UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Reotor: Doctor don CARLOS ALBERTO BANCALARI
Secretario General: Doctor don JUAN C. DE ARIZABALO
Prosecretario General: Don J. CÉSAR BARROS MONTERO

FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES

Decano: Doctor don JOSÉ A. FERNÁNDEZ MORENO
Vicedecano: Doctor don EDUARDO CERVINI

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

Decano: Doctor don JORGE A. TAIANA
Vicedecano: Doctor don FELIPE M. CIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano: Arquitecto don MANUEL AUGUSTO DOMÍNGUEZ
Vicedecano: Arquitecto don CARLOS FEDERICO KRAG

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

Interventor Delegado: Doctor don ALBERTO GRACIA

FACULTAD DE INGENIERIA

Interventor Delegado: Ingeniero don LORENZO BARALIS

FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Decano: Ingeniero Agrónomo don JUAN JOSÉ BILLARD
Vicedecano: Doctor don SALOMÓN PAVÉ

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

Decano: Ingeniero don JUSTO PASCALI
Vicedecano: Contador don ALDO VIRGILIO CITTARONI

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano: Doctor don GUILLERMO A. BIZZOZERO
Vicedecano: Doctor don CARLOS CALLONI

ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE COMERCIO "CARLOS PELLEGRINI"

Rector: Doctor don E. M. PIÑÓN FILGUEIRA
Vicerrector: Doctor don MARTÍN R. RIVOIRE

COLEGIO NACIONAL DE BUENOS AIRES

Interventor: Doctor don CARLOS ALBERTO BANCALARI
Vicerrector: Doctor don JUAN ALBINO HERRERA (turno mañana)
Vicerrector: Profesor ENRIQUE C. NICOLÁS GONZÁLEZ TRILLO (turno tarde)

MINISTERIO DE EDUCACION
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA

SERIE A Nº 17

ESTUDIO CARTOGRAFICO, GEOLOGICO Y GLACIOLOGICO DE LA ZONA DEL FITZ ROY

POR

LUIS LLIBOUTRY

Profesor en la Universidad de Chile

BUENOS AIRES
1952

A MIS PADRES

PRESENTACION

En el verano de 1951-52 una expedición integrada por varios jóvenes franceses, y de la cual participó el militar argentino teniente Francisco Ibáñez, realizó la proeza de escalar por vez primera el Fitz-Roy, hermoso cerro de los Andes Patagónicos que con sus enhiestas paredes había resistido victoriosamente todas las precedentes tentativas de escalamiento.

Esta meritoria empresa contó con el auspicio del Gobierno Argentino, que fué dispensado por la especial intervención del Excmo. Señor Presidente de la Nación, General Juan Perón.

La expedición no tuvo como mira tan sólo el andinismo; también abrigó el propósito de realizar estudios estrictamente científicos; de ellos se encargó Louis Lliboutry, joven investigador residente en Santiago de Chile, donde es profesor contratado del Instituto Pedagógico de la Universidad.

Nació Lliboutry en 1922 en Madrid; allí residió hasta la iniciación de la guerra civil española, acontecimiento éste que determinó a sus padres, de origen francés, a regresar a Francia. Finalizó en Perpignan los cursos de Humanidades, realizó luego los de la Escuela Normal Superior de París y las licenciaturas en Matemáticas, Física y Química en la Sorbona. Más tarde inició en Grenoble las prácticas de sky y alpinismo; contemporáneamente completaba su especialización en geología y glaciología.

Sus cualidades de estudioso serio y capaz indujeron al Instituto Pedagógico anteriormente nombrado a contratarlo como profesor, y desde marzo de 1951 dicta regularmente sus cursos en Santiago.

El Instituto de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de Buenos Aires se honra en contarlo entre sus colaboradores, y, asimismo, muy complacido da a publicidad este estudio que, a no dudarlo, será recibido con interés por todos los estudiosos de las disciplinas geográficas.

FEDERICO A. DAUS
Director de la Sección Geografía Física

INTRODUCCION

Esta monografía constituye el balance científico de la expedición francesa al Fitz-Roy, que logró vencer el 2 de febrero de 1952 su aún indómita mole. El relato de esta hazaña es el objeto de otra publicación, a cargo de nuestro compañero Luis Depasse. La expedición fué una iniciativa privada, bajo el patrocinio de la Federación Francesa de la Montaña y de la Federación Argentina de Ski y Andinismo, de 8 alpinistas franceses miembros del Club Alpino Francés y del Grupo de Alta Montaña (GHM, club académico), iniciativa que recibió espléndido apoyo material y moral del Gobierno Argentino en la persona de su Excelentísimo Presidente General Juan Domingo Perón (1).

El Fitz-Roy proponía a la sed de aventuras y a la audacia humanas un problema distinto de los ya en gran parte resueltos en los Andes no Patagónicos. La dificultad no consistía en la altura apunante, sino en la inclemencia del tiempo, en la dificultad técnica de la escalada y en el escarchamiento de la roca. El primer problema pudo ser resuelto haciendo un largo sitio al pie de la muralla e instalando campos altos confortables en grutas de hielo. El segundo, utilizando todo el arte moderno de la escalada artificial en su grado más difícil, arte que sólo se había utilizado hasta ahora en los Alpes, en ciertas grandes paredes calizas y muy excepcionalmente en algunas paredes graníticas. El tercero, gracias a la experiencia de los vencedores del Fitz-Roy, Guido Magnone y Lionel Terray.

Pero la zona del Fitz-Roy es también de sumo interés científico. Este estudio detenido hará aparecer un sinnúmero de problemas, si ya los problemas cartográficos quedan resueltos. Es una zona limítrofe de un hielo

---

(1) Los miembros de la expedición eran: Dr. Marc-Antonin Azéma, médico cirujano; Louis Depasse, guía de alta montaña; René Ferlet, secretario general de la FFM y del CAF, jefe de la expedición; Louis Lliboutry, doctor en ciencias, egresado de la Escuela Normal Superior de París; Guido Magnone; Jacques Poincenot, (Q.E.P.D.); Georges Strouvé, cineasta; Lionel Terray, guía de alta montaña. A ellos se agregó el Teniente argentino Francisco Ibáñez, de las tropas andinas de Mendoza, renombrado andinista, dinámico jefe y hábil diplomático.

continental, una zona "periglacial" como la costa occidental de Groenlandia, y una zona *sumamente accidentada* como los Alpes. Si bien se han estudiado estos dos tipos geográficos, nunca se habían presentado tan claramente juntos. Es por otra parte una *zona de transición* entre el Sur chileno frío y muy húmedo y la pampa Patagónica argentina asoleada y seca. Estos tres caracteres dan a la zona del Fitz-Roy, dentro de una tonalidad común, una variedad infinita, que se encontraría difícilmente en otra parte de los Andes.

Parece curioso que para este trabajo no se haya tomado un geólogo o naturalista especializado. En realidad un estudio científico completo necesitaría 6 ó 7 especialistas por lo menos, casi todos ellos con serio entrenamiento alpinístico: cartógrafo, geólogo, glaciomorfólogo, glaciólogo, meteorólogo, botánico, ornitólogo-taxidermista, sin contar los ayudantes del cartógrafo. Además de la dificultad de reunir tal equipo, sobre todo para un período de dos o tres meses, ello transformaría esta expedición semiligera en una expedición pesada, con todos los inconvenientes que acarrea, sobre todo de financiamiento.

Sería muy difícil en efecto conseguir de un organismo científico o gubernamental las elevadas sumas necesarias para costear el transporte (que ha de ser por avión), el equipo de alta montaña (que ha de ser idéntico para todos los miembros y de inmejorable calidad) y los víveres (que han de ser livianos, energéticos y variados). En cambio una expedición alpina, por su carácter deportivo, puede conmover la opinión pública, y financiarse ulteriormente con películas, conferencias y publicaciones. Además puede conseguir equipo de montaña y víveres a precios muy reducidos, a título publicitario.

Por otra parte el levantamiento de un mapa geológico o los estudios glaciológicos necesitan una dialéctica entre el experimento y el razonamiento, varias giras de observación en el terreno separadas por meses de estudio de los resultados en la oficina o el laboratorio, cosa imposible tratándose de una expedición lejana. Mejor vale, pues, estudios sucesivos de una sola persona cada vez, que un estudio único de varias personas a un tiempo.

Esta integración de un científico a una expedición andina tiene un inconveniente de carácter psicológico: la instalación de los campamentos altos constituye un trabajo cansador y algo fastidioso, al cual el científico no puede contribuir mucho, ocupado en sus reconocimientos y levantamientos. Sólo los que han tenido que convivir largas semanas en una misma carpa comprenderán la necesidad absoluta de compartir, todos, fatigas y sufrimientos. Para no deshacer el espíritu de equipo necesario al éxito de

la empresa, me quedé lo más posible junto a mis compañeros, con cierto menoscabo de mis posibilidades de observación.

Una gran dificultad de la zona, que se volvería insuperable para una expedición pesada, es la ausencia de medios de movilidad. Los ríos son imposibles o muy peligrosos de vadear en diciembre, época la más propicia para una expedición. Los estancieros, pese a su buena voluntad, tienen muy poco ganado que prestar por ser el momento de la esquila, casi ninguna silla y ninguna albarda o silla de carga. Estas dificultades tuvieron una trágica consecuencia, que enlutó nuestra expedición y todo el alpinismo francés: el gran escalador Jacques Poincenot, el más entusiasta de nosotros, se ahogó al tratar de vadear a pie el río Fitz-Roy. Puedan nuestras publicaciones y documentos cinematográficos mostrar todo el fantástico interés turístico y andino de esta zona, e inducir al Gobierno a incluir en su magnífico plan de Obras Públicas la construcción de puentes sobre el río de las Vueltas y el río Fitz-Roy, para que tales accidentes no puedan volverse a producir. ¡Bien se lo merecen los esforzados moradores de esta región!

* * *

Las exploraciones anteriores de la zona habían sido, dejando a un lado las clásicas visitas a la laguna Torre y al valle del río Blanco por estancieros, personal de parques nacionales, el Dr. Arnold Heim, el Dr. Bruno Guth, el Dr. Rohmeder, etc. (2).

La de Koelliker, Kuhn, Witte (1916): valle del río Túnel, ascensión al cerro Huemul por el lado SE., pie del cerro Solo.

Las del Padre De Agostini: (1931, guías Crouz y Bron), loma de las Pizarras. (1932, guía Derriard), ascensión a la cumbre central del cerro Eléctrico. (1935, guías Luis Carrel y Pellissier), valle del río Eléctrico, ascensión a una punta al Norte de la aguja Guillaumet y a la loma Norte del cerro Pollone, ventisquero Gorra Blanca.

La de Bonacossa, Castiglione, Dubosc, Gilberti (1937): ascensión de la silla del Fitz-Roy y del cerro Doblado.

La de Juan Zechner, Dangl, Lantschner, Matzi, Sabaté (1938): ventisquero Torre hasta la brecha Pier Giorgio-Pollone y ascensión del cerro Pollone, tentativa de alcanzar la silla del Fitz-Roy por la faz SW., ascensión del cerro Solo. De esta expedición trajeron una interesantísima película en colores.

---

(2) Véase el mapa al final del volumen.

Por fin, mientras se desarrollaba nuestra expedición, unos jóvenes andinistas de Buenos Aires, A. Cazaux, J. Guthman, J. V. Pillet, C. Stegmann y G. Watzl, subieron el ventisquero Marconi hasta el portezuelo que lo limita al Sur y ascendieron el Domo Blanco.

De estas expediciones sólo las de Koelliker y del Padre De Agostini tenían objetivos científicos. Además de fotografías se trajeron unas cuantas muestras de rocas que mostraban que el Fitz-Roy era de granodiorita, los cerros Huemul y Solo de pórfido cuarcífero, y la loma Norte del Pollone de esquistos silicificados. Se conocía la morfología general de la zona, pero no se había hecho ninguna triangulación precisa; la Comisión de Límites dirigida por el eminente geógrafo Luis Risopatrón que levantó en 1900 la región del lago San Martín no había cruzado el río de las Vueltas.

Mis campamentos y recorridos en la zona del Fitz-Roy fueron los siguientes:

1º — Campamento del 25-12-51 al 2-1-52 al lado de la balsa sobre el río de las Vueltas, a 7 km de su desembocadura. Excursiones a las estancias del río Túnel y La Quinta, curso del río de las Vueltas.

2º — Campamento del 2 al 10-1-52 frente al galpón del Sr. Madsen, al pie del cerro Rosado. Dos ascensiones al cerro Rosado. Dos reconocimientos al fondo del ventisquero Torre, la primera vez siguiendo todo el curso del río Fitz-Roy y ascendiendo al pasar el cerrito Dos Cóndores.

3º — Campamento base de un mes en el valle del río Blanco. Un reconocimiento a las lagunas 745 y 750m, dos a la laguna Piedras Blancas, uno a la laguna Eléctrica (campamento base de la Expedición Argentina al Hielo Continental), una ascensión a la loma de las Pizarras, tres al cerro Polo, una a la punta Velluda, tres a la Silla del Fitz-Roy y varias a los campamentos inferiores.

4º — Del 11 al 16-2-52 en la estancia del río Túnel. Excursión de dos días en el valle del río Túnel, hasta el ventisquero del mismo nombre. Otra a la peninsulita de los Témpanos, frente al ventisquero Viedma.

Estos reconocimientos fueron completados por un vuelo a baja altura encima del Fitz-Roy, en un avión especial de Aerolíneas, a nuestro regreso. Un tiempo excepcionalmente despejado nos permitió conseguir estupendas fotografías aéreas.

Mis 500 fotografías, muchas veces panorámicas, y los 3 buenos levantamientos con teodolito que conseguí hacer me han permitido dibujar un mapa detallado de la zona y fijar las alturas aún inciertas de los cerros. Este trabajo cartográfico constituye el objeto de la primera parte de este estudio.

Con las 40 muestras de rocas recogidas, analizadas por el profesor Humberto Fuenzalida, gran especialista de las rocas de los Andes, he podido bosquejar un mapa geológico. Las observaciones geológicas y glaciomorfológicas constituyen la segunda parte.

Aunque mis instrumentos de meteorología fuesen sólo un termómetro de máxima y mínima y un barómetro registrador, he podido en la tercera parte hacer una descripción conveniente del clima de la región en verano (o mejor dicho de los climas), con los efectos sobre la vegetación y la meteorización de las rocas que acarrean.

Las observaciones glaciológicas, que hasta ahora en toda la Patagonia se habían reducido a estudiar el avance y el retroceso de los ventisqueros, constituyen la cuarta y última parte.

* * *

Sería una grata, pero muy difícil tarea nombrar aquí a todas las personas a quienes hemos de agradecer, tantas fueron las ayudas y muestras de eficaz simpatía que se nos prodigó: el Gobierno de la República Argentina, y en particular su Excelentísimo Presidente, General Juan Perón, sin cuyo apoyo la empresa no hubiera sido posible, autoridades francesas y argentinas, los dirigentes de la F.A.S.A., el personal de Aerolíneas y de la empresa de navegación "Messageries Maritimes", muchos industriales y comerciantes franceses, los estancieros de la zona, etc.

Ante la imposibilidad de nombrar aquí a todos los que contribuyeron al éxito de la empresa, me contentaré con expresar mi reconocimiento a los que me ayudaron en mi tarea científica: al Profesor FEDERICO A. DAUS, ex Decano de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, que ha hecho posible esta magnífica publicación; al Profesor HUMBERTO FUENZALINA, Director del Instituto Geográfico de la Universidad de Chile, que analizó las muestras de rocas, revisó mi estudio geológico y me dió amplias facilidades; al Profesor CARLOS KELLER, gran conocedor de la zona, que puso todos sus datos a mi disposición; a mi amigo JUAN BORDE, geógrafo francés residente en Santiago de Chile, que discutió conmigo los resultados morfológicos de la expedición, así como al personal del Instituto Geográfico Militar Argentino, que me prestó un excelente teodolito Wild, y al del Instituto Geográfico Militar de Chile.

He aprovechado por fin los consejos que me dieron los profesores Cayeux desde París, Gignoux desde Grenoble y Seligman desde Londres.

PRIMERA PARTE

CARTOGRAFIA

I – Generalidades

La extraordinaria cumbre del Fitz-Roy se alza a los 49° 16' 16" de latitud Sur, 73° 4' 33" de longitud Oeste, 5 km al Este del Hielo Continental que se extiende sin interrupción desde el río Pascua hasta los fiordos Peel y Mayo, es decir sobre unos 230 km, con un ancho medio de unos 50 km (véase mapa fig. 1) (1).

