DR. JUAN BRÜGGEN

Contribución a la geología de los volcanes y termas de Chillán

Santiago de Chile
IMPRENTA UNIVERSITARIA
Estado 63
1948

DR. JUAN BRÜGGEN

Contribución a la geología de los volcanes y termas de Chillán

Santiago de Chile
IMPRENTA UNIVERSITARIA
Estado 63
1948

En 36° 50′ latitud sur se levanta un grupo de volcanes denominados «Nevados de Chillán» cuya naturaleza ha quedado bastante incógnita hasta ahora, no obstante el hecho que a su pie se hallan las famosas Termas de Chillán que todos los veranos atraen miles de personas que buscan en sus aguas de origen volcánico la curación de sus enfermedades.

Las Termas distan de la ciudad de Chillán unos 75 km. por buen camino de auto. Además, existe un ferrocarril de trocha angosta de Chillán a Recinto, desde donde hay que continuar 28 km. por el camino de auto.

Sobre la altura de las Termas divergen las diferentes medidas. Domeyko, en su visita en 1848 da 1.864 m. para el plan de la población de los baños. El Dr. Pelegrín Martín indica 2.100 varas castellanas, lo que correspondería a 1.753 m. Parece que las medidas más exactas han sido ejecutadas en 1885 por el ingeniero Luis Audebrand, según el cual la altura del hotel de las Termas sería 1.800 m. o sea, casi el valor medio de las dos cifras anteriores. Tomamos esta cifra como base de nuestra descripción.

1) Historia de las Termas de Chillán

Aunque el historiador y cronista Alonso de Ovalle conoció a las Termas de Chillán ya en el año de 1646, el Dr. Pelegrín Martín a quien debemos el estudio más extenso de los baños,

cita la tradición que atribuye el descubrimiento, que se habría hecho en 1703, a:

un Fray Bernardo, de los hospitalarios de San Juan de Dios, que habiendo tenido noticias por unos naturales de que entre la nieve brotaban aguas calientes, pasó a verlas en la estación aparente, y juzgándolas de grande aplicación, se iba allá todos los veranos con distintos enfermos incurables, a los que se dice daba el alivio, hasta que en una de sus excursiones fué asesinado por los pehuenches; si bien la superstición de estos montañeses lo creen convertido en peñasco, con motivo de hallarse a un lado del valle del Renegado, a pocas leguas y en el mismo camino de los baños, en un cerro pintoresco, lleno de grutas y picos de caprichosas figuras, una piedra notable por su forma original.

La primera descripción científica de las Termas de Chillán fué hecha por Ignacio Domeyko, que pasó hace exactamente 100 años, en 1848, por ellas. Sobre la misma leyenda escribe este sabio:

Por mucho rato miraba hacia este punto el montañés y en seguida me señaló más abajo otro cerro que él llama Cerro del Fraile, cuya cumbre cortada en forma de los antiguos castillos y conventos está llena de grutas y de cavernas. La temerosa imaginación del hombre veía en ellas puertas y ventanas, y poblaba aquello de sombras de anacoretas, cuyo retiro nadie se atrevería a turbar.

Domeyko da una descripción muy clara de su viaje cuya ruta puede determinarse bien aunque, por desgracia, falta un croquis topográfico. Reconoció a las rocas del cordón del Pirigallo como porfíricas o sea correspondientes a lo que llamamos hoy la «formación porfirítica» del mesozoico. Domeyko siguió desde las Termas hacia el este atravesando el pie austral del Volcán Viejo hasta la solfatara del C.° de Azufre y las grandes vertientes de Aguas Calientes.

Su descripción de las diferentes vertientes minerales es muy detallada, pero debido a la falta de un croquis y, en vista de que las captaciones actuales de las vertientes son distintas de las de hace 100 años, es imposible saber exactamente a cuáles de las vertientes se refieren sus análisis.

La visita de Domeyko era anterior a la erupción de un volcán nuevo en el grupo de los Nevados de Chillán. Domeyko

da pocos datos sobre los cerros volcánicos y aplica el nombre de Nevado al Volcán Viejo.

La formación de un volcán nuevo, el 2 de agosto de 1861, despertó el interés de los naturalistas en todo el país, dando origen a varias expediciones y descripciones. Entre ellas debemos citar en primera línea al gran naturalista R. A. Philippi. Según el croquis que acompaña la publicación de Philippi, resulta que este volcán nuevo se abrió en la falda noroeste del volcán cerro Blanco, casi al pie del volcán y en el nacimiento del valle Sta. Gertrudis. Usaremos el nombre de volcán Cerro Blanco introducido por Philippi para el volcán más septentrional del grupo de los Nevados de Chillán. Mi guía le dió el nombre de «Nevado», pero sería bueno evitar este nombre que se aplica a todo el grupo; vimos ya que Domeyko llamó Nevado también al Volcán Viejo.

Fuera de cortas noticias de diarios sobre erupciones volcánicas en el grupo de los Nevados, no hay publicaciones sobre la región hasta 1892, cuando A. F. Nogues escribió un pequeño artículo sobre un viaje a las Termas de Chillán, en que se ocupa preferentemente de los fenómenos glaciales. Confunde en gran parte las lavas de bloques con morrenas de origen glacial.

En 1890, L. Darapsky publicó su obra *Las aguas minerales de Chile*, en la cual dió una descripción detallada de las Termas de Chillán. Cita muchos análisis de sus aguas y trata también sus cualidades medicinales.

Muy numerosas son las publicaciones sobre las virtudes medicinales de las Termas de Chillán. En primera línea hay que mencionar la obra del Dr. Pelegrín Martín, cuya segunda edición apareció en 1857 en Chillán, bajo el título *Estudios médicos sobre las aguas termales de Chillán*. La cuarta y probablemente última edición del libro fué publicada en 1889. Tendremos ocasión de citar muchas observaciones interesantes de esta obra.

En su libro mencionado, Darapsky cita además, los estudios de los siguientes doctores: Juan Miguel (*Anales de la Universidad*, 1851, I. p. 339); Guillermo C. Blest (ibidem, 1860, p. 275); F. Javier Tocornal (ibidem, 1862, p. 337) y Ramón Allende P.: *Termas sulfurosas de Chile* (Valparaíso, 1884).

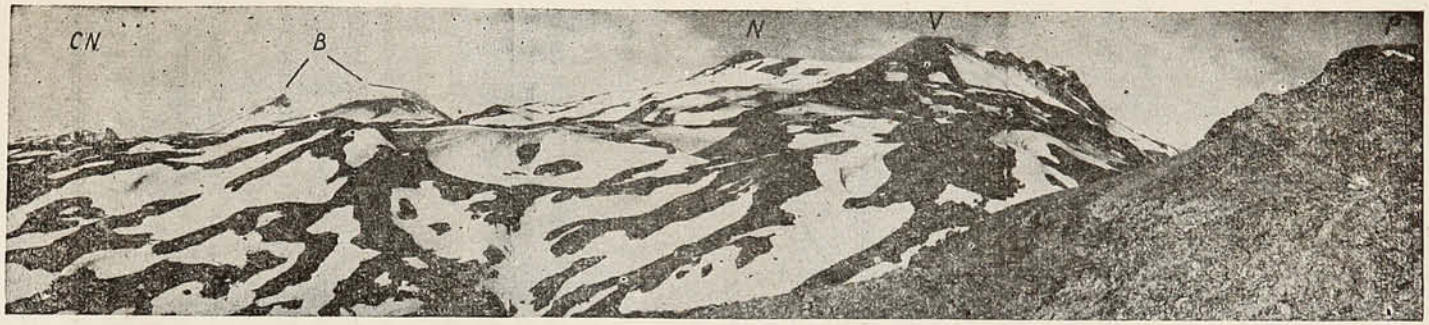
Podemos agregar como estudios más nuevos los siguientes: R. Rodríguez, *Breves apuntes sobre las Termas de Chillán*, 1935; P. Martínez S., *Las aguas de los Baños de Chillán*. Preparado con motivo del Centenario de Chillán, 1935.

Constitución geológica de la región de las Termas

La base preterciaria y prevolcánica de la cordillera de Chillán está formada por las rocas de la formación porfirítica que pertenece al mesozoico, jurásico o cretáceo inferior. En el valle del río Renegado, las brechas y conglomerados de esta formación componen especialmente la falda izquierda de dicho valle que, en su parte superior constituye el límite entre las rocas volcánicas y no volcánicas. Como se ve en el perfil B de la figura 3, en las Termas mismas este límite está bien pronunciado, aunque las rocas porfiríticas se presenten fuertemente descompuestas y blanqueadas por los vapores sulfurosos de las fumarolas, de modo que sería imposible reconocer la roca original, si no hubiera siempre algunas partes no atacadas por los gases.

Después del plegamiento de las rocas mesozoicas y después de una larga época de denudación, el volcanismo moderno principió en el terciario superior con la erupción de enormes masas de lavas incandescentes, las que, junto con las erupciones posteriores dieron origen al grupo de los «Nevados de Chillán». Para poder seguir la descripción siguiente de la historia del volcanismo, describiremos primero la topografía actual a base del croquis de la figura 1.

Vemos que en una recta de dirección NW-SE se hallan arreglados varios centros volcánicos, entre ellos dos volcanes principales: en el NW. el Cerro Blanco y en el SE el Volcán Viejo. Además tenemos el Volcán Nuevo, que como cerro volcánico es de dimensiones modestas. Aun más pequeño es el volcán del año 1861, del cual se ha extendido una enorme corriente de lava. Además hay varios pequeños crateres, indicados con los signos C^{1-3} que en parte se levantan en medio del gran campo de hielo que rellena la depresión entre los dos volcanes más grandes y que cubre la parte más alta de la ancha loma encima de la cual se levantan los volcanes nuevos.



FOTOGRAFÍA N.º 1

Panorama de los Nevados de Chillán (desde el cerro Pirigallo).

C. N. = Cerro Negro.
B = Cerro Blanco, gran cono volcánico.
N = Volcán Nuevo, activo desde 1906.
V = Volcán Viejo.
P = Cerro Purgatorio.

