

INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS EN LA REGIÓN NORTE DE LA PATAGONIA

DURANTE LOS AÑOS 1897 A 1899 ¹

POR EL DR SANTIAGO ROTH

Jefe del Departamento de paleontología (vertebrados) del Museo de La Plata

(Conclusión)

IV

LA REGIÓN AL SUDESTE DEL RÍO CORCOVADO HASTA EL LAGO FONTANA

De casa Vargas salimos en dirección a los nacientes del río Genoa, siguiendo un antiguo curso de una corriente de hielo continental, que tenía su salida a la Pampa de Genoa. El río Corcovado, desde su salida del lago General Paz hasta la casa Vargas cruza una comarca de colinas bajas. Este lago se halla a 860 metros sobre el mar y el río en casa Caramillo 800 y en casa Vargas 725 metros, así que en una extensión de unos 40 kilómetros tiene un declive de 135 metros. En todo este trayecto ninguna de las colinas se eleva 300 metros sobre el nivel del río y en muchas partes no pasan de 50 metros.

El terreno bajo, por donde el hielo continental tenía su salida a la Pampa de Genoa, casi no tiene declive y el hielo continental corría entre dos cordones de sierras bajas, que llevan una dirección predominante de noroeste a sudeste. Un cordón comienza en la mencionada colina, que se halla del lado oeste del río Corcovado entre las casas Vargas y Caramillo; tiene la altura de 760 metros y se une con el Cerro Diablo, que se eleva a 1240 metros sobre el mar. El otro cordón arranca del Cerro Nixen, atraviesa la Pampa Grande y se une con el cordón de la

¹ Véase la primera parte de este trabajo, en el tomo XXVI, página 333 de esta Revista.

Esta segunda parte de la descripción, sólo fué corregida por el autor en los originales, antes de entregarlos a la imprenta. (N. de la D.)

Sierra Putrachoique; los picos más altos varían entre 100 y 1200 metros.

La condición morfológica de esta comarca contrasta mucho con la de la Cordillera con sus agrupaciones de macizos y depresiones; el terreno bajo entre los dos cordones presenta el aspecto de antiguos valles de erosión, pero lo singular es que no tiene declive. El estero que se halla en la orilla oriental del río Corcovado, donde se encuentra la casa Caramillo, está a 800 metros sobre el mar y en la misma altura se halla la Pampa, donde termina el cordón Putrachoique. La particularidad de que este valle, en el que desembocan numerosos arroyos, no tenga declive, es debida a la circunstancia, que se ha rellenado de rodados fluvio-glaciales y que los arroyos han abierto sus cauces en estos depósitos. Se observan en medio del valle terrazas que se elevan 80 y más metros sobre el « talweg » y en algunas partes afloran también capas de arenisca roja, que constituyen las colinas vecinas.

Cerca de la casa de Vargas hay una terraza compuesta de depósitos glaciales de 765 metros de altura, en que se halla el estero que se extiende hasta la Pampa Grande, donde nace el afluente principal del río Teka y un arroyo, que desagua en el río Corcovado.

Este arroyo ha abierto su cauce al través de un terraplén, compuesto de depósitos glaciales y de capas lacustres. Resulta que este estero forma una división de las aguas continentales. Pasando un cordón de rodados glaciales, que atraviesa todo el valle, se llega a la hoya Catango, la que forma también un estero, que se halla en una altura de 815 metros. En ella desaguan numerosos arroyos, que nacen en unas colinas de más de 1000 metros de altura. Esta hoya no tiene desagüe. Separado de un terraplén glacial de 885 metros de altura, que también atraviesa todo el valle, se encuentra otro estero, mucho más extenso, que el de Catango, con una gran laguna, la que se halla a 865 metros de elevación. Este terraplén es la parte más alta de todo el valle. Del lado oeste los arroyos, que nacen en él, corren al río Corcovado y en el este se unen con el río Nirihuau.

Resulta, pues, que aquí tenemos en depósitos glaciales que se hallan en un valle un « *Divortium aquarum* interoceánico ». Este es uno de los parajes más interesantes para investigaciones sobre el régimen de las corrientes de hielo continental, que en otros tiempos tenían su salida a la región subandina; se pueden estudiar en todos sus detalles los fenómenos que se han producido durante el retiro de los glaciares a la alta Cordillera.

En el valle, por donde corre este afluente del río Nirihuau hasta el punto de su unión con el río Putrachoique, existe una zona sembrada de grandes bloques erráticos, los que se hallan en medio de cantos más o menos redondeados, faltando el detritus fino característico de las morai-

nas. A primera vista se nota, que se trata de materiales dejados por una corriente de hielo al retirarse a la alta Cordillera. Si no fuera por los grandes bloques de rocas que hay, se tomarían por depósitos fluvio-glaciales, como los que existen en la Precordillera y en la región tabular, en los que faltan, empero, precisamente los grandes cantos erráticos. Tampoco presentan el carácter de una moraina frontal, porque no forman una masa confusa de limo y cascajos angulosos como dejan los ventisqueros al retirarse, sino el material lavado y redondeado, como lo depositan los ríos. Examinando los rodados resulta que se componen en gran parte de rocas exóticas de la localidad y que hay pocos guijarros de las rocas, que constituyen las sierras vecinas.

En la parte más alta de estas sierras faltan las morainas y solamente en una u otra quebrada existen restos de morainas laterales. Sorprende, que en los cerros, que pasan de 1200 metros de altura no haya ventisqueros, mientras que en la Cordillera Central, mucho más al norte estos bajan hasta 400 y 300 metros. Es un fenómeno general, que en la zona subandina y en la región tabular de la Patagonia, donde hay enormes capas de rodados fluvio-glaciales, que llegan hasta la costa atlántica, no hay morainas y de que en montañas, que pasan de 2000 metros de altura faltan los ventisqueros. Es por esta razón que algunos geólogos que las han visto solamente en la parte tabular de la Patagonia y no llegaran a la Cordillera, sostienen la opinión de que los rodados tehuelches no son de origen glacial; Darwin y otros viajeros los suponían de origen marino. Este enorme depósito de rodados, que se extiende desde el río Colorado hasta el sur de la Patagonia, ha llamado la atención a todos los viajeros; Darwin dice que es quizá, la capa más grande de guijarros que hay en el mundo. Para explicar la procedencia de este material hay que tener en vista, que esta región presenta condiciones glaciales excepcionales.

Antes de continuar con la descripción de las condiciones geológicas, que se observan en la comarca entre el río Corcovado y el Cañadón de Genoa, creo conveniente tratar ligeramente aquí los fenómenos glaciales, como se presentan en general en la Patagonia y los que no se hallan en el informe entregado al doctor Moreno.

Los fenómenos glaciales tan particulares, que se observan en la Patagonia, se deben sin duda alguna a las condiciones climáticas excepcionales, que a su vez están relacionadas en gran parte con el origen de la Cordillera. En el lado oeste tenemos la alta Cordillera que se eleva en forma de una muralla y que se extiende de norte a sur y en el este hay una región tabular, que llega hasta el Atlántico. Se notan bien claramente dos zonas climáticas, que concuerdan con la geomorfología del terreno.

En la región tabular hay un clima seco y en la alta Cordillera este es

excepcionalmente húmedo; el cambio es casi repentino. Sucede que cuando la Cordillera se halla envuelta en espesas nubes y que llueve a torrentes, a poca distancia en la zona subandina reina un tiempo hermoso y las mesetas están bañadas del sol. Los indios, que nos acompañaron en las expediciones solían decir que las tormentas de agua de la Cordillera, fuera de ella se trasformaban en viento.

Se entiende, que la vegetación está relacionada con las condiciones climáticas y a este respecto se nota también un cambio brusco. Mientras que las montañas en la Cordillera están cubiertas de espesos montes, casi impenetrables, que bajan hasta los valles y los lagos, las mesetas de la región tabular están desprovistas de montes.

En la parte donde los lagos penetran adentro de la Cordillera, crecen en las paredes casi perpendiculares, altos árboles y en los puntos donde están rodeados de mesetas y de colinas el monte presenta un aspecto raquíutico. El contraste de la vegetación entre las dos partes de los lagos es sorprendente y esta diferencia no es debida a la composición del terreno, si no al clima. En toda la región tabular faltan totalmente los montes en su verdadero sentido, presentando ésta el carácter de estepas áridas, y se ven solamente arbustos bajos, muy espinosos, y matas, separadas una de otra por espacios de suelo sin vegetación; todo el paisaje tiene un aspecto pardusco y únicamente en los cañadones se nota uno u otro manchón verde. El viajero que ha atravesado la monótona, desolada región tabular, queda encantado al entrar en los montes de la Cordillera con su vegetación maravillosa, donde árboles de 50 metros de altura no son raros.

El mismo contraste presentan los fenómenos glaciales; las morainas llegan hasta el límite de la región de montes, donde comienza la zona de los rodados.

He cruzado la región tabular entre los ríos Limay y Deseado en diversas direcciones y no he visto una sola moraina, ni cosa parecida, a pesar que hay montañas de considerable altura. El cerro Anecan Grande, por ejemplo, que se eleva en medio de la zona tabular a más de 2000 metros, nunca ha estado cubierto de hielo, pues faltan todos los vestigios glaciales, mientras que las planicies vecinas están cubiertas de espesos mantos de rodados patagónicos, compuestos de rocas, que no existen en la misma comarca y las que seguramente no han sido transportadas por el hielo a este lugar, puesto que no se diferencian en nada de los guijarros que depositan los ríos.

Antes de conocer la Cordillera del lado del Pacífico, opinaba como otros viajeros, quienes únicamente han visto la parte tabular de la Patagonia, de que los rodados llamados tehuelches, no sean de origen glacial, pero más tarde me he convencido que este material ha sido transportado por ríos que salían de grandes glaciares, como lo sostenía el doctor F. P. Moreno, quien conocía la alta Cordillera.

Con esto no quiero decir que en la costa Atlántica no existen capas de rodados, depositados por corrientes marinas. Efectivamente, en la bahía San Blas las corrientes marinas depositan actualmente materiales, compuestos de la misma clase de rocas que los rodados fluvio-glaciales. En el presente caso se trata, empero, de guijarros redepositados, como los rodados fluvio-glaciales que proceden primariamente de los glaciares, han sido también revueltos y redepositados continuamente por las corrientes hasta llegar a la costa atlántica.

Como en el litoral se observan sobre las mesetas, en alturas donde hoy no llega el mar, rodados mezclados con conchas marinas y se deducía que todos los rodados patagónicos tenían que ser de origen marino y que el mar en tiempos glaciales se extendía hasta la Cordillera.

Cerca de Carmen de Patagones el doctor Lutz Witte encontró en las mesetas, en una altura de unos 30 metros sobre el mar, en las capas de rodados, fragmentos de ostras y de otros moluscos y supuso, que el mar en un tiempo hubiese llegado a esta altura, pero aquí se trata solamente de un movimiento eustático muy reciente, en que se elevó esta parte de la costa.

Witte, después de haber estado en la Patagonía Austral, no ha cambiado de opinión y más adelante tendré que ocuparme de su trabajo.

