realizado en el presente trabajo, se han alcanzado las siguientes conclusiones:

- En la zona de Cerro Leones se colectaron siete muestras las que fueron clasificadas como limolitas grises difiriendo de la clasificación realizada por los colectores. Las mismas fueron ubicadas como parte de los depósitos aluviales del Holoceno, debido a las características petrológicas que presentan.
- Para la zona del cerro Carmen de Villegas se disponía de diez muestras siendo su clasificación original pórfidos cuarcíferos y ópalos. Los pórfidos cuarcíferos fueron reclasificados como andesitas, localizadas como parte de la Formación Huitrera. Las piezas de ópalo no pudieron ser correlacionadas estratigráficamente debido a que hay cita bibliográfica que haga referencia a la presencia de estos en la zona.
- En el caso del cerro Runge, de las tres muestras, dos de ellas fueron clasificadas como toba cristalina (19478) y toba vítrea (19475) y la tercera como limolita verde con presencia de fósiles. Corresponderían a la Formación Ñirihuau.
- En el área del cerro Otto fueron colectadas quince muestras. Los rodados de granodioritas 19479 y 19480 se los consideró como parte de los depósitos de las morenas de antiguos glaciares de la región. Las tobas corresponden a parte de la Formación Ventana. En el caso de las muestras número 19484, 19482, 19489, 19486, 19449, 19487, 19529, 19488, 19490, 19485, 19483 la autora coincide con la clasificación realizada por el recolector Walther Schiller y las reconoce como dioritas que conforman la “Piedra de Rosenbusch”, como parte de las rocas graníticas de la Formación Ñirihuau.
- La zona Tronador- Lago Frías - Paso Pérez Rosales (Argentina- Chile) posee muestras de basaltos y pizarras con presencia de sulfuros que corresponderían al basamento, el Complejo Volcánico- Sedimentario Cordillerano. Siendo los basaltos del área del Cerro Tronador pertenecientes a la Fm. Tronador.
- Se presenta en la figura 24 un cuadro estratigráfico con el resumen de las rocas estudiadas y fotos representativas de las mismas.

Edad		Formación	Zona	Litología		
Cuaternario	Holoceno	Depósitos aluviales	Cerro Leones	Gravas, arenas y limos		
	Pleistoceno					
Terciario	Neógeno	Plioceno	Limite Argentina- Chile	Basaltos olivínicos y andesitas. Aglomerados, conglomerados y areniscas.		
		Mioceno				
		Fm. Ñirihuau	Cerro Runge	Areniscas, conglomerados, tobas, calizas y arcilitas con flora fósil		
	Oligoceno	Fm. Ventana	Cerro Otto	Lavas y piroclastitas andesíticas y basálticas. Ignimbritas y tobas. Arcilitas y areniscas. Dioritas.		
	Paleógeno	Eoceno	Fm. Huitrera	Cerro Villegas	Ignimbritas, tobas, andesitas y basaltos. Areniscas y conglomerados.	
		Paleoceno				
Cretácico		Batolito Patagónico Cordillerano	Cerro Tronador Limite Argentino- Chileno	Tonalitas y granodioritas hornblendíferas, pórfidos graníticos		
Jurásico		Complejo Volcánico- sedimentario Cordillerano	Cerro Tronador Limite Argentino- Chileno	Brechas y lavas andesíticas. Areniscas, conglomerados, pelitas y calizas. Basaltos y Pizarras.		