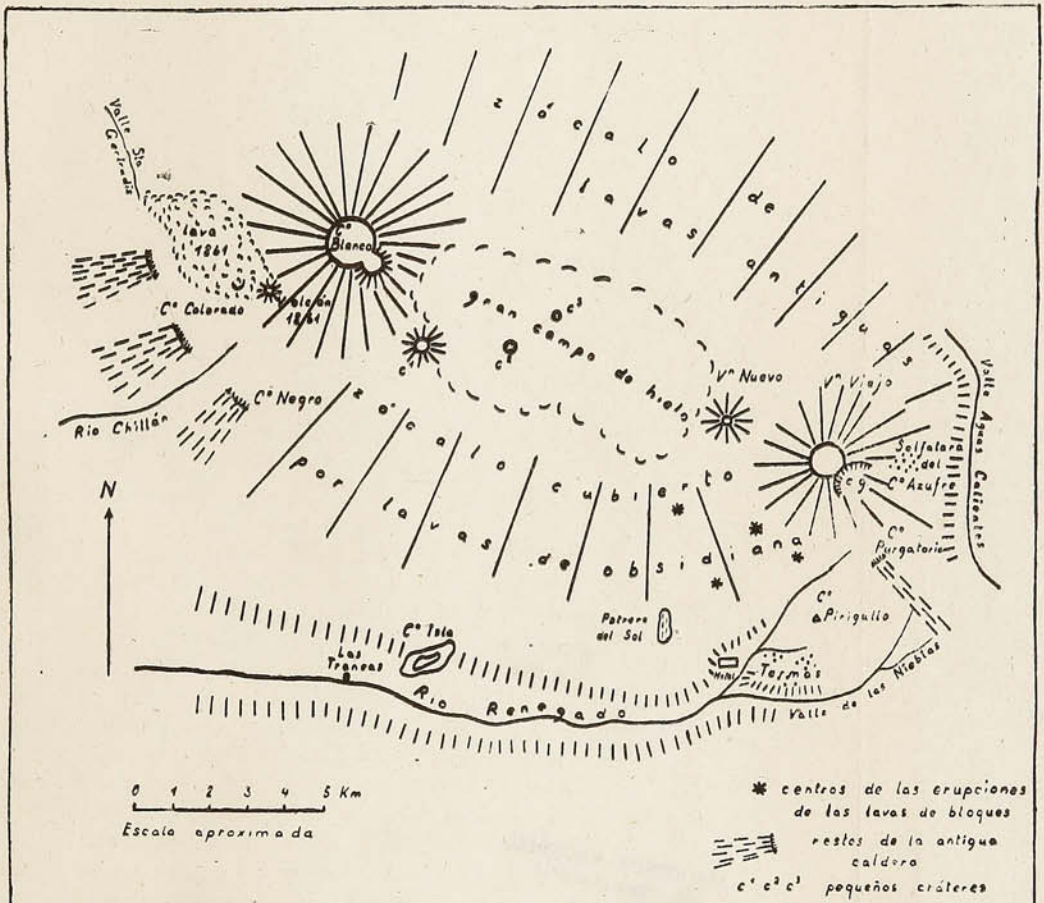
Toda la meseta situada delante de los volcanes consiste en las grandes corrientes de lava de bloques.

Esta loma o zócalo de los volcanes desciende paulatinamente hacia el NE y SW. La parte suroeste, la única que conozco, fuera de la falda SE. del Volcán Viejo, está cubierta por grandes extensiones de lavas de bloques, de obsidiana negra, cuyos centros de erupción se hallan repartidos irregularmente en la loma.

Cerca del nacimiento del río Chillán hay varias mesetas que terminan con fuerte declive hacia la zona volcánica, y que descienden suavemente hacia afuera, hacia el SW y W. Las vi solamente desde lejos y en la fotografía aérea. Hacen la impresión de pertenecer al borde de una antigua caldera volcánica, que sería el resto de denudación del antiguo volcán que produjo las enormes lavas terciarias. Las conozco desde cerca sólo en el Potrero del Sol, que es una pequeña zona que no fué inundada por las grandes masas de lavas de obsidiana. Además en el Cerro Purgatorio, que continúa hacia el SE, en forma de un estrecho cuchillo, el llamado «Filo de la Piedra Parada».

El pequeño Cerro Isla, situado cerca de Las Trancas, es probablemente un cerro de rocas fundamentales que se levantó como isla encima del mar de lavas que se extendió proveniendo desde el norte hasta estrellarse contra las rocas fundamentales de la falda sur del valle del Renegado.

Después de esta corta reseña de la topografía actual, principiamos con la descripción del desarrollo del volcanismo. El punto de erupción de las enormes masas de lavas terciarias debe haberse hallado en la región de los actuales volcanes, sea que se trate de una grieta de unos 10 a 15 km. de longitud o de un enorme canal central o de varias chimeneas volcánicas. En vista de que las lavas antiguas constituyen la base de los volcanes recientes, como se puede observar al SE. del Volcán Viejo en el valle de Aguas Calientes, o en el Potrero del Sol y también en el corte del camino del hotel a los baños, frente al puente sobre el Renegado, podemos suponer que todo el zócalo ancho que ha sido dibujado con hachurado muy distanciado esté formado por estas lavas y en este sentido se han dibujado también los perfiles de la figura N.° 3. En los pocos puntos, donde tuve ocasión de observar las lavas antiguas, se trata de basaltos de olivina de color gris.



Croquis de los Nevados de Chillán

Fig 1

Muy interesante es la presencia de estas lavas terciarias que forman la cumbre del Cerro Purgatorio, de 2.860 m. de altura y cierta extensión del «Filo de la Piedra Parada» que se extiende hacia el sur. Si, resultaran los cerros Negro (1) y Colorado como restos del antiguo borde del cráter terciario, restos que en geología han recibido el nombre de «caldera», este enorme volcán habría tenido un cráter de un diámetro de unos 20 km., desde el Cerro Purgatorio hasta más allá del volcán de 1861.

La edad de las lavas antiguas es probablemente del terciario superior; pero no está excluído que pertenezcan al cuaternario inferior, siendo a lo menos anteriores a la penúltima o segunda época glacial. La edad muy grande puede deducirse de la fuerte destrucción que han sufrido las lavas por la erosión.

Las lavas se extendieron hasta grandes distancias entrando aún a la depresión del valle longitudinal donde quedan cubiertas por sedimentos más modernos del cuaternario. A estas lavas pertenecen las formaciones pintorescas de la «Cueva de los Pincheiras».

Después de una larga interrupción, las erupciones recientes principiaron en el cuaternario superior o aun más tarde, porque los volcanes nuevos se han conservado muy bien, lo que indicaría que a lo menos su actividad ha durado hasta tiempos muy recientes. El circo glacial, que ha destruído la parte SE. del cono del Volcán Viejo, puede haberse formado en la época post-glacial.

En estas erupciones recientes parece que se abrió una grieta en cuyos dos términos se construyeron primero dos grandes volcanes: en el NW el Cerro Blanco y en el SE el Volcán Viejo. De ambos, el volcán Cerro Blanco es el más importante tomando tanto el ancho del cráter como el desarrollo general del cono. Esto puede reconocerse bien desde el valle longitudinal y especialmente al estudiar las fotografías aéreas. El diámetro de su cráter es grande, probablemente de 1 km. Su cono exterior es relativamente bien conservado, aunque descienden varios glaciares grandes por su falda que han excavado

(1) Philippi, p. 252 y 253, habla de la existencia de lavas en el Cerro Negro.

largas quebradas. Algunas tienen aspecto de circos glaciales, pero no está excluído que se trate de embudos de explosiones volcánicas, como se formó uno en el Descabezado Grande en 1932.

Hacia el SE se halla antepuesto, pero casi unido al cráter principal, otro cráter que llamamos «Cerro Blanco Chico». En la fotografía N.° 1, el Cerro Blanco aparece con dos cumbres que son solamente partes del mismo borde del cráter, separadas por una depresión causada por la denudación.

Según los mapas, la altura del Cerro Blanco es de 3.180 m. La meseta de lavas terciarias de la cual se levanta el volcán tendrá 2.400 m., de modo que resulta una altura relativa de 1.000 m. para la parte sur del volcán. Hacia el norte, el terreno desciende rápidamente, de modo que allá su altura relativa es mucho más grande y, en realidad, visto desde el valle longitudinal, el volcán Cerro Blanco presenta un aspecto imponente.

Distinto es el aspecto del Volcán Viejo, como se ve en la fotografía N.° 1. Se levanta sobre un zócalo más alto, de modo que su altura relativa no será mucho mayor que unos 300 m., siendo la absoluta alrededor de los 3.200 m. El diámetro del cráter es un poco inferior al del Cerro Blanco. Lo que caracteriza al Volcán Viejo es el gran circo glacial que ha destruído una gran parte de la falda sur del cono (véase fotografía N.° 1). Desde cerca puede observarse que la estratificación de las capas de lavas y de piedras tienen inclinación hacia el SE., lo que significa que se trata del cono del Volcán Viejo y no de otro cráter agregado al volcán principal.

Después de haber terminado las erupciones principales de los dos volcanes mencionados, principiaron a salir grandes masas de lavas de bloques formadas por obsidiana y piedra piscea negra. Sus erupciones no se verificaron por la grieta principal que une los dos volcanes principales, sino en numerosos puntos situados especialmente en la falda suroeste de los Nevados. Es posible que algunas erupciones se hayan producido también en la parte más alta, con lo que se podría explicar la alta loma que une el Volcán Viejo con el Volcán Nuevo. No conozco la falda noreste de los Nevados, tampoco puede reconocerse su naturaleza en las fotografías aéreas; de

modo que no está excluído que allá también se hayan producido mayores erupciones de lavas.

Estas erupciones pertenecen a un tipo que es frecuente en nuestras cordilleras: sin mayores explosiones, fuera de la inicial, grandes masas de lava muy viscosa, salen de bocas nuevas, a veces muy distantes de los volcanes principales. La situación de las bocas puede reconocerse hoy solamente porque constituyen el punto más alto de la lava. Son los «morros de lava» desde los cuales la lava se movió hacia falda abajo, a veces por pocos cientos de metros, a veces también por algunos kilómetros.

Según la fotografía aérea, estas corrientes de lavas constituyen toda la falda norte del valle del Renegado. Algunas aparecen en la fotografía N.° 1; ellas descienden hasta el hotel de las Termas, pero más abajo quedan cubiertas por una fina arena volcánica de color amarillo. Mucho más abajo, en la llamada «Vuelta del Candado» reaparecen las lavas de bloques cuyo término hacia valle abajo causó el fuerte declive del fondo del valle en ese punto. Las mismas lavas son también la causa del estrechamiento considerable del valle del Renegado desde la «Vuelta del Candado» hacia arriba, mientras más abajo el valle tiene un fondo muy ancho, como corresponde a su origen glacial.

Las lavas de bloques son postglaciales, como queda comprobado por el hecho mencionado que causan un estrechamiento del valle glacial allá donde entran a él. Además no descubrí indicios de erosión glacial en estas lavas. Deben ser posteriores a la acumulación de los dos volcanes principales, porque no presentan mayor cubierta de cenizas y arenas volcánicas.

Un problema queda todavía, la procedencia de las arenas finas que cubren la parte inferior de las lavas de bloques. Tienen su mayor desarrollo debajo del límite de los bosques. Parece que el bosque las haya protegido contra la destrucción, mientras que más arriba han sido lavadas por las lluvias.

Al SE .del Volcán Viejo, en el valle de Aguas Calientes, no observé mayor desarrollo de las lavas de bloques. Allá habrán sido fuertemente destruídas por el gran glaciar que hasta hace pocos miles de años salió del gran circo glacial en la falda SE. del volcán.

modo que no está excluído que allá también se hayan producido mayores erupciones de lavas.

Estas erupciones pertenecen a un tipo que es frecuente en nuestras cordilleras: sin mayores explosiones, fuera de la inicial, grandes masas de lava muy viscosa, salen de bocas nuevas, a veces muy distantes de los volcanes principales. La situación de las bocas puede reconocerse hoy solamente porque constituyen el punto más alto de la lava. Son los «morros de lava» desde los cuales la lava se movió hacia falda abajo, a veces por pocos cientos de metros, a veces también por algunos kilómetros.

Según la fotografía aérea, estas corrientes de lavas constituyen toda la falda norte del valle del Renegado. Algunas aparecen en la fotografía N.° 1; ellas descienden hasta el hotel de las Termas, pero más abajo quedan cubiertas por una fina arena volcánica de color amarillo. Mucho más abajo, en la llamada «Vuelta del Candado» reaparecen las lavas de bloques cuyo término hacia valle abajo causó el fuerte declive del fondo del valle en ese punto. Las mismas lavas son también la causa del estrechamiento considerable del valle del Renegado desde la «Vuelta del Candado» hacia arriba, mientras más abajo el valle tiene un fondo muy ancho, como corresponde a su origen glacial.