Florentino Ameghino admitía que los rodados tehuelches procedían de glaciares, pero suponía también, que habían sido depositados en el mar, que llegaba hasta la Cordillera. Su hermano Carlos había encontrado en capas de rodados la *Ostrea patagonica* y de este hecho Florentino deducía que el tiempo glacial hubiese comenzado en la Patagonia en tiempos miocenos. He observado a Carlos, de que pudiese tratarse de un banco más antiguo que los rodados fluvio-glaciales, pero él me afirmó que había encontrado estas ostras en rodados sueltos, arriba de las mesetas. No dudo de sus afirmaciones, pero como en esas mesetas afloran yacimientos marinos de la formación patagónica, las ostras bien pueden provenir de ellos. Las ostras son muy resistentes y pueden ser arrastradas por el agua a considerables distancias sin que se deterioraren mucho. En los depósitos fluvio-glaciales que rodean la cuenca de Vidal abundan la *Ostrea Ameghinoi* y *Gryphaes Rothi*, características para el piso rocanense, lo que demuestra que han sido acarreadas por corrientes, que pasaban por depósitos de este piso. Los mismos fósiles se encuentran en el pueblo de Roca en depósitos aluviales. También en frente de Trelew he visto en rodados fluvio-glaciales, moluscos, provenientes de la formación patagónica. En todos estos casos se trata de fósiles que se hallan en posición secundaria. En cambio existe en Puerto Madryn un banco de conglomerados, que contiene la *Ostrea patagónica* y otros moluscos que abundan en los estratos marinos en Entre Ríos en posición primaria. En este caso no se trata de un banco de congló-

merados correspondientes al piso tehuelche, puesto que están separados de los rodados fluvioglaciales sueltos por un espeso depósito de arenisca.

El doctor Adolfo Doering ha creado el término «piso tehuelche» para los depósitos de rodados fluvioglaciales cuaternarios de la Patagonia y lo ha definido bien claro, por lo tanto no debe emplearse este nombre para depósitos de conglomerados y rodados más antiguos y de otro origen.

Más tarde Ameghino estableció una formación tehuelche, incluyendo en ella capas de rodados de edad miocena, pliocena y cuaternaria, que los consideraba de origen glacial. Esto ha dado lugar a la gran confusión, porque otros autores siguieron su ejemplo.

El doctor A. Keidel en un trabajo publicado en la *Revista de la Sociedad Científica Alemana* de Buenos Aires, se propuso resolver el problema de los rodados tehuelches y sometió a una crítica lo que se ha publicado a este respecto, pero suspendió la publicación sin resolver nada y sin dar su opinión ¹. Parece que él no admite que sean de origen glacial, por lo menos manifiesta que nadie ha demostrado, que las capas de rodados, que se hallan arriba de las mesetas o en las terrazas más bajas en la Cordillera o en sus inmediaciones, estén realmente en conexión con las morainas cuaternarias. Sin embargo el doctor F. P. Moreno y otros viajeros lo han demostrado. En un trabajo, que he publicado en el año 1907, hablando de las morainas y rodados fluvio-glaciales, dije textualmente ²: «Así los ventisqueros transportaron el detritus de la Cordillera a las planicies. De aquí los torrentes, ríos y arroyos llevaron el material sobre la región tabular hasta la costa del mar.» El doctor Keidel ha estado en la región de Genoa y si hubiera llegado hasta la Cordillera Central, habría visto que las capas de rodados que se hallan sobre la planicie subandina, más al oeste, están directamente en contacto con morainas. En cambio tiene razón, cuando dice, que no es exacto que las capas de rodados tehuelches se extienden sobre todas las mesetas de la Patagonia. En realidad estas faltan en muchas partes y a veces se han confundido con conglomerados mucho más antiguos. En las barrancas de la Confluencia en Neuquen y en muchas partes de las mesetas en el río Limay, la formación de la arenisca roja termina en la parte superior en un espeso banco de conglomerados, al que en mis primeros viajes había tomado por rodados tehuelches, resultando empero, que se componen de las mismas clases de rocas que los conglomerados, que se hallan en el medio de la arenisca roja, y encima de la toba gris clara.

Los geólogos Windhausen, Wichman y Schiller han incurrido en el

¹ *Zeitschrift des deutschen wissenschaftlichen Vereins*, Heft 5 y siguientes de los años 1917 y 1918, Buenos Aires.

² *Revista del Museo de La Plata*, tomo XVI, página 176, 1907.

mismo error ; pero no cabe la menor duda, que estos conglomerados no son de origen glacial sino mucho más antiguos que los tehuelches. En ellos faltan los rodados de rocas neovolcánicas, predominando los guijarros calcedónicos, que faltan por completo en las morainas.

En las mesetas del río Limay los rodados fluvio-glaciales se hallan en muchas partes encima de los conglomerados y forman una faja de unos 20 kilómetros de ancho a ambos lados del curso del río, continuando por el río Negro hasta la costa del mar. Más al sur hay una ancha zona en que faltan los rodados fluvio-glaciales y en algunas planicies hay pedregullos provenientes de los conglomerados de la formación de arenisca roja. Los rodados, que a ambos lados del río Limay se encuentran encima de los conglomerados, se componen del mismo material que los que se hallan en el valle, solamente que los últimos están en un nivel más bajo de 30 metros y se ve bien claro que en las dos partes han sido depositados por un gran río. Lo que sorprende es que éste haya cavado en tiempos tan cortos un valle de varias leguas de anchura, fenómeno que se observa también en otros ríos y cañadones, que cruzan la región tabular de la Patagonia. Es muy significativo, que a lo largo del curso de los ríos y cañadones las planicies estén cubiertas de un manto de rodados, mientras que en las mesetas más apartadas éstos faltan y en cambio hay material detrítico de otras clases de rocas.

Sin entrar aquí en otros detalles referentes a la cuestión de los rodados tehuelches, de los que me tendré que ocupar todavía a menudo, quiero demostrar lo siguiente :

1° Que en la región tabular al norte del río Deseado no existen morainas, sino únicamente rodados fluvio-glaciales y que por lo tanto esta parte de la Patagonia nunca ha estado cubierta de hielo ;

2° Que se observan las señales de varios englasamientos, los que han estado limitados empero a la Cordillera, donde existen las profundas hendeduras de origen volcánico, en las que se hallan los golfos, fiords y los grandes lagos ;

3° Que los fenómenos glaciales de los diversos englasamientos presentan condiciones tan excepcionales, como el clima que reina actualmente en la Patagonia, que es húmedo en la parte oeste y seco en la del este y que la temperatura media del lado del Pacífico no es tan alta en el verano y en el invierno menos baja, que del lado este ;

4° Que el hielo continental del último englasamiento, que no ha terminado aún en la parte austral, ha llegado por lo menos hasta el volcán Lanin entre los grados 39 y 40 de latitud sur.

El hielo continental del último englasamiento retrocede gradualmente hacia el sur ; entre los grados 40 y 46 de latitud se han conservado grandes glaciares, que en algunas partes bajan hasta los valles, que no

pasan de 300 metros de altura sobre el mar, mientras que al sur del lago Buenos Aires la parte baja de la Cordillera del lado del Pacífico está cubierta todavía hoy de un mar de hielo coherente, en que sobresalen los picos más altos de las montañas como islas en el océano.

El enorme campo de hielo coherente, que tiene más de 600 kilómetros de largo por sólo unos 70 de ancho y que llena casi todas las depresiones de la Cordillera desde el cerro Balmaceda en el Seno Última Esperanza ($51^{\circ}30$ lat.) hasta más al norte del cerro San Valentín ($46^{\circ}50$ lat.) ha llamado la atención a todos los viajeros en la Patagonia Austral y dicen que presenta un aspecto como Groenlandia.

No conozco personalmente la parte austral de la Patagonia ¹. La región es poco explorada a causa de las dificultades que presenta para penetrar al interior y se suponía antes, que hubiera zonas libres de hielo. El doctor F. Reichert se propuso en enero de 1921 cruzarlas desde el Pacífico, en vista de haber fracasado las tentativas anteriores de hacerlo, saliendo del lado argentino, pero tampoco consiguió su objeto. La Sociedad Científica Alemana de Buenos Aires había costeado en el año de 1916 una expedición para practicar investigaciones en esta zona de hielo continental. Los expedicionarios establecieron un campamento general en el valle Túnel al pie del cerro Huemul, que se halla al oeste del lago Viedma. Con el fin de orientarse respecto a la ruta a tomar para llegar al Pacífico, practicaron primeramente algunas exploraciones, habiendo subido, por ejemplo, al cerro Huemul de 2615 metros de elevación. Si bien no lograron llenar todo el programa, el doctor Lutz Witte y el señor Alfredo Kölliker, que formaron parte de esta comisión, consiguieron franquear el *divortium aquarum* y comprobar con toda evidencia, que no existe un paso [libre de hielo entre el lago Viedma y el Pacífico.

El diario, que publicó Kölliker del viaje por esa región, desconocida hasta ahora, contiene interesantes observaciones científicas. Él tomó numerosas fotografías, las que permiten formar un juicio de las condiciones del hielo en la Patagonia Austral. Para mejor ilustración reproduzco dos vistas muy características, que contribuyen a comprender

¹ En la publicación de la Sociedad Científica Alemana, *Patagonia*, tomo II, página 255, 1917 el doctor Franz Kühn, da los siguientes datos referente al hielo continental en el Lago Viedma. Dice: « Esta gran masa de hielo forma una faja ininterrumpida desde el Cerro Balmaceda (Última Esperanza) en $51^{\circ}30$ latitud sur hasta la quebrada del Río Pascua (desagüe del fjord septentrional del Lago San Martín) en 48° latitud sur, es decir, se extiende sobre $3\frac{1}{2}$ grados de latitud o casi 400 kilómetros, y más al norte, desde el Canal Baker hasta el río Huemul con una extensión meridional de otros 250 kilómetros y con un ancho variable entre 40 y 70 kilómetros en el promedio. En la literatura científica este fenómeno es conocido bajo el nombre de Hielo Continental Patagónico. »

los fenómenos glaciales post terciarios, que se observan en la Cordillera de la parte norte de la Patagonia. En ellas se ve que todas las depresiones están rellenas de hielo y que presentan condiciones completamente diferentes de los glaciares tipo alpino.

En el panorama tomado en el centro del hielo continental, se observa, que los glaciares de las quebradas se unen en un extenso campo de hielo, en que asoman en forma de islas los cordones y macizos, que no están cubiertos totalmente de hielo.

En el panorama tomado en el cerro Huemul se pueden ver las corrientes, que se apartan del campo central de hielo y salen por las quebradas hacia el este a la región tabular. En el plano que acompaña la descripción de Kölliker se ve que una corriente llega al lago Viedma, otra al valle Túnel y que una tercera toma la dirección al lago San Martín. Estas corrientes de hielo se encuentra actualmente en un período de retroceso hacia la cordillera central. Mencionaré solamente lo que dice el señor Kölliker en su diario ¹ después de la ascensión al cerro Huemul: «Lo que podemos contemplar en esta depresión nos asombra sobremanera. Una enorme planicie de hielo, que se pierde en la neblina hacia el horizonte, se extiende al sur y sudeste ilimitadamente. Esta enorme planicie, que en lo sucesivo, por su dimensión, no podrá llevar el nombre de glaciar o ventisquero, nos induce a buscar una nueva expresión para determinar con mayor exactitud semejante formación andina. Hablaremos más adelante de estas planicies, denominándolas los hielos continentales», siendo también este nombre poco expresivo para tal formación geológica. Los hielos continentales hasta ahora conocidos, de los cuales los mejores estudiados son los hielos continentales de Groenlandia, demuestran formaciones en un todo diferentes a estas planicies heladas.

En la Patagonia se observan sin duda condiciones glaciales excepcionales; no se conoce otra región de la tierra, donde una faja tan angosta de hielo continental se extienda, independiente de la altura del terreno, tanto hacia la zona cálida. En la región del lago Viedma toda la parte baja de la cordillera hasta el Pacífico está cubierta de hielo y solamente en el lado oriental se pueden estudiar los efectos que han dejado las corrientes de hielo al retirarse a la cordillera central. ² Más al norte de la Patagonia en cambio, por ejemplo, en la región del lago Nahuel Huapí, el hielo continental del último ciclo de englasamiento se ha desmembrado en glaciares aislados, bien individualizados y se pueden estudiar

¹ *Patagonia*, editado por la Sociedad Científica Alemana, tomo II, página 343, 1917.

