

LAS INVESTIGACIONES VULCANOLÓGICAS EFECTUADAS EN CHILE EN EL PERIODO 1959 - 1962 *

por el PROF. DR. LORENZO CASERTANO

Del Observatorio Vesubiano de Nápoles. Vulcanólogo de la U. de Ch.

El presente es el primer informe que se envía a la Asociación Internacional de Vulcanología sobre las investigaciones efectuadas en Chile, debido al hecho de que hasta abril de 1959 no había ningún organismo o persona a cargo de estudio sistemático del vulcanismo chileno. Por esto el informe se refiere a un cuatrienio y no a un trienio. El periodo no se ha extendido todavía más, porque hablar de los estudios anteriores sería bastante largo y nos alejaría del objetivo que la AIV atribuye a estos informes.

La iniciativa de estudiar sistemáticamente el vulcanismo chileno partió de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile. Al que suscribe el informe se le encomendó esta tarea no solamente con un objetivo general, sino también con uno particular: la elección del volcán chileno más apto para la instalación de un observatorio vulcanológico.

Al empezar el estudio el primer objetivo que se tuvo en vista fue catalogar los volcanes activos chilenos, definiendo para cada uno el estado actual y, eventualmente, el comportamiento eruptivo.

Estudiando la bibliografía existente se intentó recolectar toda noticia relacionada con la actividad volcánica en Chile, con un fin, como se dijo, puramente vulcanológico, aun cuando tuvo que referirse muchas veces a documentos históricos y geográficos.

Este material se ha utilizado en varias publicaciones y algo de bibliografía aparecerá en los números 16 y 17 de la lista bibliográfica colocada al final de este informe; pero

una más completa ha de ser objeto de una publicación aparte.

En lo que se refiere al reconocimiento directo de los volcanes activos, debido a las características de su ubicación y de su conformación fue necesario planear un reconocimiento general previo por avión, para pasar después al estudio en el terreno de los sistemas que se presentaron como los más interesantes, sea con relación al estudio general del vulcanismo chileno, sea con relación a la construcción del observatorio.

De poca utilidad resultaron las fotos aéreas de varias colecciones del Instituto Geográfico Militar. De hecho, en general, la altura de vuelo es alrededor de los 10 mil metros; además, muchas veces, en las fotos oblicuas, los sistemas volcánicos ocupan partes marginales de las fotos; no es raro el caso en que, debido a la época estacional en que se tomó la foto, el sistema volcánico fotografiado se presenta cubierto por la nieve incluyendo las zonas que en el verano aparecen normalmente despejadas. Claro está que todo esto impide formarse una idea más precisa de cada sistema volcánico, en base a las fotos aéreas, aun cuando éstas se presentan interesantes para estudios de otra índole.

El sobrevuelo de los volcanes comprendidos entre Santiago y Puerto Montt —esto es de la zona centro-sur del país— no presentó dificultades particulares; en cambio se presentaron en los volcanes de la zona norte. A este respecto cabe recordar que regularmente la altura de los volcanes chilenos disminuye desde el norte hacia el sur; en particular los nortinos presentan alturas que varían entre los 6.885 del nevado Ojos del Salado (el volcán activo más alto del mundo) y los 5.165 del Irruputuncu; mientras que de los del centro-sur solamente el Tupungatito y el San José (esto es, los más septentrionales) sobrepasan los 5.000 metros, siendo la altura media de estos volcanes de alrededor de los 3.000 metros. Todavía menor resulta la al-

* El presente informe se preparó para la *Association Internationale de Vulcanologie (AIV)* que forma parte de la *Union de Geodesie et Geophysique Internationale (UGGI)* por cuenta del Comité Nacional (Chileno) de la UGGI.

La publicación del Informe en este Boletín substituye el resumen anual de la actividad volcánica en Chile que debía publicarse —según lo programado— para el año 1962. Como se dice en el Informe, durante este año no se presentaron manifestaciones de importancia.

tura de los volcanes más australes.

Fue posible sobrevolar todos los volcanes entre Santiago y Puerto Montt con un avión CESSNA del Ministerio de Obras Públicas, con el cual se efectuaron —entre octubre de 1959 y enero de 1960— cuatro vuelos de ida y vuelta, siempre con salida desde Santiago. Dos vuelos más se efectuaron con aviones particulares durante las excursiones directas a las zonas volcánicas comprendidas entre los lagos Ranco y Puyehue, en el verano de 1960.