Las lavas de bloques son postglaciales, como queda comprobado por el hecho mencionado que causan un estrechamiento del valle glacial allá donde entran a él. Además no descubrí indicios de erosión glacial en estas lavas. Deben ser posteriores a la acumulación de los dos volcanes principales, porque no presentan mayor cubierta de cenizas y arenas volcánicas.

Un problema queda todavía, la procedencia de las arenas finas que cubren la parte inferior de las lavas de bloques. Tienen su mayor desarrollo debajo del límite de los bosques. Parece que el bosque las haya protegido contra la destrucción, mientras que más arriba han sido lavadas por las lluvias.

Al SE .del Volcán Viejo, en el valle de Aguas Calientes, no observé mayor desarrollo de las lavas de bloques. Allá habrán sido fuertemente destruídas por el gran glaciar que hasta hace pocos miles de años salió del gran circo glacial en la falda SE. del volcán.

Las erupciones históricas

Constituyen la última actividad volcánica en la región de los Nevados de Chillán. La erupción más antigua conocida se produjo en 1751, como queda documentado por varios cronistas. Debe haber sido muy fuerte, pero no se sabe en qué punto se habrá producido.

Felipe Gómez de Vidaurre escribe en la página 63 de su *Historia Geográfica, Natural y Civil:*

> Como sucedió en 1751 con el volcán de Chillán cuyas cenizas vi en distancia de más de siete leguas de la última cadena de la cordillera.

En la página 64 agrega:

> En 1751, el de Chillán hizo otra erupción de que no se sintió gran ruido, porque ella fué por la boca, pero las tierras como yo las vi aun en distancia de más de 15 leguas, quedaron cubiertas de sus cenizas, pero sin experimentar algún otro daño.

La expresión de que la erupción se produjo «por la boca» hace suponer que habrá sido uno de los principales volcanes que estuvo en actividad, sea el Cerro Blanco o el Volcán Viejo. Probablemente, ambos conos tuvieron manifestaciones de actividad, en esos años, porque el padre Havestadt, que viajó en el año 1752 por esa región pasando por el pie del Antuco en plena actividad, dibuja en la región de los Nevados de Chillán dos cerros con signos de llamas en el mapa de su obra «Chilidugu». Desde lejos, la naturaleza volcánica de los dos volcanes no es fácil de adivinar, de modo que en realidad deben haberse percibido nubes de erupción encima de ellos.

No hay otros relatos de actividad de los Nevados de Chillán hasta la formación de un volcán nuevo al pie SW. del Cerro Blanco en el año de 1861. Este fenómeno llamó la atención de los naturalistas y se hicieron varias expediciones al punto de la erupción. Entre las descripciones de estos viajes es la más importante el relato de R. A. Philippi, que se publicó primero en los *Anales de la Universidad* y después, con más

detalles, en *Petermanns Mitteilungen;* de este último tomamos los extractos siguientes.

Acerca de la abertura del volcán escribe en la página 244:

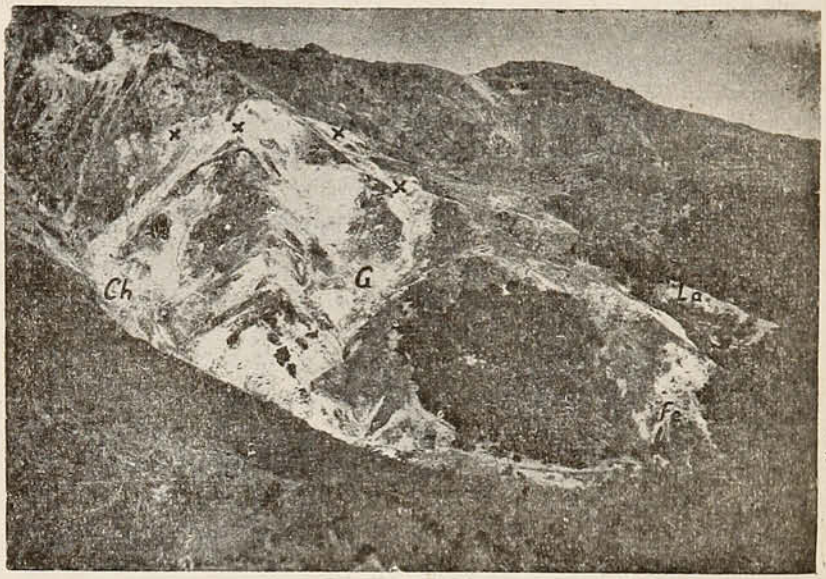
En la posada de Saldia oímos varias noticias acerca del volcán nuevo. El 3 de agosto de 1861 se había sentido en Chillán un leve temblor e inmediatamente después se descubrió un gran fuego en el cerro Nevado que ardía todas las noches apareciendo en los días una gruesa columna de humo. El agua del río Ñuble, que al principio había quedado clara, se puso turbia después de dos meses. La lava, que salió del volcán nuevo y que entró a la parte superior del valle de Sta. Gertrudis que estaba cubierto de nieve y hielo, había obstruído este vallecito. Las aguas formadas por el derretimiento de la nieve formaron un lago que al fin rompió el tranque, formando una gran avenida arrastrando grandes cantidades de tierra y bloques, árboles, etc. rellenando el río Ñuble con tierra y fango. El agua de este río quedó turbia durante casi un mes... Más tarde el agua del río volvió a presentar su aspecto normal, pero desde la nueva erupción del volcán volvió a enturbecerse. También el río Chillán y el Renegado, se enturbecieron a menudo, cuando el volcán produjo mucha ceniza. Ni las vertientes calientes de las Termas, ni el Cerro de Azufre experimentaron la menor alteración por la erupción del volcán nuevo.

Las aguas del Renegado se habrán enturbecido probablemente en su curso inferior, abajo de las Trancas donde tiene algunos afluentes que provienen desde la región del Cerro Negro.

En su ascensión que lo llevó hasta cerca del volcán, en los primeros días de marzo de 1862, Philippi observó una actividad estromboliana formada por erupciones rítmicas de intervalos de 3 a 10 minutos. En las erupciones las piedras negras fueron lanzadas hasta alturas de 100 a 150 m. Las detonaciones eran débiles y muy escasa la producción de humo.

El 1.° de noviembre de 1861, poco después de la formación del volcán nuevo, un ingeniero, Siemsen, había hecho una expedición al volcán que lo llevó hasta una distancia de 500 m. del volcán y a un punto situado unos 30 m. más arriba que el cráter. Estimó el diámetro del cráter en solamente 45-50 m. La actividad era parecida a la observada por Philippi: detonaciones cada 5 minutos en que las piedras fueron lanzadas hasta 100 m. de altura, mientras en los intervalos más tranquilos subían hasta solamente 30 m. Las piedras eran incandescentes.

Ambos observadores dicen que directamente al oeste del cráter activo se levanta un pequeño cono de 24 m. de altura, que aparece también en el croquis dibujado por Philippi (véase fig. 2). En el mismo mapa vemos también una pequeña corriente de lava que se extendió encima del glaciar, pero que no puede ser la corriente principal que, según Siemsen, aparece en la parte superior del valle Sta. Gertrudis, a unos 600



FOTOGRAFÍA N.º 2.

La gran solfatara de las Termas de Chillán. Vista desde el oeste, desde la subida al Potrero del Sol.

Ch = fumarolas chicas
Fe = vertientes de fierro
x, x = otras fumarolas
G = fumarola grande
La = fumarola de la lavandería

m. de distancia del cráter. Según esto parece que las explosiones tomaron otro camino, por el cráter, mientras que la lava tuvo una salida lateral, un fenómeno que es frecuente. Lo observé p. ej. en el pequeño volcán La Poruña, al pie del volcán San Pedro en el río Loa.

Antes de continuar con la historia de este volcán nuevo, debemos conocer su situación exacta, que aparece en la figura

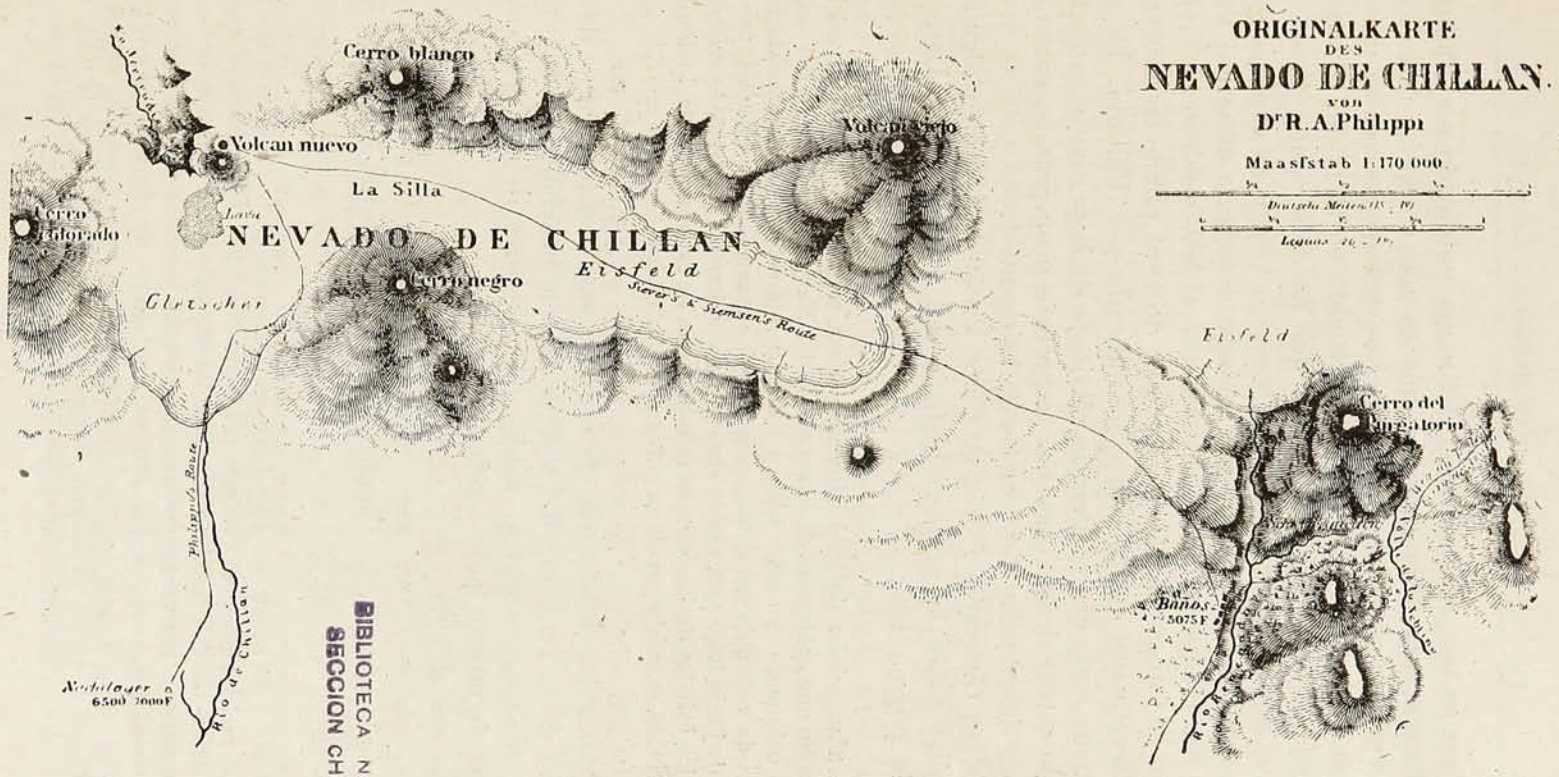


FIG. N.° 2

2. Esta es una reproducción del mapa publicado por Philippi en *Petermanns Mitteilungen* y que es más completo que el de los *Anales de la Universidad*. Según este mapa resulta que el volcán nuevo del año 1861 está situado en la falda, o casi al pie suroeste del Cerro Blanco y que no debe confundirse con lo que hoy se llama el «Volcán Nuevo». Vemos en el mapa que durante la visita de Philippi no existió todavía el actual Volcán Nuevo que se halla directamente al NW del Volcán Viejo.