² Los estudios que han publicado Kühn, Kölliker y Witte contienen interesantes observaciones sobre la retirada de la corriente de hielo en el valle Túnel; véase *Patagonia*, editada por la Sociedad Científica Alemana, tomo II, 1917.

los fenómenos del deshielo en sus detalles al través de toda la cordillera.

El Tronador, que se halla casi en el 41° de latitud sur y que tiene solamente una altura de 3460 metros, está cubierto en todos sus lados por grandes ventisqueros; algunos de ellos descienden hasta 350 metros sobre el nivel del Pacífico, mientras que las montañas de más de 2000 metros de elevación en la zona subandina están desprovistas de nieve perpetua (Firnschnee); únicamente el volcán Lanin, que se halla un grado y medio más al norte y que tiene una altura de 3770 metros, presenta análogas condiciones; también en este existen ventisqueros, que descienden hasta los valles. Se suele comparar el Tronador con la montaña Jungfrau en Suiza, pero las condiciones glaciales son muy diferentes. En la Jungfrau, que se halla en el 49°30' de latitud y que tiene una altura de 4167 metros, los ventisqueros no bajan hasta 2000 metros sobre el mar (Eismeer está a 3000 metros), mientras que en el Tronador, que está unos 8° más cerca del ecuador los ventisqueros bajan, como acabo de decirlo, hasta 350 metros sobre el mar ¹.

El macizo volcánico Tronador ² que se halla en el centro de la cordillera, es comparable a una heladera, donde se ha conservado el hielo del englasamiento pleistoceno.

Resulta de la publicación del doctor Reichert, quien ha subido a esta montaña, que faltan los grandes campos de nieve, que, en los Alpes, alimentan los glaciares; puesto que la cumbre se halla cubierta de hielo son « ventisqueros muertos » (como los llama Hauthal) que están en el período de retroceso. En la parte inferior hay encima del hielo altos cordones de morainas, cubiertas de montes de arbustos bastante altos,

¹ Ninguno de los ventisqueros actuales en Suiza baja a 1000 metros sobre el mar.

² El doctor Reichert cree que es un error, si Balley Willis llama al Tronador volcán, y dice: Para rectificar este grave error sostenemos firmemente que el Tronador es tan poco volcán como el Aconcagua; aquel cerro nada tiene que ver con una formación volcánica, sino porque, geológicamente, es un macizo de rocas cristalinas a semejanza de los macizos de los Alpes centrales. Ciertamente el Tronador no es un volcán en actividad, pero es una montaña formada por acciones volcánicas como el volcán Calbuco y no por plegamientos como los Alpes. Parece que no considera las rocas graníticas de origen volcánico, puesto que manifiesta que el zócalo está construido de rocas graníticas y la cumbre por una brecha volcánica. En el mes de febrero de 1922 he estado con el doctor Schiller en el Rigi, que forma parte de este macizo. En la cumbre aflora granodiorita, que termina en una brecha compuesta de fragmentos de rocas volcánicas, que se hallan en una masa de magma granítica. La brecha está cubierta de un manto de rocas efusivas y de lava porosa. Capas sedimentarias no he visto en todo el macizo del Tronador, pero en el camino del paso por el hito aflora una roca volcánica completamente cristalina, de secreción laminosa, que ha sido tomada por esquistos cristalinos.

En los escombros glaciales de los ventisqueros del Tronador no existen tampoco rocas sedimentarias; las que abundan son cantos de rocas granodioríticas y de brechas volcánicas.

lo que demuestra, que el hielo no se renueva. Lo particular es que los cordones de 50 a 100 y más metros de altura, que se hallan sobre el hielo, presentan el carácter de morainas frontales y no de superficiales. Reichert dice (*loc. cit.* pág. 47): «Según nuestras observaciones hechas en cuatro años consecutivos, podemos afirmar que los ventisqueros que hemos visitado, carecen de movimiento de avance y que, por el contrario, son estacionarios y hasta retroceden.»

De estos fenómenos me ocuparé más adelante.

Durante los englasamientos cuaternarios, toda la comarca estaba cubierta por un mar de hielo continental hasta mucho más al norte del Tronador; los lagos, valles y todos los accidentes del terreno se hallaban rellenos de una capa de hielo coherente, como es el caso actualmente en la Cordillera Austral. Una corriente de hielo pasó por encima de los cerros Tres Hermanos, que se encuentran en el fondo del brazo de Puerto Blest del lago Nahuel Huapí y llegó hasta la zona subandina. Los Tres Hermanos, compuestos de rocas granodioríticas, presentan la forma característica de las *roches moutonnées*. En la cumbre del Cerro Otto de 1100 metros de altura y en Bariloche existen enormes bloques erráticos. También en los cerros, que corresponden ya a la zona subandina, se observan materiales, que provienen de una corriente de hielo. El curso del río, que salía de este glaciar, está bien marcado por los rodados fluvioglaciales en las planicies del lado sur del río Limay, los que se pueden seguir hasta la costa atlántica. He visto solamente en Puerto Blest vestigios de englasamiento del terciario superior y los cordones de rodados glaciales sin bloques erráticos, que hay en el sur del lago Nahuel Huapí, corresponden probablemente al último englasamiento de la cordillera.

Del lado del Pacífico se distinguen claramente los depósitos de tres períodos glaciales. Una separación de los depósitos del último englasamiento general de los del pleistoceno es difícil de hacer; lo que se nota bien es que los glaciares de este lado de la cordillera han retrocedido en tiempos más recientes, que los del lado oriental.

En la parte oeste del lago Llanquihue hay grandes depósitos glaciales compuestos de limo, areniscas y conglomerados, los que en algunas partes se hallan en posición algo perturbada. Encima de éstos se encuentran, en posición discordante, detritos glaciales sueltos con bloques erráticos. Los primeros depósitos corresponden seguramente al englasamiento, que tuvo lugar durante el terciario superior y los segundos al de los tiempos cuaternarios.

Los efectos del deshielo del último ciclo de la congelación general de la cordillera se pueden estudiar bien en los lagos Llanquihue, Todos los Santos y del Valle Peulla, los que se hallan en una depresión de origen volcánico. Los lagos Llanquihue y Todos los Santos, que han

quedado separados por una corriente de lava que salió del volcán Osorno en tiempos muy recientes, presentan una forma análoga al Seno de Reloncavi. El lago Todos los Santos está formado de varios brazos, que penetran en las altas serranías como los fiords en el Pacífico. El valle Peulla formaba antes también un brazo de este lago, lo mismo que los de Cayutue y de Río Blanco; otro brazo penetró entre los cerros Techado y Boquete, donde se ha conservado un hermoso lago, separado ahora por un cordón de morainas. En el paraje de « La Cantera » hay otra hendedura entre altas montañas, por la que corre el Río Tronador, que nace en un ventisquero. El valle del Río Peulla, que principia en la muralla del gran ventisquero, forma en casa Pangue un rápido codo. Estas hendeduras, en las que antes existían lagos, están rellenas de detritos glaciales.

En el lado superior del lago Llanquihue hasta el de Todos los Santos, los depósitos glaciales están cubiertos de detritos y lavas volcánicas recientes, provenientes de los volcanes Osorno y Calbuco. El valle Peulla termina en una terraza, compuesta de materiales glaciales, la que se eleva unos 30 metros sobre el nivel del lago. En esta parte se ha formado en él un gran delta (« vega ») de unos 5 kilómetros de largo, que en las grandes crecientes se inunda.

El valle tiene una extensión aproximada de 25 kilómetros y la pendiente del « *thalveg* » no alcanza a 150 metros. En la parte inferior el río Peulla y los arroyos han cavado profundos cauces al través de los depósitos glaciales, cubiertos de montes vírgenes con árboles de 30 a 50 metros de altura. Donde el río Tronador entra en el valle, que es muy plano y en gran parte desprovisto de montes, el agua no corre por cauce fijo. Los dos ríos se dividen en numerosos brazos, que cambian continuamente el curso, pasando por los montes, como por el terreno limpio. Para cruzar el valle en la Cantera he tenido que pasar por trece brazos. Más arriba, hasta cerca de Casa Pangue existen altos montes y donde el valle forma el codo, el río se divide nuevamente en numerosos brazos, presentando un ancho lecho, como puede verse en la lámina.

En el último englasamiento general, toda la depresión, en que se hallan los lagos y el valle, estaba rellena de una enorme capa de hielo y por las rocas pulidas en forma de *roches moutonnés* se conoce bien que la corriente de hielo llegó a grandes alturas. Igualmente se puede reconocer el retroceso del glaciar por las morainas laterales, que han quedado en las faldas de las montañas y por los grandes bloques erráticos en la depresión. Así, por ejemplo, se divisan en tiempo tranquilo, en el fondo del lago Llanquihue, donde no es muy hondo, grandes bloques erráticos, llevados allí por corrientes de hielo y en el paraje de Casa Pangue se halla un bloque errático con árboles, habiéndose construido encima una casa. El plan del valle está cubierto de cantos rodados

y si no fuera por los bloques erráticos, que asoman en algunas partes, no se diferenciarían en nada de los materiales, que depositan los ríos, que no nacen en ventisqueros. De la lentitud con que retrocedió el hielo continental en esta comarca, se puede formar una idea teniendo presente que desde el último englasamiento la corriente de hielo en el valle Peulla no retrocedió, ni 30 kilómetros del lago Todos los Santos. La cumbre más alta se divide en tres picos, separados por boquetes rellenados de hielo. Del lado este baja una corriente de hielo, que forma el ventisquero anterior y del lado oeste desciende el ventisquero posterior: los dos llegan hasta el plano del valle Peulla. El ventisquero posterior nace en un gran campo de hielo, que sube hasta los picos medio y posterior y el otro nace también en un campo de hielo, que llega al pico anterior. Según Reichert se trata de hielo compacto y no de nieve fina.

Las dos corrientes de hielo descienden por angostas quebradas, separadas por una pared en forma de cono y cubierta de montes vírgenes. Estos glaciares presentan condiciones tan particulares, como el hielo continental en la Patagonia Austral, pero hasta ahora han sido poco estudiados. Los doctores L. Wehrli y Bruch los han visitado en los años 1897 a 1898 y sacaron de ellos hermosas vistas fotográficas.

En febrero de 1909 los doctores Reichert, R. Helbling y J. Bade hicieron la primera tentativa de ascender a la cumbre del Tronador, pero a causa de una densa neblina y de una lluvia torrencial tuvieron que regresar al campamento sin lograr llegar a la cima mas alta. Dos años después Reichert, acompañado de un indio y de un chilote hizo nuevas exploraciones; esa vez llegó a una altura de 3360 metros, donde una pared inaccesible le impidió llegar hasta la última cima, que sobresale solamente unos 80 metros de la plataforma, donde estuvo. En esta ocasión hizo interesantes observaciones en el ventisquero posterior; parece que esta corriente de hielo desciende sin interrupción hasta el valle del río Peulla donde termina en una altura de 400 metros. No he estado en este ventisquero, pero conozco la parte inferior del ventisquero anterior y he visto de cerca la parte superior desde la cima del Rigi.