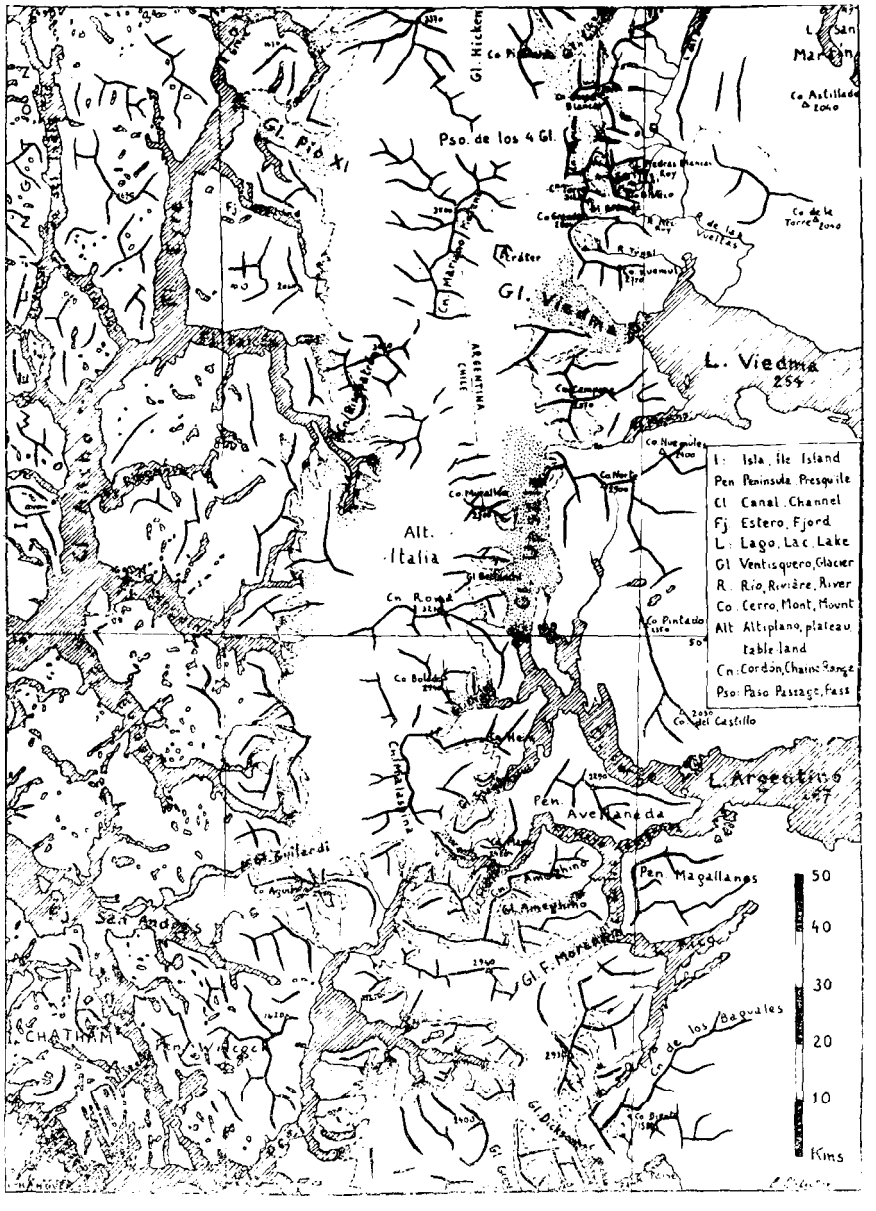
Se encuentra a 20 km al N-O del lago Viedma, a 45 km al S-O del lago San Martín, a unos 100 km al Este de la isla Wellington y a unos 2.000 km de Buenos Aires.

Aunque se halle al Este de la línea divisoria de los hielos (línea bastante mal definida en esta región), es cumbre fronteriza entre Argentina y Chile por decisión de la Comisión de Límites, así como el punto más elevado del cordón Mariano Moreno y como el cerro Gorra Blanca.

La base de mi levantamiento cartográfico ha sido el mapa al 1/250.000 levantado en 1945 por el Servicio Cartográfico Aéreo Norteamericano a pedido del Gobierno Chileno, por el procedimiento trimétrogon. Lo designaré en adelante por mapa AAF. Para la elaboración de aquel mapa se utilizaron todos los documentos existentes hasta la fecha, provenientes de triangulaciones desde puntos lejanos y de mediciones con altímetro por distintos andinistas. Si se puede tener confianza en triangulaciones lejanas para la ubicación de los cerros, no es posible tenerla para las medidas de alturas, debido a las importantes refracciones anormales que suelen ocurrir sobre la pampa, los grandes lagos o el Hielo Continental llegando a

---

(1) Otra porción del Hielo Continental se encuentra más al Norte, entre el monte San Valentín y el río Baker. Más al Sur, el conjunto de los grandes ventisqueros Francisco Moreno, Dickson, Grey, Amalia y Tyndall ya no merece propiamente el nombre de Hielo Continental.


Gl. Pío XI
Gl. Hicken
Pso. de los 4 Gl.
Gl. Viedma
L. Viedma
254
L. San Martín
Co Astrillado
2040
Co de la Torre
2950
Co Nuevo
2750
Co Mayo
2770
Co Pintado
2260
Co Bolados
2790
Co del Castillo
2030
Alt. Italia
Cn Roma
3220
Co Mariano Moreno
3400
Co Norte
3250
Co Murallón
3660
Co Agassiz
2790
Co Aguila
2770
Co Buitre
2750
Co Fitz Roy
3405
Co Solo
3170
Co Torre
3128
Co Adela
2940
Co Domo
2950
Co Standhardt
2950
Co Bird
2900
Co Bridges
2900
Co Pollone
2900
Co Dickson
2900
Co Burney
2900
Co Bertrand
2900
Co Buckland
2900
Co Stokes
2900
Co Darwin
2900
Co Sarmiento
2900
Co Italia
2900
Co Roma
3220
Co Pintado
2260
Co Nuevo
2750
Co Mayo
2770
Co Bolados
2790
Co del Castillo
2030

producir notables espejismos. Por tantas correcciones que se haga, las alturas obtenidas con barómetros aneroides son aún más inciertas. Por estas razones solamente he sacado del mapa AAF:

1º — La ubicación de los cerros Huemul, Fitz-Roy y Cagliero para establecer la ubicación de mis puntos base.

2º — La altura del espejo del lago Viedma y la ubicación de la península Sur para establecer la altura de estos puntos.

Por estar solo para realizar el levantamiento y por el poco tiempo de que disponía, sólo me era posible hacer unas cuantas estaciones con el teodolito. Pero pude hacer tres en óptimas condiciones, durante los únicos días despejados y sin viento que hubo en todo el verano 1951-52, desde los cerros Rosado y Polo así como desde la orilla del río de las Vueltas al lado de la balsa, lugares desde donde la vista es extensísima. Completé el trabajo con numerosas fotografías panorámicas propias o tomadas por el Padre De Agostini desde puntos elevados (**1**) y con fotografías aéreas tomadas, con permiso especial, durante un vuelo sobre el Fitz-Roy, por gentileza del Excelentísimo Presidente de la República y de Aerolíneas Argentinas.

II — Ubicación de los cerros

El punto más elevado del cerro Huemul es una pirámide de roca en medio del filo horizontal E-O, que asemeja una pirca de cumbre gigante. El punto más elevado del cerro Cagliero, llamado erróneamente cerro Gorra Blanca en el mapa AAF, es una aguja rocosa en medio de un filo de nieve SE-NO. (El cerro Gorra Blanca es una cúpula de nieve más elevada, 3,5 km más al Oeste). En el Fitz-Roy, según sus escaladores, hay dos puntos de misma altura distantes entre sí unos 20 metros: una losa de roca y una pirámide de nieve. Tomé esta última, la única visible desde abajo. Como verificación utilicé también la cumbre de nieve más elevada del cordón Mariano Moreno (11,600 pies según el mapa AAF), llamada cerro Francismo Moreno por Koelliker (**2**) cumbre visible desde mi estación al lado de la balsa.

Los puntos base escogidos fueron el punto más alto del cerro Rosado (8 m al Sur de la pirca de cumbre), y la cumbre central del cerro Polo, que se presenta, vista del Sur, como una mesa horizontal. El teodolito fué colocado encima de una excavación circular de 1 m de diámetro y 50 cm de profundidad que horada el centro de esta mesa. (Hay un punto más elevado de un metro, unos 20 m al N-E, de acceso más difícil). Estos dos puntos resultaron, según las mediciones de ángulos y los cálculos, distantes

5,600 m, pocos metros más o menos. Una tentativa para establecer una base de 50 dió peor precisión por falta de ayudantes.

Desde estas bases son visibles, además del cerro Huemul, del cerro Solo, de todo el cordón del Fitz-Roy desde la loma de las Pizarras hasta el cerro Eléctrico, y del grupo Gorra Blanca-Cagliero, las cumbres de los cerros Grande, Doblado, Ñato, Adela y Torre (Foto 1).

Hice otro levantamiento desde un montículo cercano a la balsa sobre el río de las Vueltas, a 25 m al NO del galpón de los hermanos Hálvorsen. Desde allí son visibles, además de las susodichas cumbres, varias otras del cordón Mariano Moreno, las Agujas del río Túnel, y, detrás del Fitz-Roy, la Aguja Bífida y la cumbre del Nevado Rincón (2) (Foto 2).

Pude completar la ubicación de estos dos cerros con ayuda de una foto panorámica tomada desde la Silla del Fitz-Roy (hombro de nieve al S de la cumbre, en forma de silla de montar, a unos 2800 m de altura, donde estaba ubicado el tercer campamento alto).

La ubicación de los cerros no visibles desde estos tres puntos fué lograda con fotografías aéreas como las dos adjuntas (Fotos 3 y 4).

También utilicé las fotos panorámicas tomadas por el Padre De Agostini desde la cumbre central del cerro Eléctrico y desde la loma al Norte del cerro Pollone, así como otras que tomé yo, desde la punta Velluda, la loma de las Pizarras, y tres puntos distintos del valle del río Túnel.

El ángulo entre la dirección Rosado-Polo y el Norte magnético resultó ser de 33° 36' ± 2' en el cerro Rosado, y de 33° 30' ± 4' en el cerro Polo (pues no estuvo fija la declinación durante todo el tiempo de las mediciones). Teniendo en cuenta la dirección de las líneas isoclinas en esa región (Az = 158°), y el gradiente de variación (0,5'/km, hacia el Oeste, perpendicularmente a las isoclinas), se encuentra como declinación magnéticas en el centro de la hoja al 1/2/52, 16° 35' E. Una medida hecha en 1945 da, por interpolación entre las isoclinas y por extrapolación en el tiempo (en esa región la declinación magnética decrece 3,6' al año), el valor aproximado de 16° 24'.

III — Alturas de los cerros

En el cálculo trigonométrico de las alturas, el error sobre las distancias es pequeño al lado del error sobre las elevaciones, que hay que hacer, pues, con el máximo esmero.

---

(2) Véase más lejos la aclaración de estas denominaciones.

Como los azimutes, las elevaciones fueron medidas con un teodolito Wild a microscopio nuevo, facilitado por el Instituto Geográfico Militar. Verifiqué la horizontalidad para la posición cero entre cada lectura. A las elevaciones así medidas añadí algebráicamente 0,22' por kilómetro de distancia (+ 0,27'/km para tener en cuenta la curvatura del globo terrestre y —0,05'/km para tener en cuenta la refracción atmosférica).

Lo accidentado y variado del terreno nos permite no temer refracciones anormales, salvo para aquellos rayos visuales que atraviesen el lago Viedma. Este es el caso para el punto de partida de mis cálculos: un punto de la orilla de la península Sur del lago, a 40,5 km del cerro Polo según el mapa AAF. Es decir que todas las alturas pueden contener un mismo error sistemático, seguramente inferior a 10 metros. A este error hay que añadir otro error sistemático posible sobre la altura del lago Viedma (254 m ± 4m).

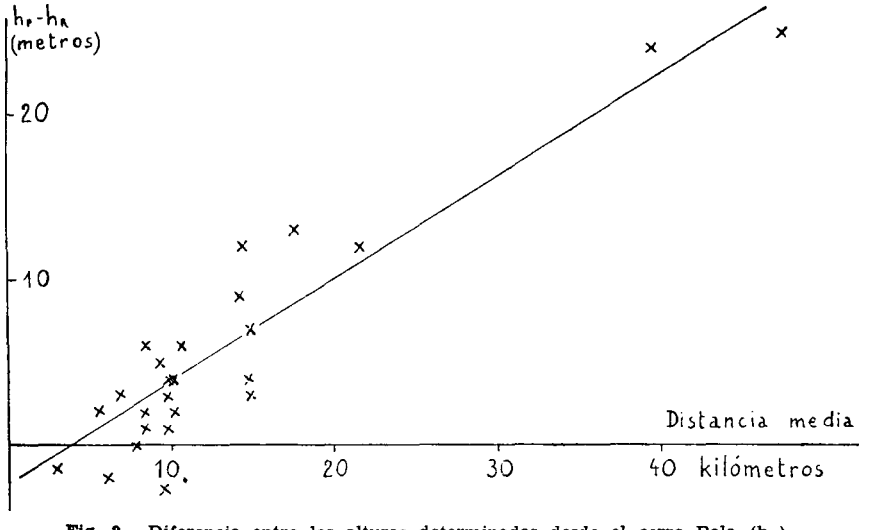


Fig. 2 — Diferencia entre las alturas determinadas desde el cerro Polo (h_p) y desde el cerro Rosado (hr)

La precisión de las mediciones estaba limitada por el viento, nunca totalmente ausente de las cumbres, que tornaba algo borrosas las imágenes y provocaba deformaciones elásticas del trípode, permitiendo medir los ángulos sólo a unas cuantas décimas de minuto más o menos, es decir las alturas a 1 metro más o menos.

En realidad las alturas calculadas con las elevaciones medidas desde los dos puntos base difieren siempre en varios metros, pudiéndose notar un valor sistemáticamente más elevado para las provenientes del cerro Polo. La diferencia entre los dos valores no depende del azimut, sino sólo de la distancia (Fig. 2). Eso muestra que el nivel del teodolito se desajustó ligeramente, en 2', entre las dos estaciones. Aunque la estación en el cerro Polo fué posterior a la estación en el cerro Rosado, no quiere decir que en el cerro Rosado el teodolito estuviese perfectamente ajustado. Por otra parte el cerro Polo es más céntrico y vecino de las cumbres estudiadas, lo que mejora la precisión. Por esas razones he tomado sencillamente el promedio entre los dos valores, resignándome a un error, seguramente inferior a 3 metros (es decir 1' para cumbres a 10 km).

Por fin la incertidumbre sobre la base cerro Rosado-cerro Polo puede acarrear un error relativo de 1/1000, es decir un error absoluto de 2 metros a lo sumo.

En resumen el error máximo que se puede temer para las diferencias de alturas entre los cerros es de *dos metros,* y para las alturas sobre el nivel del mar, con bastante pesimismo, de *veinte metros.*

Los valores que obtengo muestran notables discrepancias con los valores admitidos hasta ahora:

Cerro	*Altura acreditada*	*Valor exacto*
Rosado	1200	834
Polo	1300	1188
Doblado	2840	2675
Huemul	2877	2750
Gorra Blanca	2770	2918
Torre	3026	3128
Fitz-Roy	3375	3441
Francisco Moreno	3540	3500

Los cuatro primeros cerros han sido ascendidos: las alturas dadas por el altímetro son, como de costumbre, demasiado fuertes. Las alturas demasiado modestas admitidas para los otros son más difíciles de explicar.

IV — Nomenclatura de los cerros, lagunas, ventisqueros...

Para el levantamiento cartográfico y las descripciones como para los estudios geológicos o glaciológicos, es indispensable bautizar los cerros aunque no hayan sido aún escalados, por provisorios que puedan resultar esos

nombres. Si no entran en el uso corriente, podrán cambiarlos luego los primeros escaladores.

Por eso, en nombre de los miembros de la Expedición Francesa, vencedora del Fitz-Roy, propongo al Instituto Geográfico Militar y a la Administración General de Parques Nacionales varias nuevas denominaciones. El doctor Guth, jefe de varias expediciones argentinas y gran conocedor de esta zona las aprobó durante una larga conversación que tuvimos en Puerto Santa Cruz.

Siempre que existe un nombre usual que dan los estancieros de la zona, ha tenido la preferencia. En segundo lugar hemos dado la preferencia a los nombres descriptivos, tratando de no poner nuevos "Cerro Negro", "Cerro Colorado", "Cerro Torre", "Cerro Castillo"... de los cuales existen ya demasiados ejemplares. Por fin, para obedecer a una vieja tradición alpina, sólo hemos bautizado cerros con nombres de personas que fueron insignes alpinistas o exploradores.