En la fotografía aérea, el volcán de 1861 puede reconocerse perfectamente en la situación indicada por Philippi. Es un pequeño cono negro. Pero la corriente de lava que se extendió desde este volcán cubre una superficie muy grande, como se puede desprender del croquis de la figura 1.

En su *Geografía Física de Chile*, Pissis da también algunos detalles sobre la primera historia del volcán nuevo. Leemos en la página 120:

> ...a principios de 1861 (debería decir a mediados de 1861) se vió levantarse una columnita de humo al pie del Nevado por la parte del oeste. Esta columna cuyo color blanco indicaba que estaba principalmente formada de vapor de agua, fué poco a poco aumentando en altura y por el mes de junio llego esta nueva abertura a vomitar tal cantidad de materias que los árboles de las espaciosas selvas que se extienden hasta los bordes del Ñuble, se cubrieron de un polvo fino...

Vemos que Pissis trae datos muy equivocados acerca de la fecha de la erupción del volcán. Las indicaciones de Philippi que hizo su ascensión medio año después de su formación, merecen mucho más confianza.

En sus *Apuntes sobre la Geografía física y política de Chile* publicada en 1868, muy poco después de la formación del volcán nuevo, P. L. Cuadra da una descripción detallada del desarrollo del volcán:

> El día 2 de agosto de 1861 tuvo una erupción por un nuevo cráter situado en las vertientes noroeste del Cerro Nevado. Desde entonces quedó con una actividad bastante enérgica; las explosiones se hacían sentir cada cinco minutos poco más o menos. Las escorias fundidas que arrojaba sobre los hielos perpetuos de sus flancos produjeron un derretimiento rápido de ellos; pero el agua resultante encontrando el hielo vecino en su estado sólido que le servía de barrera, formó una extensa laguna en la falda del cerro; sus aguas aumentaron considerablemente, hasta que en el mes de

octubre, las barrancas de nieve que las circundaban no pudieron resistir por más tiempo. Entonces, toda esa enorme masa de agua precipitóse desde la altura y produjo un aluvión. El cajón denominado de Sta. Gertrudis y que desagua en el Ñuble era el que debía recibir las aguas...

Las aguas del Ñuble estuvieron por muchos días espesas por razón de la cantidad de arena que arrojaba el volcán, cuya mayor parte caía en las vertientes de este río. Hasta una distancia de 10 a 12 km. del cráter las arenas descendían en forma de lluvia. La actividad volcánica duró por espacio de 10 a 12 meses, después de los cuales permaneció apagado hasta principios de 1864.

Esta erupción se verificó por el mismo punto que la anterior y fué muchísimo más enérgica y de aspecto imponente. La columna de humo negro y constante que se elevaba de su boca, dominaba todo el llano de sus inmediaciones en una extensión horizontal de no menos de 300 km. (desde Pelarco en Talca hasta Nacimiento). Pero sobre todo en las noches no podía mirársele sin que produjera profunda admiración. A la distancia veíase la columna de humo que se elevaba del cráter cubierta de un color rojizo producido por el reflejo del fuego interior; en la parte de abajo de la boca aparecía una gran mancha de fuego que cubría las faldas del cerro hasta la mitad de su altura, la que se avivaba con fuerza de tiempo en tiempo. En esta ocasión también arrojó abundantes arenas y, en mayor cantidad que en la primera erupción. En los baños termales cayeron en varias ocasiones y de un grano bastante grueso.

En esta época fué cuando sus explosiones se hacían sentir fuertemente en Concepción a 160 km. de distancia. Los estruendos eran tan recios que las vidrieras de las casas se sentían mover, por lo que toda la población estaba alarmada, creyendo próxima una gran ruina.

Tanta actividad concluyó el 15 de enero de 1865, pero dos semanas más tarde volvió a aparecer aunque muy debilitada su fuerza y pocos días después volvió a cerrarse. En este estado permanece hasta hoy día (1868).

En su importante obra sobre los temblores de Chile, p. 36, Goll escribe que Pissis, en una carta a Beaumont (*Compt. Rendues*, LX, p. 1095) se refiere a la erupción del año 1864 y que esta vez se abrió un nuevo cráter a 200 m. debajo de la cumbre, probablemente del Cerro Blanco. Que la nieve que cubría el cerro fué cubierta por una capa de ceniza de varios decímetros, sin derretirse enteramente y que la alternación de nieve y cenizas es frecuente en los volcanes de los Andes.

No creo que se trate de la formación de otra boca de volcán, especialmente porque Pissis en su *Geografía Física* menciona también la segunda época de actividad, pero sin decir algo sobre un cambio del punto de erupción. Vimos más arriba, que Cuadra dice expresamente que la erupción de 1864 se

verificó por el mismo punto. Probablemente en la primera erupción salió la mayor parte de la lava que se halla dibujada en la fig. 1, ya que de la segunda erupción no se mencionan las avenidas de los ríos. En tal caso, la segunda erupción consistió en fuertes explosiones que, lo mismo que las del Quisapu del año 1932, hicieron temblar las ventanas a gran distancia. *La Patria*, diario de Valparaíso, comunica el 27 de diciembre de 1864 que las fuertes detonaciones han durado ya 8 días, según datos tomados del *Correo del Sur*.

Goll (pág. 46) escribe que en julio de 1872, todos los volcanes desde el Lloguel hasta el Antuco y Chillán despiden nubes de humo. En la pág. 55 dice Goll, que en la segunda semana de febrero de 1877 se comunica que el volcán Chillán está activo y humea. Para comprobar esto, habría sido ascendido por una expedición. En la página 57 agrega Goll que durante el terremoto de Iquique del 9 de mayo de 1877, el volcán Chillán apareció en actividad renovada.

No sabemos, si en realidad todas estas erupciones tuvieron lugar por la misma boca del volcán de 1861, que visto en la fotografía aérea, se presenta demasiado pequeño para tanta actividad. Por desgracia, las noticias sobre las erupciones son siempre muy parcas en cuanto se refiere al punto exacto de la erupción.

En 1891 y más tarde en 1898, también el Volcán Viejo tuvo algunas erupciones de cierta importancia, como podemos sacar de las siguientes líneas de un informe publicado por el ingeniero Diego A. Lira, el 23 de septiembre de 1906, en *La Discusión*, diario de Chillán:

> En febrero, más o menos de 1891, el Volcán Viejo arrojó no sólo cenizas, sino también piedrecillas hasta el tamaño de una avellana que iban a caer hasta las Termas, esto es, unos doce kilómetros más o menos del volcán.
>
> En 1898 hubo una nueva erupción de cenizas que en poca cantidad cayeron en las Termas y sus alrededores, sin ocasionar ninguna perturbación en la vida ordinaria de los bañistas.
>
> Estos datos me han sido suministrados por personas serias que residen por los alrededores de las Termas de hace más de 30 años.

También mi guía en los Baños me contó que hace años había visto salir humo blanco y también un poco negro desde la

cumbre redonda del Volcán Viejo, situada en el suroeste del cráter.

El Dr. Pelegrín Martín, que trae una detallada descripción del viaje de Philippi al volcán de 1861, discute una erupción apócrifa del Volcán Viejo de principios de 1883. Dice que un viajero frances, C. Chouteau publicó en el diario *El Ferrocarril* del 20 de febrero de 1883, un relato de su ascensión al Volcán Viejo, donde un cráter nuevo habría tenido una erupción de nubes oscuras en el día 15 de febrero. P. Martín cita las siguientes frases del señor C. Chouteau:

> ¡Con qué ansiedad nos aproximamos a esta boca del infierno! Una nube negra y espesa nos cubría casi por entero. Todos quisimos (siete personas) asomar nuestros ojos a la boca de esa enorme y aterradora chimenea natural... El nuevo volcán está separado del antiguo por una muralla de ceniza cortada a pique que tendrá en su altura más o menos 3-4 metros de espesor. La circunferencia medía más de seis cuadras. Pocos días ha, era una montaña en forma de cono y hoy es un insondable abismo. ¿Hubo hundimiento de tierra que causó el ruido aterrador que se sintió en las termas el 21 de enero o hubo una explosión que voló con toda la coronación de la gran montaña?

A esto contesta P. Martín que él se encontró en las Termas desde el 2 de enero hasta el 24 (I) y que no habría notado nada de este fenómeno y agrega: «2 años más tarde fuí y nada encontré».

Según esto, no habría existido todavía el actual Volcán Nuevo, porque seguramente lo habría mencionado el Dr. P. Martín, al subir a la región del Volcán Viejo. En otra parte escribe que en el Volcán Viejo hubo sólo una que otra «fumarola».

La hora de nacimiento del actual Volcán Nuevo ha sido el 16 de agosto de 1906, fecha del gran terremoto de Valparaíso, como puede comprobarse por numerosas noticias en el diario *La Discusión* de Chillán. Damos primero una copia de estos articulitos, advirtiendo que lo que llaman «volcán viejo» no se refiere al Volcán Viejo de nuestro plano, sino a algunas de las cumbres de los Nevados, en parte aun al volcán de 1861. La ubicación exacta resulta del viaje del ingeniero Lira.

La Discusión, 30 de agosto 1906.

El alcalde de Coihueco ha comunicado a la intendencia que desde hace días se viene observando una columna de humo un poco al sur del antiguo cráter del volcán Chillán.

La Discusión, 11 de septiembre 1906.

«Observaciones posteriores han confirmado que se trata en realidad de una verdadera erupción por un nuevo cráter del volcán ubicado un poco al pie del antiguo. Ayer todo el mundo ha podido contemplar la gruesa columna de humo que arroja el volcán.

La Discusión del 13 de septiembre de 1906.

Observados con catalejos las erupciones se ve que ellas tienen su asiento al sureste del Nevado de Chillán (=Cerro Blanco), en montículos relativamente bajos, ubicados a cierta distancia de aquél.

El 10 de septiembre, a las 9 A. M., se vió salir de esas pequeñas cumbres una columna de humo de un diámetro aparente de 50 cm., inclinándose hacia el norte, empujada por el viento, como el humo de una locomotora.

El 12 de septiembre, a las 11 A. M., se vió en lugar de la primera columna otra cinco veces más ancha, escapando de un cráter abierto en una cumbre más alta, situada al oriente de aquélla.

Esta nueva columna de humo, inclinándose también hacia el norte, abarcaba un gran espacio, llegando hasta el mismo Nevado.

Las cumbres de los dos montículos y de otros cercanos no se ven de color de nieve sino ennegrecidas por la erupción.

Las erupciones quedan a alguna distancia de las Termas, las cuales, según viajeros llegados hasta ellas en visita de inspección, nada han sufrido con el fenómeno.