**Figura 25.** Cuadro estratigráfico resumen de las muestras descritas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barros Arana, M. 1888. Esploraciones Geográficas e Hidrográficas. Imprenta Nacional, Santiago de Chile: 533 p.
- Bond, M. 1998. Santiago Roth. Revista Museo de la Fundación Museo de La Plata, 13: 33–37. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49351>.
- Burckhard, C. 1901. Le gisement supracrétacique de Roca. Revista Museo de La Plata, Vol. 10: 207-221, La Plata.
- Cazau, L. 1972. Cuenca de Ñirihuaú-Ñorquinco-Cushamen. En A. Leanza (Ed.): Geología Regional Argentina, 727-740, Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Collazo, J. 2013 Avances en la puesta en valor de las colecciones del depósito 25 del Museo de La Plata. A casi 4 años de trabajo ininterrumpido. 1º Congreso Latinoamericano y II Congreso Nacional de Museos Universitarios. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42463/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42463/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cuerda, A. 1997. Prohombres del Museo: Walther Schiller (1879-1944). Revista Museo de la Fundación Museo de La Plata, (9): 25-30, La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48081>
- Dessanti, R.N. 1972. Andes Patagónicos Septentrionales. En A. Leanza (Ed.): Geología Regional Argentina, 655-697. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Dolgopol de Saez, M., 1928. Un nuevo goniofólido argentino. Anales de la Sociedad Científica Argentina CVI 287-290.
- Doll, G. 1858. Exploración del territorio de Osorno para segundo centro de la colonización actual, Anales de la Universidad de Chile XV: 81-84.
- Feruglio, E. 1927. Estudio geológico de la región pre y subandina en la latitud de Nahuel Huapi. Boletín Informaciones Petroleras, 4: 111-119. Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1941. Nota preliminar sobre la hoja 40b, San Carlos de Bariloche. Boletín Informaciones Petroleras, 18, (200): 26-64, Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1947. Hoja geológica 40b San Carlos de Bariloche, Territorio Nacional de Río Negro. Dirección General de Minas y Geología. Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1950. Descripción Geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Tomo 2. Buenos Aires.

- Flint, F.R. y Fidalgo F. 1963. Geología Glacial de la Zona de Borde entre los Paralelos 39'10'' de Latitud Sur en la Cordillera de los Andes. República Argentina. Buenos Aires, Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 93. 34 p.
- Fossa Mancini, E. 1945. Walther Schiller. Revista del Museo de La Plata. Sección Oficial, 193-223. La Plata.
- Gargiulo, M.F. 2006. Desvanecimientos metamórficos y edades relativas de rocas de la parte oriental del Brazo Huemul, provincia de Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 61 (2): 218-230. Buenos Aires.
- Giacosa, R. 1986. Prospección y exploración minera en el Cordón Tres Morros, Cerro Granito y Cerro del Medio, Cordillera Nordpatagónica. Dirección Nacional de Minería y Geología, (inédito) Comodoro Rivadavia.
- Giacosa, R. y Heredia C.N. 2002. Hoja Geológica 4172-IV, San Carlos de Bariloche. Provincia de Río Negro y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 279. 77 p. Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1944. Descripción geológica y petrográfica de la Hoja Geológica 41b Río Foyel (Río Negro). Dirección Nacional Minería e Hidrogeología. Boletín 56. Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1973. Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Llao Llao. Publicación de la Fundación Bariloche, Departamento Recursos Naturales y Energéticos, 16. Buenos Aires.
- González Bonorino, F. y González Bonorino G. 1978. Geología de la región de San Carlos de Bariloche. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 33 (3): 175-210. Buenos Aires.
- González Díaz, E. 1979. Estratigrafía del área de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40°30' y 41° Latitud sur (provincia del Neuquén). Actas 7º Congreso Geológico Argentino, 1: 525-537, Buenos Aires.
- González Díaz, E. y Lizuain, A. 1984. El complejo volcánico-clástico y plutónico del sector cordillerano. En V. Ramos (Ed.): Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro, 1 (5): 119-129. Buenos Aires.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Boletín 58: 1-109.
- Ihering, H. 1904. Nuevas observaciones sobre moluscos cretáceos y terciarios de la Patagonia. Revista Museo de La Plata, Vol. 11: 229-243. La Plata.