Como en todo el curso de este estudio, me he atenido a la significación de los términos geográficos dada por F. Finó en su "Pequeño Glosario Andino" (**3**).

Ubicación	Antiguo nombre	Nombre propuesto	Motivo
	Chalten	Fitz-Roy	Aunque se justifique por su aspecto el viejo nombre tehuelche de volcán, el de Fitz-Roy (el gran explorador de los canales magallánicos) ha prevalecido hoy día.
Al fondo del valle del río Túnel	Cº Murallón (dado por Kölliker)	Agujas del río Túnel (al conjunto)	Nombre más justificado para el Cº Murallón que existe al borde del Vº Upsala.
Al E del Cº Solo	Ninguno	Loma del Pliegue Tumbado	Por su naturaleza.
Nacimiento del río Fitz-Roy	Laguna Fitz-Roy (dado por Roehmeder)	Laguna Torre	No se ve el Fitz-Roy desde ella, ni recibe agua de él. (También convendría cambiar el nombre de río Fitz-Roy, de no haber entrado en el uso corriente).
Idem	Ventisquero Fitz-Roy	Ventisqueros Grande, Adela y Torre	Hay tres ventisqueros de características distintas, y ninguno de los tres baja del Fitz-Roy.
Delante de la Laguna Torre	Ninguno	Mallín de los Mosquitos	Sólo mallín de la zona con abundantes mosquitos.
Al Oeste de las gargantas del río Fitz-Roy	Ninguno	Cerrito Dos Cóndores	Dos cóndores sobrevolaron el cerro todo el tiempo que estuve en él con el Dr. Azema.
Arista S del Fitz-Roy	Ninguno	Loma de las Pizarras	Por su naturaleza.
Idem	Ninguno	Cº Techado Negro	Por su forma y color.
Idem	Ninguno	Cº Mojón Rojo	Idem.
Nacimiento del río Blanco	Ninguno	Laguna Sucia	Por estar cubierta de témpanos con detritos morénicos todo el año.
Al Este del Fitz-Roy	Ninguno	Punta Velluda	Por estar totalmente cubierta de largos líquenes negros.
En la ribera Norte de la laguna de los Tres	Ninguno	Cº Madsen	En honor de Andreas Madsen, primer poblador de la zona, adorador y poeta del Fitz-Roy, primer blanco que llegó a la Laguna de los Tres.
Entre los ventisqueros del río Blanco y de Tres	Ninguno	El Comedor	Rocas en las cuales nos deteníamos siempre para almorzar.

Ubicación	Antiguo nombre	Nombre propuesto	Motivo
Arista S del Fitz-Roy	Ninguno	Aguja Saint--Exupéry	En memoria de aviadores franceses que sobrevolaron estas regiones, estableciendo la primera comunicación aérea regular entre Buenos Aires y Punta Arenas.
Arista N del Fitz-Roy	Ninguno	Aguja Mermoz	
Idem	Ninguno	Aguja Guillaumet	
Arista S del Fitz-Roy	Ninguno	Aguja Poincenot	En memoria de nuestro compañero, insigne alpinista, fallecido durante la expedición.
Entre la Silla del Fitz-Roy y la Aguja Poincenot	Ninguno	Brecha de los Italianos	Ascendida por primera vez por la expedición del Conde Bonacosa.
Al N-O del Fitz-Roy	Ninguno	Aguja de la Silla	Por su ubicación (extremidad Oeste de la Silla del Fitz-Roy).
Al N-O del Fitz-Roy	Ninguno	Aguja Desmochada	Por su forma. vista desde la Silla.
Arista N del Cº Torre	Ninguno	Aguja Bífida	Por su forma.
Idem	Ninguno	Aguja 4 Dedos	Por su forma.
Al S-E del ventisquero Marconi	Ninguno	Domo Blanco	Nombre puesto por sus escaladores.
Al S del ventisquero Marconi	Ninguno	Portezuelo Cuadrado	Idem.
Al S-O del ventisquero Marconi	Ninguno	Nevado Rincón	Rincón del ventisquero Marconi y extremidad de la inclusión de granodiorita.
Al N-O del Fitz-Roy	Ninguno	Ventisquero Fitz-Roy Norte	Por su ubicación.
Al N-E del cerro Pollone	Ninguno	Ventisquero y río Pollone	Por su ubicación.
Al S del cerro Gorra Blanca	Ninguno	Ventisquero Gorra Blanca	Por su ubicación.
Entre los ventisqueros Marconi y Gorra Blanca	Ninguno	El Morro	Nombre puesto por la Expedición Argentina de 1952 al Hielo Continental.
Dominando al E el río del Bosque	Ninguno	Trillizos Negros	Por su forma y color.

NOMBRE DE LOS PUNTOS TRIGONOMETRICOS	ESTACION EN EL CERRO ROSADO (834 METROS S.N.M.)				
	Azimut	Distancia horizontal (km)	Elevación	Corrección 0' 22/km	Altura sobre el Cº Rosado (metros)
Norte Magnético	33º 36' ± 2'				
Cerro Rosado					
Cerro Polo	0º	5,600	3º 35' 1	1' 2	353
Península S del L. Viedma		No visible			
Cerro Huemul	234º 3' 2	15,64	6º 53' 8	3' 4	1909
Cerro Fitz-Roy	312º 41' 1	11,60	12º 37' 0	2' 6	2606
Cerro Cagliero	351º 34' 1	24,40	3º 58'	5' 3	1730
Cerro Huemules (?)	199º 56' 7	44,84	1º 49' 5	9' 9	1558
Cerro tabular al E del cerro Norte	204º 36' 0	49,25	1º 57'	10' 8	1832
Cerro Mascarello (?)	213º 58' 1	37,02	2º 10'	8' 1	1488
Cerrito Dos Cóndores	x 229º 38'	2,45	x — 2º 56' 5	0' 5	—125
Loma del Pliegue Tumbado	253º 55' 8	7,76	5º 14'	1' 7	714
Cerro Solo	268º 28' 1	9,78	8º 11' 0	2' 2	1411
Cerro Grande	276º 2' 9	14,58	7º 38' 1	3' 2	1968
Cerro Doblado	282º 22' 4	14,88	6º 59' 0	3' 3	1837
Cerro Ñato	284º 56' 7	14,26	7º 49' 0	3' 1	1969
Cerro Adela S	x 288º 17'	14,2			
Cerro Adela C	290º 52' 3	14,79	8º 7' 0	3' 3	2120
Aguja Torre	297º 14' 0	14,64	8º 50' 8	3' 2	2293
Loma de las Pizarras	307º 45' 9	6,07	8º 0' 2	1' 3	856
Cerro Techado Negro	298º 16' 7	8,33	9º 6' 3	1' 8	1339
Mojón Rojo		No visible			
Aguja Saint-Exupéry	303º 39' 1	10,49	9º 25' 3	2' 3	1748
Aguja Sin Nombre	305º 44' 1	10,81	8º 43' 3	2' 4	1667
Aguja Poincenot	308º 13' 1	10,91	11º 22'	2' 4	2200
Brecha de los Italianos	310º 16' 1	11,13	9º 12'	2' 4	1802
Aguja de la Silla	x 309º 17' 8	11,88			
Punto más alto de la Silla de nieve	311º 25' 9	11,41	9º 46'	2' 5	1972
Campo alto II (bergschrund)	311º 4' 9	11,08	7º 54' 1	2' 4	1544
Punta Velluda	318º 55' 0	9,91	6º 44' 1	2' 2	1176
Cerro Madsen	325º 36' 1	8,56	6º 22' 5	1' 9	961
Morena de la laguna de los Tres	321º 9' 4	7,53	2º 46' 6	1' 7	369
Cerro León	330º 43' 4	1,88	59' 2	0,.4	326
Aguja Mermoz	317º 46' 6	11,70	9º 15' 8	2' 6	1918
Aguja Guillaumet	319º 50' 3	11,63	8º 32' 7	2' 6	1757
Cerro Eléctrico Oeste	325º 45' 3	11,26	7º 13' 1	2' 5	1433
Cerro Eléctrico Central	331º 14' 3	10,61	7º 11' 8	2' 3	1347
Cerro Eléctrico Noreste	335º 0' 2	10,74	6º 23' 1	2' 4	1210
Cº Gorra Blanca Sur	341º 44' 7	23,89			
Cº Gorra Blanca Norte					
Cerro Vespignani		No visible			
Cerro Bonete Sur	x 16º 49' 2	15,64	x 3º 45' 6	3' 4	1043
Cº Trillizos Negros (cumbre central)	x 33º 51'	19,24	x 3º 31' 8	4' 2	1210
Cerro Polo Norte		No visible			

x Valores medidos sobre las fotografías, por interpolación.

ESTACION EN EL CERRO POLO (1188 METROS S.N.M.)					ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (dos determinaciones distintas)
Azimut	Distancia horizontal (km)	Elevación	Corrección 0' 22/km	Altura sobre el Cº Polo (metros)	
33º 30' ± 4' 180º	5,600	—3º 40' 0	1' 2	—356	..... 834 ± 1
.....	.....	.....	.....	.....	 1188
178º a 178º 30'	40,5	—1º 28' 2	8' 9	—934	..... 254(base)
220º 35' 6	19,47	4º 31' 9	4' 3	1568	..... 2750 ± 6
284º 54' 1	8,83	14º 17' 1	1' 9	2254	..... 3441 ± 1
349º 3' 3	18,82	4º 9' 0	4' 1	1328	..... 2570 ± 6
197º 45' 8	50,1	1º 13' 4	11' 0	1229	..... 2404 ± 12
202º 8' 7	54,42	1º 23' 9	12' 0	1513	..... 2686 ± 20
209º 40' 6	41,80	1º 26' 0	9' 2	1153	..... 2334 ± 12
194º 46' 9	7,42	—3º 49' 1	1' 6	—482	..... 700 ± 4
223º 54' 5	10,77	1º 54' 0	2' 4	365	..... 1550 ± 2
239º 2' 7	11,40	5º 16' 9	2' 5	1063	..... 2248 ± 3
254º 20' 1	15,94	6º 5' 2	3' 3	1618	..... 2804 ± 2
260º 33' 3	14,71	5º 43' 7	3' 2	1490	..... 2675 ± 3
262º 2' 7	13,91	6º 36' 9	3' 1	1624	..... 2308 ± 4
265º 13' 0	13,55	6º 58' 8	3' 0	1672	 2860
268º 37' 3	13,81	7º 16' 9	3' 0	1778	..... 2960 ± 6
274º 49' 1	13,07	8º 25' 3	2' 9	1942	..... 3128 ± 2
248º 40' 7	5,16	5º 33' 4	1' 1	504	..... 1691 ± 1
257º 15' 4	7,51	7º 27' 0	1' 7	985	..... 2173 ± 1
263º 54' 9	8,66	6º 47' 8	1' 9	1036	 2224
271º 21' 6	8,73	9º 1' 7	1' 9	1391	..... 2580 ± 1
274º 39' 8	8,81	8º 27' 1	1' 9	1314	..... 2501 ± 1
277º 39' 4	8,65	12º 2' 0	1' 9	1849	..... 3036 ± 2
280º 37' 3	8,64	9º 22' 0	1' 9	1430	..... 2627 ± 9
281º 58' 3	9,30	10º 51' 4	2' 0	1790	 2978
282º 46' 7	8,76	10º 24' 0	1' 9	1612	..... 2803 ± 3
281º 21' 3	8,51	7º 56' 0	1' 9	1190	..... 2378 ± 0
286º 1' 0	6,77	6º 54' 2	1' 5	823	..... 2010 ± 1
286º 50' 8	5,05	6º 51' 9	1' 1	610	..... 1797 ± 1
273º 15' 8	4,74	8' 7	1' 0	13	..... 1202 ± 1
192º 39' 9	4,10	—4º 31' 0	0' 9	—323	..... 866 ± 1
291º 13' 6	8,44	10º 29' 3	1' 9	1568	..... 2754 ± 2
293º 41' 5	8,19	9º 42' 9	1' 8	1407	..... 2593 ± 2
300º 20' 4	7,34	8º 23' 1	1' 6	1084	..... 2270 ± 2
305º 55' 5	6,30	8º 57' 3	1' 4	995	..... 2182 ± 1
312º 19' 0	6,14	7º 58' 3	1' 3	862	..... 2047 ± 3
336º 21' 1	18,64	4º 52' 1	4' 1	1610	 2798
338º 38' 4	19,43	5º 0' 8	4' 3	1730	 2918
15º 23' 5	25,4	2º 6' 1	5' 6	973	 2161
25º 57' 8	10,40	3º 53' 0	2' 3	714	..... 1889 ± 12
45º 55' 4	14,88	3º 24' 9	3' 3	902	..... 2067 ± 23
8º 44' 8	1,3	16' 9	0' 3	6,5	 1194

ESTACION CERCA DE LA BALSA SOBRE EL RIO DE LAS VUELTAS

(270 ± 5 metros s.n.m.)

NOMBRE DEL PUNTO TRIGONOMETRICO	Azimut	Distancia (km) (según mapa AAF)	Elevación	Corrección 0' 22/km	Desnivel	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR
Norte magnético	0°					
Cerro Huemul	250° 49' 9	21,0	6° 27' 8	4' 6	2405	 2675
Paso del Viento (no visible)	xx 252° 18' ±	27,6	xx 2° 31' ±	6' 1	1260	..... 1530 ±
Cuerno Norte	259° 17' 0	50,2	3° 8' 7	11' 0	2920	 3190
Cerro Azara	261° 33' 8	28,7	3° 11' 0	6' 3	1650	 1920
Cerro Bravo	261° 42' 2	50,3	3° 12' 0	11' 1	2980	 3250
Cerro Francisco Moreno .	265° 2' 1	50,4	3° 29' 0	11' 1	3230	 3500
Agujas del río Túnel:						
Primera	266° 1' 7	29,7	3° 59' 6	6' 5	2127	 2400
Segunda	267° 7' 9	29,45	4° 1' 5	6' 5	2125	 2400
Cuarta (Tenazas)	268° 39' 0	28,9	4° 5' 0	6' 4	2120	 2390
Quinta	269° 0' 9	29,0	4° 5' 9	6' 4	2130	 2400
Cº al N de L. río Túnel	x 266° 50'	23,9	x 3° 42'	5' 3	1580	 1850
Cerro Grande	271° 37' 1	27,7	5° 6' 2	6' 1	2523	 2793
Brecha Adela-Torre	x 280° 36' 9	29,9	x 4° 15' 3	6' 6	2280	 2550
Cº Torre: 1ª Aguja	281° 17' 9	29,9	5° 18' 9	6' 6	2840	 3110
2ª Aguja	x 281° 38' 1	30,2	x 4° 51' 8	6' 6	2630	 2900
3ª Aguja	x 282° 13' 7	30,4	x 4° 35' 5	6' 7	2500	 2770
El Mocho	x 282° 2' 1	28,74	x 3° 18'	6' 3	1710	 1980
Nevado Rincón	x 283° 11' 1	33,67	x 3° 38' 7	7' 4	2220	 2490
Aguja Bífida	x 283° 22' 0	30,66	x 3° 57' 4	6' 7	2180	 2450
Fitz-Roy	289° 26' 7	28,1	6° 21' 0	6' 2	3180	 3450
Cerro Gorra Blanca N ..	304° 28' 6	41,4	3° 30' 8	9' 0	2650	 2920

x Valores medidos sobre las fotografías, por interpolación.

xx Valores obtenidos por interpolación, y con ayuda de otras fotografías tomadas desde el interior del valle del río Túnel.

SEGUNDA PARTE

GEOLOGIA

I – Generalidades

La zona del Fitz-Roy no ha sido prácticamente estudiada desde el punto de vista geológico, ni hubiera podido serlo correctamente, por no existir hasta ahora un mapa detallado de ella. Más al Sur, la región del lago Argentino ha sido detenidamente estudiada por Rodolfo Hauthal, del Museo de La Plata, en 1899, por Quensel en 1913 y por el Dr. Egidio Feruglio en 1930-31. Más al Norte, la cuenca del lago San Martín ha sido estudiada por Quensel y Halle en 1913, Nágera y Bonarelli en 1921, Riggi en 1934 y Feruglio en 1938. Todos los resultados figuran en la importantísima obra del Dr. Feruglio, publicada en 1949 por los Y. P. F. (**4**), en la cual el lector interesado hallará la más completa bibliografía.

En 1916, Witte, miembro de la expedición alemana de Koelliker exploró el valle del río Túnel, pero no mencionó una interesante capa caliza fosilífera que lo atraviesa. La prueba que no llegó a ver el valle del río Fitz-Roy, es que en su mapa figuran los cerros Torre y Fitz-Roy en un mismo cordón, cuando están separados por el profundo y angosto valle N-S del ventisquero Torre, una de las curiosidades morfológicas de la zona.