Se desprende de las noticias anteriores que se trata de una regular erupción volcánica por un cráter nuevo. En vista del peligro que podría envolver la erupción para las Termas, pertenecientes a la Municipalidad de Chillán, ésta mandó al ingeniero Diego A. Lira en comisión a las Termas para explorar el fenómeno. En su informe, se nota cierta tendencia de aminorar la importancia del fenómeno; así trata de presentarlo como la mera abertura de una nueva fumarola, parecida, aunque más fuerte que las de las Termas. El informe presentado a la Municipalidad se publicó en *La Discusión* de los días 21 y 23 de septiembre de 1906.

La Discusión, 21 de septiembre.

Desde las alturas de Las Trancas y otros puntos apropiados, el señor Lira y sus acompañantes efectuaron sus observaciones...

Se trataba en realidad de una grande y nueva fumarola situada un poco más abajo que el volcán nuevo de Chillán (el de 1861), actualmente cerrado y que se halla, como se sabe, a cierta distancia del antiguo volcán del Nevado que se encuentra apagado desde tiempo inmemorial.

Según manifestaron los vecinos de aquella región, el fenómeno principió la noche del 16 de agosto, pues el día siguiente 17, se vió la nueva fumarola en actividad, arrojando cenizas que han cubierto gran parte de la nieve de los alrededores.

El señor Lira cree que esa fumarola puede ser un nuevo cráter en formación que puede estallar en fecha más o menos próxima.

La Discusión 23 de septiembre de 1906. Continuación del informe.

En la falda suroeste del pico en el cual en 1861 se abrió por el noreste del mismo el cráter que se ha dado en llamar el Volcán Viejo y que no es otra cosa que una «rajadura» como dice el señor Pissis en su Geografía Física de Chile, se presenta hoy otra análoga a esa, sensiblemente a la misma altitud, sin forma de cráter propiamente tal; que arroja permanentemente con mayor o menor violencia una columna blanquecina de vapores y cuya primera aparición, según voz pública de los vecinos de las Vaquillas, el Chacay y Pinto, fué notada el día 17 de agosto próximo pasado, esto es el día siguiente del nefasto terremoto de Valparaíso, sentido en Chillán y en todos sus alrededores con fuerza considerable, pero sin haber causado mayores estragos.

A esa columna de gases y vapores blanquecinos que se alzan de la grieta en el modo y forma como lo hacen con menos energías las tres fumarolas más cercanas, se unen emanaciones gaseosas con arrastre de polvos de naturaleza volcánica, cenizas de variado color desde el blanco al gris.

(Han caído hasta la falda noroeste de los Pirigallos, dando a las nieves un tinte ligeramente violáceo).

Este fenómeno, ceniza arrojada, no es una novedad que sorprenda a los vecinos ni a los guardas de las Termas. (Viene después la descripción de la caída de piedras en las Termas que citamos en la pág. 18).

La ubicación de esta grieta (habla de grieta en vez de cráter) con relación a las Termas Minerales no es, por desgracia, consoladora para el caso de una erupción por cuanto se encuentra en las vertientes que conducen al balneario. No pasó esto con la columnita de vapor blanquecino que apareció en el punto de ubicación del cráter, por el cual hizo el volcán Chillán sus erupciones de 1861 y 1864. La lava se presentó hacia el valle del Ñuble arrastrando con las selvas que encontró en su paso por todo el valle Gertrudis.

Dada esta ubicación de la nueva fumarola (lea: cráter), casi diametralmente opuesta a la que se presentó en 1861...

La última frase no deja ningún lugar a duda de que se trata del actual Volcán Nuevo que ha continuado en actividad hasta hace algunos años. No es correcta la opinión que la situación del Volcán Nuevo encierre algún peligro para las Termas. Las quebradas y depresiones de terreno, por las cuales podrían descender corrientes de lava o grandes avenidas de barro, se dirigen hacia la región de Las Trancas y aun más valle abajo, pero no hacia las Termas mismas.

En vista de la época, a fines de invierno, el ingeniero Lira no pudo acercarse mucho al Volcán Nuevo, por lo cual su aseveración que no hubo un cráter sino una rajadura, carece de valor. A lo menos, hoy no se puede negar que el Volcán Nuevo es un verdadero volcán con cráter, cono, etc. y habrá tenido un cráter desde su nacimiento.

La actividad del Volcán Nuevo ha continuado hasta hace pocos años en forma de erupciones estrombolianas, o sea de explosiones intermitentes que mandaron pequeñas nubes de algunos cientos de metros de altura al cielo. Los intervalos eran generalmente de 10 a 20 minutos. Con la acumulación de las piedras de lava arrojadas en estas explosiones, ha crecido un bonito cono, como se ve en la fotografía N.° 1.

Al fin pertenecen a los fenómenos volcánicos también las numerosas vertientes termales y de gases sulfurosos que parecen haberse concentrado especialmente en el extremo sur y sureste de la zona volcánica, y que se describirán más abajo en detalle.

Resumiendo la historia de los fenómenos volcánicos, puede decirse que la actividad volcánica que principió con la eyección de las enormes masas de lavas antiguas, en el terciario superior o en el cuaternario inferior, ha ido decreciendo desde su primera formación. Se tiene la impresión que una enorme masa de magma ígneo subió lentamente y al quedar cerca de la superficie, formó el gran volcán cuyo cráter nos queda indicado por los restos de su caldera en los cerros Colorado, Negro y Purgatorio. Rompiendo la circunvalación entre los dos últimos cerros, las lavas se extendieron hacia el valle longitudinal, quedando en el centro una clase de abovedamiento que constituye el zócalo de lavas antiguas de los Nevados de Chillán.

Una gran parte del magma ígneo que había subido, quedó abajo a cierta hondura, digamos de unos 5 a 15 km. y se cubrió lentamente con una costra de enfriamiento, debajo de la cual continúan todavía algunos depósitos de magma activo, quiere decir de magma que por su temperatura y contenido en gases es capaz de causar erupciones. Las primeros depósitos más grandes dieron origen al gran volcán Cerro Blanco, al Volcán Antiguo y a las numerosas corrientes de lavas de obsidiana que cubren el zócalo de los volcanes.

Después de haberse agotado estos depósitos más grandes que necesitaban siglos o aun algunos miles de años para la formación de los volcanes que acabamos de mencionar, han quedado solamente depósitos de magma activo de volumen reducido. En parte se agotan en una sola erupción de pocos años, dando origen a los conos pequeños como el C1 de la figura 1. De otros provino la corriente de lava del volcán de 1861 o las erupciones que están construyendo el actual Volcán Nuevo. Otros depósitos aun más reducidos son capaces solamente para alimentar durante siglos las solfataras y vertientes de gases sulfurosos.

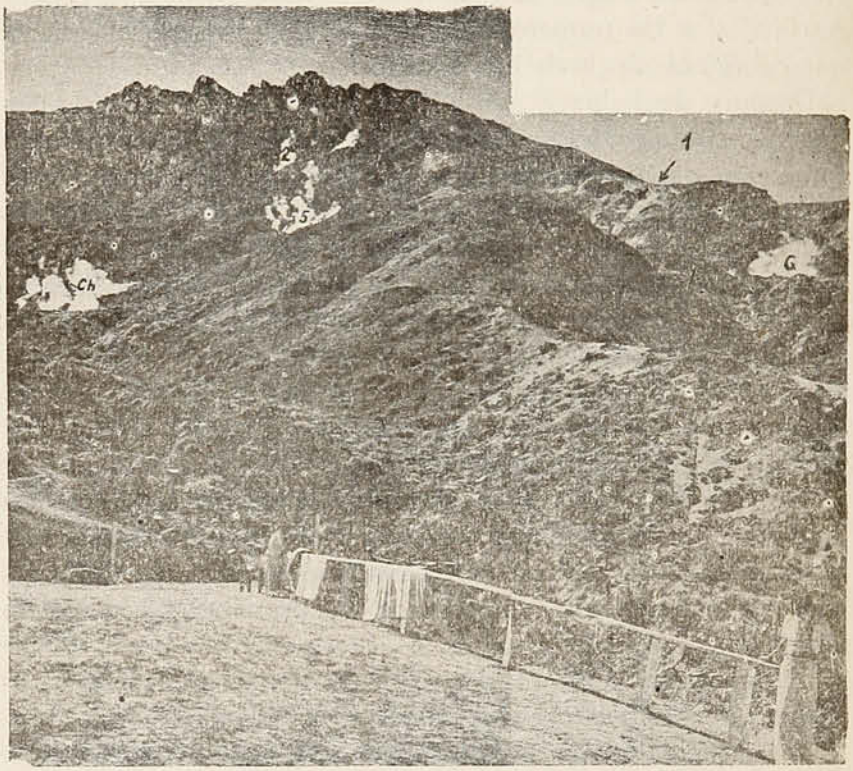
De este desarrollo de la actividad volcánica se desprende que no hay ningún peligro para la región de las Termas, especialmente porque están situadas fuera de la gran grieta de erupción en que se hallan arreglados los principales centros de erupción.

La figura N.° 3 da una idea de la estructura interior de la zona volcánica. En el perfil A tenemos las chimeneas de los volcanes principales que atraviesan el zócalo de las lavas antiguas. Se puede ver que en el noroeste, el volcán de 1861 se abrió al pie del Cerro Blanco, mandando una gran corriente de lava hacia el valle de Sta. Gertrudis. Se puede reconocer que el volcán doble del Cerro Blanco es el cono más importante de todo el grupo, aun suponiendo que una gran parte del Volcán Viejo haya quedado cubierto por las grandes corrientes de lavas de obsidiana. En realidad, la relación exacta entre los conos volcánicos y las lavas de obsidiana no puede saberse sin haber hecho un estudio detenido en la región del pie de los volcanes, adonde no pude llegar por haber demasiado nieve.

En el perfil *B* aparecen las erupciones de las grandes corrien-

tes de lavas de bloques y sus puntos de salida, los «morros de lava» *L*, que en su mayor parte quedaron fuera de la línea del perfil *A*. En el mismo perfil puede verse que las fumarolas de las Termas salen de las rocas preterciarias (porfiritas).

El perfil *C* es una combinación de los dos anteriores, siguiendo su parte izquierda desde el NW al SE hasta el Vol-

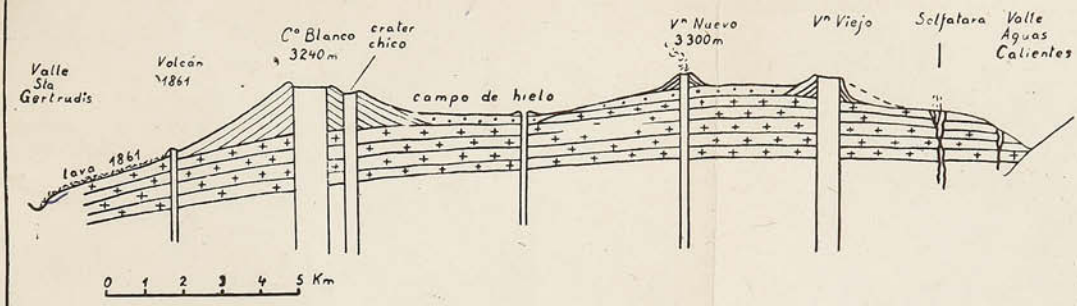


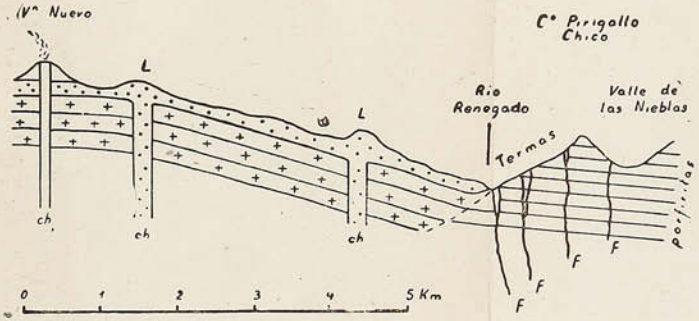
FOTOGRAFÍA N.° 3

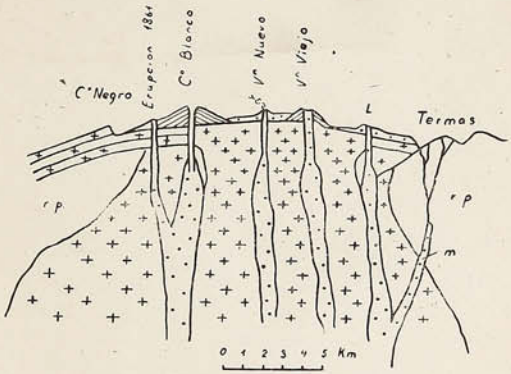
Las fumarolas desde la casa de los baños.