- Keidel, J. 1917. Über das patagonische Tafelland, das patagonische Geröll und ihre Beziehungen zu den geologischen Erscheinungen im argentinischen Andengebiet und Litoral. *Zeitschrift des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins* 3: 219-245.
- Ljungner, E. 1931. Geologische Aufnahmen in der Patagonischen Kordillera. *Bulletin Geological Institute Uppsala*, 23: 203-242. Uppsala.
- López-Escobar, L.; Parada, M.; Moreno, H.; Frey, F.; Hickey-Vargas, R. 1992. A contribution to the petrogenesis of Osorno and Calbuco volcanoes, Southern Andes (41°00' - 41°30'S): comparative study. *Revista Geológica de Chile* 19 (2): 211-226.
- Márquez, M. y Giacosa, R. 1989. Mineralización asociada a diques terciarios de dacita-andesita-basalto en la Cordillera Patagónica Septentrional y Central, provincia de Río Negro y Chubut. *Correlación Geológica*, 3:83-90.
- Mella, M., Muñoz, J., Vergara, M., Klohn, E., Farmer, L. y Stern, C.R. 2005. Petrogenesis of the Pleistocene Tronador Volcanic Group, Andean Southern Volcanic Zone. *Revista Geológica de Chile*, 32(1): 131-154.
- Moreno, H. 1999. Mapa de peligros del volcán Osorno, Escala 1:75.000, Región de Los Lagos, SERNAGEOMIN, Documentos de Trabajo 11: 1 mapa.
- Moreno, H.; Lara, L. y Orozco G. 2010. Geología del Volcán Osorno, región de los Lagos (texto). Carta Geológica. Serie Geológica Básica. Servicio Nacional de Geología y Minería- Chile. Subdirección Nacional de Geología. No.126.
- Moreno, H.; Varela, J.; López, L.; Munizaga, F.; Lahsen, A. 1985. Geología y riesgo volcánico del volcán Osorno y centros eruptivos menores. Universidad de Chile, Departamento de Geología y Geofísica para ENDESA (Inédito): 212 p. Santiago.
- Orozco, O. 2009. Sistema de centros eruptivos de flanco de la erupción de 1835 AD volcán Osorno. Memoria de Título (Inédito), Departamento de Geología, Universidad de Chile: 62 p.
- Petit-Breuilh, M.E. 1999. Cronología eruptiva histórica de los volcanes Osorno y Calbuco, Andes del Sur (41° - 41°30'S). Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín 53: 46 p. Santiago.
- Rabassa, J. 1986. Nuevas evidencias de englazamiento plioceno-pleistoceno inferior de los Andes Patagónicos septentrionales: cerro Tronador, Río Negro, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41, (3-4): 405-409.
- Ramos, V. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En Caminos, R. (ed.), *Geología Argentina*. Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales N°29 (3): 41-96. Buenos Aires.

- Ravazzoli, I. y Sesana, F. 1968. Descripción Geológica de la Hoja 41c, Río Chico, Provincia de Chubut. Servicio Geológico Nacional, (inédito). Buenos Aires.
- Riggi, N.F. de y Caminos, R. 1959. Descripción y Clasificación Petrográfica de Muestras de la Hoja 40b San Carlos de Bariloche (Perfil de la "Serie Andesítica") por el Dr. Raúl N. Dessanti. Buenos Aires, Ministerio de Industria y Comercio. Secretaría de Minería. Dirección Nacional de Geología y Minería. 15 p.
- Roth, S. 1895. Rectificaciones sobre la dentición del Toxodon. Revista Museo de La Plata, 9:335-355. La Plata.
- Roth, S. 1899. Reconocimiento de la región andina de la República Argentina. Apuntes sobre la geología y paleontología de Río Negro y Neuquén. Revista Museo de La Plata, 9:141-197. La Plata.
- Roth, S. 1922. Investigaciones geológicas en la Región Norte de la Patagonia durante los años 1897 y 1899. Revista Museo de La Plata, 26: 333-392. La Plata.
- Sánchez-Villagra, M.R., Bond, M., Reguero, M., Bartoletti, T. 2023. From fossil trader to palaeontologist: on swiss-born naturalist Santiago Roth and his scientific contributions. Swiss Journal of Palaeontology, 142 (19): 1-24.
- Schiller, W. 1912. La alta Cordillera de San Juan y Mendoza y parte de la Provincia de San Juan. Informe preliminar. A.M.A.S.G, VII (5). 1-69. Buenos Aires.
- Schiller, W. 1913. Contribución al conocimiento de la formación petrolífera (Cretáceo) de Bolivia del Sud. Revista Museo de La Plata, Vol. 20: 168-197.
- Schiller, W. 1922. Los sedimentos marinos del límite entre el Cretáceo y Terciario de Roca en la Patagonia septentrional. Revista del Museo de La Plata, 26: 256-280.
- Schiller, W. 1924. Estratigrafía, tectónica y petróleo de Comodoro Rivadavia (Chubut). Buenos Aires, Anales del Museo de La Plata, Tomo 1, entrega 1: Sección Mineralogía y Geología.
- Schiller, W. 1927. El cerro "Ottoshöhe" de Bariloche. Academia Nacional de Ciencias. Boletín 30: 335-339. Córdoba.
- Schiller, W. 1930. Investigaciones geológicas en las montañas del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Anales del Museo de La Plata, S. 2, 4(1): 9-96.
- SERNAGEOMIN 2003. <https://www.ipgp.fr/~dechabal/Geol-millon.pdf>
- Síster, R.G. 1952. Informe de la Comisión Realizada en San Carlos de Bariloche. Buenos Aires, Ministerio de Industria y Comercio de la Nación, 11 p.