Este valle parece haber sido descubierto por el Padre De Agostini en 1931. Las muestras de rocas que trajo al Dr. Feruglio confirmaron la opinión de Hauthal de que el Fitz-Roy era un lacolito de granodiorita, al par que mostraron que estaba rodeado por pizarras y pórfidos cuarcíferos del jurásico superior.

Esto bastó a los geólogos, y el grandioso problema alpino del Fitz-Roy hizo olvidar los problemas geológicos. Nadie, que yo sepa, trató de explicar las otras curiosidades morfológicas: las capas inclinadas del cerro Polo, o bien el portón en la desembocadura del río Fitz-Roy en el río de las

Vueltas, entre dos acantilados opuestos, uno al Sur cara al Este y otro al Norte cara al Oeste (foto 5).

La tectónica de la zona es completamente distinta al Sur y al Norte del río Fitz-Roy: al Sur las capas geológicas están horizontales; al Norte están inclinadas hacia el Este, sobre todo en los cerros Polo, Trillizos Negros, Bonete y Vespignani, con formación de dos grandes valles dirigidos entre Norte y N-N-E: *el valle oriental* (río del Bosque, curso medio del río de las Vueltas, brazo Norte del lago Viedma), (foto 6), y *el valle central* (laguna del Desierto, curso superior del río de las Vueltas, río Blanco).

La reunión entre las dos zonas tectónicas es fácil e indiscutible, gracias a un pliegue tumbado de pizarras que se observa a la vez al Sur del río Fitz-Roy (loma del Pliegue Tumbado, 1550 mts.) y al Norte (loma de las Pizarras, recubierta de agujas de granodiorita de contacto, 1691 mts.).

Esos valles paralelos no son meros valles fluviales o glaciales, sino, como veremos, deben corresponder en gran parte a fallas, a disyunciones tectónicas. La misma orientación se encuentra en las infiltraciones de rocas plutónicas que han formado la intrusión del Fitz-Roy: hay dos grandes filos N-S: *el filo oriental* (filo N. de la Aguja Guillaumet, Fitz-Roy, Aguja Poincenot, Mojón Rojo) y *el filo occidental* (cerro Pollone, cerro Torre), entre los cuales se halla el *valle occidental* del ventisquero Torre.

Muchos ríos corren perpendicularmente a esa dirección: río Portones, río Eléctrico, río Fitz-Roy y parte del río de las Vueltas, río Túnel, ventisquero Viedma. Pero no parece corresponder esta dirección E-O a ninguna disyunción tectónica o falla, salvo quizás, en el centro de la región que estudiamos. Veremos que existe probablemente una falla según el curso del chorrillo del Salto y, más al Oeste, una línea de resistencia del lacolito entre el Fitz-Roy y el nevado Rincón.

Estudiaremos:

1º — las capas horizontales al Sur del río Fitz-Roy;
2º — las capas inclinadas al Norte;
3º — la intrusión de plutonitas;
4º — la morfología glacial debida a los desbordamientos del hielo continental durante el cuaternario.

II — Sedimentos y vulcanitas de la parte sur

La parte Sur comprende los dos valles paralelos y muy semejantes del río Túnel y del río Fitz-Roy. Haciendo abstracción del valle lateral

del ventisquero Torre, ambos están constituídos por amplias cuencas, rodeadas por cumbres elevadas (cerro Huemul 2750 m, cerro Grande 2804 m, cerro Solo 2248 m, cerro Adela 2960 m, cerro Techado Negro 2173 m), de donde salen los ríos por impresionantes gargantas, que motivaron el nombre de río Túnel, dado por los estancieros.

Subiendo los valles de Este a Oeste, se observan las siguientes capas geológicas:

1º — *Los queratófiros de las gargantas.*

El acantilado más o menos continuo que bordea al Este la "Meseta Boscosa" de mi mapa orográfico, así como las gargantas del río Túnel y del río Fitz-Roy —por lo menos en su parte inferior— están constituídos por queratófiros, una roca porfírica de pasta verde, con fenocristales de cuarzo y de feldespatos plagioclasas (muestra 39) (1).

Este acantilado domina la estancia La Quinta, de Martín Bjerg, de unos 100 m, y la estancia del río Túnel, de los hermanos Halvorsen, de unos 300 m. Su pie se hunde bajo los sedimentos cuaternarios. Parece ser la consecuencia de una gran falla Norte-Sur, con hundimiento de la parte al Este de la falla o más bien levantamiento de la parte al Oeste.

Esta capa de vulcanitas se prolonga al Norte del río Fitz-Roy, hasta el chorrillo del Salto, al pie del cerro Polo, por la meseta de la laguna Capri, de unos 750 m de altura. Esta meseta horadada de pequeñas cuencas glaciales ocupadas por lagunas, está cubierta de sedimentos glaciales, morenas y drumlines (foto 7). Los núcleos resistentes que han provocado la formación de drumlines son pórfidos cuarcíferos o queratófiros.

En medio de esta capa de vulcanitas asoman algunas apófisis de granodiorita de las cuales hablaremos más tarde.

2º — *La Caliza Fosilífera.*

Entrando ya en la cuenca del río Túnel, se observa un pequeño acantilado calizo en semicírculo, de 10 a 40 metros de potencia (foto 8).

En él encontré trozos de amonites no identificados y nódulos fosilíferos (muestra 36). Los fósiles hallados son según el Profesor Fuenzalida:

Pecten argentinus Stanton — *Inoceramus sp.*
Pecten octoplicatus Stanton — *Hatchericeras ?*
Pleuromya aff. latisulcata

(1) Las muestras de rocas recogidas se hallan en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile (Quinta Normal, Santiago).

Pertenecen al cretáceo inferior, pero ninguno de ellos es característico de un piso bien determinado.

Al S-E del cerro Huemul, a unos trescientos metros del lago Viedma, hallé una capa de 3 a 4 metros de arenisca, bandeada con arcilla, con curiosas concreciones orbiculares de espato calizo (muestra 41). Es probablemente caliza de la misma época que ha sufrido una metamorfosis ulterior.

En la falda Norte de la loma de las Pizarras, hallé un pequeño trozo errático de caliza (muestra 24). No volví a encontrar la capa, pero, a baja altura, observé una capa horizontal de arenisca con elementos oscuros, de 2 a 3 metros de ancho (muestra 26). Se trata siempre, seguramente, de la misma capa.

Esa es la sola capa de caliza de la zona de mi conocimiento. Merecería una nueva búsqueda de fósiles para poder determinar mejor la edad de las pizarras que la rodean.

3º — *Las Pizarras Plegadas.*

Encima de los queratófiros y de la caliza o arenisca, se encuentra, entre 700 y 1500 m s.n.m. aproximadamente, una importante capa de esquistos arcillosos y de pizarras, pardos, negruzcos o gris claro, (muestras 22 y 23). Forman una serie de cumbres en semicírculo delante del cerro Solo (foto 9), de los ventisqueros del río Túnel y de Quervain, y del cerro Huemul. En la parte superior, a 1500 m, ostentan un pliegue tumbado hacia el Oeste, y en todas partes numerosos pequeños pliegues. La esquistosidad es más o menos vertical y N-S.

Al Norte del río Fitz-Roy, vuelven a aparecer en la loma de las Pizarras, con el mismo pliegue tumbado, y a ambos lados del valle del río Blanco. También asoman en medio del valle, entre los sedimentos cuaternarios pocos kilómetros al Norte del lugar llamado "Las Piedras Blancas".

Los únicos fósiles encontrados en estas pizarras plegadas han sido amonites y belemnites deformados, de edad incierta (Witte, loc. cit.). Pero podemos atribuir estas pizarras plegadas al infracretáceo, como la caliza fosilífera inferior: se trata de las capas estudiadas por Feruglio más al Sur, o más al Oeste en la Meseta del Quemado, bajo el nombre de "complejo titonense - infracretáceo".

4º — *Los pórfidos cuarcíferos del Huemul.*

Encima de las pizarras, y discordantes con ellas, se encuentran pórfidos cuarcíferos, entre 1500 y 2900 m s.n.m. aproximadamente. Forman los

cerros Huemul, Solo y Adela, y seguramente, también el cerro Grande y las agujas del río Túnel. Según Witte, los cerros Huemul y Solo estarían formados por arenisca, y los otros por esquistos metamórficos. Pero la morena proveniente del cerro Adela (muestra 4), está inconfundiblemente formada por pórfidos cuarcíferos de grano fino, y por otra parte, los bloques derrumbados del cerro Huemul al lado de la laguna del río Túnel o los rodados del arroyo que baja del ventisquero Huemul, son idénticos a las rocas del cerro Polo, que son también pórfidos cuarcíferos, a pesar de su aspecto de arenisca.

En los bloques derrumbados del cerro Huemul, hay muchos espejos de falla (foto 10). Se trata sin duda de pequeñas fallas locales.

III — Sedimentos y vulcanitas de la parte norte

A la inversa de lo que ocurre en la parte Sur, yendo del Oeste al Este encontraremos las sucesivas capas geológicas siguientes:

1º — *Las Pizarras Plegadas y el cerro Eléctrico.*

Hemos visto que las pizarras plegadas de la loma del Pliegue Tumbado se continuaban en la loma de las Pizarras y al Oeste del río Blanco, hasta el cerro Eléctrico. Al N-E del Fitz-Roy, este cerro Eléctrico comprende tres cumbres: una cumbre Oeste, de granodiorita de contacto, una cumbre central (ascendida por De Agostini), de pizarras metamórficas negras, y una cumbre N-E roja que, según muestras que recogí en su base, es de pórfido cuarcífero, con estructura fluidal (muestra 28), o de una toba de pórfido cuarcífero (muestra 30). Se trata pues del mismo complejo porfírico que en los cerros Huemul, Solo y Adela.

2º — *El cerro Polo.*

El piso y la parte Norte del cerro Polo están formados por esquistos y pizarras pardos. El aspecto de las capas, sumamente replegadas, de esquistosidad vertical, y discordantes con la cobertura de vulcanitas, es idéntico en la falda NE del cerro Solo y en la falda Oeste del cerro Polo.

La parte central, Sur y Este del cerro Polo está constituída por capas de pórfido cuarcífero verde, tornándose rosa por alteración, de unos 200 metros de potencia, discordantes con las pizarras plegadas inferiores (muestras 11 y 12). En el contacto hay una brecha de pórfido cuarcífero (muestra

10). Las capas están a veces separadas por una pequeña capa de pizarra metamórfica morada (muestra 35).

Estas capas no son horizontales como las capas de vulcanitas descritas anteriormente: están fuertemente inclinadas hacia el SE (foto 11). La inclinación no proviene de la vecindad de la inclusión plutónica, puesto que se vuelve a encontrar en el cerro Trillizos Negros o el cerro Vespignani, muy alejados, y no existe en cerros vecinos como el cordón Adela, el cordón Marconi o el cerro Techado Negro.

La capa de vulcanitas del cerro Polo parece ser la continuación de la meseta de la laguna Capri. Pero entonces:

1º — Las pizarras plegadas inferiores no son de la misma época que las de la loma de las Pizarras y del valle del río Túnel, a pesar de su aspecto idéntico.

2º — Hay una falla con unos 800 m de rechazo al Oeste, a lo largo del valle del río Blanco.

3º — Los pórfidos superiores (del Huemul) desaparecen al Este del río de las Vueltas (Fig. 3, a).

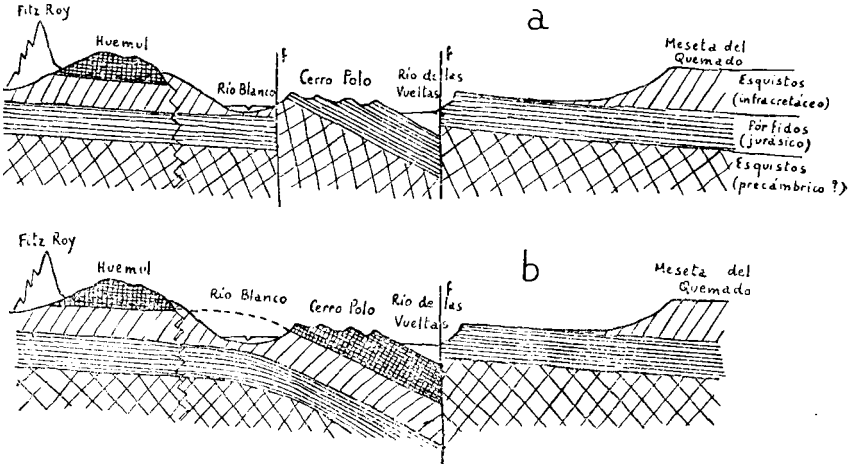


Fig. 3 — Las dos hipótesis sobre los pórfidos del cerro Polo
a) Son del Jurásico - b) Son del Cretáceo

Estos hechos son algo sorprendentes, y se podría suponer que los pórfidos del cerro Polo pertenecen a la capa superior de vulcanitas, las del Huemul (muy semejante de aspecto) y del cerro Eléctrito. El cerro Polo sería un bloque hundido, sobre todo en su extremidad SE, en un hoyo

muy profundo y localizado (fig. 3, b). Esta hipótesis es aún más sorprendente y creo se ha de descartar. En este segundo caso tendría que existir una importante falla E-O entre el cerro Polo y la meseta de la laguna Capri. Sería útil buscar una refutación de ello a lo largo del chorrillo del Salto.

3º — *Las capas levemente inclinadas al Este del río de las Vueltas.*

El río de las Vueltas está bordeado en su curso medio, al Este por un acantilado de rocas porfíricas, que se levantan al Norte para formar el cerro Trillizos Negros. Encima se encuentran las capas de esquistos arcillosos y areniscas, levemente onduladas y hundiéndose lentamente hacia el Este, que forman la meseta del Quemado. Esta meseta ostenta numerosas chimeneas o dykes basálticos (fotos 11 y 12), relacionados con la capa de basalto que recubre más al Este el senonense de la meseta Desocupada y de la meseta Chica.

Feruglio, que estudió estas capas, las atribuye inconfundiblemente al titonense e infracretáceo. El acantilado de pórfidos es, por consiguiente, el complejo porfírico del jurásico bien estudiado más al Norte o al Sur.

La identidad de altura y de naturaleza de la roca, así como la existencia de un cerrito en medio del valle, a cuyo resguardo se ha instalado la estancia Fitz-Roy, de la misma roca también, hace pensar que esta capa de vulcanitas jurásicas coincide con la que llamé "queratófiros de las gargantas". Pero la existencia de una falla N-E a lo largo del valle oriental no nos permite estar seguros de esta continuidad. El hecho queda establecido por cuanto las pizarras plegadas que cubren esos queratófiros son, como hemos visto, también del infracretáceo. Los pórfidos del Huemul son por consiguiente del cretáceo superior o del terciario.

4º — *Las teorías de Feruglio y de Fuerzalida sobre los esquistos plegados.*

Al Este del lago San Martín, la bahía de la Lancha presenta en su ribera Oeste, según Feruglio:

1º — Una capa delgada de arenisca cuarcítica gris clara.

2º — Esquistos filíticos enderezados o caprichosamente replegados.

3º — Encima, discordante con la anterior, una capa más o menos horizontal de vulcanita jurásica.

4º — Encima, concordante con la vulcanita, las capas de esquistos del titonente - infracretáceo. Feruglio explica la discordancia por una muy larga erosión y este hecho, junto con la ausencia de fósiles, le hace atribuir los

esquistos plegados inferiores al paleozoico o al precambrico, como los esquistos encontrados en el valle del río Baker.

Sería muy interesante seguir este contacto hasta la zona del Fitz-Roy, pues los esquistos replegados inferiores, con su cobertura discordante de vulcanitas jurásicas, se parecen mucho a los que forman la parte inferior del cerro Polo.

Tratemos ahora de explicar la discordancia parecida que hay entre mis pizarras plegadas del infracretáceo y su cobertura de pórfidos en el cerro Solo. Se puede dar una explicación semejante, haciendo notar que el período cretáceo fué lo bastante largo como para que se produjeran un plegamiento y una erosión hasta el estado de peneplanicie.

Pero más atractivo es suponer que las mismas fuerzas tectónicas han tenido efectos distintos y discordantes en las diversas capas geológicas, provocando numerosos pliegues y esquistosidad en la capa blanda, y solamente translaciones y numerosas pequeñas fallas locales en la cobertura de vulcanitas duras. Una cosa parecida ha ocurrido con las capas blandas del Trias en los Pirineos y el Atlas. Tal es la opinión del Profesor Humberto Fuenzalida, que estudió los mismos esquistos blandos más al Sur, alrededor de los cerros Paine y Balmaceda, en la provincia chilena de Magallanes (estudio aún no publicado).