Ch y G = fumarolas chicas y f. grande.
1, 2 y 5 = fumarolas del plano 4.

cán Viejo, desde el cual la línea del perfil dobla hacia el sur. La parte situada al NW del Cerro Blanco, no fué visitada por mí, de modo que su composición geológica queda dudosa. En este perfil, de escala muy reducida se han suprimido mu-







Leyenda

- lavas de los grandes volcanes y morros
- rp — rocas prevolcánicas
- lavas terciarias
- F · Fumarolas
- L · morros de lavas
- ch · chimeneas volcánicas
- m · magma de las Termas

Tres perfiles por los volcanes de Chillán

Fig 3

chos detalles del perfil *A*, para no complicar demasiado el dibujo. El perfil, que se extiende hasta 15 km. de hondura, se dibujó para mostrar las raíces de los volcanes y también la procedencia de las aguas termales.

Abajo en el perfil *C* aparece la gran masa de lavas antiguas que en el terciario superior o cuaternario inferior hicieron erupción por varias chimeneas grandes dando origen así a las lavas antiguas del gran zócalo. La parte superior de este magma antiguo, que no llegó a la superficie, se habrá enfriado y solidificado, pero en las zonas más profundas quedan todavía restos del magma ígneo activo. De estos restos ha provenido el material de las erupciones posteriores y sus lavas atraviesan la parte superior solidificada en forma de raíces o subvolcanes. En su ascenso hacia arriba, el magma se ramificó a menudo dando así origen a volcanes laterales como se indicó para el Cerro Blanco y el volcán de 1861.

También vemos en el otro extremo del perfil que una parte del magma que salió en el morro volcánico *L*, mandó una ramificación hacia el sur que no alcanzó hasta la superficie como se ve en *m*. De este resto de magma retenido en la profundidad de la tierra, a 5 ó 10 km., provienen los gases y vapores de las fumarolas de las Termas.

Tales fumarolas son relativamente escasas en la parte central de la zona volcánica; allá ya habrá terminado la desgasificación del magma, porque una gran parte de este magma salió a la superficie y el resto que quedó a profundidad, habrá perdido sus gases debido a la existencia de la chimenea volcánica que constituyó un camino expedito para la salida de los gases.

Pero, la pequeña masa de magma ígneo *m*, situada debajo de las Termas, no dispuso de una chimenea abierta, sino los gases tuvieron que salir pasando por grietas estrechas. Por esto, la desgasificación de este pequeño resto magmático *m* perdura hasta hoy día y se manifiesta en la superficie por las numerosas fumarolas. Lo mismo vale para las otras fumarolas, situadas en la periferia de la zona volcánica, especialmente en el valle de Aguas Calientes y también para la solfatara del Cerro del Azufre.

Como ya se ha dicho más arriba, por su situación muy lateral y distante del eje de los volcanes, no hay que temer una erupción en la región de las fumarolas.

Las vertientes termales de Chillán

Como ya vimos más arriba, la zona exterior de los Nevados, y especialmente en la parte sureste, se caracteriza por un gran número de vertientes de gases sulfurosos que, en las Termas se llaman «fumarolas», aunque, por su contenido en gases de azufre, más merecen el nombre de «solfataras». Además, hay también vertientes termales sin estos gases que en las Termas se designan con el nombre de «vertientes de fierro».

La solfatara más activa, es la del Cerro de Azufre, situado al este del Volcán Viejo, en su descenso al valle de Aguas Calientes. No es un verdadero cerro, sino más bien una pequeña depresión en el zócalo de las lavas antiguas. Pasé cerca de ella y vi un poco de azufre amarillo acumulado como en una cancha de mina. Según me dijeron, de vez en cuando se explota algo de este mineral. Por no haber examinado personalmente la solfatara del Cerro de Azufre, cito la descripción interesante de Domeyko (*Mineralogía* V. p. 377):

Este cerro... se halla de todas partes rodeado de rocas volcánicas y despide humo continuo de vapor de agua y de ácido sulforoso.

Casi toda la parte amarillenta consta de una sustancia terrosa que es una mezcla de yeso, azufre y arcilla, y en ella hay partes concrecionadas o porosas, otras bastante compactas, sólidas que tienen más de la mitad de su peso de azúfre: rara vez se encuentran masas de dos a tres pulgadas de azufre puro. En medio de esta masa que forma la corteza del cerro y la cual exhala un fuerte olor de ácido sulfuroso, se ve infinidad de agujeros que tienen como ocho, diez y pocas veces más de doce pulgadas de diámetro, de donde sale con mayor abundancia el gas ácido sulfuroso y vapor de agua. La combustión es lenta, sin proyecciones o bufidos de vapor; el humo se esparce y se dispersa libremente en hebras de una niebla apenas visible. La boca de cada agujero está tapizada de cristalitos, agujas, hojuelas y a veces como de flechas triangulares, trasparentes, de azufre muy puro, liviano, que al tocarlo cae y se reduce a polvo; metido adentro el martillo o cualquiera cosa metálica, luego se cubre de un abundante rocío que cae a gotas, y el agua que produce es ácida; pero no se percibe olor de hidrógeno sulfurado. En partes el suelo es muy caliente y la costra que lo cubre

es porosa, blanda, en partes como ampollada, desmenuzable, y se hunde debajo del pie emitiendo gran desarrollo de gas ácido sulfuroso.

Miles de quintales se pueden recojer en la superficie de este mineral de azufre que sólo necesita una refinación para ser empleado en las artes.

Vertientes de vapores de azufre y también de aguas termales abundan en todo el pie sureste del Cerro de Azufre, hasta llegar al valle de Aguas Calientes. Este tiene su nombre de dos grandes vertientes en que nace el estero. Domeyko describe estas vertientes en la forma siguiente:

Por la falda de esta cuesta (la bajada del zócalo al valle Aguas Calientes) desciende un enorme banco de hielo casi al mismo valle y, en la extremidad de dicho banco, casi debajo del hielo, sale de una gruta cavada en el costado del propio cerro, un raudal de agua caliente, un río que a distancia de tres a cuatro cuadras de su nacimiento, marca todavía 57° de calor en el termómetro centígrado.

También Philippi escribe que, directamente al lado de la nieve eterna nacen las aguas calientes.

Hoy día, existe todavía la misma gruta y la temperatura de las vertientes será como en la época de Philippi de 52 y 80° C, pero no hay rastro de nieve eterna o de hielo. Hay solamente un pequeño planchón de nieve que se irá en pocas semanas más, y esto a principio del verano, el 29 de diciembre de 1947, mientras Domeyko y Philippi vieron la vertiente a mediados de febrero de 1848 y a fines del mismo mes de 1862. Muy grande es la producción de estas vertientes: el estero que se forma de ella puede estimarse en 20-30 litros por segundo.

Esta vertiente debe tener en su mayor parte agua vadosa que proviene del derretimiento de la nieve del Volcán Viejo. Al descender por el cono muy permeable, se calienta y sale al pie del zócalo de lavas como vertiente termal. El agua de una de las vertientes sale de una grieta poco inclinada rebalsando por encima de la caja inferior de la grieta en una extensión de unos 2 m.

Las «fumarolas» de las Termas de Chillán se hallan en su mayor parte reunidas en el gran anfiteatro formado por la falda sur del cerro Pirigallo, y el cordón del Pirigallo Chico. Este anfiteatro no es de origen volcánico como supone No-

gués, ya que vimos que se compone de rocas porfiríticas prevolcánicas. Por su forma debe considerarse más bien como un circo glacial formado en la última época glacial.

El límite de la zona de las fumarolas, la que puede considerarse como una gran solfatara, está indicado en el plano de la figura 4 por una línea gruesa cortada. Su extensión puede reconocerse en la fotografía N.° 2 por los colores blanquizcos de las rocas descompuestas por el ataque de los gases sulfurosos. Hay muchos puntos donde hoy no escapan vapores, pero donde el color blanco y la descomposición de la roca indican que antes existían fumarolas.

En el plano citado se ve que la forma de la gran solfatara es bastante irregular y que pasa también por el cordón del Pirigallo Chico hasta el fondo del Valle de las Nieblas. En el plano se indicó también la situación aproximada de las diferentes zonas de fumarolas. Una mayor exactitud no era posible porque la base topográfica es muy deficiente, de modo que tuve que cambiar gran parte de las curvas de nivel para que aparezca el afilado cordón de Pirigallo Chico y el Valle de las Nieblas. Pero, el plano, junto con las fotografías N.ºs 2 a 4, permitirá ubicar las fumarolas principales. En la fotografía N.° 4 de las Fumarolas Chicas puede reconocerse que cada grupo se compone de un mayor número de vertientes de vapores. Las fotografías presentan el aspecto muy impresionante de las fumarolas en la mañana cuando los primeros rayos del sol alcanzan a las columnas de vapor y las hacen relucir con especial intensidad.

La fumarola F^1 se halla en todo el alto del cordón y de allá desciende algo por la falda. Las dos fumarolas F^2 son las más altas. Lo mismo que las F^4 y F^5 son enteramente secas, quiere decir despiden solamente vapores de azufre y agua, pero no producen ninguna cantidad apreciable de agua termal. Lo mismo vale también para F^3. Se explica porque a gran altura en el cordón estrecho de los Pirigallos Chicos no existe mucha agua subterránea vadosa que arrastrada por los vapores volcánicos, formaría vertientes termales de escurrimiento continuo.