Esta parte superior está formada de un campo de hielo blanco, mientras que la inferior se halla cubierta completamente de detritos glaciales, y no presenta el aspecto de un ventisquero. En el valle, donde termina a una altura de 350 metros, forma una acumulación confusa de limo y cantos como cualquiera moraina antigua y los turistas suelen preguntar, ¿pero dónde está el ventisquero? Efectivamente en el centro se eleva una muralla de unos 100 metros de altura, que parece un depósito estratificado en posición perturbada. En realidad se trata de una muralla de hielo compacto con interposiciones de estratos de de-

tritos y no de una acumulación de materiales, congelados posteriormente a la sedimentación. En los costados no aparece hielo y arriba hay cordones de morainas, que se elevan de 50 a 100 metros sobre la muralla de hielo y que están cubiertos de montes de arbustos. Se podría suponer, que se tratara de materiales provenientes del deshielo en la superficie, pero no presentan el carácter de morainas superficiales. Hauthal ha hecho análogas observaciones en glaciares de la Patagonia Austral y parece que opina, que se trate de material de morainas de fondo, que por movimientos verticales de fuertes compresiones hayan llegado a la superficie de los glaciares ¹. En el presente caso no se trata empero de material de moraina de fondo, ni superficial, sino que los cordones manifiestan todo el carácter de moraina frontal, de una corriente de hielo en retroceso, que ha pasado por cima de un ventisquero antiguo. Parece que haya aquí un glaciar muerto, de los que habla Hauthal, es decir, de uno, que no es alimentado y que no tiene movimiento. Es sabido que los movimientos en los glaciares son como en las corrientes de un río, pues en algunas partes el hielo se mueve más lentamente que en otras y en el centro el movimiento es generalmente más rápido que en los costados. No se hicieron observaciones en los ventisqueros del Tronador, de manera que no sabemos nada sobre la marcha. Reichert cree que son estacionarios o que más bien retroceden. Sería curioso, si los ventisqueros en el Tronador estuviesen realmente estacionarios o que únicamente retrocediesen.

Admitiendo que el ventisquero anterior estuviera en conexión con el campo de hielo, que existe en la cumbre, resultaría que la parte inferior, donde está el monte, tendría que resistir al impulso de una corriente de hielo de más de 2000 metros de altura y seguramente se notarían efectos de movimiento, por lo menos en la parte donde hay montes, lo que no es el caso. Por lo que he visto, creo, que la parte inferior del ventisquero no es alimentado actualmente en ninguna forma y que no está en conexión con el hielo blanco, que hay en la cumbre. En las láminas se puede ver que la corriente de hielo blanco termina en una pared escarpada de más de 500 metros de altura y que en la garganta el hielo llega muy poco más abajo. Esta última está rellena de escombros y no es de suponer que el hielo corra debajo de ellos; en tal caso tendría que moverse todo junto, pero no se notan rastros de movimientos glaciales en las paredes de la quebrada.

A mi parecer, lo más probable es que se trate de un glaciar correspondiente a un período de englasamiento anterior al actual, que se extiende por la Cordillera Austral hasta más al norte del cerro Valentín, que se halla entre los grados 46 y 47 de latitud. Todas las circunstan-

¹ *Zeitschrift Deutscher und Oestreichischer Alpenversin*, Band 35.

cias indican que estamos en presencia de un fenómeno excepcional. Los pocos casos que se conocen, donde hay montes encima de glaciares, se hallan mucho más cerca de la región polar y todos son estacionarios ¹. Se observa con frecuencia que antiguas morainas están cubiertas de materiales glaciales, depositados por corrientes de agua, que salen de ventisqueros más recientes en retroceso. En el presente caso no se trata empero de una antigua moraina, sino de un glaciar y el material no ha sido transportado por el agua, sino por el hielo. No se trata de capas de guijarros lavados y redondeados, como los depositan las corrientes que salen de ventisqueros, al contrario, los cordones se componen de una acumulación de limo y de fragmentos de rocas angulosas de todo tamaño, faltando casi por completo los cantos gastados y estriados.

Lo que hay encima de la masa de hielo es una serie de cordones en dirección transversal al glaciar, los que varían entre 50 a 100 metros de altura, de manera, que tampoco puede tratarse de escombros glaciales, provenientes del deshielo de la superficie del glaciar, que se halla abajo, pues un depósito de mucho menor espesor formaría una capa aisladora. Todo presenta el aspecto de un paisaje de antiguas morainas, cubiertas de vegetación, como se observa en los valles de los Alpes.

Si teóricamente parece inverosímil que se haya podido conservar hasta hoy hielo del tiempo diluvial, existe asimismo el hecho, de que en el grado 41 de latitud, en una altura de menos de 400 metros sobre el mar, se encuentran morainas con montes, encima de un glaciar ².

Para aclarar este problema se necesitarían años de estudios especiales y por eso no entro aquí en detalles. En nuestro caso nos interesa especialmente conocer los fenómenos del deshielo en la cordillera.

En la vista general del Tronador, tomada en el verano del año 1898 por el doctor Carlos Bruch, se puede observar que el valle presenta un ancho plano, cubierto de escombros lavados.

Como hemos visto, se compone de una masa de hielo compacto con interposiciones de estratos de limo y de guijarros; los cantos angulosos y los grandes bloques son raros, mientras que éstos abundan en los cordones de morainas sin hielo, que se encuentran arriba. Por el carácter

¹ En el norte de la Siberia hay glaciares, cubiertos de capas de limo con vegetación, pero éstos se hallan ya en el ciclo polar ártico.

² No hay que olvidar que el englasamiento de la cordillera en la Patagonia presenta condiciones muy diferentes de las que se observan en los Alpes y en otras serranías. Únicamente en Nueva Zelandia se notan condiciones algo parecidas.

Entre los grados 42 y 44 de latitud sur hay glaciares que llegan casi hasta la zona, donde existen montes, que presentan un carácter tropical, pero mientras que, por ejemplo, en el cerro Mount Cook de 4400 metros de altura, los ventisqueros no bajan hasta 1000 metros, en el Tronador llegan hasta 350 metros sobre el Pacífico.

estratigráfico el glaciar no difiere de una antigua moraina sin hielo, como por ejemplo, la que se encuentra en el valle inferior, al lado del hotel en Peulla, en una quebrada de la alta sierra. Pero mientras que esta última se ha conservado, la del glaciar se está destruyendo por los torrentes de agua que surgen de la muralla. No solamente el limo y el material menudo son llevados al lago Todos los Santos, donde está formándose el gran delta, sino también, arrastrados y gastados por las corrientes fuertes, los grandes cantos de la base de la pared. El gran bloque de una brecha volcánica había quedado reducido más de la mitad de su tamaño, cuando estuve la última vez en 1922. En las dos visitas que hice allí, surgía solamente un torrente de agua del fondo de la muralla y sin embargo, y a pesar del poco declive del terreno, el ruido del choque de los cantos era muy fuerte. Los hombres que me acompañaron, me manifestaron, que durante las fuertes lluvias en el Tronador toda la muralla formaba una sola cascada, cuya vista era grandiosa y que, debido al cambio continuo del curso de las corrientes, tenían que abrirse cada año nuevas picadas en el monte para que los turistas pudiesen llegar hasta el ventisquero. A corta distancia de la muralla, la moraina ha desaparecido por completo, habiéndose formado el gran plan cubierto de cascotes y unos tres kilómetros más abajo, antes de llegar a Casa Pangué, el valle presenta el aspecto como de cualquier otro río. A pesar de la poca pendiente del terreno, los cantos son arrastrados y depositados continuamente; una gran parte llega hasta el lago Todos los Santos y otra parte, junta con materiales, que acarrear los arroyos, que cruzan antiguas morainas, levantan el lecho del río.

Los acontecimientos que se producen a nuestra vista, han tenido lugar del mismo modo en los tiempos del terciario superior y de todo el cuaternario. Durante el primer englasamiento se depositó el material en la parte oeste del lago Llanquihué. Esta comarca presenta un carácter morfológico completamente diferente del de la parte este, así como del paraje Todos los Santos, del valle Peulla, etc. Los depósitos sedimentarios más antiguos, que afloran en el oeste del lago Llanquihué son de arenisca y de capas limosas, parecidas a la molasa: encima predominan los conglomerados, semejantes a la Nagelfluh y en algunas partes se observan morainas de fondo, caracterizadas por una acumulación de limo con cantos diseminados en la masa. En los tiempos, en que se depositaron estos sedimentos, no existía todavía el seno Reloncaví. Dejando de lado la cuestión si éste se haya formado por un hundimiento local o por un descenso general de la costa ¹, existe el hecho de que

¹ No me ocupo aquí de problemas tectónicos ni volcánicos, sino únicamente de los fenómenos glaciales, que se observan.

las capas terrestres descienden bajo el nivel del Pacífico y de que no se nota absolutamente nada de una transgresión en el terciario superior o en el pleistoceno. He dado vuelta por todo el lago Llanquihué y he prestado mucha atención para encontrar algunos fósiles marinos, pero sin resultado, y no he visto ningún estrato que fuera de origen marino; únicamente en la playa de Puerto Montt, se observan estratos marinos diluviales.

Encima de los depósitos del terciario superior se hallan morainas del englasamiento pleistoceno. La diferencia entre unos y otros depósitos existe en el hecho, que los primeros se hallan en muchas partes en posición perturbada y que los segundos forman una acumulación de escombros sueltos. La comarca entre el lago Llanquihué y el Seno Reloncavi ofrece el aspecto de un paisaje tan típico de morainas, como se lo observa en Suiza. Todó el terreno entre Puerto Varas y Puerto Montt es muy quebrado y se pueden estudiar los depósitos del terciario superior y del pleistoceno en todos sus detalles.

En el tiempo pleistoceno existían ya los lagos Llanquihué y Todos los Santos con sus brazos; está excluído que se hayan formado por la erosión glacial. En el segundo englasamiento toda la región constituía un mar de hielo y cuando entró el período del deshielo, una gran corriente de hielo retrocedió en dirección al Tronador. Se depositaron entonces las morainas en la comarca entre el lago Llanquihué y Puerto Montt y cuando la corriente se retiró más al este, los escombros glaciales se depositaron en el fondo del lago Llanquihué. La misma cosa pasó cuando el lago Todos los Santos quedó libre de hielo; en las paredes de los cerros en su alrededor se distingue bien claramente, que por esta depresión ha pasado una enorme corriente de hielo, pues ellas están limadas hasta gran altura. En ninguna otra parte se ven tantas *roches moutonnées*.

Se observan también los efectos del retroceso de los glaciares en las hendeduras del valle Peulla; la mencionada moraina de fondo al lado del Hotel en Peulla ha sido depositada por un glaciar, que bajó de una alta sierra. Otro gran glaciar pasó por la hendedura entre los cerros Techado y Boquete, donde se halla el lago Encantado; también aquí se ven hermosas *roches moutonnées* y a la entrada existe una elevada terraza de cantos fluvioglaciales. En todas las quebradas de las sierras, que se levantan a ambos lados del río Peulla hay antiguas morainas y las paredes están limadas por las corrientes de hielo. Este solo hecho probaría, que las hendeduras son de origen preglacial, pues si éstas no hubiesen existido antes del englasamiento, no habría morainas de fondo en el valle y en los lagos. Tiene además, que haber habido un largo período interglacial entre el segundo y el último englasamiento de la cordillera. Los ríos y arroyos abrieron profundos va-

lles en las antiguas morainas, habiendo quedado éstas destruídas en gran parte.

Estos son los fenómenos glaciales que he visto durante los pocos meses, que pasé en esta parte de la cordillera. Por lo expuesto se ve, que los rodados en el valle Peulla, que en gran parte proceden directamente de glaciares del Tronador y que en pequeña parte están redepositados por arroyos, que pasan por morainas antiguas, son con toda evidencia de origen fluvioglacial. Ahora bien, comparando las capas de rodados patagónicos (o tehuelches, si se quiere), que se hallan en las planicies de la región subandina y tabular, con las del valle Peulla, se ve que no presentan diferencia, ni por la composición de las rocas, ni por su carácter de sedimentación. En una como en otra parte se trata de rodados compuestos de rocas volcánicas, de que están formados los cerros de la Cordillera, los cantos son muy redondeados y lavados, faltando casi por completo los estratos de sedimentos finos. Si los geólogos que suponen que los rodados tehuelches no sean de origen fluvioglacial, los estudiasen en las planicies a lo largo de los ríos del Limay hasta el lago Nahuel Huapí, tendrían que convencerse, que este material no ha sido depositado en un mar, que en los tiempos cuaternarios hubiese llegado hasta el pie de la Cordillera.

He incluido en este capítulo el problema de los rodados tehuelches, tan discutido, porque facilita la comprensión de los fenómenos glaciales en general, que se observan tanto en la Cordillera como en la zona subandina y en la región tabular.