Los volcanes del norte fueron sobrevolados con aviones B-29, de la FACH: precisamente se hicieron dos vuelos, en diciembre de 1960, ambos con salida y vuelta de Antofagasta. Debido a que los volcanes ubicados en la región más austral de Chile, es decir, al sur del paralelo 42° S, no presentan un interés particular bajo ninguno de los aspectos indicados arriba, su estudio fue postergado.

Contemporáneamente a la realización de los vuelos se organizaron excursiones directas a los sistemas volcánicos que —como se dijo más arriba— podían presentar algún interés. En el caso de la zona volcánica de San Pedro de Atacama —cuya importancia vulcanológica era sobradamente conocida— la excursión hasta se adelantó al reconocimiento aéreo.

Una primera excursión en esta región se efectuó en noviembre de 1959, visitándose los volcanes y las zonas con manifestaciones secundarias comprendidas entre los volcanes San Pedro y Láscar; pero fue este último lo que se estudió más detenidamente. En cambio, una segunda visita —en julio de 1960— se dedicó principalmente a la Hoyada de los Geysers del Tatio, ya que se tenía que asesorar, por la parte vulcanológica, al organismo de la Universidad interesado en la explotación de la energía geotérmica del Tatio. Se aprovechó la oportunidad para complementar el estudio del sistema del Láscar.

Con relación a la región del Tatio pudo no sólo confirmarse el aspecto positivo de la explotación de la energía geotérmica de la zona, sino también subrayarse la importancia que puede tener para la vulcanología un estudio detenido y profundizado de la variada serie de interesantes manifestaciones post-volcánicas que allí se observan: desde los

geysers, con diferentes periodos, a los volcancitos de barro; desde las fumarolas a las fuentes termales.

Sobre el sistema del Láscar se ha publicado el informe N° 7, donde se llega a una conclusión de carácter general en cuanto a las alineaciones de los volcanes de la región sobre las fracturaciones que pudieron afectar la zona. Relativamente al sistema en estudio, que se reconoció como gemelo, se indica lo que parece ser en la actualidad el comportamiento eruptivo del volcán todavía activo, poniéndose en evidencia las características eruptivas y sus variaciones de los dos volcanes que forman el sistema. En la petrografía —cuyo análisis estuvo a cargo del señor Jaime Silva— se hace notar una probable variación de los productos desde los menos hasta los más básicos, lo que parece ser una característica general del vulcanismo chileno (bibliografía N° 1, N° 15 y N° 16). Con las excursiones efectuadas a la casi totalidad de los centros eruptivos comprendidos entre los paralelos 37 y 42° S, pudo completarse la reunión de los elementos necesarios para concluir el estudio relativo a la elección del volcán más apto para la instalación del observatorio vulcanológico. A este respecto se presentaron varios informes de los cuales tres (bibliografía N° 2, 5 y 14) fueron publicados o están por publicarse.

En estos se subraya primeramente toda la importancia y la conveniencia para Chile, para la ciencia en general y en particular para la vulcanología, de la construcción de un observatorio vulcanológico con el equipo científico más completo y moderno posible, y la presencia continuada de personal especializado. Esto es más conveniente también con respecto a un mayor número de estaciones, con equipo reducido y confiadas a personal no especializado, instaladas sobre dos o tres volcanes, con carácter no propiamente permanente.

En lo que se refiere a la elección, se concluyó que "mientras entre los volcanes chilenos se destacan el Llaima y el Villarica como los más aptos para la instalación de un observatorio vulcanológico, una ulterior elección entre los dos se presenta con caracteres menos decisivos, y se puede inclinar por uno o por otro sin muchas vacilaciones, considerán-

dose también que debido a la corta distancia entre los dos volcanes, con el observatorio sobre uno de ellos se puede seguir también la actividad del otro, aparte que en un segundo tiempo se podría construir una estación dependiente, con sólo aparatos de registro sobre el volcán no elegido para el observatorio".