Un poco mayor es la producción de la Fumarola Grande que actualmente no se aprovecha para el establecimiento de

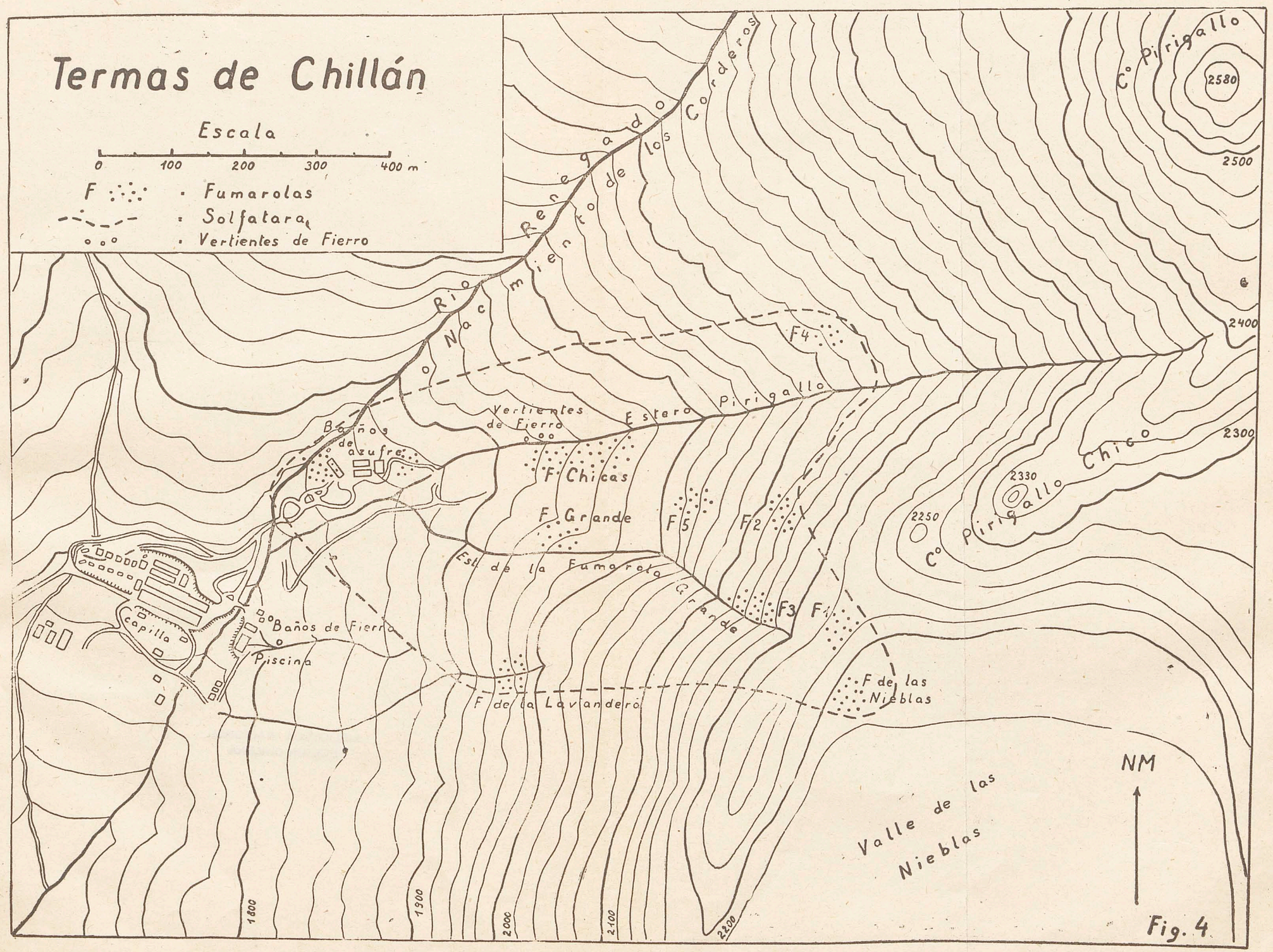
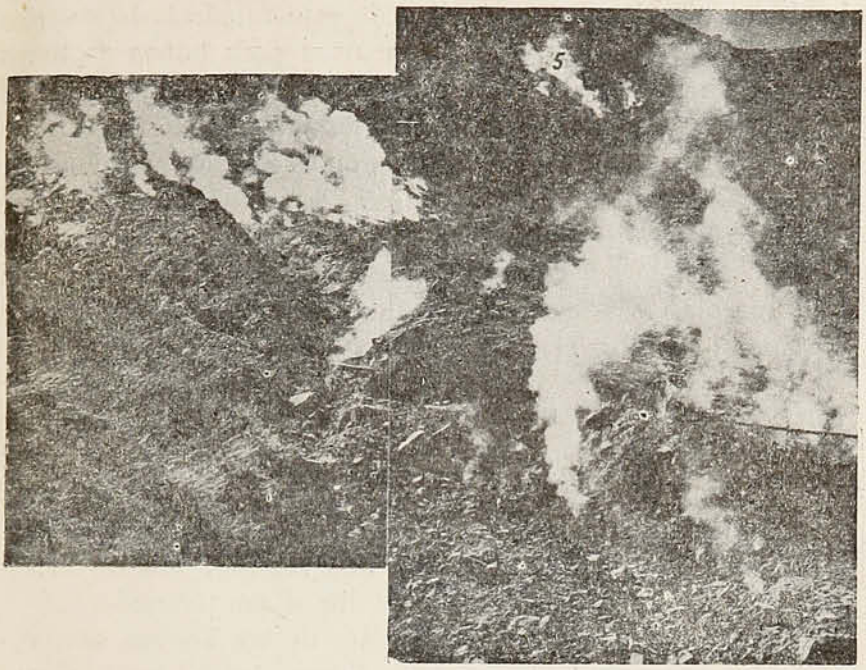
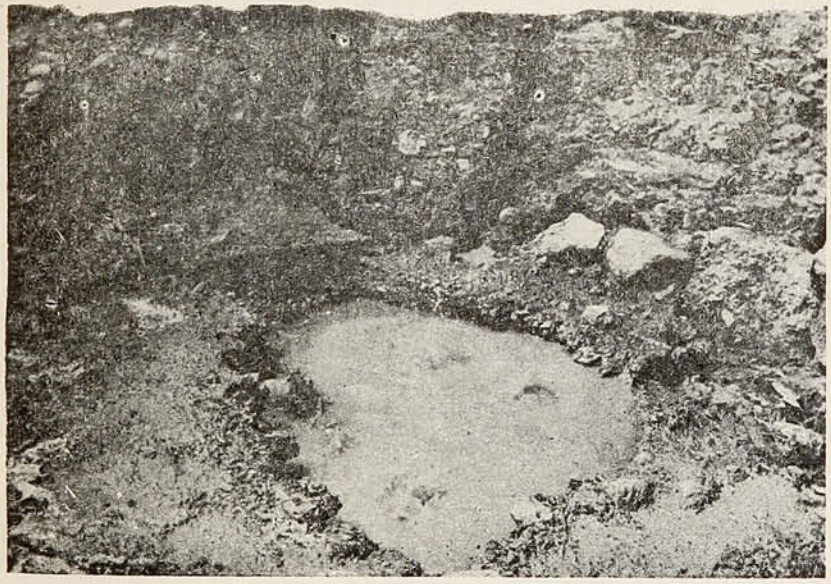

Termas de Chillán
Escala
0 100 200 300 400 m
F · Fumarolas
· Solfatara
· Vertientes de Fierro
Río Nacimiento
Renegado
Corderos
Cº Pirigallo
2580
2500
2400
2300
F4
Pirigallo
Estero
Vertientes de Fierro
Baños de azufre
F Chicas
F Grande
F5
F2
Cº Pirigallo Chico
2330
2250
Est. de la Fumarola Grande
F3
F1
Baños de Fierro
Capilla
Piscina
F de la Lavandera
F de las Nieblas
Valle de las Nieblas
NM
1800
1900
2000
2100
2200

Fig. 4



FOTOGRAFÍA N.º 4.—Las fumarolas chicas desde cerca.
Arriba la fumarola 5.



FOTOGRAFÍA N.º 5.—Un hoyo de agua agitada por la salida de gases.
Fumarola Grande.

los baños. En la parte principal de esta fumarola hay varios hoyos llenos de agua; algunos se usan para baños de barro por la gente pobre. Interesante es el hoyo de la fotografía N.° 5, en que salta el agua en varios puntos. No se trata de una verdadera ebullición, sino el agua es agitada por el escape de los gases que salen bajo presión. La producción de agua en este hoyo es tan reducida que no alcanza a rabalsar. De los numerosos hoyos y escapes de gases de la parte principal de la Fumarola Grande sale un hilo de agua que tiene solamente un caudal de 1 litro por minuto.

En el fondo de la quebrada corre un esterito formado por varias vertientes de 63° y 82° C. A 20 m. de distancia de las vertientes el agua tiene una temperatura de 62° C y un caudal de 0,3 litros por segundo o sea 20 metros cúbicos diarios. A unos 15 m. más al sur se halla otra quebrada pequeña con una «vertiente de fierro»; tiene una temperatura de 72° y 76° C y una producción de 0,12 litros por segundo.

Para los baños del establecimiento de las Termas se aprovechan solamente las llamadas «Fumarolas Chicas». Como se ve en la fotografía 4, consisten en un gran número de vertientes de vapores que salen de hoyos de 10 a 50 cm. de diámetro. En muchos de estos hoyos salen gases calientes casi invisibles, oyéndose solamente el escape de los gases bajo presión o la ebullición fuerte del agua. En general los hoyos se hallan irregularmente repartidos en grupos. Pero, en la parte sureste de las Fumarolas Chicas, de donde viene una parte del agua, observé una grieta de varios metros de longitud, que en toda su extensión despidió vapores.

Poco se han estudiado los gases y su composición. Lo único que encontré es la descripción siguiente de Domeyko (*Mineralogía* V. 1. 372):

...brotan otros manantiales de agua también sulfurosa, en medio de verdaderas fumarolas, es decir, en unos agujeros donde se desarrolla ácido sulfuroso, vapor de agua y se sublima azufre. De uno de estos agujeros como de media vara de diámetro, sale un chorro de agua muy caliente, que da 64° en el termómetro centígrado y en medio de ella se desarrolla el gas con tanta abundancia que en un punto logré llenar de este gas un vaso de medio litro de volumen en menos de 10 minutos. Este gas es sin color, apaga los cuerpos en combustión, enturbia la disolución de barita y es una

mezcla de ácido carbónico y de ázoe; el hidrógeno sulfurado se halla todo disuelto en el agua y no se separa de ella sino después de un rato, cuando empieza a formarse un ligero precipitado de azufre.

A unos pocos pasos de este manantial, se ve otro que se lanza en grandes burbujas del interior de la tierra, marca 88° centígrados de calor, despide un fuerte olor de hidrógeno sulfurado y es de agua enteramente turbia. El boquerón de donde sale esta agua es todo de piedra muy caliente, y en algunas partes tan caldeada que a poco rato de sentarse en ella, se tiene la ropa quemada. En el mismo lugar se oye hervir otro manantial, el que produce un ruido subterráneo parecido al de una gran caldera...

De las innumerables vertientes pequeñas, se junta el agua de las Fumarolas Chicas en un pequeño embalse, desde el cual es llevada por cañería hacia las tinas de baño, almacenándola al lado del pabellón de baños en un gran estanque de concreto.

Para la bebida se han captado tres pequeñas vertientes al lado del gran estanque mencionado. Se distinguen con los nombres: Azufre de 69° C, Magnesia de 50° C y Potasa de 68° C. Las tres vertientes que distan solamente 3 a 4 m. entre sí, tienen producciones muy reducidas, de 0,7 a 1,4 metros cúbicos diarios, pero enteramente suficientes para su uso como bebida. Como se ve en la lista de los análisis, estos nombres no tienen nada que hacer con la composición química.

De estas fumarolas con sus gases sulfurados se distinguen las llamadas vertientes de «fierro» por ser aguas termales corrientes, en general de temperaturas más bajas. También este nombre tiene sólo valor histórico, porque en la lista de análisis se ve que la cantidad de fierro es menor que en las aguas de las vertientes sulfuradas.

En general, las vertientes de fierro tienen temperaturas inferiores a las de azufre, de 41° a 42° C, pero al lado de la Fumarola Grande observé también 72° y 76° C. Ocupan generalmente una situación exterior con respecto a las fumarolas. Parece que se trata de aguas vadosas que se han infiltrado hasta llegar al contacto con rocas ya más calientes, pero no al contacto con el magma ígneo mismo ni con sus gases sulfurosos, y que después han subido con una temperatura elevada.