Volviendo a ocuparme nuevamente de la región sudeste del río Corcovado, se observan en el valle en que corre el río Nirihuau, fenómenos glaciales parecidos a los que acabo de mencionar para el valle del río Peulla. No cabe duda alguna, que en los tiempos posterciarios ha pasado por este valle una corriente de hielo continental, que ha llegado hasta la planicie subandina de Genoa. Hemos visto, que en la orilla oriental del río Corcovado hay una terraza de depósitos glaciales que cruza todo el valle Nirehuau, en el que se encuentran grandes lagunas. En la base de la barranca de los arroyos, que atraviesan la terraza, afloran en algunas partes estratos lacustres; encima hay acumulaciones de moraina de fondo y la parte superior está formada de rodados fluvio-glaciales y de aluviones recientes. Antes de llegar al cerro Diablo, hay, como he dicho, una zona en que los grandes bloques erráticos se hallan en medio de cantos redondeados, faltando el material fino. Cruzada esta zona, el valle se ensancha mucho, formando una llanura, que se extiende, al parecer, casi horizontalmente hasta las mesetas en Genoa. Enfrente del cerro Diablo, donde se unen los dos brazos, que forman el río Nirihuau, no tiene ya el aspecto de un valle, sino de una pampa y así figura en el plano de Guglielmetti. En dirección este hacia Genoa pasa

entre dos cordones de colinas y luego se ensancha nuevamente, formando una extensa llanura, en que desembocan el río Putrachoique y el arroyo Cherque. Los ríos Nirihuau y Putrachoique corren en un largo trayecto casi paralelos por la Pampa y donde se juntan con el arroyo Cherque, existe una colina en medio del valle.

Esta llanura tiene más aspecto de una depresión tectónica, que de un valle de erosión, pero en sus alrededores faltan los macizos graníticos, como es el caso en las grandes depresiones en la Cordillera Central. Sin embargo, parece que en tiempos terciarios formaba también un gran lago. Es cierto que en esta parte no he visto depósitos lacustres, como en las otras grandes depresiones, pero esto es debido a la circunstancia, de que todo se halla cubierto de rodados fluvio-glaciales y que los ríos no han abierto profundos cauces, como lo hicieron, por ejemplo, en la cuenca de la Colonia 16 de octubre.

La Pampa Nirihuau presenta condiciones muy parecidas a las de la depresión de Corinto: la diferencia se basa en el hecho, de que el río y los arroyos, que bajan de las sierras, corren superficialmente y no han abierto cauces encajonados, como el río Corinto, pero el material en las dos depresiones consiste en cantos glaciales, muy redondeados y lavados, sin interposiciones de capas de arena y de limo: podría ser, que estas estén en mayores profundidades. Por lo que he podido ver, me pareció que en la Pampa Nirihuau se hubiesen unido dos corrientes de hielo, una que venía del oeste del río Corcovado y otra del lado del lago General Paz, la que pasaba por un estrecho valle entre los cerros Diablo y Piedra.

No he llegado hasta el lago mismo, pero los rodados glaciales, en los que predominan los de rocas granodioríticas, de que está relleno el valle, demuestran que por allí ha pasado una corriente de hielo, que se juntaba en La Pampa con la que venía del lado del río Corcovado. Mientras que los depósitos glaciales abundan en el terreno bajo, en la parte alta de las sierras faltan las morainas. Algunas colinas bajas en esta región son redondeadas por denudación y presentan el aspecto de *roches moutonnées*.

El carácter morfológico de la región indica que los accidentes del terreno estaban cubiertos de hielo en el tiempo glacial y que sobresalían las cumbres más altas de los cerros. De este campo de hielo se apartaron corrientes que llegaron por los valles hasta la zona subandina y que transportaron el detritus de la Cordillera Central.

En el tiempo del último englasamiento esta región debe haber presentado condiciones análogas, como se las observa actualmente en la parte oeste del lago Viedma, solamente que aquí faltan los lagos. La Pampa de Nirihuau pasa paulatinamente a la planicie de Genoa y casi no tiene declive; en medio de ella se elevan algunas colinas de pocos

metros de altura y cordones de guijarros. Los arroyos, que nacen en las sierras, derraman sus aguas por zanjas a la Pampa, en todas direcciones, estando secos en el verano.

Con el material que arrastran, cuando están crecidos, forman los cordones de guijarros. La Pampa tiene el aspecto de un inmenso lecho de un río seco con numerosos terraplenes; el material de acarreo es mezclado y faltan los grandes cantos de rocas granodioríticas, los que fueron cubiertos de rodados más pequeños. Todo hace la impresión, que cuando los glaciares se retiraron hacia el oeste, el detrito glacial se hubiese mezclado con materiales, que los arroyos acarrearón de las sierras vecinas.

Unas dos leguas al noreste de la Casa de Contrera la pampa se angosta; del lado norte hay el cordón de la sierra Putrachoique y en la parte sur existe un cordón de colinas, que corre de este a oeste y se junta con el cerro Piedra. Pasando la estrechura se llega a otra gran pampa, en la que se halla la toldería Salpu (?). En esta pampa desembocan, como acabo de decirlo, el río Putrachoique y el arroyo Cherque. Es interesante ver que por el costado norte, en dirección del valle, por donde corre el río Putrachoique, faltan los cantos de rocas granodioríticas, mientras que del lado del arroyo Cherque estos abundan. Los arroyos en esta pampa no tienen cursos fijos; el agua corre por zanjonés y al cruzarlos nosotros casi todos estaban secos.

La sedimentación presenta el mismo carácter, que en el valle de Peulla; únicamente el material está más mezclado. Todo hace la impresión de que cuando entró el período de deshielo y las corrientes de hielo se retiraron a la alta cordillera al oeste, los torrentes que salían de las murallas de los glaciares, destruyeron las morainas y el detritus se mezcló con el de los arroyos de las sierras vecinas. En el terreno llano, ni los torrentes de los glaciares, ni los arroyos de las sierras tenían un curso fijo, habiendo cubierto de rodados toda la planicie, como se observa hoy en el valle de Peulla, enfrente de Casa Pangué.

El mismo carácter de sedimentación ofrecen las capas de rodados que se hallan en la zona tabular encima de las mesetas. El terreno llano, que comienza más al oeste del cerro Diablo, se extiende, como ya dije, hasta la confluencia del río Nirihuan y el arroyo Putrachoique, los que forman el río de Genoa. Este río ha cavado allí, como en Tecka, un ancho cañadón; en la base de las barrancas afloran estratos de arenisca gris pliocena, cubiertos de una espesa capa de rodados patagónicos, los que han rellenado todas las irregularidades del terreno. Se ve que los antiguos cauces, que en tiempos pliocenos desembocaran al río Genoa, han sido terraplenados completamente, lo que demuestra que este cañadón es de origen postglacial. En los depósitos glaciales falta el material de las sierras vecinas; únicamente se ven algunos rodados de roca porfírica,

los que pueden provenir de la localidad: todo lo demás se reduce a cantos transportados por el hielo de la Cordillera Central. Pero como estas serranías y colinas son formadas principalmente de toba y de arenisca roja, que son poco resistentes, la falta de rodados de estas rocas se explica.

Habíamos hecho campamento cerca del paraje donde el arroyo Putrachoique se une con el Nirihuan, a fin de practicar estudios en los cordones de montañas de Tepuel y Putrachoique. Los dos cordones, que corren paralelos, de norte a sur, pertenecen a un mismo sistema de sierras y están separados por el valle del río Putrachoique. A primera vista se podría suponer que se tratara de una valla tectónica longitudinal, formada por el plegamiento de las capas sedimentarias, como es el caso en el Jura en Suiza. En los dos cordones predominan las rocas porfíricas y otras rocas de origen efusivo.

En esta parte de la sierra Tepuel falta la toba gris, la que del lado norte contiene los restos de mamíferos del terciario inferior, lo mismo que la toba abigarrada, no habiendo visto tampoco las rocas que contienen las amonitas.

En cambio las serranías de Putrachoique y los cordones de colinas hasta el río Corcovado, así como el cerro Diablo, están compuestos principalmente de sedimentos detríticos de origen volcánico. En estos depósitos predominan las tobas y las brechas abigarradas; hay también bancos de conglomerados de guijarros bien redondeados de rocas calcédónicas y capas estratificadas, de arenisca roja. Si bien no he encontrado en esta comarca otros fósiles, que madera petrificada, tengo sin embargo la seguridad de que corresponde a la formación de la arenisca roja, que contiene los restos de los grandes dinosaurios.

En el cerro Diablo he observado otra vez la roca porfírica laminosa plegada, como la que hay en el cerro Leones al sur del lago Nahuel Huapí. No he visto desde el río Corcovado hasta Genoa, en ninguna parte de las colinas, depósitos de toba gris, ni de terciarios más recientes, los que del lado de Tecka se hallan directamente encima de la formación de arenisca roja. En las colinas bajas los rodados glaciales se encuentran directamente encima de las rocas cretáceas. Es indudable que toda esta comarca ha estado expuesta durante largo tiempo a la denudación, pero es difícil comprender que todos los depósitos terciarios hayan desaparecido.

Me llamó también la atención que aquí falten las rocas granodioríticas y las de magma efusivo neovolcánico, las que constituyen los macizos en la Cordillera Central y las que en las serranías de Tecka llegan hasta la zona subandina. Parece que únicamente en el cerro Piedra existan rocas neovolcánicas. No estuve en este cerro, pero entre el material, que acarrea el arroyo, que nace en él, he visto rodados basálticos. Los

depósitos cretáceos de que están formadas en gran parte las colinas y montañas de esta comarca, se hallan casi siempre en posición perturbada, pero no tan revueltos, como las capas en la cordillera, donde son atravesadas por el magma neo-volcánico.

Se observan en algunos cerros complejos de capas de considerable potencia, los que presentan un declive más o menos uniforme y que podrían tomarse por pliegos isoclinales. Examinándolos, resulta empero, que en ellos no se repiten las mismas capas, como es el caso en el sistema isoclinal. Estas grandes series de capas se componen de tobas, areniscas y conglomerados de colores variantes, de manera que se vería fácilmente, si fueran replegadas. Estas capas conservan la correlación como han sido depositadas sucesivamente. En el cordón Putrachoique hay una montaña que de lejos llama la atención, pues parece que esté formada de un pliegue anticlinal normal, en el que falta un flanco y se podría suponer, que haya desaparecido por denudación. Al estudiar los fenómenos más detenidamente, resulta, que se trata en los dos casos de simples monoclinales, como se los encuentra con frecuencia en las zonas volcánicas del tiempo cretáceo.

Las capas dislocadas, de la formación de arenisca roja, tienen una dirección predominante de norte a sur; los cordones de colinas, que en algunas partes pasan de 1000 metros de altura, presentan una cierta simetría y he pensado en el primer momento, que se pudiese tratar de una sierra análoga al Jura en Suiza. Es sabido que el Jura se compone de cadenas muy simétricas, en que las cumbres coinciden con la anticlinal de los pliegues y los valles con la sinclinal. En ellas faltan, empero, las rocas de origen volcánico y por esta razón se sostiene que las capas hayan experimentado un plegamiento por efecto de contracción, debida al enfriamiento de la corteza terrestre. Si bien los cordones al este del río Corcovado presentan cierta simetría, la tectónica no coincide con las cumbres y depresiones, como en el Jura. La Pampa de Nirihuan tiene el aspecto de depresión de hundimiento del terreno, como se observa en la Cordillera Central, con la diferencia que los valles, que desembocan en ella, son en su mayor parte de origen de erosión y no de hendeduras volcánicas. El valle longitudinal que separa los cordones de las sierras de Putrachoique y de Tepuel, no forma una sinclinal, sino que tiene el aspecto de un valle de erosión, como los grandes valles transversales en los Alpes, pero la tectónica no es tan complicada.