Sobre el origen de las fuerzas tectónicas se pueden hacer varias hipótesis. Según Fuenzalida, una compresión venida del Este comprimió las capas contra el batolito Patagónico. Pero puede ser que las capas se hayan escurrido por gravedad desde encima del batolito. En los dos casos se trata del batolito, y no del stock plutónico del Fitz-Roy, accidente local que creo posterior.

Ahora bien, la misma explicación puede darse de la discordancia anterior, entre la vulcanita jurásica y su piso de esquistos replegados. Es decir que estos esquistos no son forzosamente precámbricos. Sólo un reconocimiento geológico desde el cerro Polo hasta el río Baker (pasando por el lago San Martín y el río Pascua), puede aclarar este problema.

IV — El Stock de Plutonitas

1º — *La "Piedra Blanca".*

El núcleo de las plutonitas es una roca clara, tornándose a orín claro por alteración superficial de la biotita en las partes más altas y expuestas a la intemperie, es decir las faces Oeste. Esta "piedra blanca", como la lla-

man los estancieros de la zona, resalta muy bien en medio de las rocas oscuras y más o menos descompuestas que la rodean. El contacto es franco, vertical, y he podido dibujarlo muy exactamente en el mapa: este núcleo se extiende del Gran Gendarme del filo Norte del Pollone, al cerro Torre incluso, y del portezuelo Superior (entre los ventisqueros de Piedras Blancas y del río Blanco) al nevado Rincón, sobre 45 km².

La presencia del cerro Techado Negro y del cordón Marconi, con bandeamiento horizontal, a un kilómetro de la "piedra blanca", el primero recubierto por agujas claras de granodiorita marginal, parece mostrar que no ha habido una invasión brutal del magna interno entre las rocas sedimentarias, sino una *digestión lenta* de estas últimas, sin grandes esfuerzos tectónicos.

A simple vista, la "piedra blanca" parece ser completamente homogénea en toda su extensión, pero el análisis hecho por el Profesor Fuenzalida mostró lo contrario. En el centro (Silla del Fitz-Roy, muestra 31), se trata de una granodiorita anfibólica (cuarzo predominante, feldespatos plagioclasas y anfibol) con algunas inclusiones oscuras de un lampróﬁro biotítico (muestra 33). En la periferia (portezuelo Superior, muestra 16), se ha tornado progresivamente a un granito normal (cuarzo, feldespato ortosa y biotita). Existen algunas vetas de la misma roca, pero de grano fino y estructura sacaroidea (muestra 32).

Esta roca forma gigantescas agujas monolíticas, paredes de 1000 ó 2000 metros de alto, inmensas losas rigurosamente planas, con muy pocas fisuras debidas a la congelación del agua (foto 13). Existen unas veinte cumbres y agujas, de las cuales tres solamente han podido ser ascendidas hasta hoy día: el cerro Pollone, el Domo Blanco y el Fitz-Roy, y que plantearán durante generaciones problemas a los andinistas. El mal tiempo y el escarchamiento de la roca se añaden a la máxima dificultad técnica, y agujas como el cerro Torre están entre las pocas cumbres del mundo cuya ascensión parece totalmente imposible en el estado actual de la técnica.

2º — *Las rocas de contacto.*

En la cumbre de la loma de las Pizarras y más al Oeste, hasta el cerro Techado Negro, hay una capa de granodiorita marginal de textura fina (muestra 25), o de brecha de trozos de granito claro dentro de una diorita alterada oscura, descompuesta en pináculos y agujas ruiniformes. Las disyunciones no tienen en cuenta la estructura de brecha de la roca, como lo muestra la foto 14.

En la falda Este de la misma loma de las Pizarras, hay una veta de 3 metros de ancho de granodiorita marginal amarillenta, de textura sumamente fina (muestra 21). Estas capas al S-E del Fitz-Roy son las únicas de tipo lacolítico. El núcleo de las plutonitas, como lo ha notado muy bien Feruglio, merece más el nombre de macizo o de "stock" que el de lacolito.

La Cresta del Comedor, entre los ventisqueros de los Tres y del río Blanco, así como la punta Velluda, están constituídos por una diorita cuarcífera con granates (muestra 34), cuya alteración ha permitido el crecimiento de abundante liquen. En la parte inferior, la roca se torna brecha y presenta numerosas vetas de feldespato.

En la ribera Norte de la laguna de los Tres, se observan rocas aborregadas con estructura de gneis (muestra 13). Están constituídas por una granodiorita con textura algo porfírica: grandes cristales de feldespato y cristales de cuarzo, en una masa de cristalización más modesta, con zircón y magnetita como minerales accesorios.

La granodiorita o diorita oscura y alterada que rodea el núcleo de "piedra blanca" tiene demarcaciones muy netas, tanto con el núcleo como con los esquistos metamórficos del cerro Madsen o del cerro Eléctrico. No se trata por consiguiente de una sencilla diferenciación magmática en el estado líquido, que sólo ocasiona variaciones graduales.

Se puede pensar que el núcleo del stock es roca intrusiva, y la corteza oscura un producto de "digestión" de las rocas adyacentes. Pero he dicho que no parecía haber habido intrusión alguna, y por otra parte, ¿cómo explicar las brechas de granodiorita clara dentro de diorita oscura?

Prefiero suponer que, después de solidificarse todo el macizo, la corteza, enriquecida en elementos básicos, sufrió cierta transformación físico-química secundaria posterior. La brecha no sería una verdadera brecha, sino una roca medio transformada.

3º — *Las apófisis lejanas.*

El cerro León es una cumbre color orín claro, en forma de campana, que se alza en el rincón N-E de la laguna Capri. Está formado por un granito sumamente descompuesto, o una arkosa, lo que significaría que ha intervenido también sedimentación (muestra 15). Se trata de una roca de aspecto porfírico, con cuarzo y ortosa predominantes, a veces penetrados por una pasta de color rojizo (biotita descompuesta?). El cuarzo tiene tendencia a presentarse idiomorfo y, en general, no hay compenetración de los minerales.

El cerro Rosado, que como el cerro León domina la meseta de la Laguna Capri en un centenar de metros, y el valle del río de las Vueltas en 450, está también formado por un granito descompuesto.

En medio de las gargantas del río Túnel hay una pequeña apófisis de granodiorita con cataclasis (muestra 38): feldespatos plagioclasas con planos de maclas rotos y arqueados bien desarrollados, cuarzo microcristalino y elementos oscuros, al parecer anfibólicos. La roca tiene también minerales oscuros alterados, que se encontraban al estado microcristalino, y minerales de mayores dimensiones no alterados.

Nos hallamos pues en presencia de tres apófisis lejanas de la inclusión granítica. Acaso hay otra en la ribera S del río Fitz-Roy. El granito no está nunca muy lejos de la superficie. A un kilómetro del río de las Vueltas y 6 km de su desembocadura, en su ribera derecha, he encontrado un bloque errático verde de microgranito, que proviene, sin duda, de la ribera Norte del ventisquero Viedma (muestra 1). A 64 km al S S-E del Fitz-Roy, las plutonitas vuelven a aparecer en el cerro Murallón.

4º — *Rocas con metamorfismo.*

Alrededor de la inclusión de granodiorita, la aureola de metamorfismo es bastante reducida. El Padre De Agostini señaló en la loma Norte del cerro Pollone, la existencia de sedimentos arcilloarenosos silicificados, de disyunción vertical. Por mi parte, sólo encontré que la pizarra del cerro Madsen contiene algo de pirita en metacristales y algunos incipientes de granate (muestra 14).

El cerro Adela, considerado hasta ahora como formado por esquistos arcillosos metamórficos, está, según hemos visto, formado de pórfido cuarcífero. Pero hay que señalar una curiosa veta de yeso sacaroide con abundantes cristales de pirita que se encuentra en el cerro Adela Sur. No he podido ubicarla exactamente, pero hay numerosos bloques de este material alineados sobre la morena que se desprende de este cerro, cerca de su contacto con la morena del cerro Torre.

5º — *El cerro Techado Negro.*

Este curioso cerro, lindante de las rocas plutónicas, está compuesto en su casi totalidad, entre 1700 y 2100 m s.n.m. aproximadamente, por una roca negra con estratificación horizontal (foto 15).

Desafortunadamente, no pudiendo cruzar solo el ventisquero del río Blanco, no pude tomar una muestra *in situ*. Una roca recogida al pie de su falda Sur (muestra 7), mostró ser una grauvaca. Se sabe que en el

complejo titonense-infracretáceo existen grauvacas (Feruglio, loc. cit.).

El cerro Techado Negro es muy parecido por su aspecto al cordón Marconi, en la otra extremidad de la inclusión plutónica. Pero también se asemeja por su aspecto y altura al cerro Astillado (2040 m), 35 km más al Este, que es un dyke basáltico (foto 16). Podría ser que el Techado Negro tenga el mismo origen basáltico, con acción sedimentaria ulterior. Como en la meseta Desocupada los basaltos recubren el senonense, se tendría una prueba que la intrusión del Fitz-Roy es del Terciario y no del cretáceo.

V — El trabajo de los hielos

La elevada cadena que bordea el Hielo Continental desde el ventisquero Viedma hasta el lago San Martín, tiene un ancho boquete al Norte del Fitz-Roy, entre el cordón Marconi y el cerro Gorra Blanca, por donde los hielos invadieron durante el período glacial toda la zona que estudiamos.

El único estudio glaciomorfológico es el de Röhmeder (**5**) que visitó la región en marzo de 1945, pero publicó sus resultados en la revista Die Erde, en 1950 solamente, después de la inspección de Heim (**6**) de marzo de 1946 (toma seguramente de él la noticia errónea que el ventisquero Grande ha retrocedido 250 m en los 10 últimos años). Los errores del mapa publicado por Heim, en particular la ubicación del cerro Rosado y de las lagunas, y la injustificada multiplicación de las morenas, llega a hacer dudar que Röhmeder haya ido más lejos que la estancia de Andreas Madsen. Sin embargo, hace una detallada descripción del movimiento de los ventisqueros durante el período glacial, que habrían corrido en el valle del río Blanco hacia el S, luego hacia el E, y de nuevo hacia el S, sin recubrir jamás los cerros Rosado y Polo.

La realidad fué sin duda distinta, y fácil de averiguar con el mapa orográfico detallado que publico.

1º — *El Hielo Continental.*

La existencia de un valle muy hondo detrás del Fitz-Roy, con un característico "verrou", muestra que una potente corriente de hielo vino por allí desde el mencionado boquete, mientras que otro brazo corría por el valle del actual río Eléctrico.

Bloques erráticos de granodiorita clara a 1500 m s.n.m. en la loma de las Pizarras (foto 17), así como las formas del relieve hasta la misma

cumbre central del cerro Polo (1188 m) y la cumbre del cerro Rosado (834 m), muestran que el hielo llegaba a unos 1000 m sobre el nivel del mar en el cerro Rosado, y a unos 1500 m en el valle del río Blanco, y de ser la pendiente la misma que en el actual ventisquero Viedma, a unos 2200 a 2500 m en el Hielo Continental actual (en vez de 1500 m como ahora). El Hielo Continental lo cubría todo hasta la meseta del Quemado, salvo los dos cordones del Torre y del Fitz-Roy y los cerros Huemul y Solo, que constituían nunatakes, e iba a juntarse con el ventisquero de piedmont que cubría el actual lago Viedma.

El hielo arrasó la capa de sedimentos que cubría la meseta de la laguna Capri y una buena parte de las vulcanitas del cerro Polo, poniéndolas en su contacto con la meseta a la altura de ésta. En la meseta formó drumlines, colinas de material de acarreo, alargadas en el sentido N-S de progresión del glaciar, alrededor de los núcleos resistentes (foto 18).

2º — *Los ventisqueros gigantes.*

Más tarde, disminuyendo el espesor del hielo en unos 300 m, debieron formarse tres grandes ventisqueros de dirección general N-O a S-E;

1º — Un ventisquero oriental, alimentado por las faldas orientales de los cerros Vespignani, Cagliero, Gorra Blanca, que seguía el curso del actual río de las Vueltas, desbordando en el valle del arroyo de las Vacas por el paso 650 m;

2º — Un ventisquero central, alimentado por el valle del actual río Eléctrico y las faldas Este del Fitz-Roy, que llegaba hasta la laguna Capri, por donde dejó tres morenas frontales; se unía con el precedente en un trozo de su recorrido;

3º — Un ventisquero oriental, detrás del Fitz-Roy, que, uniéndose con el ventisquero Grande, ocupaba toda la cuenca del actual río Fitz-Roy hasta el cerrito Dos Cóndores, por donde se notan morenas hoy día.

Un cuarto ventisquero ocupaba la cuenca del actual río Túnel, formando el paso del Viento (1550 m).

3º — *Las morenas antiguas en medio de los valles.*

Al bajar en unos 300 metros más el nivel del Hielo Continental, el hielo no pudo franquear más el paso del Viento ni el "verrou" al Oeste del Fitz-Roy. Por otra parte, el cordón Marconi se despejó por completo, reduciendo mucho el cauce del ventisquero que manaba del Hielo Continental. Los hielos debieron abandonar rápidamente el valle oriental, lo que explica que no quede ningún vestigio de morena en él.

En cambio, una antigua morena barrea por la mitad los valles del río Túnel, del río Fitz-Roy (foto 19), y del río Blanco (esta última debe prolongarse al N del cerro Polo, pero no tuve la ocasión de ir por allá), (foto 20). Atestiguan un nuevo y menor avance de los hielos después de la gran glaciación.

4º — *Las últimas morenas frontales.*

En un último y más pequeño avance, en la segunda mitad del siglo XIX, como veremos en el último capítulo, se formaron las morenas que encierran las lagunas terminales; están cubiertas en su parte exterior por un bosque joven de lenga.

5º — *Comparación con los avances del ventisquero Viedma.*

Es posible establecer una correspondencia con glaciaciones más meridionales, estudiadas por Caldenius, Brüggen (7) y otros. Como consecuencia de los acarreos traídos por el río de las Vueltas, la cuenca del lago Viedma no está limitada en su orilla Norte por morenas, sino por terrazas glacifluviales paralelas, compuestas por rodados de vulcanitas y plutonitas en una ganga de arcilla, que se formaron cuando la cuenca estaba aún ocupada por los hielos y desviaba el río hacia el Este (con formación de pequeñas lagunas marginales).

Hay primero tres terrazas paralelas bien marcadas muy vecinas, la más alta y extensa a 400 m s.n.m., en su extremidad occidental (foto 21). Según la foto aérea (foto 3), se extienden por lo menos hasta la estancia Viedma I, quizás hasta la punta del lago (extremidad Este), disminuyendo poco a poco de espesor. Corresponderían pues a la morena que limita al E al lago Viedma, o sea, al tercer sistema de morenas de Caldenius, o primer sistema de Brüggen. Estas tres terrazas deben corresponder a las tres morenas frontales que abandonó nuestro ventisquero central en la parte occidental de la meseta de la laguna Capri.

El cuarto sistema de morenas de Caldenius (segundo de Brüggen), forma una terraza mucho menos pronunciada, de 10 a 30 metros de alto, a unos 300 m s.n.m., que pasa por la estancia San José, al lado de la balsa sobre el río de las Vueltas, y por la desembocadura del arroyo Blanco, en medio de la orilla Norte del lago Viedma. Enfrente forma, en medio de la orilla Sur del lago, la peninsulita que limita la bahía Pernambuco. Debe corresponder este sistema a las morenas antiguas en medio de los valles.

El ventisquero Viedma ha formado, a un kilómetro y medio de su frente actual, una estrecha península de dos kilómetros de largo (foto 22),

la peninsulita de los Témpanos, cubierta por muy escasa vegetación. Esta morena joven corresponde a las últimas morenas frontales.

6º — *El trabajo ulterior de las aguas.*

El río de las Vueltas, al retroceder el ventisquero Viedma, se abrió un paso a través de la terraza 400 m. Ofrece, al fondo del tajo, rápidos sobre pizarras.

El espesor de la capa cuaternaria no es por consiguiente muy grande. La terraza inferior (del 4º sistema de Caldenius) forma en la ribera derecha del río de las Vueltas, al lado de la balsa, un acantilado en cuya parte inferior se nota una roca esquistosa negra muy fisurada, con nódulos que se descaman (muestra 2), (Grauvaca del terciario?). En las fisuras de la roca hay depósito de arcilla fina o de yeso lustroso.

En la parte superior del acantilado hay algunas capas de "varvas", en número variable y de poca extensión (foto 23).