Ya vimos más arriba que los colores blancos provenientes de la descomposición de las rocas por los vapores de las fu-

marolas, se observan en toda la extensión de la solfatara y que de esto podemos deducir que antes hubo fumarolas en puntos donde hoy no existen, sea que se hayan apagado o que hayan cambiado de punto de salida. Así, escribe el Dr. Pelegrín Martín:

Raro es el año en que no se observan cambios en la situación, cantidad, calor y composición de los manantiales. Se pierden unos y aparecen otros.

El mismo médico da también una interesante descripción del aparecimiento de una nueva fumarola, en la página 16 de su obra:

Era allá por enero de 1854. El día estaba nebuloso, el barómetro había bajado a lluvia; el bañero Ramón esa mañana avisó de un gran ruido subterráneo, fuerte, sibilante, nuevo que se sentía al pie de un peñasco en la orilla sur del estero y a pocos pasos de los baños; fuimos unos cuantos a ver y realmente debajo de la piedra se sucedía algo. Un hilo de humo y por sacudidas salía de un pequeño agujero y como tenía olor a gas hidrógeno-fosforado (probablemente quiere escribir «sulfurado»), se me ocurrió ver si ardía; y realmente se inflamó dando lugar a una expansión de gases que nos hizo arrancar; pero se formó una gran grieta, por donde entrando el agua de la quebrada dió término al manantial ardiente que apareció para desaparecer casi a nuestra vista.

En la misma página se refiere el Dr. P. Martín a las alteraciones que presentan las fumarolas según el estado del tiempo:

Ellas son el barómetro de esta localidad: cuando en suma actividad, pero por sacudidas, es señal de nieve; cuando su columna es muy densa denota lluvia y temporal de viento si su salida es en espiral; mas, si se las ve apagadas, prueba es de que el tiempo es bueno y hará calor.

Más abajo, en la página 226, el Dr. P. Martín vuelve a este fenómeno:

Ya antes de que acontezca un temblor de tierra, una nevazón, un gran aguacero, o un tremendo ventarrón, ya antes de algún desequilibrio eléctrico, se observa más calor en las aguas, en los vapores y aun en el suelo; más actividad en los manantiales... Las aguas minerales, pues, se enturbian y afectan los siguientes colores: las sulfurosas toman un color blanco cchoso, las ferruginosas un color verde oscuro, las acídulas un color claro ceniciento, las no gaseosas un color opalino; la misma agua potable afecta

un color azulejo. Además, se nota entonces aumento en el caudal del agua mineral en todos los manantiales, más densidad y aumento en los vapores: que exhalan las pozas, las fumarolas y las solfataras. En pocas palabras mayor ruido y movimiento...

Entonces los enfermos experimentan incomodidades mayores, sus dolores se exasperan cuando no se renuevan y las aguas minerales haciéndose más excitantes y los vapores más insoportables (el olor es entonces también más pronunciado), hacen que entonces los baños deben ser interrumpidos mientras que el tiempo se sosiega...

Sin duda se trata de la influencia de la presión barométrica en el desprendimiento de los gases volcánicos y también del agua termal, un fenómeno que es muy conocido que dió origen a la designación «fontes barometrici = vertientes barométricas» (2).

En cuanto se refiere al malestar de los enfermos, se debe al viento Puelche que corre en los valles de la cordillera antes de descomponerse el tiempo y que, igual al *foehn* de los Alpes, causa dolores de cabeza y malestar general a las personas sensitivas o enfermas. En tal caso no es necesario suponer que los cambios de las aguas minerales y vapores sean la causa del malestar que, a lo menos en forma latente, existe en el enfermo ya antes de tomar el baño.

La composición química de las termas

Existen numerosos análisis de las aguas de las termas de Chillán. Los primeros se deben a Domeyko. Por desgracia es difícil, o mejor dicho imposible saber a cuáles de las vertientes se refieren sus análisis.

Los últimos análisis químico-físicos han sido ejecutados por María Etchegaray en 1937 y los tenemos reunidos en la tabla siguiente:

Las tres primeras provienen de las vertientes El Azufre, Potasa y Magnesia que vierten encima del gran estanque de agua caliente. Son aguas sulfurosas muy típicas con muy exigua cantidad de cloruros, prevaleciendo los sulfatos y carbonatos, especialmente los de calcio. En la publicación original

(2) Véase: Brüggen, *Aguas minerales*, pág. 19.

	El Azufre	Potasa	Magnesia	Cremor	El Fierro
I. *Caracteres físicos.*					
Temperatura a la caída al estanque	62°	62°	53°		
Presión barométrica, enero 1936	617 mm	617 mm	617 mm		
pH	7,2	7,2 a 7,3	7,3		
Resistividad específica a 18° (Ohms)	2.294,88	1.921,68	2.901,34		
Conductividad específica C. S.	$4,3 \times 10^{-4}$	5×10^{-4}	$3,4 \times 10^{-4}$		
Radioactividad por litro	0,80 Mache	0,77 Mache	0,19		0,15
Punto crioscópico	— 0,020°	— 0,038°	— 0,084	— 0,080	— 0,010
II. *Caracteres químicos.*					
Grado hidrotimétrico francés, dureza total	39°	30°	32°		68°
Grado hidrotimétrico francés, dureza permanente	25°				
Alcalinidad total cc. HC^1 n/10 por litro	48	54	49		
Residuo seco a 180° (mgrs./litro)	465,00	520,00	525,00	2.500,00	1.070,00
Aniones	mgrs./litro	mgrs./litro	mgrs./litro	mgrs./litro	mgrs./litro
SO_4	168,00	193,61	180,00	1.696,80	564,00
HCO_3	146,36	248,95	179,85		195,73
Cl	0,30	0,30	0,30		0,30
HS		11,38	0,32		
S_2O_3		12,32	4,48		
Br	ind.	ind.	ligeros ind.		
B, P, As, I	no hay	no hay	no hay		no hay
Cationes					
Ca	87,82	63,36	61,40	49,26	112,09
Mg	9,57	9,35	8,92	34,60	48,75
Fe	4,99	4,90	0,7	264,60	4,2
Al	ind.	ind.	ind.	106,86	ind.
K	5,79	4,12	4,11	15,66	4,88
Na	30,48	43,69	44,36	73,44	45,92
Li	ind.	ind.	ind.		ind.
Mn	0,31	0,41	0,28	1,09	0,12
Elementos no disociados.					
SiO_2	119,00	112,00	119,00		141,00
CO_2	64,84	57,979	85,92		
Determinación de S.					
Grado sulfhidrimétrico total	21,336°	25,019°			
	mgrs./litro	mgrs./litro			
Azufre correspondiente	26,877	31,519			
Hidrógeno sulfurado libre	14,790	19,688			
Hidrógeno sulfurado de los sulfhidratos	12,310	11,730			
Sulfhidratos calculados en S	11,680	10,039			
Hiposulfitos calculados en S_2O_3	8,961	7,039			

no se ha indicado la cantidad de HS y S_2O_3 en la columna de los aniones, pero abajo en la columna de la «Determinación de S» se ve que estos cuerpos deben existir más o menos en la misma cantidad que en la vertiente La Potasa.

La vertiente Cremor, de la cual no se dispuso de la cantidad suficiente para un análisis completo, pertenece al mismo grupo, pero con una concentración de sales mucho más grande. Especialmente llama la atención la gran cantidad de SO_4 que es 10 veces mayor que en las tres primeras aguas.

Al fin, la vertiente «El Fierro» presenta un tipo enteramente distinto: es una agua sulfatada y bicarbonatada cálcica.

El retroceso de los hielos

desde las visitas de Domeyko y Philippi es un fenómeno interesante que resulta de las descripciones de los dos sabios comparadas con las condiciones actuales. Ya vimos en la pág. 27, en la descripción de las vertientes de Aguas Calientes, donde según Domeyko existió en el año de 1848 un enorme banco de hielo que descendió casi al fondo del valle, saliendo la vertiente casi debajo del hielo, mientras que hoy día había a principios de enero solamente unos pequeños planchones de nieve que se habrán ido en las semanas siguientes.

En el mapa de la figura 2, dibujó Philippi un gran campo de nieve (Eisfeld) al pie del cerro Purgatorio, que parece descender del Volcán Viejo. En el nacimiento del valle del Renegado, y a ambos lados del portezuelo que conduce hacia la falda sur del Volcán Viejo, no observé nada de esto, sino solamente los planchones de nieve que aparecen en la fotografía 1 y que desaparecerán casi por completo antes del fin del verano. Solamente el campo blanco que desciende desde la cumbre del volcán citado parece ser un glaciar.

Tampoco pude observar en la fotografía aérea una extensión tan grande del hielo entre el Cerro Colorado, Cerro Negro y la falda sur del Volcán Viejo. En dicha fotografía existe solamente un gran campo de hielo entre los volcanes Nuevo y Cerro Blanco, tal como lo dibujé en la figura 1.

Este retroceso del hielo se observa también en los demás glaciares. Así, en el glaciar de los Cipreses, Guessfeld observó un retroceso del término del hielo de 1.730 m. en los 30 años de 1852 a 1882. En el glaciar de San Rafael se ha observado un retroceso parecido desde la segunda mitad del siglo pasado.

Los retrocesos citados no indican necesariamente un secamiento del clima en los últimos 100 años, ya que las observaciones de las lluvias en Santiago no acusan una disminución de las precipitaciones atmosféricas. Pero, es posible que la repartición de las precipitaciones haya sufrido alteraciones, p. ej. aumento en los meses de verano, lo que no contribuye a la alimentación de los glaciares en el mismo grado que las de invierno. También es posible, que el retroceso se verifique desde muchos siglos porque desde siglos la cantidad de precipitaciones es demasiado reducida para mantener la extensión de los glaciares.

BIBLIOGRAFIA

BRÜGGEN, J.—*El origen de las aguas minerales de Chile.* REVISTA CHILENA DE HISTORIA Y GEOGRAFÍA. N.° 109. 1947. 1. 189-226.

CUADRA, P. L.—*Apuntes sobre la geografía física y política de Chile.* ANALES UNIVERSIDAD DE CHILE. 1868, I. p. 61-226.

DARAPSKY, L.—*Las aguas minerales de Chile.* Valparaíso, 1890.

DOMEYKO, I.—*Viaje a las cordilleras de Talca y Chillán.* ANALES UNIVERSIDAD DE CHILE. 1850. p. 9-29 y 47-74. *Mineralogía*, Tomo 5, p. 319-84.

ETCHEGARAY, María.—*Estudio físico-químico de las principales fuentes de las termas de Chillán.* Tesis. Santiago, 1937 (40 págs.).

GOLL, F.—*Die Erdbeben Chiles. Muenchner Geographische Studien.* N.° 14. 1904.

MARTÍN, P.—*Estudios médicos sobre las aguas termales de Chillán.* 4.ª edición. 1889.

NOGUES, A. F.—*Moraines et glaciers de la Cordillère de Chillan.* COMPTES RENDUS HEBD. DES SÉANCES DE L'ACADÈMIE DES SCIENCES, 1892. Tomo 114. p. 1081-83.

PHILIPPI, R. A.—*Viaje a los baños y al nuevo volcán de Chillán.* ANALES UNIVERSIDAD DE CHILE, 1862, I, p. 279-306.—*Exkursion nach den Bädern von Chillan und dem neuen Vulkan von Chillan in Chile.* PETERMANNS MITTEILUNGEN. 1863, tomo 9, p. 241-57.

PISSIS.—*Geografía física de la República de Chile.* París. 1876.