En estas dos sierras no hay pliegues invertidos, en que las capas más antiguas han sido empujadas encima de las más recientes. En algunas partes se ve que las capas de la formación de la arenisca roja han sido arrastradas hacia arriba por magma de la roca porfírica.

Al norte de la sierra Tepuel afloran capas marinas, probablemente jurásicas, y más al sur he encontrado en algunas partes otros yacimientos marinos, que pueden ser de la misma edad, pero en todos los lugares, donde los he visto, se hallan debajo de capas más recientes. Admito, que estos yacimientos marinos puedan corresponder a un sistema de sierras antiguas, formadas por compresiones de las capas, pero en todo caso las de la formación de arenisca roja y de toba gris del terciario inferior han sido depositadas encima de las capas marinas jurásicas, ya dislocadas anteriormente. Las serranías del lado oriental del río Corcovado se componen, como hemos visto, de depósitos de la formación de la arenisca roja y de toba gris, con mamíferos del terciario inferior y aquellos están atravesados por rocas porfíricas. Si éstas se hubiesen formado por movimientos orogénicos de contracción, como el Jura o los Alpes, se deberían encontrar, al menos en algunas partes, capas antiguas encima de otras más modernas, lo que, repito, no he visto. Tengo la impresión de que se trate de un centro volcánico del tiempo cretáceo y de que las sierras hayan estado, durante mucho tiempo, expuestas a la acción de la erosión. En algunos lugares se depositó encima de las capas cretáceas la toba gris terciaria y en otros no. En muchas colinas se hallan los mantos glaciales directamente encima de la formación de la arenisca roja, de manera que durante todo el terciario, en estas partes, no ha habido sedimentación, sino denudación. Según mi opinión, se trata aquí de un fenómeno local. Así como en el Limay superior existe un centro volcánico del tiempo cretáceo con montañas de más de 2000 metros de altura de forma tabular, en el este del río Corcovado existen cadenas más o menos simétricas, en que las capas están plegadas en forma monoclinial.

A unos 20 kilómetros más abajo de la ya mencionada colina, en el punto donde se juntan el arroyo Putrachoique y el Nirihuau, formando el río Genoa, éste carece de cauce fijo y el agua corre por zanjones sobre la planicie; antes de llegar a la Casa de Stenti, aquélla presenta el aspecto de un gran bañado con lagunas. En esta parte, el río Genoa no corre superficialmente; se ve en los hondos zanjones que el subsuelo está formado de rodados, de los que surgen fuertes manantiales, formando corrientes que corren con gran velocidad un trecho más o menos largo para después volver a perderse en las capas de rodados. La planicie se eleva aquí poco sobre el cañadón; sólo mucho más abajo de la Casa de Stenti comienzan las barrancas, como en el cañadón de Tecka. En cambio hay pequeñas colinas, que se elevan de 100 a 300 metros sobre la planicie y que se componen en gran parte de rocas porfíricas; no he visto en ellas la toba gris del terciario inferior, que abunda por el lado de Tecka.

De la Casa de Stenti crucé la planicie y seguí, aguas arriba, unas tres

leguas el arroyo de Cherque. Aquí todo el terreno está cubierto de rodados fluvioglaciales y de aluviones y en algunas partes es pantanoso y con lagunas.

Esta extensa planicie casi no tiene declive; la Casa de Stenti se halla a la altura de 780 metros y ésta tiene también el salitral que hay cerca del arroyo Cherque, lo que explica que los arroyos no han abierto cauces y que el agua se derrame sobre la superficie del terreno. Las pocas colinas que se elevan en la planicie tienen la forma de lomas tendidas y es raro ver una barranca en que afloren rocas.

Cruzando el arroyo Cherque existe del lado oeste un cordón de colinas compuestas de depósitos de la formación de la arenisca roja. Según el plano levantado por Guglielmetti hay colinas de 1000 y más metros de altura; los arroyos que bajan de ellas se pierden en pantanos.

Pasando este cordón de colinas se llega a un extenso campo de depósitos glaciales con cantos erráticos, en su mayor parte de rocas granodioríticas, provenientes de una corriente de hielo continental, que venía de las altas sierras al sudoeste del lago General Paz. Si bien pocos de estos macizos pasan de 2000 metros de altura, existen todavía hoy enormes ventisqueros que descienden hasta muy abajo.

La dirección de la corriente de hielo está bien demarcada por los cantos erráticos, los que han llegado hasta la zona subandina. Este campo de depósitos glaciales presenta análogas condiciones que las terrazas en el río Corcovado entre las casas Caramillo y Vargas, donde nace el río Nirihuau. También aquí hay en los depósitos glaciales numerosas hoyas sin desagüe, y los arroyos, que bajan de las colinas, se pierden en pantanos.

En este lugar existe una división de las aguas continentales en una llanura, compuesta de detritos glaciales.

En una barranca de un afluente del arroyo Temenhuan, que nace en el cordón de colinas que se une con el cerro Piedra, encontré un depósito de toba de color chocolate, el que por su semejanza con los depósitos marinos, que el año anterior había visto en el lago Fontana, me llamó la atención. Hice excavaciones y efectivamente contiene amonites, pero en tan mal estado de conservación, que al sacarlos se deshacían en polvo fino¹. Aunque no me fué posible sacar un solo fósil entero, creo sin embargo, que se trate de un yacimiento marino, contemporáneo de los que

¹ También están mal conservados los fósiles en los depósitos del lago Fontana, pero allí encontré concreciones con fósiles marinos determinables. Hay una clase de depósitos, formados de ceniza volcánica muy fina, en que las conchillas muy silíceas solamente se han conservado.

Allí he encontrado grandes huesos de dinosaurios, de los que había quedado únicamente la costra externa.

existen en el lago Fontana. No he podido establecer la relación estratigráfica con la formación de la arenisca roja, porque toda la colina está cubierta de materiales sueltos.

Siguiendo el arroyo Temenhuan, hay a ambos lados del ancho valle mesetas, que se elevan a unos 1000 metros de altura; hemos hecho campamento donde el río de las Pampas entra en el valle.

Tenía la intención de ver, si podía llegar por el río Pico hasta la alta cordillera, cubierta de ventisqueros, pero resultó que éste corre por una angosta garganta intransitable. Toda esta región se halla cubierta de espesos montes, en que es imposible penetrar. Carlos Habegger, que estuvo el año anterior varios meses en el campamento general de Guglielmetti, ha entrado a pie en los montes en varias partes y dice que el terreno es muy pantanoso y que ha visto grandes lagunas. En vista de las grandes dificultades para llegar a la Cordillera Central, me limité a practicar estudios en las cuencas de los ríos Pico y Frías.

Estas dos cuencas están separadas por la loma Bagnales, que se eleva en medio de una enorme depresión y que, en su parte más alta, llega a unos 1300 metros sobre el mar. Esta depresión presenta analogía con las que se hallan en las zonas de la alta Cordillera, con la diferencia, de que de ella no se apartan las estrechas hendeduras y de que faltan los macizos graníticos. Del lado norte está limitada por el cordón de colinas que se une con el cerro Piedra y ella se extiende hasta el lago General Paz. En el sur existe el grupo de montañas en cuyo centro está el lago Fontana; en el fondo, es decir, del lado oeste, se hallan los mencionados altos macizos, cubiertos de ventisqueros, a los que divisé solamente de lejos y del lado este se extiende hasta la llanura de Genoa.

Mientras que en la planicie, por el lado de Genoa se nota únicamente una acumulación de materiales, del lado de los ríos Pico y Frías ha habido una activa erosión, que aun continúa hoy. Esto se explica por la circunstancia de que la planicie, cerca de la Casa Stenti, tiene casi la misma altura que la pampa, cubierta de material glacial, en donde se halla la división de las aguas de los arroyos Cherque y Temenhuan, mientras que del lado del río Pico hay en una distancia de unos 15 kilómetros un declive de 200 metros.

En el tiempo glacial pasó por esta comarca una gran corriente de hielo y entonces se depositaron en la planicie los rodados fluvio-glaciales. Durante el período interglacial se abrieron las dos gargantas, por donde corren actualmente al Pacífico los ríos Pico y Frías. De este desvío del *divortium aquarum* continental resultó, que afluentes del río Genoa no cavaron cauces en el terreno llano. En cambio del lado este entró un período de fuerte denudación, habiendo cavado los arroyos hondos cauces en la antigua planicie, formando numerosas cascadas. Se observa

allí una acción erosiva parecida a la que he mencionado en la parte del río Manso Superior.

Esta comarca presenta mucha analogía con la zona de molasa en Suiza, que se halla entre el Jura y los Alpes. La loma Baguales es comparable con su altura de 1300 metros al Albis en el lago de Zürich; los dos se componen de estratos límnicos, cubiertos de espesas capas de un conglomerado llamado « Nagelfluh ». La base de la loma Baguales se compone de arenisca con estratos de arcilla, marga y creta de agua dulce; en estas capas abundan impresiones de plantas, las que, según Kurtz, son de edad miocena y en ellas se observan también vetas de lignita. Los depósitos límnicos se diferencian de la molasa suiza por la abundancia de materiales de origen volcánico que hay en ellos. En la parte superior predominan los conglomerados, los que pasan gradualmente a los rodados sueltos; estos conglomerados son poco cimentados y se parecen a la « loecherige Nagelfluh » del Albis, de la que se discute, si es glacial o preglacial.

Los depósitos inferiores límnicos en la loma Baguales, que contienen las plantas miocenas y las conchillas de agua dulce, se encuentran en posición ligeramente perturbada, pero no son plegados, como los que se hallan al sur del lago Nahuel Huapí, los que contienen también plantas miocenas y que forman un sistema de pliegues isoclinales.

Las capas no han sido comprensadas en esta forma, pareciendo tratarse aquí de un movimiento epirogenético regional.

Estas capas límnicas con moluscos y caracoles de agua dulce y con plantas de edad miocena en la loma Baguales presentan el aspecto de haber sido depositadas en el centro de un gran lago. Los ríos y arroyos, que desaguaron en él dejaron el material grueso en la orilla, habiendo depositado el limo fino más en el centro.

No está excluído que esta depresión sea de origen anterior a la alta cordillera en el oeste. Hemos visto que los lagos, en la zona de los macizos, se formaron en hendeduras producidas por el magma, que surgió de grandes profundidades. En las inmediaciones de la loma Baguales faltan los macizos de rocas graníticas, hallándose éstos mucho más al oeste y en el sur, donde está el lago Fontana. Todo indica que este gran lago se haya desecado a fines del tiempo mioceno, después de la sedimentación de las capas limosas y que entonces haya corrido un potente río por esta comarca, el que depositó el material de conglomerados encima de los estratos lacustres, mientras que la arena ha sido llevada a la planicie de Genoa. Se observa aquí el mismo fenómeno que en el Albis, donde los conglomerados (Nagelfluh) se hallan también sobre capas límnicas. Los geólogos discuten aún hoy, si todo el complejo de capas corresponda a la molasa, o si los conglomerados poco cimentados (loecherige Nagelfluh), sea de origen glacial. El profesor K. Mayer trató de

demostrar que todo el material del conglomerado ha sido depositado por un río, tanto el bien cimentado, como la « loecherige Nagelfuh » y dice que este río ha depositado los guijarros encima de las capas limosas, antes de haberse formado los valles en la molasa de agua dulce en « tiempos miopliocenos ».

El material de los conglomerados que hay en la parte superior de la loma Baguales tiene que haberse depositado también por un río que tuvo su salida del lado oriental a la llanura de Genoa antes de formarse los valles de los ríos Pico y Frías. Allí se ve con evidencia que un gran río depositó en esta meseta los guijarros, habiendo llevado la arena hasta la llanura de Genoa.