- Spalletti, L. 1981. Facies sedimentarias de la Formación Ñirihuau en la región de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 36 (3): 288-311. Buenos Aires.
- Spalletti, L. 1983. Paleogeografía de la Formación Ñirihuau y sus equivalentes en la región occidental de Neuquén, Río Negro y Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 38 (3-4): 454-468. Buenos Aires.
- Spalletti, L. y Dalla Salda, L. 1996. A pull-apart volcanic related Tertiary Basin, an example from the Patagonian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 9 (1-4): 197-206.
- Spalletti, L., Merodio J. y de Posadas, V. 1982. Caracteres petrográficos y geoquímicos de las piroclastitas de la Formación Ñirihuau. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 37 (1): 50-65. Buenos Aires.
- Tagiri, M.; Moreno, H.; Lopez-Escobar, L. y Notsu, K. 1993. Two magma types of the high-alumina basalt series of Osorno volcano, southern Andes (41°06' S)-plagioclase dilution effect. *Journal of Mineralogy and Petrology* 88: 359-371.
- Torres, L.M. 1924. Memoria del Museo de La Plata correspondiente a los años 1922 y 1923. *Revista del Museo de La Plata*, Vol. 28: 20-65. La Plata.
- Villarosa, G., Outes, V., Masiokas, M., Villalba, R. y Rivas, S. 2008. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales N°46 (II), 461 p. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. 1964. Estratigrafía de la zona extraandina del Departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42° 30' y los meridianos 70° y 71°. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 19(2) : 85-107. Buenos Aires.
- Wehrli, L. 1899. Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillera Argentina Chilena du 40° et 41° latitude sud (Région du Nahuel Huapi). *Revista Museo La Plata*, 9: 221-242. La Plata.
- Willis, B. 1914. Forty-first parallel survey of Argentina. Physiography of the Cordillera de los Andes between latitudes 39° and 44° South. 12° Congrès Géologique International, Comptes-Rendu, 733-756 y 769-771. Ottawa.
- Windhausen, A. 1926. Informe sobre las posibilidades existentes para el aprovechamiento de agua en Puerto Camarones (Territorio del Chubut). Dirección de Minas y Geología, Publicación N° 20.

## ANEXOS

**Tabla 1: Zona Cerro Leones**

<b>Nro. Inv.</b>	<b>Nro. de colecto r</b>	<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
19465	114	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris de tamaño de grano limo fino. Presentan una estructura planar interna en laminación. Alteración de tono rojizo	Limolita gris planar
19466	135	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris de tamaño de grano fino con laminación. Se observa alternancia de bandas gris y marrón rojizo producto de la alteración.	Limolita gris planar
19463	138	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris amarillento. Tamaño de grano limo fino. Presenta laminación y deformación. Alterada.	Limolita gris planar
19464	142	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca piroclástica silicificada, con signos de flujo en "S". Presenta huecos de cristales que fueron removidos.	Piroclastita silicificada
19461	156	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris. Presenta laminación en forma de curvas, posiblemente de flujo.	Limolita gris
19462	849	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris con tamaño de grano fino, laminación paralela. Alterada	Limolita gris
19528	216	15/02/1922	41° 4'S 71° 8'O	Roca de color gris, tamaño de grano limo fino, presenta laminación paralela. Alteración moderada de materia orgánica.	Limolita gris