Numerosos jirones de terrazas glacifluviales en las laderas de los valles atestiguan el trabajo de erosión de las aguas, así como la formación del amplio delta del río Túnel, donde está ubicada la estancia de los hermanos Halvorsen (foto 26).

TERCERA PARTE

CLIMA Y VEGETACION

Estuvimos en la zona del Fitz-Roy del 25 de diciembre de 1951 al 16 de febrero de 1952. Observaciones meteorológicas precisas se hicieron únicamente durante un mes, del 11 de enero al 10 de febrero, es decir, en pleno verano, en el campo base del valle del río Blanco (750 m s.n.m.), las que figuran al fin de esta sección.

Este estudio es por consiguiente sumamente incompleto, pero creo interesante publicarlo para dar un panorama completo de la zona y también por las siguientes razones:

1º — Las estaciones meteorológicas más cercanas que publican sus observaciones se encuentran en Lago Argentino y en Lago Buenos Aires, lugares más al Este en donde el clima es completamente distinto.

2º — En verano únicamente turistas y andinistas visitan esta región.

3º — El clima patagónico no es muy distinto según las estaciones. Sólo en invierno los vientos son mucho menos fuertes y el frío mayor (se ha observado una mínima de —23° en la estancia Fitz-Roy, a 400 m s.n.m.). Pero cambia con suma rapidez. Un dicho de la región es que "se pueden observar todas las estaciones del año en un solo día".

El año 1951-52 fué más bien seco, y no hubo ninguna lluvia importante durante todo diciembre (es muchas veces diciembre el mejor mes del año, y, como casi todos los precedentes exploradores de los Andes Patagónicos, llegamos demasiado tarde para aprovecharlo).

El carácter común a todos los climas patagónicos es la *persistencia y violencia de los vientos de Oeste.*

Un carácter especial de la región del Fitz-Roy, es el de ser una *zona de transición* entre la pampa patagónica seca y la vertiente del Pacífico, sumamente húmeda. Esto, junto con lo accidentado del relieve, provoca numerosos microclimas.

I — El Viento y sus Consecuencias

1º — *Fuerza del viento.*

Como lo notará el lector en la planilla final, hubo 4 días sin viento en todo un mes. En el valle del río Eléctrico, abierto a los vientos de Oeste, hubo muchos días, según la Expedición Argentina al Hielo Continental, un fondo contínuo de 100 km/hora, con ráfagas de 180 km/hora. En las cumbres era quizás peor; en la silla del Fitz-Roy, un lugar donde en general no se podía permanecer de pie, resultó imposible vivir en una gruta con abertura al Oeste, a causa de las bruscas compresiones de las ráfagas de viento.

Aun en puntos abrigados de los ventisqueros, dos carpas de altura experimentadas en el Himalaya, fueron destruídas y los campamentos altos tuvieron que estar todos ubicados en grutas en el hielo.

2º — *Efectos sobre el suelo.*

El viento ha provocado una meteorización intensa de la roca, con formación de innumerables cavidades que pueden alcanzar grandes dimensiones (fotos 24, 25 y 27). En la silla del Fitz-Roy hay, alineadas en el borde superior de losas verticales, ollas eolianas que alcanzan 15 cm de profundidad, 30 a 40 cm de diámetro, horadadas en la durísima granodiorita.

En los terrenos blandos, el viento provoca matas erguidas y llega en ciertos lugares a arrancar toda la cobertura vegetal (fenómeno de "deflación eoliana") (foto 28).

La vegetación ha tenido que adaptarse para subsistir; muy notables son las bolas espinosas de la mata amarilla (Mulinum spinosum) en los terrenos secos, y en los terrenos húmedos las lengas (Nothofagus pumilio), de fortísimo tronco y escaso follaje horizontal, inclinado en la dirección del viento dominante (fotos 29 y 30).

3º — *Nubes y atmósfera.*

El viento produce al pasar sobre las crestas un ronquido tan fuerte como el de un tren expreso. En el Fitz-Roy, la ascensión del aire y el enfriamiento consiguiente producen nubes, penachos de vapores, que no se mantienen a la altura del picacho, a sotavento, pero suben como remolinos, llevados por la inercia, asemejando el Fitz-Roy a un volcán, sobre todo cuando este penacho de vapores está iluminado por detrás al ocaso: es el

antiguo Chalten de los Tehuelches. Con viento fuerte se forma un hilo de vapores, como el humo de un cigarrillo, a la salida de la canaleta entre la cumbre y el hombro Sur. De vez en cuando, de la silla se desprende un rodillo horizontal de nubes.

Las cumbres menos altas, en el límite del Hielo Continental, como el cerro Grande o el Torre, están casi siempre cubiertas por una espesa nube horizontal (foto 31).

A pesar de la muy grande inestabilidad del tiempo, no existen prácticamente en la zona del Fitz-Roy, como en todo Chile, tormentas eléctricas; hemos visto sólo un lejano relámpago en dos meses.

El aire es sumamente puro, y, con tiempo despejado, el Sol quema tanto a 250 m de altura como a 3000 en los Andes de Cuyo. La pureza del aire y la latitud elevada explican la larguísima duración de las albas y de los crepúsculos.

4º — *Distintos vientos.*

En los valles del río Blanco o del río de las Vueltas el aire, encauzado por las montañas, sopla siempre del Norte. A sotavento de las crestas hay ráfagas imprevisibles en todas las direcciones. Pero por la marcha de las nubes, entre 3000 ó 4000 m, se pueden distinguir tres vientos dominantes:

a) El viento del Noroeste, el más corriente en verano, el más frío, trae chubascos.
b) El viento del Oeste, que trae abundante lluvia.
c) El viento del Sur-Suroeste, el menos corriente en verano, el más caliente y el menos fuerte, anuncia el buen tiempo.

Se notará que las características de los vientos Noroeste y Sur son opuestas a las que tienen esos vientos en la zona central de Chile.

Los dos primeros vientos se acompañan de un descenso brusco del barómetro (7 a 11 mm en 18 horas). Cuando sopla el viento de S-S-O, el barómetro queda estacionario o sube como tendencia general. Pero cada día baja lentamente de 3 a 4 mm durante el día (hasta el valor normal), para subir bruscamente después de las 18 horas. (Por lo menos fué así durante los escasos días que sopló).

II — Precipitaciones y Temperaturas

El monto de las precipitaciones varía enormemente entre la pampa patagónica (unos 30 cm) y el Hielo Continental (5 m ?). En la estancia

Fitz-Roy (río de las Vueltas, curso medio), caen 85 cm de agua al año, bajo forma de lluvia o de nieve. En el valle del río Blanco, caerán unos 150 cm y en el ventisquero Torre, unos 3 metros.

En verano, además de los días de franca lluvia, hay numerosos chubascos o gotas de lluvia acarreadas por el viento, muchas veces sin que se oculte el Sol. Tres veces durante los dos meses de verano la nieve bajó hasta los 1000 metros.

La temperatura en verano se mantiene fresca pero no fría: 11° en promedio en el valle del río Blanco, a 750 m, lo que equivale a 16° al nivel del mar. En el mismo lugar la temperatura mínima osciló durante el mes de observaciones seguidas, entre 0,5° y 10,5° (promedio 5,3°) y la máxima entre 10,5° y 23° (promedio 17,0°).

La variación diurna de temperatura, que tanta importancia tiene para los estudios glaciológicos, es muy débil: 4,5° a 15° (promedio 10,8°), a 750 m.

El límite de las nieves eternas depende esencialmente de la exposición, lo que no ha de extrañar a causa de la elevada latitud. Depende también del terreno; la nieve no puede permanecer sobre las empinadas agujas o sobre las crestas, de donde se la lleva el viento.

Por estas razones se ha de estudiar el límite de las nieves eternas sobre los ventisqueros, o *línea de neviza* (encima de la línea de neviza el exceso de nieve caída durante el año desaparece; es transformada en hielo o acarreada hacia las regiones inferiores por el ventisquero).

Esta línea de neviza disminuye rápidamente de altura de Oeste a Este, con el aumento de las precipitaciones y de la nubosidad. Estaba sobre las faldas orientales del Fitz-Roy a 1250-1300 m, al final de un verano considerado por los estancieros como relativamente seco. Es decir, a una altura donde la temperatura en verano oscila entre 2° y 13° durante el día, en promedio.

Estas temperaturas relativamente elevadas que se observan en la parte alta de los ventisqueros explican que la nieve fresca sea en verano sumamente húmeda y pesada, hasta un punto desconocido en los Alpes. Es capaz de asir el mango de una piqueta, plantada sin ejercer fuerza alguna, o de agarrar firmemente las piernas luego de saltar una grieta. Afortunadamente el relieve de los ventisqueros no se presta a la formación de rodados (salvo entre los cerros Ñato y Adela Sur), pues con tal nieve, serían sumamente peligrosos.

Cerca de la punta Velluda, a 2000 m, el viento era, sin embargo, capaz de arrancar rodillos de nieve fresca.

III — Climas Locales y Vegetación

En la reducida zona estudiada (menos de 800 km²) se pueden distinguir, por lo menos, seis climas distintos, todos ventosos y frescos, a los cuales corresponden otras tantas zonas de vegetación o de hielos.

1º — *La pampa.*

El clima de la pampa se prolonga en el curso inferior del río de las Vueltas y sobre las terrazas glacifluviales del lago Viedma. Es relativamente seco y muy soleado, con viento fuerte. Hay avestruces (ñandúes), aguiluchos, cóndores y otras aves de rapiña y numerosas liebres pequeñas, de orejas con puntas negras.

2º — *Los lugares húmedos y abrigados.*

Las cercanías del brazo Norte del lago Viedma, los valles del río Túnel, del río Fitz-Roy y del río de las Vueltas, en su curso medio, constituyen una zona de suelo bajo y húmedo, lluvia y sol regular, viento más débil. Hay pantanos y juncales donde gritan sin cesar numerosos patos, teros, avutardas y otras aves magallánicas; hay también pastos convenientes para las ovejas y caballos.

Es allí donde se han ubicado florecientes pequeñas estancias, puestas en valor por sus mismos propietarios que se dedican a la cría de ovejas: (fotos 32, 33 y 34) estancias San José (Rojas), del río Túnel (Halvorsen), La Quinta (Bjerg), Fitz-Roy (Madsen). Estos últimos colonos, de origen danés o noruego, han podido aclimatar en sus huertos frutales de sus tierras de origen: espléndidas peras, manzanas, fresas, grosellas, etc., que logran madurar al abrigo de una hilera de chopos.

3º — *Valle del río Blanco y meseta de la laguna Capri.*

Esta parte es más elevada y por consiguiente más expuesta al viento y más fría. Allí crece el bosque de lenga (Nothofagus pumilio), que se atraviesa con facilidad pues no hay vegetación baja ni matorrales; los lugares sin bosques son, en cambio, en general terrenos anegadizos y turberas. Cotorras, pájaros carpinteros y otras aves pequeñas constituyen, con algunos zorros grises y leones (pumas), la única fauna.

El bosque se acaba a los 1000 metros de altura con árboles enanos, y acarreos de piedras o ventisqueros y nevados le suceden, sin que haya pastos altos intermedios (alpages) como en los Alpes.

En las vertientes S-E del cerro Solo y del cerro Huemul el bosque primitivo ha sido completamente incendiado, antes por la fuerza y la sequedad del viento que por la negligencia de los pastores. Da lástima pensar que la misma suerte les está, sin duda, reservada a los demás bosques a pesar de la vigilancia del personal de Parques Nacionales.

4º — *El valle del río Eléctrico y vertiente Norte del cerro Polo.*

A causa del boquete abierto sobre el Hielo Continental en la cabecera del valle del río Eléctrico, éste se halla mucho más expuesto al viento, a la lluvia y al mal tiempo. Sin embargo un viejo y espléndido bosque ha podido crecer en la parte baja del valle.

5º — *El ventisquero Torre.*

El valle detrás del Fitz-Roy, ocupado por el ventisquero Torre, está casi permanentemente cubierto de nubes. Las precipitaciones son muy fuertes y las ráfagas de viento soplan en todas las direcciones.

6º — *El Hielo Continental.*

Clima análogo al anterior, pero más frío y con viento dominante del Oeste.

Fecha	Presión atmosférica		TEMPERATURA			VIENTO		NEBULOSIDAD, PRECIPITACIONES	
	Prom.	Tend.	Mín.	Máxima	Dif.	Direc.	Fuerza	mañana	tarde
Enero									
11	696	b				N-O	xx		
12	693,5	=				N-O	x		
13	692	bb		15° 5		N-O	xxx	Chubascos	
14	688	s	7°	11° 5	4° 5	N-O	x	Lluvia	Chubascos
15	690	=	4°	14°	10°	N-O	x		Lluvia, nieve baja
16	694,5	ss	3°	13° 5	10° 5	N-O	x		
17	691,5	bbb	6°	18°	12°	O	xxx		
18	688	bb	9° 5	15° 5	6°	O	xxx		
19	692,5	ss	3° 5	16° 5	13°	N-O	x		Lluvia
20	693,5	ss	10° 5	16° 5	6°	N-O	xx		
21	699	s	5°	20°	15°		o		
22	694,5	bbb	7° 5	20°	12° 5	N-O	xx		Lluvia
23	690	=	7°	13° 5	6° 5	N-O	x	Lluvia	
24	690,5	s	—0° 5	12°	12° 5	N-O	xx	Algunos copos	
25	692	=	2°	15°	13°	O	xx		Lluvia, nieve baja
26	688,5	b	2° 5	10° 5	8°	O	xxx	Lluvia, nieve baja	
27	691	ss	1° 5	11° 5	10°	O	xx		
28	690	bb	2°	14° 5	12° 5	O	x		Lluvia
29	688	=	5°	15° 5	10° 5	S-S-O	xx		
30	692	s	6° 5			S-S-O	x		
31	692,5	=					o		
Febrero									
1	692	=	4°	21°	17°		o		
2	693—	=	4° 5	16° 5	12°	S-S-O	x		Lluvia
3	687	b	8°	20° 5	12° 5	S-S-O	x	Lluvia	
4	697	sss		20° 5		S-S-O	x		
5	700	b	3° 5				o		
6	693	bb	8°	23°	15°	O	x		
7	686	b	6°	18°	12°	N-O	xxx		Chubascos
8	686	ss	9° 5	16°	6° 5	O	xx		
9	693,5	s				O	x		
Promedio	691,8		5° 3	17° 0	10° 3				

Tendencia del barómetro: b, bb, bbb: bajando.
= : estacionario.
s, ss, sss : subiendo.

Fuerza del viento: o: nulo o débil.
x: bastante fuerte.
xx: fuerte.
xxx: sumamente fuerte.

La nebulosidad se refiere al valle del río Blanco.

CUARTA PARTE

GLACIOLOGIA

I — El supuesto retroceso de los ventisqueros

1º — *Los ventisqueros de circo alrededor del Fitz-Roy.*

Los ventisqueros alrededor del Fitz-Roy tienen caracteres totalmente alpinos (salvo el ventisquero Torre, que estudiaremos más tarde), es decir, que se forman en un circo, en donde la nieve vieja o "neviza" (francés: névé; alemán: firn) recristaliza en profundidad transformándose en hielo, el cual fluye por un valle quebrándose a lo largo de grietas, a veces despedazándose en seracs y volviéndose a formar luego. Tanto la formación de los circos como el modo de fluir del hielo han dado lugar a numerosas teorías, de las cuales no hablaré aquí. (Sería útil verificar estas teorías, deducidas de observaciones en los Alpes, en esta región de clima totalmente distinto).

La sola diferencia con los Alpes es la laguna por la cual acaban casi todos los ventisqueros. En los Alpes el hecho es raro; en Francia el único ejemplo que conozco es la laguna formada por el glacier des Bossons, en notable retroceso desde hace más de veinte años.

Estas lagunas glaciales patagónicas están limitadas por morenas cubiertas, en su parte exterior, por bosques jóvenes (10 años a lo sumo), y desnudas en su parte interior. La existencia de las lagunas y el estado de las morenas ha sido considerado por los precedentes autores como índices de un muy reciente retroceso de los ventisqueros. Pero hay que notar que:

a) estas lagunas están seguidas por valles anchos y poco inclinados, de manera que es difícil a los ríos que salen de ellas vaciarlas por erosión regresiva. Los ventisqueros Fitz-Roy Norte y Pollone, que no llegan al valle, no tienen lagunas terminales.

b) La fuerza del viento impide a la vegetación instalarse rápidamente sobre una morena, sin el telón protector de la foresta.

Vamos a ver que no ha habido retroceso general de los ventisqueros durante los últimos 20 años. Las morenas deben haberse formado en el siglo pasado: un estudio de Nichols y Miller (8) sobre el ventisquero Ameghino (lago Argentino) les hizo fijar la fecha de 1870-1880.