He visto algunos fenómenos que indican que en la Patagonia ha habido tres períodos glaciales, separados por intervalos interglaciales. Así en el curso superior del río Senguerr hay un conglomerado compuesto de cantos, parecidos a los fluvioglaciales, el cual, en el curso inferior, está reemplazado por las areniscas pliocenas y en una meseta próxima del lago Buenos Aires he visto un depósito que tiene todo el aspecto de una moraina completamente cimentada, de la que me ocuparé más adelante.

Se podría suponer que el material del conglomerado en la parte superior de la loma Baguales hubiese sido transportado por un río que hubiera salido de ventisqueros del primer período glacial y que durante el tiempo interglacial se hubiesen formado los valles de los ríos Pico y Frías. Si éstos hubiesen existido entonces no se explicaría cómo un río hubiera podido depositar guijarros en la cumbre de una meseta que se eleva aisladamente en medio de una depresión. Todo indica que ha habido un movimiento epirogenético local. Mientras que una parte del terreno se hundió, la loma Baguales se elevó sin haber producido grandes perturbaciones, puesto que las capas conservan la correlación tal cual fueron depositadas sucesivamente. Durante el último englasamiento dos corrientes de hielo tuvieron su salida a la llanura de Genoa, una por el valle del río Pico y la segunda por el del río Frías. Esto queda demostrado por los bloques erráticos que existen en la llanura donde nacen afluentes de los arroyos Temenhuan y Cherque. Aun admitiendo que cuando se depositó el material de conglomerados en la loma Baguales, no hayan existido los dos valles actuales, se explica fácilmente que un río que salía de ventisqueros del primer tiempo glacial haya podido depositar los guijarros.

Por la forma que presenta la parte oeste de la loma Baguales se podría suponer que durante el segundo englasamiento haya pasado por encima una corriente de hielo, pero no he visto en la cumbre morainas típicas encima de los conglomerados. En cambio se observan en quebradas de la falda depósitos que se pueden tomar por morainas laterales y

en la parte noreste donde se hallan los tres pequeños lagos, hay material evidentemente glacial, si bien faltan los grandes bloques erráticos.

Como la parte superior de la loma Baguales está cubierta de aluviones y de espesos montes, es posible que existan morainas que no he visto. En los zanjones de los arroyos afloran solamente los conglomerados. Esta meseta tiene un declive suave hacia el este, pasando paulatinamente a la planicie de Genoa; localmente es pantanosa y hay numerosas lagunas en que nacen afluentes del Omkel, Cherque, Pico y Frías, resultando que aquí existe un *divortium aquarum* continental. Los afluentes principales del río Omkel nacen en la parte oeste de la meseta y atraviesan longitudinalmente todo el plan, de manera que los arroyos que surgen más al poniente corren en dirección al Atlántico y los que tienen el origen más al oriente, al Pacífico. La división de las aguas continentales se halla en esta región completamente fuera de la alta Cordillera y ofrece una línea muy sinuosa; algunos afluentes de los ríos Pico y Frías nacen en la planicie subandina. La loma Baguales brinda un interesante terreno para estudios geológicos. Allí hay problemas que solamente pueden resolverse ampliando las investigaciones hasta la Cordillera Central.

Si en el Albis, que se halla en una región muy estudiada, existen fenómenos que todavía hoy se discuten, no es de esperar que en una corta exploración y en una comarca desconocida puedan resolverse todos los problemas geológicos. El objeto principal de mis investigaciones ha sido estudiar las causas que motivaron el cambio de la división de las aguas continentales y he podido establecer que ésta se ha producido durante los tiempos glaciales y que acá el *divortium aquarum* se halla completamente fuera de la alta Cordillera.

En la loma Baguales no afloran capas más antiguas que las lúmnicas con plantas miocenas y al norte del arroyo Temenhuan se nota que éstas se hallan depositadas directamente sobre la formación de la arenisca roja, faltando la toba de transición y la de la formación patagónica. En cambio en los nacientes del río Frías está representada toda la serie de capas, desde el cretáceo superior hasta el cuaternario. Desde el río Pico trasladé el campamento a la parte superior del río Frías, donde el brazo principal que nace en el cerro Negro forma un rápido codo hacia al oeste y entra en el ancho valle. Este brazo sale de fina angosta quebrada con altas barrancas y no se puede seguir su curso, sino sólo unos 300 metros más arriba, por ser entonces menos encajonado.

En la base de esta quebrada afloran capas de la formación de la arenisca roja; a éstas sigue un depósito de sedimentos limosos muy particular por su estructura migajosa y porosa y que se parece más al loess que al limo. En la masa homogénea hay manchones y terrones, los que a primera vista parecen ocre mineral; la materia muy fina de color amarillo lustroso, que en el agua no se ablanda y que no arde, puede

pulverizarse como los terrones de resina. La misma clase de terrones he encontrado al norte del lago Colhué en una toba gris blanca que contenía muchos restos de mamíferos y supuse que éstos pudiesen provenir de materias orgánicas, pero como no ardían, no podían ser ni ocre mineral ni asfalto.

En estos depósitos hallé algunos fósiles de mamíferos muy mal conservados; por la presencia de restos de *Astraponotus* y de géneros de las familias de *Notohippidae* y de *Leontiniidae*, no hay duda de que se trate de la fauna pyrotheriana de Ameghino. Unos 300 metros más arriba aflora una toba gris arenosa, que contiene restos de los géneros *Homalodontotherium*, *Astrapotherium*, *Nesodon* y *Propalaeohoplophorus*, los que son característicos de la formación de la toba patagónica. Mezclados con ellos encontré dientes de *Toxodontotherium*, que se halla en las capas de Entre Ríos y de Monte Hermoso y que falta en las de Santa Cruz.

Esta toba pasa sin discordancia a un depósito de loess arenoso en que encontré un cráneo de *Theosodon*, trozos de mandíbula de *Protypotherium* y la parte posterior de un cráneo, que supongo pertenezca al género *Scelidotherium* y que es de un tamaño casi tan grande, como la especie *Leptocephalum*¹. Tenemos acá una mezcla de géneros de la fauna santacruzense y entrerriense, que sin duda forma la transición entre las dos faunas. Es sabido que antes se suponía que las capas marinas de Entre Ríos y las de la formación patagónica correspondiesen a una misma transgresión, por encontrarse en ellas los mismos géneros de moluscos. El doctor A. Doering suponía que el horizonte santacruzense fuera más reciente que los pisos paranense y mesopotámico y así figuraban también antes en los cuadros de la división, que publicó Ameghino.

La gran cantidad de restos de mamíferos que poseen los museos de Buenos Aires y de La Plata demuestran, empero, con toda evidencia, que la fauna de las capas de Santa Cruz es mucho más antigua que la de Entre Ríos. Cuando Ameghino advirtió, que la división cronológica de Doering no respondía a la realidad, hizo figurar en sus trabajos posteriores los pisos de Entre Ríos como más recientes que los de Santa Cruz.

Comparando las dos faunas se nota un gran hiato en el desarrollo filogenético. Así, por ejemplo, todos los géneros de Gravigrados y de la familia Glyptodontidae de los depósitos de Santa Cruz son de talla pequeña y en las capas de Entre Ríos se encontraron géneros de estos dos

¹ Por comparaciones que practicó el señor Lucas Kraglievich con otros Gravigrados, resultó que este trozo de cráneo pertenece a un pequeño género de la familia *Megatheriidae*.

grupos de tamaños grandes, como lo son los de la formación pampeana. Ahora bien, el descubrimiento de los mamíferos fósiles en el río Frías demuestra que se trata de géneros que forman la transición entre las dos faunas, y basado sobre esto, Ameghino estableció un nuevo piso, llamándolo « friasense ».

Encima de las capas fosilíferas en el río Frías existen terrazas de conglomerados, parecidos a los de la loma Baguales y arenisca con interposiciones de estratos limosos.

En ellas no encontré ninguna clase de fósiles. Tanto las capas con la fauna friasense, como las terrazas de conglomerados y las areniscas se hallan en posición horizontal y forman en conjunto un complejo de estratos que pasa de 500 metros de espesor.

Esta es una de las comarcas más interesantes para coleccionar mamíferos fósiles, porque acá está representada la correlación de las capas desde el cretáceo superior hasta el terciario superior y dedicándose exclusivamente a coleccionar, se encontrarían seguramente muchas novedades.

En vista de lo muy avanzado de la estación y habiendo tenido orden de practicar estudios hasta el lago Fontana, no pude demorarme mucho tiempo e hice solamente un ligero reconocimiento. Había tenido la intención de ir por el cerro Cumbre Negra para llegar al lago Fontana, pero en vista de que no era posible cruzar los montes con tropa, resolví dar la vuelta por la planicie de Genoa. Antes de llegar al río Omkel, el paisaje no tiene ya el aspecto de un valle sino de una llanura que se extiende hasta la planicie subandina; hacia el este se elevan aisladamente algunas mesetas, cubiertas de mantos basálticos. En este paraje se observan condiciones hidrológicas muy curiosas. Parte de agua de un arroyo, que nace en las sierras, corre al río Frías y otra parte al río Omkel, porque, al entrar en la llanura, este arroyo se divide en varios brazos.

En tiempo de grandes crecientes estos arroyos acarrearán mucho material de las sierras, formando terraplenes y por la dirección que toman, se ve, que un mismo arroyo corre a veces al río Frías y en otra creciente desagua al Omkel o al Appeleque, de lo que resulta que en este lugar no se puede establecer una línea divisoria de las aguas continentales, porque ésta cambia cada año.

Habíamos establecido el campamento donde el río Omkel cruza un cordón de colinas, que corre de norte a sur y que parece ser la prolongación de la sierra Tepuel. Acá los cerros no constituyen una cadena coherente sino que se elevan aisladamente de la planicie. El cerro Cherque tiene una altura de 1195 metros y el Omkel de 1332, según el plano que levantó Guglielmetti. En ellos afloran rocas porfíricas y arenisca roja.

En la noche que pernoctamos en este paraje, hubo un fuerte aguacero

y en los zanjones, que el día anterior estaban totalmente secos, corría el agua con gran velocidad, derramándose sobre la planicie en todas las direcciones. Entre los ríos Omkel y Appeleque hay una depresión sin desagüe con varias lagunas y la más grande figura en el plano de Guilielmetti con el nombre de « lago Verde ». Continuamos viaje por esta depresión hasta la quebrada, por donde baja el brazo principal del río Appeleque, que nace en el cerro Cumbre Negra y que se une un poco más al este de la estancia von Thun, con el río Omkel. El Appeleque no forma un río, como podría creerse por los mapas, pues solamente en la quebrada que baja de la sierra Cumbre Negra corre por un cauce. La pampa, en la que nacen los afluentes de los ríos Frías, Omkel y Appeleque, forma una zona de varias leguas de ancho, cubierta en parte de pastos y cruzada de cordones de guijarros y de zanjas, en que corre agua y que dificultan la marcha con tropa. Todo tiene el aspecto de una red de canales de riego natural; durante las crecientes las corrientes remueven continuamente los guijarros de los pequeños terraplenes y de las zanjas, diseminándolos sobre la planicie, explicándose así que toda ella esté cubierta de guijarros lavados y solamente las hoyas sin desagüe, en que existen las lagunas, queden cubiertas de aluviones finos. En el tiempo glacial esta clase de sedimentación tenía que ser mucho más activa que ahora. Las capas que depositan las actuales corrientes, se diferencian de los rodados fluvio-glaciales por ser éstos en la actualidad más pequeños y por la abundancia de guijarros de rocas calcedónicas. Estas forman solamente la capa más superior y en la barranca de los cañadones se ve que están depositados sobre los rodados tehuelches. En la base de estas barrancas aflora en algunas partes la arenisca gris pliocena, pero en su mayoría están formadas de conglomerados y de rodados fluvio-glaciales que pasan a la grava más reciente, sin que se note una discordancia.

En el capítulo siguiente me ocuparé de esta gran planicie, que se extiende hasta el río Deseado.