**Tabla 2: Zona Cerro Carmen de Villegas**

Nro. Inv.	Nro. de colector	Fecha de muestreo	Coordenadas	Descripción	Clasificación
19474 Corte delgado	123	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Roca volcánica con plagioclasas, mafitos y cuarzo en forma de vetillas. <b>Microscopio:</b> se identificaron fenocristales de plagioclasas y apatita como mineral accesorio, argilominerales, opacos, sericita como mineral secundario, cuarzo relleno de venillas. Las plagioclasas presentan tamaños que van desde 0,3 mm a 1,0 mm, textura glomeroporfírica, zonación y maclado polisintético. En la pasta se reconoce plagioclasas y sericita, con marcada alteración argílica.	Vulcanita alterada
19472	131	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Volcanita con cristales de plagioclasa. Vesículas. Muy alterada. Presencia de carbonatos secundarios.	Andesita
19467	132	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Volcanita con presencia de fenocristales de plagioclasa en una pasta afanítica de tono violáceo. Vesículas interconectadas. Moderadamente alterada.	Andesita
19471	139	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Volcanita con presencia de plagioclasa de grano fino. Vesículas. Muy alterada	Andesita
19473	163	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Muestra monomineral	Ópalo
19476	174	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Volcanita con cristales de plagioclasa y mafitos. Vesículas. Muestra medianamente alterada.	Andesita
19470	175	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Volcanita con fenocristales de plagioclasa en una pasta de tono violáceo. Estructura vesicular. Moderadamente alterada.	Andesita
19469	208	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Muestra monomineral	Ópalo
18271	2957-213	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Muestra monomineral	Ópalo
19468	213	16/02/1922	41° 2'S 71° 6'O	Muestra monomineral	Ópalo

**Tabla 3: Zona Cerro Runge**

Nro. Inventario	Nro. de colector	Fecha de muestreo	Coordenadas	Descripción	Clasificación
19475	115	18/02/1922	41° 08'S 71°19'O	Roca de color verde, tamaño de grano limo fino con presencia de fósiles vegetales.	Limolita
19477 Corte delgado	125	18/02/1922	41° 08'S 71°19'O	Roca de color gris verdoso con fragmentos de pómez. <b>Microscopio:</b> se observó cristaloclastos de cuarzo y plagioclasas de 0,2 a 1 mm, y litoclastos de hasta 4 mm que derivan de rocas volcánicas y una matriz con fragmentos pumíceos deformados y <i>fiammes</i> .	Toba Vítreo
19478	203	18/02/1922	41° 08'S 71°19'O	Roca de tono blanquecino, de grano fino con presencia de cristaloclastos de plagioclasas alteradas y litoclastos.	Toba cristalina

**Tabla 4: Zona Cerro Otto**

Nro. Inventario	Nro. de colector	Fecha de muestreo	Coordenadas	Descripción	Clasificación
19479	225	19/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Rodado de contacto de roca granuda de grano grueso y una roca de grano más fino de color gris, con la presencia de cuarzo, mafitos y plagioclasas, equigranulares. Ambas levemente alteradas.	Granodiorita
19480	194	20/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Rodado de contacto de roca granuda de grano grueso y una roca de grano más fino de color gris, con la presencia de cuarzo, mafitos y plagioclasas, equigranulares. Ambas levemente alteradas.	Granodiorita
19491	165	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca de color gris, tamaño de grano fino. Se observa la presencia de cristaloclastos de plagioclasa en mayor proporción y litoclastos. Levemente alterada.	Toba cristalina
19484	413	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca con plagioclasas, cuarzo y mafitos, textura granuda fina. Moderada alteración.	Diorita
19482	417	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca con plagioclasas tabulares, cuarzo, y mafitos. El tamaño de grano del cuarzo y mafitos es fino (menos de 1 mm) en tanto las plagioclasas miden 2-3 mm. Textura inequigranular. Poco alterada.	Diorita
19489	449	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca color gris, de grano fino; se observa la presencia de plagioclasas (grano fino a medio), mafitos y poco cuarzo. Muy alterada.	Diorita
19486	450	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca de tono claro, con presencia de plagioclasa, mafitos y muy poco cuarzo, grano medio (hasta 3 mm), equigranular, moderadamente alterada.	Diorita
19449	456	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca de grano fino. Tono claro con presencia de plagioclasa, mafitos y cuarzo, equigranular. Moderadamente alterada.	Diorita
19487	458	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca de tono claro, presencia de plagioclasa (1,5 mm), mafitos (hasta 3 mm) y muy poco cuarzo, muy alterada.	Diorita
19529 Corte delgado	165 <sup>a</sup>	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca de tono claro, con presencia de plagioclasa, cuarzo y poco mafitos. De grano fino. Moderadamente alterada. <b>Microscopio:</b> se observa plagioclasas (0,1 a 0,33 mm) con macla polisintética y Carlsbad alterada a sericita, cuarzo y opacos.	Diorita de grano fino
19488 Corte delgado	215-415	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca muy alterada, de color claro, con presencia de plagioclasa (tamaño hasta 2mm) y mafitos, de grano fino. Muy alterada. <b>Microscopio:</b> se observa las plagioclasas con alteración a sericita y opacos.	Diorita