El *ventisquero Grande,* al cual se ha juntado el poco hielo que viene de los ventisqueros Adela y Torre, acaba en la laguna Torre, de la cual sale el río Fitz-Roy (según los nuevos nombres propuestos). En la parte Sur hay un acantilado de roca que se eleva unos cincuenta metros sobre las aguas de la laguna, mientras que en la parte Norte el ventisquero está sobre la laguna. La fotografía del Padre De Agostini, tomada en 1931, y la fotografía de Heim, tomada en 1946, no muestran retroceso alguno del ventisquero entre estas dos fechas. Errónea es la afirmación de Heim que el ventisquero ha retrocedido 200 m y su nivel ha bajado 30 m durante esos años.

Según mis observaciones (foto 35), entre 1946 y 1952 la lengua de hielo a flote ha disminuído un poco, pero el nivel del lago ha bajado entre 12 y 15 m a causa de la erosión de la morena por el río, lo que puede explicar este pequeño retroceso: al perder su soporte acuático, el hielo se ha despedazado en témpanos. Las cinco o seis rocas que asoman en medio del ventisquero Grande, y que pertenecen al mismo acantilado entre el circo y el valle, tienen la misma extensión hoy día que en 1931.

Una bajada semejante de las aguas de la laguna Sucia puede explicar el retroceso del *ventisquero del río Blanco,* entre 1932 (primera foto, por De Agostini) y hoy día. En aquel tiempo el costado Sur del ventisquero recubría el acantilado y alcanzaba la laguna sin despedazarse, cubriendo una tercera parte de ella. Hoy día el ventisquero alcanza sólo la cumbre del acantilado; cada dos horas más o menos se desprenden de él seracs, con gran estruendo, que forman cuatro conos de alud. Desde esos conos se extienden bloques de hielo o de neviza, cubiertos de detritos morénicos, más o menos soldados entre sí, pero sin volver a formar un verdadero ventisquero (fotos 36 y 37).

Ahora bien, el 16 de diciembre de 1913, según testimonio de los estancieros de la zona, recogido por el Padre De Agostini, un gigantesco alud de agua, barro y rocas arrasó el valle del río Blanco. Un cono de deyección aún visible, aunque invadido por la vegetación, demuestra que fué causado por la destrucción de un gran dique natural delante del ventisquero del río Blanco. Se puede suponer que el ventisquero no había alcanzado aún en 1932 su nuevo estado de equilibrio.

El *ventisquero de Piedras Blancas*, no ha manifestado retroceso alguno desde 1936 (fotografía del Padre De Agostini). Su frente flota y recubre más o menos la mitad de la laguna. Las bandas azules, que son bandas de deslizamiento con recristalización subsiguiente del hielo, casi verticales y muy convexas a 200 m del frente, sobre lecho de roca, se vuelven inclinadas a menos de 45° y rectilíneas en el frente (foto 38).

Ningún retroceso tampoco en el *ventisquero Marconi* desde 1936, ni en el *ventisquero Gorra Blanca* (que ya no es un ventisquero de tipo alpino, sino un desbordamiento del Hielo Continental) (foto 39).

2° — *El ventisquero Viedma.*

Muy semejante al conocido ventisquero Moreno, el ventisquero Viedma podría llamarse "ventisquero gigante de tipo alpino"; el circo de alimentación está reemplazado por una extensa cuenca, limitada por el cordón Mariano Moreno, y que comunica ampliamente con las otras cuencas del Hielo Continental. De allí corre un ancho río de hielo, entre el cerro Huemul y cerros inexplorados al Sur, muy resquebrajado en su parte inferior, hasta el lago Viedma (254 m s.n.m.) (fotos 41, 42 y 43).

La ablación en el frente es debida a la fusión por las aguas relativamente templadas del lago Viedma. Este lago, que se extiende lejos en la pampa, es muy asoleado, y sus aguas a un kilómetro del ventisquero Viedma estaban a unos 12°; el agua de fusión del hielo debe deslizarse en el fondo del lago. Como consecuencia de la fusión de la parte inferior, del frente del ventisquero se desprenden continuamente témpanos, que se derriten rápidamente, dejando ver la estructura cristalina del hielo. Los cristalitos son de una sorprendente uniformidad, del tamaño de cerezas (foto 44).

El avance o el retroceso del ventisquero Viedma depende, pues, esencialmente de la temperatura superficial del lago Viedma, que no ha sido nunca estudiada (igual podría decirse del ventisquero Moreno y el lago Argentino). El ventisquero Viedma ha disminuído desde el comienzo del siglo, pues un pequeño brazo derecho ha desaparecido (testimonio de Andreas Madsen, recogido por Heim). Pero una fotografía del Padre De Agostini tomada en diciembre de 1930 demuestra, al compararla con la foto 22 (febrero de 1952), que el frente no ha retrocedido durante los últimos 20 años. Al contrario, ha avanzado algo, pues no se ven más en la parte Sur del frente, rocas debajo del hielo.

Un fenómeno local puede haber contrarrestado el avance del ventisquero. Observando las fotografías trimetrogón tomadas por la AAF en

1945, aún confidenciales, el Profesor Carlos Keller, de la Universidad de Chile, anunció la existencia de un cráter volcánico de 7,7 km² en la cuenca de alimentación del ventisquero Viedma, en el cual parecían subsistir fumarolas. Durante nuestro vuelo sobre el Fitz-Roy pude observar distintamente un cráter de cenizas en medio del hielo, al nivel del ventisquero, muy distinto de los nunataks vecinos. No había ningún signo de actividad actual, pero en el límite entre la neviza y el hielo, se observaba una corona parda de forma irregular, que ninguna morena puede explicar de manera satisfactoria y que es sin duda el testimonio de una erupción de cenizas habida hace algunos años.

La existencia de volcanes en medio del Hielo Continental, sin el característico cono, no ha de extrañar pues el hielo se lleva las escorias a medida que se producen las erupciones. Sólo en el caso de una erupción de lavas subsiste una chimenea basáltica, como en el caso del cerro Cachike, entre los lagos San Martín y Tar (foto 45).

3º — *Avance y retroceso de los ventisqueros del lago Argentino*

Desde fines de septiembre de 1951 el ventisquero Moreno obstruye de nuevo el canal de los Témpanos. En febrero, las aguas se elevaban unos nueve metros detrás de la represa así formada, con las consiguientes inundaciones. Según los datos recogidos por Heim (**6**) y por Nichols y Miller (**9**)las obstrucciones del canal de los Témpanos durante el siglo XX han sido:

enero de 1917
enero, a fines de 1935
julio de 1939 al 17 de febrero de 1940
principios de 1941 al 21 de marzo de 1942
abril a diciembre de 1948
fines de setiembre de 1951 a marzo de 1952.

Se puede notar que, la desobstrucción ocurre en verano, pero la obstrucción puede ocurrir en cualquier momento del año.

Desde 1935 el ventisquero Moreno ha estado por consiguiente más o menos estacionario, como los ventisqueros de la zona del Fitz-Roy.

Los ventisqueros Ameghino, Mayo y Upsala, que se vierten en el mismo lago Argentino, han retrocedido durante los últimos 20 años. Según mi parecer, no es éste el caso sencillo y general, sino excepciones debidas a las estrangulaciones por pasos estrechos que sufren dichos ventisqueros.

He dado por primera vez un mapa exacto de esa región del hielo continental, sacado del mapa AAF (fig. 1). Se ve que el ventisquero Ameghino está alimentado por la cuenca de alimentación del ventisquero Moreno, a través de un estrecho paso a 18 km de su frente. El ventisquero Mayo tiene dos estrangulaciones a 9 y 12 km de su frente (si continúa retrocediendo descubrirá el inexplorado fondo del fiordo Mayo, que está a sólo 8 km del Pacífico). Por fin, el ventisquero Upsala está alimentado por el altiplano Italia, una meseta de 2100 m, a lo mejor por el ventisquero Bertacchi y otros tres ventisqueros paralelos a 11, 17, 25,30 km de su frente, seguramente por un boquete a 35 km.

Estas circunstancias pueden producir un retraso de 20 a 50 años entre las variaciones de estos ventisqueros y las variaciones de los ventisqueros de forma sencilla, "clásica", como el Moreno o el Viedma. El caso es opuesto al del ventisquero Malaspina (Sur de Alaska), que está alimentado por el ventisquero Seeward a través de un estrecho y empinado brazo, y que actualmente avanza, cuando los otros ventisqueros de la zona retroceden.

4º — *Conclusión.*

Parece, pues, resultar de este estudio que el retroceso de los ventisqueros del Sur de Patagonia, muy importante a principios de este siglo, se ha terminado hace unos veinte años, con numerosas excepciones que pueden explicar circunstancias locales, y que ya se inicia un avance, del cual da la señal el sencillo y rápido ventisquero Francisco Moreno. Las variaciones no están en fase con las de los Alpes (o de los Andes de Cuyo, pero estas últimas son mucho menos conocidas), ni en oposición de fase, sino más bien en cuadratura.

Un piloto de Aerolíneas que ha sobrevolado Patagonia durante estos veinte años, me aseguró que durante este tiempo el clima se ha vuelto menos frío, pero que la nebulosidad y humedad han aumentado. De ser cierto el hecho, confirmaría mi punto de vista. Es verdad que los numerosos incendios de bosques tienden a producir un efecto contrario, pero en todo caso ha de prevalecer la influencia del vecino y casi desconocido continente antártico.

De todas maneras, los que hablan de retroceso general de los ventisqueros en el mundo y de calentamiento del globo terrestre, no parecen apoyar sus deducciones sobre un terreno muy firme. Mayor crédito doy a la teoría de H. Willet, basada en las variaciones de las manchas solares, que prevé un avance de los ventisqueros durante los quince años venideros.

II — El Ventisquero Torre

1º — *Velocidad y fusión superficial.*

El ventisquero Torre, encajonado entre los cerros Fitz-Roy y Torre, está alimentado por las faldas orientales de los cerros Torre y Pier Giorgio, y de las agujas intermedias, lo que es muy poca cosa; el profundo valle en el cual se halla, fué cavado por un brazo del Hielo Continental durante el período glacial (foto 46).

A causa de su débil alimentación y de su muy pequeña inclinación, el ventisquero Torre es muy lento, lo que explica que su parte inferior esté comprimida contra la orilla izquierda del valle por el ventisquero Grande y esté recubierta de detritos morénicos (foto 47). Podemos tener una buena estimación de su velocidad considerando el desplazamiento de un gigantesco derrumbe que atraviesa toda la parte baja del ventisquero (foto 49), y que se ve distintamente en una fotografía aérea tomada en 1945 por la AAF. Durante los 7 últimos años, la parte del derrumbe vecina a la orilla ha progresado 300 a 400 metros, y su extremidad, en el medio del ventisquero, unos 600 a 700 metros. El avance es por consiguiente de unos 13 a 25 cm por día, mientras que en el ventisquero Grande, según una estimación del Dr. Guth, que acampó una semana a su lado, la velocidad es de un metro al día, por lo menos.

No podemos estar seguros de donde proviene el derrumbe, pues la meteorización de la roca ha borrado ya la mancha clara que debió dejar en el lugar del desprendimiento. Parece ser de la aguja de la Silla, 1700 metros más arriba en el valle, y por consiguiente el derrumbe habría ocurrido hace unos 24 años.

Hoy día el derrumbe se alza sobre una plataforma de hielo de unos 8 a 10 metros de alto, y los bloques de mayor tamaño se han venido abajo por un fenómeno de solifluxión (deslizamiento de terrenos empapados de agua sobre un fondo helado) (foto 48).

La fusión superficial del hielo, en la parte baja del ventisquero Torre, será pues de unos 35 cm al año solamente. Este débil valor no ha de extrañar, pues he dicho que el valle del ventisquero Torre estaba continuamente cubierto de nubes, por lo menos en verano, cuando el hielo está al descubierto.Teniendo además en cuenta su encajonamiento, se puede estar seguro que el Sol no toca hielo más de 50 horas al año, y puede, por consiguiente, derretir 10 cm de hielo a lo sumo. Es decir, que *la mayor parte de la fusión superficial del ventisquero es debida a la lluvia.*

2º — *Aspectos superficiales del ventisquero Torre.*

En su parte media, al pie del Fitz-Roy, la débil inclinación del ventisquero Torre, la ausencia de grietas y la baja altura (unos 1000 m), ha causado la formación de un "pantano de nieve", es decir, de una extensa charca de nieve mezclada con agua. El andinista desprevenido se hunde más allá de la rodilla en esta agua glacial. Tal fenómeno se ha observado en grandes proporciones en Groenlandia o en la Antártida.

Más abajo la superficie del ventisquero tenía, la primera vez que lo recorrimos el Dr. Azéma y yo, después de una semana de buen tiempo, el mismo aspecto que la "Mer de Glace" (Macizo del monte Blanco) en verano: hielo blanco (o bien hielo de serac, es decir hielo con burbujas de aire), algo recubierto de detritos de roca, más o menos llano, y descamándose superficialmente. Vino el mal tiempo y después de una noche pésima bajo una carpa a medio hundir por la lluvia y las ráfagas de viento, tuvimos que regresar.

Al volver, después de una semana de mal tiempo, a recoger el equipo, hallé la superficie del ventisquero completamente distinta, mostrando claramente la acción de la lluvia.

El ventisquero estaba recubierto de pequeñas lomas de hielo blanco "verglacé" perfectamente limpio, y entre ellas el hielo estaba acribillado de agujeritos verticales de 5 a 20 cm de profundidad, generalmente con una piedrecita al fondo de cada uno y *no* con arena o crioconita (barro fino de ventisquero). En ciertos puntos los agujeros se habían reunido, dejando el hielo erizado de pequeñas agujas como estalagmitas (foto 50).

La lluvia se escurre, en efecto, rápidamente de los puntos en relieve y no los derrite, y ataca, en cambio, aquellos en los cuales una piedra calentada por el Sol ha empezado ya a perforar la superficie. Pienso que la lluvia tiene una importancia primordial en la formación de las pirámides de hielo que el Padre De Agostini observó en el ventisquero Upsala, o que los alpinistas encontraron en el ventisquero de Baltoro (Karakorum, Himalaya) y que no hay que confundir con los penitentes. Asimismo, en el aspecto final de los pináculos y láminas de hielo, la parte terminal de los ventisqueros patagónicos y en la forma final de los "conos de barro" que vamos ahora a estudiar.

3º — *Los "Conos de Barro" (dirt cones) del ventisquero Adela.*

Aunque el ventisquero Adela sea de tipo alpino en su parte inferior, llana y con escasas grietas, se asemeja mucho al ventisquero Torre. Está

separado de este último por una morena sobre-elevada de granodiorita clara proveniente del Mocho. A su lado hay algunas pequeñas grietas y agujeros elípticos de varios metros de profundidad, llenos de agua, que son, sin duda, restos de antiguas pequeñas "aceñas" (1).

Hay también pirámides o conos de hielo de un metro de alto, más o menos recubiertos con barro y arena, que se destacan curiosamente sobre la superficie nítida del ventisquero (foto 53). Aunque el núcleo sea de hielo, los llamaré "conos de barro", traducción de la expresión inglesa con-

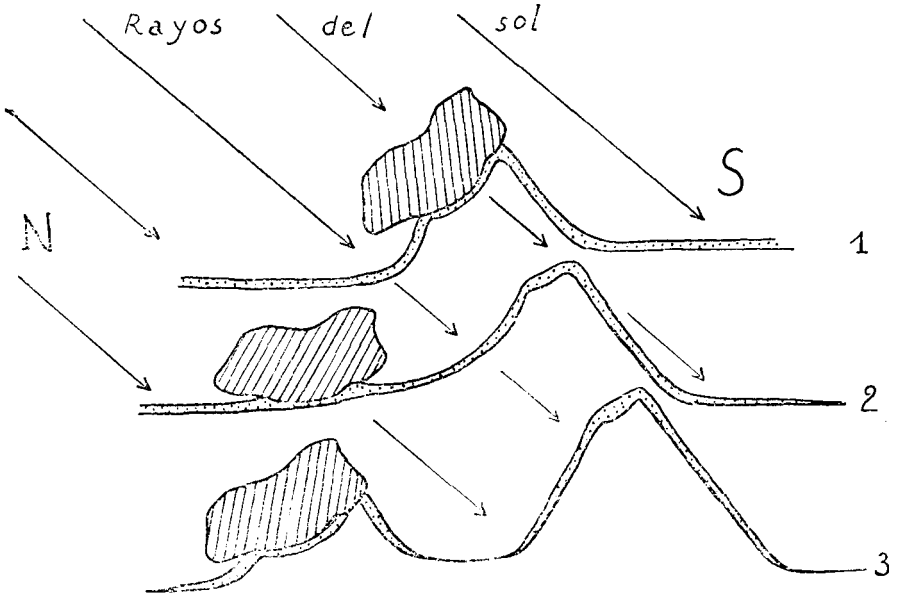


Fig. 4 — Una nueva explicación de la formación de los conos de barro.

sagrada "dirt cones". Conos semejantes han sido observados por el Padre De Agostini sobre el ventisquero Upsala y por la expedición de Kölliker sobre el ventisquero Viedma.