Entre las características positivas, comunes a los dos volcanes, pueden mencionarse:

a) actividad volcánica más bien continua y conocida desde varios siglos (seguramente desde el XVI para el Villarrica y el XVII para el Llaima);

b) ubicación en una zona bien distante de la Cordillera, con buenos caminos y no lejos de una ciudad importante (Temuco);

c) altura no muy elevada y cráter fácilmente alcanzable desde la más probable posición del observatorio.

En cambio una característica desfavorable, también común al Llaima y al Villarrica, se encuentra en las condiciones climatológicas de la zona. Esta es, sin embargo, válida para todos los volcanes del centro-sur, de los cuales los más septentrionales están ubicados en el interior de la Cordillera y alcanzan mayores alturas, lo que hace aún más negativa la influencia de los factores meteorológicos. No es el caso, a este respecto, tomar en cuenta los volcanes patagónicos, que principalmente a raíz de las condiciones climatológicas de la región fueron excluidos del examen definitivo.

Con esto podemos considerar concluida la primera fase de la instalación de un observatorio vulcanológico en Chile y esperar la segunda, relacionada con la construcción misma. Volviendo al estudio general del volcanismo chileno, tenemos que hacer algunos alcances relativos, ante todo, a las investigaciones efectuadas mientras se tenía en vista también el problema particular discutido antes.

En una de las visitas efectuadas en el período verano-primavera de 1960, el autor participó —como asesor de la Comisión Chilena de Límites— en una excursión al sistema volcánico de Los Copahues. Aquí se pudo observar un tipo particular de manifestaciones fumarólicas: de las aguas de la laguna (formada en el cráter más joven del sistema, y que presentan una temperatura más bien elevada y una fuerte mineralización y acidez) se des-

prende gran abundancia de gas. Todos estos elementos muestran una variación más bien regular. Estudiando las variaciones (N° 19) se ha podido determinar que éstas dependen directamente de la masa de agua presente en el cráter.

En base a esto puede evidenciarse la importancia del papel que juega el agua en todas las manifestaciones secundarias o postvolcánicas.

No puede faltar aquí una mención a los fenómenos que se produjeron en el sur de Chile en mayo-junio de 1960, aún cuando no fue posible estudiar directamente las manifestaciones volcánicas que los acompañaron. La situación creada en el sur del país por la crisis sísmica impidió alcanzar la zona cuando aún continuaba la erupción del Puyehue. Tampoco fue posible hacerlo en el verano sucesivo, como indicaremos más adelante.

Solamente de una manera general pudo estudiarse la relación entre la crisis sísmica y la erupción del Puyehue: esta última como consecuencia de la primera (Nos 4 y 11).

Vale la pena subrayar que la erupción del Puyehue fue la única que pudo relacionarse con los terremotos de 1960. Por obvios motivos no se toman aquí en consideración las noticias sin fundamento alguno publicadas por la prensa en aquel entonces. Pero tampoco reales erupciones producidas poco después de la crisis sísmica pueden considerarse como consecuencia de ésta. Es el caso de la erupción del Tupungatito, de julio de 1960, que el autor tuvo la posibilidad de observar desde un avión de la FACH, salido en busca de otro civil caído en la Cordillera. Tanto la distancia del volcán de la zona epicentral (más de 500 Km.), como el comportamiento eruptivo del Tupungatito, inducen a excluir cualquiera correlación; sin considerar las manifestaciones eruptivas de mayo y agosto de 1961 (N° 8), hay que recordar que el Tupungatito ha tenido una erupción cierta en enero de 1958 y una bien probable en marzo de 1959 (N° 6). El hecho de que se tuviera conocimiento de la erupción del Tupungatito de julio de 1960 solamente a causa de la infortunada ocasión ya mencionada y la imposibilidad de llegar al volcán debido a las condiciones estacionales, sirven para destacar, una vez más, lo difícil que es el estudio del volcanismo chileno, y cómo el conocimiento de funda-

mentales manifestaciones es, muchas veces, puramente casual.

Para concluir con los fenómenos sísmicos de 1960, vale la pena decir dos palabras sobre otra consecuencia de éstos, precisando que lo que vamos a tratar tiene una ligazón muy indirecta con el volcanismo: nos referimos a los "cráteres en miniatura" que produjo, en la desembocadura del Bío Bío, el movimiento con el cual empezó la crisis.