19490	451	21/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca con presencia de plagioclasa, mafitos y escaso cuarzo. Equigranular. Tamaño de grano medio (1-3 mm), la plagioclasa tiene hábito tabular bien desarrollado. Alteración moderada.	Diorita
19485	454	22/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca con abundante plagioclasa, mafitos y muy poco cuarzo. El tamaño de grano es fino y equigranular. Alteración moderada.	Diorita
19483 Corte delgado	470	22/02/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca con plagioclasas de grano fino a mediano, mafitos y poco cuarzo. Tamaño de grano en general 1-4 mm. Textura inequigranular fina. Muy alterada. <b>Microscopio:</b> se reconocen plagioclasas alteradas a sericita y opacos.	Diorita
19527 Corte delgado	201	13/03/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca volcánica de color castaño, alterada. <b>Microscopio:</b> se observó cristaloclastos de plagioclasas que presentan macla polisintética (0,2 hasta 0,6mm de largo) y litoclastos de origen volcánico de hasta 1 mm de diámetro.	Toba cristalina
19523 Corte delgado	185	13/03/1922	41° 8'S 71°22'O	Roca volcánica con presencia de litoclastos volcánicos y cristaloclastos de plagioclasas. <b>Microscopio:</b> presenta líticos volcánicos, cristales angulosos de plagioclasas, cuarzo y opacos, rodeados de una matriz que presenta alteración a sericita y óxidos	Brecha volcánica



**Tabla 5: Zona Cerro Tronador – Lago Frías- Paso Pérez Rosales (Argentina-Chile)**

Nro. Inventario	Nro. de colector	Fecha de muestreo	Coordenadas	Descripción	Clasificación
19495	122	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color negro con presencia de pirita. Presenta clivaje pizarreño y moderadamente alterada.	Pizarra
19498	136	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color negro con presencia de pirita rellenado una fractura, incipiente clivaje pizarreño.	Pizarra
19496	151	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color negro con presencia de pirita. Presenta clivaje pizarreño y medianamente alterada.	Pizarra
19493	160	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color negro, con presencia de pirita. Se observa clivaje pizarreño y levemente alterada.	Pizarra
19492	182	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color negro con presencia de pirita, posibles epidoto y cobre nativo. Presenta clivaje pizarreño y medianamente alterado.	Pizarra
19494	207	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca color negro, grano fino, algo compacta, bajo metamorfismo (poca esquistosidad). Poco alterada	Pizarra
19497 Corte delgado	818	23/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita de color negro de grano grueso, sin foliación. Presencia de epidoto y pirita (alteración). <b>Microscopio:</b> textura intergranular con plagioclasas de hasta 0,5 mm, olivinas de 0,2 mm y piroxenos de 0,2 mm.	Basalto
19503 Corte delgado	9	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita gris de grano muy fino. <b>Microscopio</b> se identificó una textura intergranular y se observó la presencia de minerales de plagioclasas, olivinas, piroxenos y opacos. Los minerales máficos se encuentran tanto en la pasta como en los fenocristales, entiéndase piroxenos y olivinas.	Basalto
19530	16	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Rodado de roca plutónica con de cuarzo, plagioclasa y mafitos. De grano fino. Poco alterada.	Granodiorita
19501 Corte delgado	120	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita de color gris. Disyunción columnar incipiente. Algo alterada. <b>Microscopio:</b> se observó la presencia de plagioclasas de hasta 0,8 mm de largo, olivinas de hasta 0,7 mm y piroxenos de 0,2 mm, posee una textura intergranular.	Basalto
19499	190	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color gris claro, se observan fenocristales de plagioclasas, cuarzo y líticos.	Toba cristalina