Acampamos en la mencionada quebrada, en la que corre el brazo del río Appeleque, a fin de efectuar algunas excursiones. En estas sierras las condiciones geológicas se presentan muy complicadas por haberse producido repetidos movimientos orogénicos, que dislocaron las capas sedimentarias mesozoicas y terciarias. Aquí he visto nuevamente depósitos de tobas de color chocolate, que en el arroyo Temenhuan contienen Amonites y ostras de color gris azulado y en el lago Fontana moluscos. Se trata de una acumulación no estratificada de ceniza volcánica muy fina, que puede removerse fácilmente con la mano; hemos cavado aquí hondos zanjones para buscar fósiles, sin haber podido llegar a la masa compacta. Hay terrones que parecen ser moldes de moluscos, pero que se deshacen en polvo. Encima existen depósitos de la formación de la

arenisca roja con espesos bancos de conglomerado, y en algunas partes se ven también toba abigarrada y brechas, así como diques basálticos. Más arriba, hacia la Cumbre Negra, se observan en las barrancas de algunas quebradas toba gris terciaria y mantos de rocas basálticas. Las capas sedimentarias, que se componen principalmente de arenisca roja con madera petrificada y los bancos de conglomerados están muy dislocados, predominando los pliegues del sistema isoclinal con rumbo de norte a sur. Estos han sido perturbados nuevamente por diques de magma basáltico. He visto anticlinales con dirección del eje contraria al rumbo general de los isoclinales y a veces se pueden observar directamente fallas. A primera vista parece que se tratara de grandes complejos de capas sedimentarias de diferentes edades, revueltas sin orden alguno, pero, practicando estudios detenidos, y levantando varios perfiles se podrá poner en claro la tectónica. Ante todo hay que establecer los provenientes movimientos orogénicos que dislocaron las capas en distintas épocas geológicas. En las capas de la formación de arenisca roja se nota cierta simetría en el plegamiento, que bien puede haberse producido por el magma de las rocas porfíricas, que acompañan los sedimentos del cretáceo superior. En mi opinión, este sería uno de los parajes donde podría definirse el problema, si en la cordillera ha existido una antigua serranía, formada por plegamientos de contracción. Lo único que puedo decir es que en ninguna parte he visto capas cretáceas encima de terciarias, no habiendo encontrado en la parte alta de las sierras depósitos que puedan ser del cretáceo inferior o jurásicos. En las cumbres predominan las rocas efusivas, las que se hallan encima de la toba gris terciaria. Lo que dificulta mucho el estudio en este paraje son los montes y el material suelto que cubren las faldas de las quebradas, por lo que las rocas sólo afloran localmente. Todas las quebradas y el valle, por donde corre el brazo del arroyo Appeleque, son de erosión y no coinciden con la tectónica.

Desde el arroyo Appeleque seguimos al borde de las sierras; la marcha para la tropa hubiera sido más fácil por la planicie, pero faltaba el agua. Hay sin embargo numerosos arroyos que salen de las sierras con alturas de más de 1000 metros, pero el agua se filtra al subsuelo antes de llegar a la planicie. Adentro de las sierras mismas la mayor parte de los cauces estaban secos y tuvimos que hacer las paradas, donde existían menucos, que son una especie de manantiales que se forman por la tierra que llevan los vientos y el barro que arrastra el agua. El agua de muchos menucos es lechosa y gruesa y poco potable y los sedimentos, que se componen de ceniza volcánica, son tan finos, que no se asientan y forman una masa jabonosa. Amasando este barro y exponiéndolo al fuego se endurece tanto como piedra y los indios saben hacer de él boleadoras. En la época del derretimiento de la nieve, los arro-

yos crecidos depositan el material, que acarrear, al llegar a la planicie, formando terraplenes, que hacen penoso el tránsito. Hay numerosos arroyos de importancia que nacen en las altas sierras, como por ejemplo, el Payanihue, y ninguno de ellos abrió un cauce en la planicie.

En algunas partes se han formado pequeños esteros con lagunas. Por lo que he visto de paso, estas sierras se componen de sedimentos de la formación de arenisca roja, de roca porfírica y de toba y arenisca terciarias. Próximo al arroyo Payanihue hay un depósito de sedimentos, que por su estructura porosa y el color, se parecen al loess de Ensenada y que forman una masa homogénea muy consistente con toscas. Hemos buscado empeñosamente para ver, si contuviesen fósiles, sin haber obtenido resultado. Las capas se hallan en posición perturbada, pero no forman pliegues. En el mismo lugar aflora la arenisca roja y podría tratarse así de loess de edad cretácea.

En el paraje, donde se une el arroyo Cato con el río Senguerr se observa el mismo fenómeno que en la planicie del curso superior del río Frías, donde hay la red de zanjones, en que el agua corre a los ríos Frías, Omkel y Appeleque, pero con la diferencia, de que aquí no existe un *divortium aquarum*. Nada de particular tendría si, con el tiempo se formase también acá una división de las aguas interoceánicas.

Carlos Habegger, que estuvo el año anterior en la depresión en que se hallan los lagos Fontana y La Plata, me dijo que en el fondo existía un bañado con varias lagunas y que de una de ellas salía un arroyo, que corría en dirección al Pacífico. Se trata probablemente de un afluente del río Cisnes. Tuve la intención de practicar estudios en los alrededores de estos dos lagos, pero no pude hacerlo a causa del mal tiempo, que impidió llegar hasta el fondo de la depresión.

Estos dos lagos se hallan en una depresión transversal de la precordillera, como es el caso con los lagos de Trafal, Filohuelhue, Falkner, Villarino y Lacar. Este último desagua hoy al Pacífico, y en uno de mis informes he demostrado que antes tenía su desagüe por el arroyo Quilquihue al río Collon-Cura, lo que confirmó más tarde también el doctor Wehrli. Durante el tiempo interglacial se abrió la angosta garganta, por la que corre hoy el río Huahum, habiéndose formado entonces el *divortium aquarum* en una moraina en la parte superior de la vega Maypú.

En la depresión de los lagos Fontana y La Plata está produciéndose actualmente lo que en el tiempo interglacial pasó en el lago Lacar. Si el arroyo, que corre al Pacífico, ahonda su cauce hasta el lago La Plata, éste comenzará a desaguar por el lado oeste. Un cambio del curso de las aguas de los lagos sería sumamente perjudicial para toda esta región, pues el río Senguerr es el único con agua permanente.

El valle superior del río Senguerr se eleva rápidamente con el mate-

rial que acarrear los arroyos que nacen en las sierras vecinas. La salida del lago Fontana es muy plana y el agua corre por zanjones, formando una ancha red de corrientes. Este valle pasa entre dos cordones de montañas; en el del lado norte, con altura de 1300 metros, nace el arroyo Cato; el del lado sur se une con el cerro Katterfeld, que tiene una elevación de 1870 metros y de éste emana el arroyo Verde. Antes de juntarse las corrientes del río Senguerr y del arroyo Cato, el paraje no tiene ya el carácter de un valle, pues el agua corre por una especie de terraplén de muchos kilómetros de ancho, con numerosos cordones de guijarros de 3 a 5 metros de altura. Este terraplén pasa gradualmente a la planicie, la que por el noroeste se extiende hasta el cañadón de Genoa y al sudeste hasta el río Deseado. Ni el río Senguerr, ni los arroyos Cato y Verde poseen verdaderos cauces y el agua se derrama sobre la planicie, como es el caso en los ríos Appeleque y Omkel; sólo más abajo de la Casa de Steinfeld comienza el cañadón y el río Senguerr tiene un cauce fijo. Al principio las barrancas a ambos lados son bajas, elevándose paulatinamente; en frente de la Casa de Botello alcanzan una elevación de 20 a 30 metros, es decir, no es la planicie, que se levanta, sino el cañadón que se ha profundizado.

Habíamos llegado al lago Fontana a principios del mes de abril y en la misma noche comenzó a nevar; me apresuré para alcanzar el yacimiento marino antes que se tapase del todo, como sucedió en mi viaje anterior. Este yacimiento marino se halla en la barranca de un arroyo, que nace en el cerro Katterfeld, y se compone de una toba margosa de color gris azulado y de estructura pizarrosa; es decir, que en la superficie forma una masa de polvo fino con pequeñas laminillas, como se las observa en la pizarra de arcilla descompuesta. He cavado hasta un metro de profundidad sin haber llegado a la roca compacta. En la superficie había muchos pedazos, grandes y chicos, de amonites y de moldes de moluscos silicificados, pero no hallé casi conchas enteras bien conservadas.

El doctor Burekhardt se dió con tesón a estudiarlos creyendo puedan corresponder al titán. En todo caso se trata aquí de capas del jurásico superior o cretáceo inferior. A mí me interesaba mucho conocer la correlación de las capas marinas con las de la formación de arenisca roja de origen terrestre, que contienen los restos de dinosaurios y la madera petrificada. He seguido el arroyo en dirección a su nacimiento sin haber encontrado otro afloramiento, pues en pocas horas quedaron cubiertas de nieve todas las faldas de la serranía. En el lecho del arroyo abundan los rodados de rocas granodioríticas y como nace en el cerro Katterfeld, no cabe duda, de que éste se compone de rocas graníticas. El cerro Katterfeld forma el macizo central de un grupo de sierras que se halla en la precordillera, resultando que aquí tenemos otra vez el mismo fenómeno, como más al norte. Los lagos Lacar, Villarino, Falk-

ner, Trafal, etc., se hallan también en la precordillera, donde las rocas volcánicas de profundidad, granodioríticas, están en contacto con la formación de la arenisca roja. No hay duda para mí, de que los lagos Fontana y La Plata están en relación con la acción volcánica, que dió origen a la roca de profundidad, es decir, que estos lagos se hallan en una hendidura de origen volcánico.

En las inmediaciones del lago Fontana hay una alta barranca muy a pique en la que aflora otro yacimiento marino. Este se compone de ceniza volcánica muy fina, de color chocolate y en ella abundan grandes concreciones calcedónicas, en su gran parte de forma redonda, parecida a balas de cañón. Encontramos algunas partidas que presentaban una estructura esférica, como la ofrecen las drusas de ácatés y a veces se hallaban pequeños cristales de color blanco. Aun cuando son muy duras, quebramos muchas para ver si contuviesen fósiles y efectivamente en algunas encontramos trozos de Amonites y de moluscos, pero mal conservados. En la masa de la ceniza volcánica había también moldes de fósiles, empero en tan mal estado, que no hemos podido sacar ninguno entero, pues se deshacían en polvo, como los que hallé en los otros yacimientos fosilíferos.

Encima de las tobas con fósiles marinos existe un espeso banco de arenisca y de limo tobífero consistente, que contiene madera petrificada e impresiones de plantas, pero estas últimas están mal conservadas. Las mandé al doctor Kurtz en Córdoba, quien me manifestó que se trataba probablemente de plantas dicotiledóneas, pero de las que no podían determinarse los géneros. Este banco se halla en posición discordante encima del depósito marino, el que no presenta estratificaciones, y ésta es la única parte donde he visto que los depósitos sedimentarios afloran en una misma barranca. Resulta que también aquí las capas jurásicas o del cretáceo inferior se hallan debajo de las formaciones más recientes, de modo que no se ofrece ninguna prueba evidente de un movimiento orogénico, en que las capas más antiguas han sido empujadas encima de más recientes, como es el caso en las montañas formadas por compresiones.

Continuaba nevando en los días que permanecí en el lago Fontana, por cuya razón decidí, a fin de aprovechar mejor el tiempo, practicar investigaciones en la región tabular entre el río Senguerr y el de Chubut, en parajes que no había visitado en mi viaje anterior.

Las dos veces que estuve en las sierras del lago Fontana he tenido la mala suerte de encontrarlas cubiertas de nieve y para practicar investigaciones provechosas es menester ir en el verano a esta interesante comarca.