Debido a la escasez de noticias que se advierte en la literatura sísmológica de estas formaciones, se ha relatado en las publicaciones Nos. 11 y 20 lo observado directamente en la zona, indicándose también el mecanismo de formación, que nada tiene que ver con el volcanismo. En cambio lo que cabe destacar es una cierta analogía que puede observarse entre la formación de estos "conitos" de arena y la de los sistemas volcánicos: justamente por la analogía morfológica es que se hace mención de estos resultados.

Es bien sabido que uno de los problemas relativos a la definición de los comportamientos eruptivos es el grado de confianza que hay que atribuir a las noticias que pueden recogerse sobre la actividad de cada volcán. Este problema es más agudo en Chile, especialmente por lo que hemos notado más arriba. Con el objeto de dejar constancia año tras año de las manifestaciones eruptivas que los volcanes chilenos van produciendo, y discutir las noticias —muchas veces exageradas y algunas veces con poco o ningún fundamento, que publica la prensa al respecto—, se determinó publicar un resumen anual de la actividad volcánica en Chile: para el período en consideración se han publicado los resúmenes por el bienio 1959-1960 (N° 6) y por el año 1961 (N° 8). Para completar el cuatrienio faltaría publicar aquel relativo a 1962; sin embargo, puede adelantarse que hasta la fecha no hay noticia alguna de relieve sobre la actividad de los volcanes chilenos durante 1962.

Con un objeto similar, pero encuadrado en el marco del volcanismo mundial, se preparó el informe N° 13.

Con relación a la construcción de un observatorio vulcanológico, podemos considerar como fase intermedia —es decir entre la del estudio y la fase de la realización— una parte de las investigaciones efectuadas durante el ve-

rano de 1961, por una Comisión Internacional, patrocinada por la UNESCO y formada en colaboración entre el Centro Nacional de Vulcanologie de Bélgica y la Universidad de Chile. Participaron en ésta, como representantes de los tres organismos mencionados, respectivamente los profesores H. TAZIEFF, P. EVRARD y el que suscribe.

La Comisión se proponía un doble objetivo:

1) efectuar investigaciones en el volcán Puyehue, especialmente con vista a analizar la relación que pudo haber entre la crisis sísmica y la erupción del volcán, a final del otoño de 1960;

2) profundizar el estudio de los volcanes (Llaima y Villarrica) indicados por el autor como los más aptos para la instalación de un observatorio vulcanológico.

Las condiciones meteorológicas que afectaban la zona del Puyehue a mediados de enero de 1961 obligaron a invertir el programa y empezar por el segundo punto. Pero cuando se estaba completando el estudio del Villarrica, sobrevino, a final de enero, la erupción del Calbuco.

Esto hizo cambiar otra vez el programa, ya que no se podía dejar pasar la oportunidad de estudiar una erupción chilena en su pleno desarrollo. Fue así como nos trasladamos al Calbuco, donde se pudo seguir la erupción en su fase principal durante todo el mes de febrero. Algo se ha dicho de esta erupción (N.os 8, 13 y 17); sin embargo, una análisis más detenido se hará en seguida. Aquí se puede evidenciar un aspecto de la erupción aunque pueda parecer de carácter secundario. Hasta que no se llegó al frente de la corriente principal de lava se tuvo la impresión que sobre el flanco del volcán se producían manifestaciones explosivas. En realidad pudo comprobarse que las nubes de cenizas que daban la impresión de explosiones había que atribuir las a la pulverización de los bloques de lava que caían del alto del frente debido al avance de la corriente.

Esto permitió darse cuenta no solamente de las características de la lava emitida, sino también del origen de la polémica acerca de que si durante la erupción de 1917 del Calbuco hubo o no formación de corriente de lava.

Finalmente durante el verano de 1962 el autor participó en la XVI Expedición Antártica

Chilena, con el objetivo principal de estudiar las manifestaciones volcánicas de la Isla Decepción (Shetland del Sur) en vista de un posible aprovechamiento de energía para la base chilena.