19500	514	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita con presencia de fenocristales de plagioclasas de tamaño de grano mediano. Muy alterada.	Basalto andesítico
19502	847	24/02/1922	41° 5'S 71°49'O	La muestra es de un contacto entre una roca negra de grano fino con plagioclasas, mafitos y otra roca de tono claro donde se observan litoclastos y cristaloclastos de hasta 0,5 cm.	Contacto entre Basalto y toba lítica.
19505 Corte delgado	108	25/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita con presencia de minerales de color rojizos (óxidos) relleno de vesículas y se pueden reconocer en la pasta plagioclasas y piroxenos. <b>Microscopio:</b> se identifican fenocristales de tamaño entre 0,8 a 1,6 mm para las plagioclasas y olivinas, piroxenos y opacos.	Basalto andesítico
19504	195	25/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita de color gris. Se reconocen plagioclasas. Una parte muy alterada. Con presencia de vesículas.	Basalto andesítico vesicular
19506	173	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca color gris con presencia de biotita, se observa clivaje pizarroso, moderadamente alterada. Muestra formateada	Pizarra
19507	188	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color verde con presencia de pirita con alteración a limonita, no lajosa.	Pizarra
19508	189	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color verde con presencia de epidoto y pirita en venillas. Muestra muy alterada.	Esquisto
19509	191	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Muestra A: de tono verdoso con presencia de epidoto, pirita y alteración a goethita. Muy alterada. B: roca de tono verdoso con presencia de pirita y goethita, con leve lajamiento. C: color gris verdoso con presencia de pirita formando vetilla con cristales bien desarrollados, y calcopirita. Presenta lajamiento. D: color verde con presencia de epidoto y calcopirita. E: de color gris verdoso con presencia de pirita en forma de vetillas del tipo <i>stockwork</i> en zona de oxidación y calcopirita. Muy alterada. F: Esquisto gris verdoso, color gris con presencia de calcopirita y algo de pirita, además de goethita (Oxidación).	Esquistos
19522	206	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Roca de color gris con presencia de cristales de pirita bien desarrollados formando una vetilla de 10 cm de espesor, leve lajamiento. Muy alterada.	Esquisto
19511	828	26/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Rodado anguloso de tono verdoso, macizo.	Epidoto
19510 Corte delgado	199	27/02/1922	41° 5'S 71°49'O	Volcanita de color negro, se observa la presencia de feldespatos y plagioclasas. <b>Microscopio:</b> presencia de fenocristales de plagioclasas (1,8 mm), algunas cribadas hacia el centro, piroxenos (1 mm), olivinas (0,1 mm) y opacos. Las plagioclasas y olivinas	Basalto

				presenta textura glomeroporfirica. Algunos piroxenos poseen maclas. La pasta presenta una textura intersertal ya que se reconoce la presencia de vidrio volcánico, agregando que presenta los mismos componentes descriptos en los fenocristales.	
19516	2	06/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro, vesicular. Con fenocristales de plagioclasas.	Basalto
19515	432	06/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro, vesicular. Con fenocristales de plagioclasas.	Basalto
19512	438	06/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro, vesicular. Con fenocristales de plagioclasas.	Basalto
19513	440	06/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro, vesicular. Con fenocristales de plagioclasas.	Basalto
19514	441	06/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro, vesicular. Con fenocristales de plagioclasas.	Basalto
19518	422	10/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro. Plagioclasas y olivina.	Basalto olivínico
19519 Corte delgado	439	10/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro. Plagioclasas y olivina. <b>Microscopio:</b> se observan plagioclasas de hasta 1 mm, algunas cribadas en el centro, olivinas de 0,8 mm y piroxenos 0,2mm con textura intergranular.	Basalto olivínico
19517	442	10/03/1922	41°06'S 72°17'O	Volcanita de color negro. Plagioclasas y olivina.	Basalto olivínico
19525	5	14/03/1922	41°06'S 72°17'O	Rodado de roca de color gris de grano fino.	Cuarcita