El origen de estos conos de barro, muy abundantes sobre ciertos ventisqueros de Islandia, ha sido estudiado por Swithinbank (10). Descartada la idea que sean pirámides de hielo recubiertas de arena acarreada por el

(1) Prefiero la voz "aceña" en vez de "molino" recomendada por el Sr. Finó para designar los agujeros por donde el agua que corre en la superficie de un ventisquero se escapa hasta el lecho, pues ese nombre viene de la analogía del ruido que hace con el de un molino o aceña.

viento (pues la capa de arena es muy gruesa, mayor en la cumbre, y la misma por todos los lados), Swithinbank observó que la mayoría de ellos tenían una pequeña grieta en la cumbre. Supone entonces que se trata de barro y arena depositados por el agua en el fondo de una grieta, que han protegido el hielo debajo, después de un muy extenso derretimiento que hizo desaparecer la grieta.

Sólo 3 de los 20 conos que observé tenían tal pequeña grieta, pero casi todos tenían en la cumbre un pequeño nicho muy ancho, inclinado hacia el Norte. La tercera parte de ellos tenían a su pie, del lado Norte, una roca caída y una tercera parte de ellos estaban alineados por 3 ó 4 en el sentido N-S. Por fin uno de ellos (a la izquierda en mi foto), mostraba de manera contundente que los conos de barro, por lo menos los del ventisquero Adela, provienen de una antigua mesa glaciar, de donde la roca se ha deslizado hacia el Norte. Mientras tanto, derritiéndose la superficie del glaciar y más el lado Norte expuesto al Sol que el lado Sur, el cono adelanta, con respecto al glaciar, hacia el Sur (fig. 4). Una misma roca puede producir varios conos de barro alineados, hasta caerse al fondo de una grieta que aparezca por allá.

III — Hielo y escarcha en las cumbres

1º — *El pequeño ventisquero de la silla del Fitz-Roy.*

Por ser imposible instalar una carpa en el viento de Patagonia, ni construir un iglú que los cristales de hielo lanzados por el viento hubieran roído rápidamente, tuvimos que instalar los campamentos altos en grutas cavadas en el hielo o la neviza (névé).

El primero, a 2000 m y el segundo a 2375 m, fueron cavados en la neviza, en el labio inferior de una "rimaye" (bergschrund). La neviza ostentaba varias vetas de hielo de 2 cm de espesor, paralelas a la superficie y distantes más o menos un metro la una de la otra.

El tercer campamento estaba cavado en la silla del Fitz-Roy, en la empinada ladera Este para estar a sotovento. En la ladera Oeste no hay neviza ni nieve alguna, sino hielo vivo, pues el viento se lleva casi toda la nieve fresca. Pero en la ladera Este hay, debajo de una pequeña cornisa, una capa de metro y medio de nieve "apiñada" por el viento, con una docena de vetas de hielo, paralelas a la superficie.

Kinzl y Schneider, que observaron las mismas vetas en los ventisqueros de la cordillera Blanca del Perú (**11**), piensan que en este último caso

las vetas de hielo separan caídas de nieves sucesivas, mientras que en el primer caso separan las caídas anuales. No creo en esta diferencia, pues a causa del viento se deposita mucho más nieve en los ventisqueros bajos que en los ventisqueros altos.

Cuando sopla el templado viento del Sur grandes escurrimientos de cristales de hielo, del tamaño de la uña, se desprenden de la silla del Fitz-Roy.

La curiosa faja de hielo que cubre la arista entre el cerro Torre y el Mocho debe tener una estructura semejante al hielo de la silla del Fitz-Roy (foto 52). En cambio, más alto, ya no se trata de hielo de ventisquero sino de escarcha, como vamos a ver.

2º — *Estudio físico de la escarcha.*

El idioma castellano designa con la voz escarcha cosas muy distintas, tanto por su aspecto como por su origen:

Primero, una delgada película de hielo, que puede cubrir como un espeso barniz resbaladizo las rocas o las aceras. Proviene de lluvia o de nieve derretida que ha formado una película de agua solidificada por el frío. La llamaré, por el color que da a las rocas, *escarcha negra* (francés: verglas; inglés: glazed frost). En el Fitz-Roy, los escaladores la encontraron a pesar de ser verano y de estar la montaña en las mejores condiciones, encima de 3000 m.

Segundo, una capa de hielo con burbujas de aire que se forma cuando una nube de agua en sobrefusión encuentra un obstáculo, como la parte anterior de un ala de avión o el suelo y se solidifica repentinamente. La llamaré *escarcha de sobrefusión* (francés: givre; inglés: rime).

Tercero, una capa de cristales de nieve que recubre los pastos después de una noche fría (francés: gelée blanche; inglés: white frost), o los árboles y las rocas bañadas por niebla a una temperatura vecina de 0º, o los cristales de una habitación caliente y húmeda cuando hace mucho frío afuera: (francés: givre; inglés: rime). En todos los casos, el agua está al principio bajo forma de gotitas de agua (niebla o rocío), y se dice en general que la tal escarcha, que llamaré *escarcha blanca,* proviene de la solidificación de dichas gotitas. La realidad es distinta, pues una gotita cristaliza con dificultad si no hay un germen de cristalización. Se forman directamente a partir del vapor de agua cristales microscópicos de nieve, que engordan por destilación de las gotas de agua vecinas (pues la tensión

de vapor saturante del hielo es inferior a la del agua, a una misma temperatura vecina de 0º (2).

La escarcha blanca se deposita sobre los árboles o las rocas del lado opuesto al viento, lo que demuestra que se forma poco a poco, en aire escasamente agitado. Si se tratara de solidificación directa de las gotitas de agua, se formaría del lado expuesto al viento, como la escarcha de sobrefusión.

Además de la escarcha, rocas o carbones pueden estar revestidos de nieve húmeda, pegada como un revoque.

3º *La escarcha sobre las agujas al borde del Hielo Continental.*

Las tres agujas del cerro Torre y las cinco agujas del cerro Grande, al borde del Hielo Continental, que permanecen casi todo el año envueltas en una nube, están en óptimas condiciones para la formación de escarcha blanca. Es posible que también se forme de vez en cuando escarcha de sobrefusión y seguro que la nieve pegada directamente sobre la aguja desempeña también un gran papel. Finalmente, la aguja tiene su cumbre en forma de bola de nieve o, hasta en las cumbres occidentales del cerro Grande, en forma de hongo de nieve, con gigantescas cornisas de 10 a 20 metros de ancho (fotos 51, 54 y 55).

No se trata de escarcha negra, pues la debilísima insolación y el frío no permiten ni siquiera la formación de neviza. Se trata de frágiles estructuras de nieve, que ofrecerán, sin duda, insuperables dificultades a los andinistas que un día las ataquen. Acumulaciones mucho mayores de nieve y escarcha se han observado en el monte Sarmiento (Tierra del Fuego) y en el misterioso cordón Risopatrón (a orillas del fiordo Falcón).

Del lado S-E o N-E, es decir, opuesto al viento, debajo de las cornisas, la nieve tiene indiscutiblemente un aspecto que ha sido observado varias veces a grandes alturas, en el nevado Alpamayo (Cordillera Blanca del Perú) a 6000 m, o en la "Arete des Choux-fleurs" del Annapurna (Himalaya Central) a 6500 m (**12**): el de "nieve plumada". Aquí la altura es sólo de 2700 m (en el Cº Grande), pero el viento y las precipitaciones son tan importantes como allá. Esto demuestra que no interviene la altura, y confirma la explicación dada por Kinzl y Schneider: la nieve plumada es debida a los remolinos al lado de una arista, del lado opuesto al viento. Se trata de escarcha blanca que se desarrolla hacia arriba, sobre conos de nieve.

---

(2) Este mismo fenómeno sirve para explicar la formación de copos de nieve a partir de una nube, copos que más abajo pueden transformarse en gotas de lluvia.

Sería muy fácil y, naturalmente, de sumo interés acercarse a las agujas del cerro Grande, que nadie ha visto de una distancia menor de 5 km. De no ser por sus hongos de nieve, el cerro Grande no sería más difícil de escalar que el Chardonnet (macizo del monte Blanco), al cual se parecería muchísimo.

CONCLUSION

Hagamos al terminar un pequeño balance de los resultados obtenidos y de los problemas que quedan por resolver.

La complicada orografía del macizo del Fitz-Roy queda perfectamente determinada, en particular la poco conocida región del cerro Pier Giorgio. Sólo quedan inobservadas las vertientes occidentales del cordón Marconi y del cordón Adela. Para observar este último se necesitaría atravesar uno de los tres portezuelos al fondo de los ventisqueros Marconi, Grande o del río Túnel, los tres únicos cuya vertiente Este parece factible trasponer con carga.

En cuanto se refiere a alturas, todo el cordón del Fitz-Roy y el cordón Adela quedan perfectamente determinados con una precisión pocas veces alcanzada en los Andes. Quedarían por determinar más exactamente:

1º — Los cerros Pier Giorgio y Pollone, con una estación trigonométrica al pie del cerro Adela Sur, sobre la morena, punto que se ve desde el cerrito Dos Cóndores.

2º — El cordón Marconi y la zona entre el río Eléctrico y el cerro Gorra Blanca, con una estación en una de las cumbres que bordean al Norte el río Eléctrico. Esa cumbre y el cerrito Dos Cóndores tendrían entonces que ser determinados con mayor precisión. Habría también que verificar la altura del cerro Polo sobre el espejo del lago Viedma.

De todas maneras, estos problemas son secundarios cuando aún quedan zonas como la que rodea el brazo Moyano del lago Viedma, casi completamente desconocidas.

Como es natural, en geología es donde he llegado a las conclusiones menos seguras, y donde hay más problemas que resolver.

Habría que seguir los contactos de las capas de pórfidos cuarcíferos con las pizarras plegadas hacia el Norte, hasta la región del lago San Martín. Habría también que ir a recoger muestras en el cerro Techado Negro y en el cordón Marconi, y buscar más fósiles, tanto en la pequeña capa caliza como en los esquistos.

Pero he mostrado sin embargo:

1º — La existencia de dos potentes capas de pórfidos en vez de una.

2º — El origen infracretáceo (y no titonense) de las pizarras plegadas intermedias, a pesar de ser discordantes con los pórfidos jurásicos que las cubren.

3º La existencia de importantes fallas Norte-Sur al Este de los Andes Patagónicos.

Por otra parte he podido prolongar el tercero y cuarto sistema de morenas de Caldenius (primero y segundo de Brüggen), y un último sistema del pasado siglo, al Norte del lago Viedma.

En glaciología creo haber demostrado que la tendencia general de los ventisqueros del Sur de Patagonia durante los veinte últimos años ha sido de estar estacionarios, explicando los casos conocidos de retroceso reciente, que son meras excepciones. El avance del ventisquero Moreno desde principios del siglo puede ser debido a un enfriamiento del agua del lago Argentino, hecho que resta por explicar, pero puede ser muy bien el signo precursor de un avance general de los ventisqueros en esa región.

Por fin hemos visto el papel importante que desempeña la lluvia en el aspecto superficial de los ventisqueros patagónicos, y encontrado un nuevo origen para los "conos de barro". En cuanto al estudio del escarchamiento de las rocas, que hago por primera vez, para ser completo necesitaría una ascensión al pie de los hongos de nieve del cerro Grande.

Creo que esos problemas pendientes pueden ser resueltos en un porvenir muy próximo, pues habrá seguramente pronto otras expediciones a esta zona de tan grandes posibilidades andinas, y se podrán añadir a ellas observadores científicos. El macizo del Fitz-Roy puede tornarse la meta predilecta de los turistas, andinistas y glaciólogos argentinos, como lo es la zona del monte Blanco para Europa. Las fotografías adjuntas a este estudio bastan para mostrar el fantástico interés turístico de esta región. Si bien el tiempo no es allí de los mejores, el clima es sumamente salubre.

Pero para desarrollar debidamente el turismo, sería necesario construir, por lo menos, un puente para camionetas sobre el río de las Vueltas y habilitar una balsa en el río Fitz-Roy, así como refugios. Es fastidioso y cansador para un turista, y mortal para la moral de una expedición, tener que permanecer muchos días bajo la carpa en medio del viento y de la lluvia. La Administración General de Parques Nacionales piensa construir dos refugios, al lado de la actual balsa sobre el río de las Vueltas y al lado del galpón de Madsen. Eso me parece aún insuficiente; un refugio ha de

constituir una meta para los turistas y un punto de partida para los andinistas, lo que no es el caso para los dos lugares citados. Un refugio ha de estar construído en un lugar con agua y leña, resguardado, con magnífica vista, adonde se pueda llegar a caballo, pero al mismo tiempo lo más alto posible, es decir, en esa región, al pie de los ventisqueros. Estas condiciones están maravillosamente unidas en dos lugares: al lado de la laguna Torre, frente a las extraordinarias agujas del cerro Torre y al espléndido ventisquero Grande, y al lado de la laguna de los Tres, frente al Fitz-Roy y a su soberbio séquito de aún invictas agujas.

Santiago de Chile, julio de 1952.

BIBLIOGRAFIA

(1) Alberto M. De Agostini S. S.: *Andes Patagónicos*. Guillermo Kraft Editor. 2ª edición: Buenos Aires, 1945. pp. 220-258.

(2) C. Hicken, F. Kühn, F. Reichert, A. Tomsen y L. Witte: *Patagonia* (2 tomos) Editados por la Sociedad Científica Alemana. Buenos Aires, 1917. Tomo II pp. 273 y sig.

(3) Federico Finó: *Pequeño glosario andino*. Memoria 1947 del Club Andino de Bariloche, pp. 89-99, Buenos Aires, 1947.

(4) Egidio Feruglio: *Descripción geológica de la Patagonia* (3 tomos). Editado por la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Buenos Aires, 1949. Tomo I pp. 42, 63 y 170.

(5) Wilhem Röhmeder: *Beitrag zur Kenntnis der diluvialen Vergletscherung des Cerro Fitz-Roy in den Südanden*. Die Erde, Nº 1, pp. 104-109. Berlín, 1950.

(6) Arnold Heim: *Informe sobre un estudio glaciológico en el parque nacional Los Glaciares*. Editado por la Administración General de Parques Nacionales. Buenos Aires, 1946.

(7) Brüggen: *Geología de Chile*. Editado por el Instituto Geográfico Militar de Chile. Santiago, 1950.

(8) Robert L. Nichols y Maynard M. Miller: *Glacial geology of Ameghino Valley*. *Geographical Review*, Vol. 41, Nº 2, pp. 274-294. Abril 1951.

(9) Robert L. Nichols y Maynard M. Miller: *The Moreno Glacier*. Journal of Glaciology, Vol. 2, Nº 11, pp. 41-50. Londres, marzo 1952.

(10) Charles Swithinbank: *The origin of dirt cones on glaciers*. Journal of Glaciology, Vol. 1 Nº 8, pp. 461-465. Londres, marzo 1952.

(11) Hans Kinzl y Erwin Schneider. *Cordillera Blanca*. Universitäts Verlag. Innsbrück, 1950.

(12) Maurice Herzog et Marcel Ichac: *Regards vers l'Annapurna*. Arthaud editor. Grenoble, 1951, p. 66.

INDICE

Pág.

Presentación 5

Introducción 7

PRIMERA PARTE: Cartografía 13

I—Generalidades (13); II — Ubicación de los cerros (15); III — Alturas de los cerros (16); IV — Nomenclatura de los cerros, lagunas, ventisqueros (18).

SEGUNDA PARTE: Geología 25

I — Generalidades (25); II — Sedimentos y vulcanitas de la parte Sur (26); III — Sedimentos y vulcanitas de la parte Norte (29); IV — El stock de plutonitas (32); V — El trabajo de los hielos (36).

TERCERA PARTE: Clima y vegetación 41

I — El viento y sus consecuencias (42); II — Precipitaciones y temperaturas (43); III — Climas locales y vegetación (45).

CUARTA PARTE: Glaciología 49

I — El supuesto retroceso de los ventisqueros (49); II — El ventisquero Torre (54); III — Hielo y escarcha en las cumbres (57).

Conclusión 60

Bibliografía 63

Indice 64