A este respecto se preparó el informe N° 18 y se comunicaron los resultados a la Asamblea de la Sociedad Geológica de Chile, que publicó el resumen relativo (N° 9).

Sobre la formación del conjunto volcánico de la Isla Decepción se confirmó la idea que se trata de una caldera de hundimiento, más bien que un cráter de explosión; pero se evidenció que el hundimiento pudo afectar un solo sistema volcánico, aunque compuesto, y no un conjunto de conos volcánicos distintos, como sugirió **HAWKES**.

Se discutió la ubicación de las manifestaciones actuales de la Isla, que muestran como parece lógico atribuirles a un mismo centro alimentador. Se estudió además la variación de la temperatura de las manifestaciones que dependen de la posición y de la hora del día llegándose a la conclusión de que la causa principal de la doble variación hay que atribuirle a las aguas de deshielo.

En lo que se refiere a la explotación de la energía ligada a las manifestaciones, tuvo que darse una contestación negativa, por lo menos para el caso práctico que se pensaba realizar.

Se ha indicado así el programa de investigaciones vulcanológicas desarrollado en Chile durante el cuatrienio 1959-1962, subrayándose algunos resultados particulares. En cambio no se ha trazado un cuadro con las características generales del volcanismo chileno para no repetir lo que ya se hizo en la N° 1 y, con diferentes criterios, en las 5, 15 y 16 y que puede deducirse también de las descripciones del "Catalogue" (N° 17).

Para concluir se puede indicar el programa futuro.

Obviamente la parte más importante de éste guarda relación con la realización del proyecto de construcción del observatorio vulcanológico; por esto no hay que ahorrarse ningún esfuerzo hasta que se haga realidad la laudable idea que ha tenido la Universidad de Chile, especialmente cuando se considera que una institución de este género hace falta en todo el continente americano, esto es en la región oriental del "cinturón de fuego circunpacifico".

En lo que se refiere al estudio general del volcanismo chileno, aparte de los casos particulares que pueden presentarse por erupciones o por otros motivos, hay que seguir profundizando el conocimiento de los sistemas volcánicos más interesantes, sea que hayan sido estudiados (como el Llaima, Villarica, Láscar, etc.) o no.

Entre estos últimos se hace especial mención del Peteroa, el Nevado de Chillán, el Tupungatito, y el Grupo del Descabezado, así como merecen también atención particular (como se hizo notar arriba) las manifestaciones post-volcánicas del Tatío.

ESTUDIOS REALIZADOS

a) PUBLICADOS:

- 1) CASERTANO, L.: Sui vulcani attivi chileni. Ann. Osserv. Ves. Ser. 6. Vol. 3 1959, p. 155.
- 2) " Relación preliminar sobre la instalación de un Observatorio vulcanológico. Bol. Univ. de Chile N° 10, Abril de 1960, p. 44.
- 3) " Informe sobre "Vulcanología" en "Actividades Geodésicas y Geofísicas del Comité Nacional". Rev. Geogr. de Chile N° 18, 1960, p. 205.
- 4) " Relación entre volcanismo y sismicidad. Bol. Univ. de Chile, N° 12, Junio de 1960, p. 23.
- 5) " Relación final sobre la instalación de un Observatorio vulcanológico. Idem N.ºs 17-18, Noviembre-Diciembre de 1960, p. 47.
- 6) " Actividad volcánica en Chile durante el bienio 1959-60. Idem N° 19, Abril de 1961.
- 7) BAROZZI, R. Informe sobre el sistema volcánico del Lázcar. Anales Fac. Ciencias Fis. Matem. Vol. 18, 1961, p. 305.
- 8) " Actividad volcánica en Chile durante 1961. Bol. Univ. de Chile, N° 30, Junio de 1962, p. 40.
- 9) " El volcanismo en la Isla Decepción. Resúmenes Soc. Geol. de Chile N° 1, Octubre de 1962, p. 5.
- 10) " Lo stato attuale del vulcani attivi del centro-sud del Chile. Ann. Osserv. Vesuv. Serie 6, vol. 4, 1962.
- 11) " Fenomeni sismo-vulcanici del sud del Chile. Idem. Idem. Informe petrográfico sobre muestras del sistema volcánico del Láscar. Anales Fac. Ciencias Fis. Matem. vol. 18, 1961, p. 321.
- 12) SILVA G., J. :

- b) EN PUBLICACION
- 13) CASERTANO, L.: Eruptions of the Chilean volcanoes during 1959, 1960 and 1961. Bulletin of volcanic eruptions.
- 14) " Estudio del volcanismo chileno; su importancia, sus dificultades y su realización. Relaciones al I Congreso de la Sociedad Geográfica de Chile. Santiago, Diciembre de 1960.
- 15) " Der Vulkanismus in Chile. Peter. Geogr. Mitteil., 1962 2 Quartalshft.
- 16) " General characteristics of the andean volcanoes and a summary activities during the last centuries. Bull. Seism. Soc. Amer., 1963.
- 17) " Active volcanoes and solfatara fields of the Chilean continent. Part XV of the "Catalogue of the active volcanoes of the world".
- 18) " Las manifestaciones volcánicas en la Isla Decepción. Comunicaciones de la Escuela de Geología, 1963.
- 19) " Consideraciones sobre las manifestaciones fumarólicas del cráter de Los Copahues. Idem.
- 20) (En colaboración con SEGESTROM, K. y GALLI, O.): Eruptions of Mud and Water resulting from the earthquake of Mai 21, 1960. Geol. Surv. Research, 1963.

SOBRE EL PROBLEMA "QUE INVESTIGAR" NOS ESCRIBE EL PROF. LOMNITZ. ALCANCE A UN ARTICULO

Damos a continuación la carta al Boletín, en la que el Director del Instituto de Geofísica y Sismología, prof. Cinna Lomnitz, rectifica algunas apreciaciones contenidas en el artículo de Alan Rosman, aparecido en nuestra edición N° 36.

Es obvio que el Boletín no es una publicación cerrada y que, por lo tanto, acoge diversidad de puntos de vista sobre un mismo problema, en todas las materias que abarca. Es el caso de la colaboración del señor Rosman, sobre quien no estábamos en condiciones de estampar, como sugiere el prof. Lomnitz, que es "un joven egresado sin experiencia científica", puesto que, como el mismo lo afirma, pertenecía a la fecha al Instituto de su digna dirección.

Celebramos, en cambio, el hecho de que la inclusión del artículo en cuestión sirva para ventilar un problema de verdad importantísimo, cual es el que el prof. Lomnitz plantea en el penúltimo párrafo de su carta, que ofrecemos en seguida, afirmación crítica cuya formulación y posterior examen justificará por sí sola la **apertura del Boletín**.

Santiago, 23 de abril de 1963

Señor
Director del Boletín de la Universidad de Chile
Don Enrique Bello
Casa Central

Estimado señor director:

Me permito solicitar a Ud. este alcance referente al artículo "Nuestro problema: qué investigar" aparecido en el N° 36 (diciembre de 1962) de su prestigioso Boletín. El motivo es el hecho que su autor, Alan Rosman, aparece como asociado al "Instituto de Física y Sismología" (sic), y que

efectivamente mantuvo un cargo de investigador en nuestro Instituto durante algo menos de un año. En vista de que el artículo no viene precedido por ninguna advertencia haciendo constar que se trataba de la contribución de un joven egresado sin experiencia científica; prefiero hacerme cargo directamente de aquellas afirmaciones que puedan haber llamado la atención de sus lectores.

En mi opinión, el artículo de Rosman es de intención polémica más que factual, y contiene numerosas inexactitudes. Para no aburrir a sus lectores me limito a rectificar la que se refiere a un supuesto "rifle atómico" que poseería la Universidad. El hecho es que esta Universidad no participa en investigación alguna con fines armamentistas, ni ha construido nada que pueda describirse como rifle atómico.

La tesis de Rosman, en el sentido de que toda investigación científica debe tener un objetivo social predeterminado, es una tesis de corte totalitario que el mismo Rosman se encarga de repudiar. En efecto, ¿qué mejor ejemplo de una investigación con un objetivo social predeterminado que "el uso irrestricto de seres humanos en experiencias médicas como ocurrió en la Alemania nazi"? Estoy convencido que el autor, a quien conozco poco, estaría horrorizado al comprobarse que frases como las siguientes constituyen la más pura ideología fascista: