

CONSOLIDADO

ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN CHILE AÑO 2008

CONSOLIDADO N° 1

ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN CHILE AÑO 2008

Santiago, Chile – Septiembre de 2009

Unidad Gestión Territorial

Contenido

Abstract	5
Introducción	6
I Actividad Volcánica, año 2008	8
1.1 Reportes recepcionados por ONEMI sobre Actividad Volcánica	8
II Volcán Llaima	12
2.1 Antecedentes Generales	12
2.1.1 Localización y Morfología	12
2.1.2 Peligro y Riesgo Volcánico	15
2.2 Proceso Eruptivo	16
2.2.1 Síntesis Ciclo Eruptivo 2007-2008	16
2.3. Gestión en Protección Civil	25
2.3.1 Situación de Personas y Cursos de Acción	25
III Volcán Chaitén	30
3.1 Antecedentes Generales	30
3.1.1 Localización y Morfología	30
3.1.2 Peligro y Riesgo Volcánico	32
3.2 Proceso Eruptivo	33
3.2.1 Síntesis Ciclo Eruptivo	33
3.2.2 Desborde Río Blanco	36
3.3 Gestión en Protección Civil	38
3.3.1 Evacuación de la Población	38

Conclusión y Recomendaciones	41
Bibliografía	44
Glosario	46
Anexos	50
Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV)	50
Descripción de volcanes	53

Índice de Esquemas

Esquema 1: Geología y morfología del Volcán Llaima	13
Esquema 2: Complejo Volcanes Michinmahuida - Chaitén	30
Esquema 3: Complejo volcánico Callaqui	53
Esquema 4: Complejo volcánico y erupción de 1991, volcán Hudson.	54
Esquema 5: Volcán Calbuco	55
Esquema 6: Complejo volcánico Planchón – Peteroa – Azufre.....	56
Esquema 7: Localización volcán Macá y volcán Cay.	56
Esquema 8: Volcán Villarrica.	57

Índice de Mapas

Mapa 1: Localización Volcán Llaima, Región de La Araucanía.	14
Mapa 2: Localización Volcán Chaitén, Región de Los Lagos.	31
Mapa 3: Volcanes de Chile.....	51
Mapa 4: Red Nacional de Vigilancia Volcánica.	52

Índice de Fotografías

Fotografía 1: Quemados de coironales, Mayo de 2008. Región del Maule.....	10
Fotografía 2: Quema, comuna de Puerto Cisnes, Región de Aysén.	11
Fotografía 3: Erupción mayo 1994.	15
Fotografía 4: Ubicación de fuentes de emisión de gases, cenizas, vapor de agua, y trayectoria de los lahares hacia los ríos Captrén y Calbuco.	17
Fotografía 5: Explosión lateral y emisión de cenizas, 7 de enero de 2008...	18
Fotografía 6: Explosión en el cráter superior lateral oriental y explosión espasmódica.	18
Fotografía 7: Fusión de nieve y crecida de río Calbuco.....	19
Fotografía 8: Emisiones de azufre.	20
Fotografía 9: Coladas de lava y lahar menor.	22

Fotografía 10: Cráter principal, 12 septiembre.....	23
Fotografía 11: Cima del volcán, 28 de diciembre.....	24
Fotografía 12: Columna Eruptiva, Volcán Chaitén.....	33
Fotografía 13: Domo Nuevo, Volcán Chaitén.....	34
Fotografía 14: Columna eruptiva y nuevo cráter, Volcán Chaitén.	35
Fotografía 15: Impacto de la erupción del volcán Chaitén en el bosque nativo	36
Fotografía 16: Desborde Río Blanco y destrucción de viviendas.	37
Fotografía 17: Línea de costa, Chaitén.	38
Fotografía 18: Evacuación terrestre y marítima de la población, erupción volcán Chaitén.	39
Fotografía 19: Descarga lahárica, lago Calafquen.....	58

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Energía sísmica liberada (RSAM), 22 de enero al 10 de febrero.....	19
Gráfico 2: Energía sísmica liberada (RSAM), 05 al 15 de febrero.	20
Gráfico 3: Energía sísmica liberada (RSAM), 11 de junio al 01 de julio.	21
Gráfico 4: Energía sísmica liberada RSAM, evolución del 1 de febrero al 9 de septiembre.....	23
Gráfico 5: Personas evacuadas, Enero de 2008.	26
Gráfico 6: Personas evacuadas, Julio de 2008.....	27
Gráfico 7: Sismograma fecha 2 de Mayo de 2008.....	33
Gráfico 8: Personas evacuadas por Comuna, Provincia de Palena.	39

Abstract

Chile, ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, se caracteriza por la permanente actividad de sus volcanes, el dinamismo en los procesos eruptivos genera preocupación en la población y Autoridad. Ello, a lo largo del tiempo ha implicado el fortalecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil mejorando las coordinaciones entre los distintos organismos, así como en la implementación de programas y programas.

Los principales eventos volcánicos durante el año 2008 corresponden a los del volcán Llaima y volcán Chaitén, siendo este último el de mayor impacto en la población, debido a la evacuación de 8.119 personas y la destrucción de una ciudad completa.

Lo anterior refleja la necesidad de profundizar en el conocimiento de los volcanes activos, perfeccionar las gestiones tanto preventivas como de respuesta frente a este tipo de eventos e incorporar esta variable de riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial.

Introducción

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma que se encuentra en la parte interna de un volcán (activo) y que al alcanzar la superficie pierde parte de los gases. De esta forma, las erupciones son emisiones de mezcla de magma, gases volcánicos que se separan de este y fragmentos de roca de la corteza arrastrados por los anteriores.

Se denomina volcán activo, cuando existe magma en el interior de este o cuando pueden recibir nuevos aportes de magma, por ello, volcanes que no muestran manifestación externa también pueden ser considerados activos, puesto que potencialmente podrían producir erupciones.

Los volcanes activos no se encuentran dispersos arbitrariamente sobre la superficie de la Tierra, sino que se distribuyen por diferentes regiones definidas por los procesos tectónicos de escala global, como las interacciones de las placas tectónicas que conforman la corteza y las corrientes convectivas del manto terrestre que las mueven (CENAPRED , 2004).

Una erupción volcánica puede tener efectos destructivos en el medio ambiente, como por ejemplo, la destrucción de bosques, o bien repercutir en la economía mediante el impacto en las actividades silvoagropecuarias y turísticas. En algunos casos, las erupciones han sido de magnitud tal, que han involucrado la pérdida de ciudades enteras. En cualquiera de los casos anteriores, es el hombre quién ve alterado su diario vivir y quién debe enfrentar el riesgo de pérdida de sus sustento económico, bienes y vidas humanas.

Sin embargo, la actividad volcánica también tiene efectos benéficos, pues las tierras de origen volcánico son fértiles, por lo general altas y que generan paisajes de particular atractivo, lo cual explica, la localización de población en sitios cercano a los volcanes. Es entonces el modo de interacción entre el medio, el hombre y el territorio, observado bajo el prisma del riesgo, lo que definirá los impactos de una erupción volcánica en un lugar determinado.

Chile está ubicado en un 'margen activo de convergencia de placas', siendo responsable de parte importante de la actividad sísmica y generador de la Cordillera de los Andes y

sus más de 2.000 volcanes. De ellos, más de 500 considerados geológicamente activos y unos 60 con registro eruptivo histórico, dentro de los últimos 450 años (SERNAGEOMIN, 2008).

Durante el año 2008, nuestro país estuvo marcado por significativos eventos de origen geológico. Las erupciones de los volcanes Llaima y Chaitén destacaron por la magnitud de sus manifestaciones y el impacto generado en la comunidad local, nacional e internacional.

La amenaza volcánica, permanente en el territorio nacional, es abordada por ONEMI desde la prevención como también en la respuesta frente a este tipo de emergencia. Para ello, coordina el Sistema de Protección Civil tanto en el nivel, local, regional y nacional. Dentro de la Gestión en el manejo del riesgo la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) trabajan en la implementación de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (Anexo 1). Junto con lo anterior y coordinado por ONEMI se estableció el Comité Científico –Técnico, que tiene por misión analizar situaciones de riesgo y entregar información válida para la toma de decisiones.

El presente documento presenta información sobre los eventos de actividad volcánica reportados a ONEMI durante el año 2008, desarrollando con mayor profundidad los procesos eruptivos de los volcanes Llaima y Chaitén debido a la complejidad de estos y a los impactos generados.

I Actividad Volcánica, año 2008

1.1. Reportes recepcionados por ONEMI sobre Actividad Volcánica

Durante el año 2008 el Centro Nacional de Alerta Temprana recibió reportes de actividad volcánica de los volcanes, Peteroa, Callaqui, Llaima, Villarrica, Calbuco, Chaitén, Macá y Hudson¹. En base a ello y en el marco del rol de ONEMI de planificar, impulsar, articular y ejecutar acciones de prevención, respuesta y rehabilitación frente a situaciones de riesgo colectivo, emergencias, desastres y catástrofes se coordinó con el Sistema de Protección Civil, la evaluación y seguimientos de estas situaciones a favor de la protección de las personas, sus bienes y el ambiente.

El primer volcán en manifestar actividad fue el volcán Llaima, ubicado en la Región de La Araucanía. Este inició una nueva fase el 1 de enero con una súbita erupción, la cual se mantuvo oscilante durante todo el año. En sus periodos más críticos se procedió a la evacuación de la población desde las zonas de mayor riesgo, lo cual se realizó en coordinación con los distintos integrantes del Sistema Nacional de Protección Civil (mayores antecedentes en el Capítulo II).

El día 12 de febrero se informaba de actividad en el volcán Callaqui, ubicado en la comuna de Alto Bio Bío, Región del Bio Bío. Esta se manifestó en desgasificación y emisión de fumarola. Por este motivo, profesionales de ONEMI y SERNAGEOMIN evaluaron la situación en terreno, indicando que efectivamente el volcán presentaba una mayor desgasificación, la cual se tradujo mayoritariamente en vapor de agua y gas de dióxido de azufre (SO₂), exteriorizándose en una fumarola de color blanco con alteraciones de color azulino. En tanto el monitoreo instrumental del volcán Callaqui realizado con sismógrafo de la Universidad de Concepción, no detectó señales anómalas o fuera de lo habitual.

¹ Para mayor información sobre los volcanes mencionados en este capítulo revisar Anexo 2.

De acuerdo a los análisis realizados se señala que la actividad del volcán, probablemente se debió a las altas temperatura atmosféricas, las cuales generaron deshielos aportando una gran cantidad de agua al cráter, lo que hizo aumentar levemente su energía interna. De esta forma se indicó que el volcán Callaqui no estaba en proceso eruptivo. Sin embargo, se determinó mantener monitoreo visual e instrumental de la actividad del volcán y las coordinaciones entre ONEMI y la Universidad de Concepción. Al mismo tiempo se informó a la comunidad de lo observado en la zona del volcán e indicaron las medidas de Protección Civil, en los aspectos preventivos como de preparación frente a una probable actividad volcánica.

Durante el mismo mes de febrero, el día 25, se recibe en el CAT información de actividad en el volcán Hudson, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén. Se reporta olor a azufre y turbidez del río Sorpresa. Respecto a esta situación expertos manifestaron que el Hudson permanentemente presenta manifestaciones de olor a azufre y que los deshielos que se producen en verano provocan el arrastre de sedimento y material volcánico hacia los ríos cercanos provocando turbidez de los mismos.

Posteriormente, el día 9 de marzo ONEMI recibe información sobre aumento en las emanaciones fumarólicas del volcán Calbuco, comuna de Puerto Varas, Región de Los Lagos. Lo anterior, se debió al desprendimiento de bloques de hielo y nieve al interior del cráter del volcán. Personal de OVDAS – SERNAGEOMIN indica; que el volcán Calbuco corresponde a un volcán activo que permanentemente presenta actividad fumarolica y que el monitoreo instrumental registraba que la actividad interna se encontraba dentro de los parámetros normales.

La actividad volcánica de mayor fuerza e impacto en la población corresponde a la que presentó el volcán Chaitén. La primera información registrada tenía relación con recurrencia sísmica en la localidad de Chaitén, Región de Los Lagos. El día 30 de abril se habían percibido más de 10 movimientos telúricos, cuyas intensidades fluctuaron entre los II y los IV grados en la Escala de Mercalli, acompañados cada 4 minutos (aproximadamente) de fuertes ruidos subterráneos, causando intranquilidad en la población. Como la actividad sísmica era de tipo superficial y en la zona existen los volcanes Michinmahuida y Chaitén, además de pasar por el lugar la falla Liquiñe-Ofqui, ONEMI desplazó a la zona una Unidad de Despliegue Territorial (UDT) y tres equipos

sismógrafos portátiles. Al mismo tiempo se activaron los Comités Provinciales y Comunales de Emergencia. En la madrugada del 2 de enero se estableció Alerta Roja para la comuna de Chaitén, producto de la actividad volcánica (mayores antecedentes en el Capítulo III).

Situación similar a lo ocurrido con el volcán Calbuco se registró con el volcán Peteroa (comuna de Romeral, Región del Maule). El día 14 de mayo se da cuenta que el volcán presentaba una importante actividad fumarólica (vapor de agua). De acuerdo a información proporcionada por el Instituto Argentino de Nivología y Glaciología, que monitorea la actividad fumarólica del Peteroa desde hace más de 3 años, la conducta del volcán no presentaba cambios significativos y que debido a cambios atmosféricos la visibilidad de la fumarola fue posible a mayor distancia. Para complementar esta información el Director Regional de ONEMI, junto a la Gobernación Provincial del Maule y Rescate Andino Maule, realizaron un sobrevuelo donde se constató que la actividad del Peteroa se encontraba en un proceso de absoluta normalidad. Junto con ello, se observaron diversas quemaduras de coironales, realizadas por arrieros del sector, lo cual pudo haber dado argumento para confusiones (Fotografía 1).

Fotografía 1: Quemaduras de coironales, Mayo de 2008. Región del Maule.



Fuente: Dirección Regional de ONEMI – Región del Maule.

Dos días después de la información recibida desde la Región del Maule, en la comuna de Cisnes, Región de Aysén, se informa de preocupación en la Autoridad local y población debido a que se observa una columna de humo, a la altura del volcán Macá (Fotografía 2).

Fotografía 2: Quema, comuna de Puerto Cisnes, Región de Aysén.



*Columna no corresponde a una manifestación del volcán Macá o Kay.
Probablemente corresponde a una quema cerca de Puerto Cisnes.*

Fuente: Dirección Regional de ONEMI – Región de Aysén.

Ante la situación antes descrita el director Regional de ONEMI y el General de Zona de Carabineros, realizaron sobrevuelo, pudiendo constatar que el volcán Macá y volcán Cay se encontraban sin manifestación de actividad. Se rastreó la existencia de algún incendio forestal en el lugar, no detectándose anomalías. Es probable que el humo registrado en la fotografía haya correspondido a una quema a una distancia no mayor de 15Km desde Puerto Cisnes, generando confusión en la población.

A partir de las 20:02 horas del 26 de octubre, se observó un aumento en la actividad fumarólica del volcán Villarrica (comuna de Pucón, Región de La Araucanía), alcanzando una altura de unos 200 a 300 metros sobre el cráter y con una dispersión hacia el Este de unos 600 metros. La fumarola de color gris, indicaba que se trataría de emisión de ceniza pero en cantidad muy menor. En cuanto a la actividad sísmica, esta se encontraba en niveles habituales y no se observó incandescencia a nivel de cráter.

De acuerdo a información del equipo técnico en terreno, lo ocurrido estaría asociado a deshielos, lo cual, habría generado pequeñas explosiones a nivel de cráter, que a su vez, habrían eyectado material particulado fino (ceniza) en pequeña cantidad y que precipitó hacia el sector Los Venados, comuna de Pucón, sin afectar a centros poblados. Es importante mencionar que situaciones como esta son recurrentes en la actividad del Villarrica.

No obstante lo anterior, personal del OVDAS-SERNAGEOMIN reforzó el monitoreo instrumental. Al mismo tiempo se efectuaron las coordinaciones con personal de Protección Civil de las comunas de Pucón, Villarrica y Panguipulli y Direcciones Regionales de ONEMI Región de La Araucanía y Región de Los Ríos.

II Volcán Llaima

2.1. Antecedentes Generales

2.1.1. Localización y Morfología

El volcán Llaima está ubicado en la Región de la Araucanía ($38^{\circ}41'30''\text{S}$ - $71^{\circ}44'00''\text{W}$), en el borde occidental de la Cordillera Principal, hacia el este de la ciudad de Temuco, abarcando parte de las comunas de Curacautín, Vilcún, Cunco y Melipeuco y situado en el Parque Nacional Conguillío (Mapa 1). A los pies del Llaima se encuentran ciudades y localidades turísticas como Curacautín, Cherquenco y Melipeuco.

El acceso al volcán se puede realizar a través de tres rutas principales, desde la Ruta 5 hacia Curacautín al noroeste del volcán, por Victoria o Lautaro; desde la Ruta 5 por Cajón hacia Cherquenco al oeste del Llaima, y desde Temuco hacia Melipeuco, para acceder al sector sur del volcán. Las carreteras de Curacautín y Melipeuco, corresponden a rutas internacionales hacia Argentina por los pasos Pino Hachado e Icalma, respectivamente.

En cuanto a su morfología el volcán Llaima es uno de los volcanes más voluminosos de la zona volcánica de los Andes del Sur comprendida entre los 37° - 46° S. El volcán comprende el edificio principal cónico de 3.125msnm, destacando en unos 1.200m por sobre las cumbres circundantes. La altura total del edificio volcánico se puede estimar en unos 2.400m sobre su base.

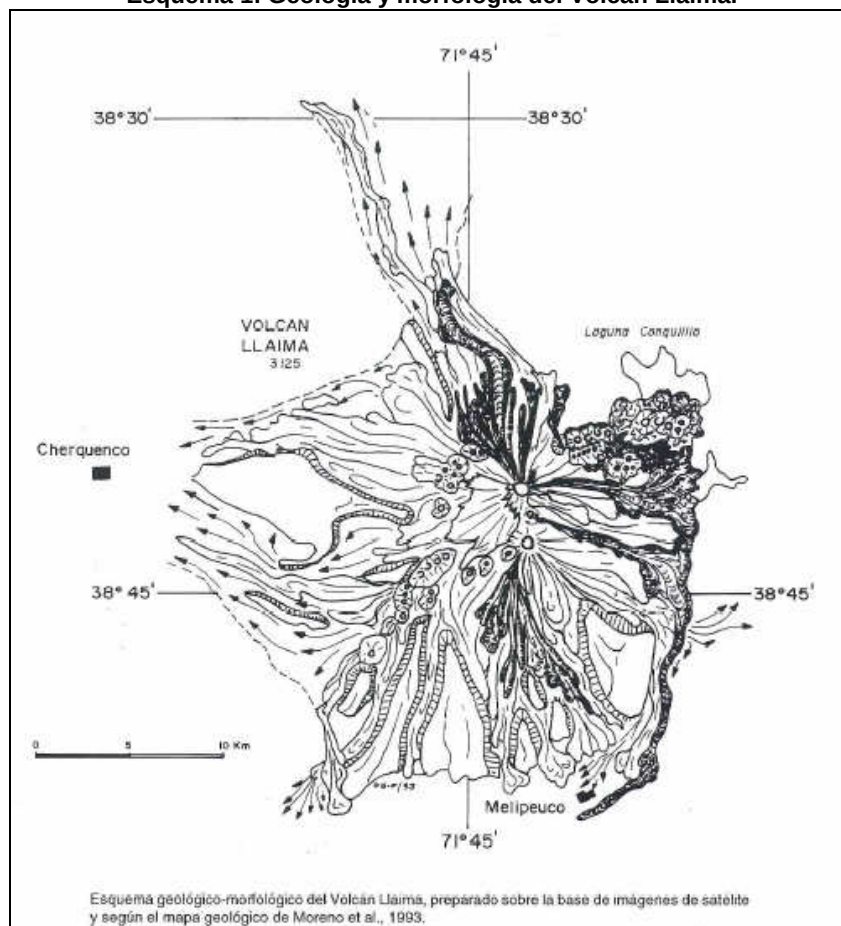
El edificio principal, consta de dos cimas, la más prominente es la del norte (3.125msnm), separada por una montura o portezuelo de 1 km de longitud de la cima sur o Pichillaima, de 2.920m (Esquema 1). Mientras la cumbre mayor exhibe un cráter abierto de unos 350 m de diámetro y con una notable fumarola activa, la cumbre sur presenta restos de un cono de escorias menor anidado en otro mayor, ambos abiertos hacia el sureste debido a un deslizamiento. Allí también ocurren fumarolas débiles.

Los flancos occidental, suroccidental y oriental presentan glaciares, siendo el más extenso el occidental y suroccidental con una superficie de unos 19Km^2 . El flanco oriental muestra cuatro lenguas que cubren un área total de unos 10Km^2 . El hielo presenta una gruesa

cobertura piroclástica, en particular hacia el Este. Esta cubierta ha actuado como un aislante térmico de los glaciares, disminuyendo la velocidad de la ablación. Durante la temporada invernal entre junio y septiembre, un extenso manto de nieve lo cubre sobre la cota 1.000m.

El drenaje radial del volcán Llaima, está representado principalmente por las hoyas superiores de los ríos Captrén, Quepe y, parcialmente, del río Allipén, mediante varios ríos y esteros, entre los cuales destaca el Trifultruful con su rosario de lagos Verde, Arcoiris y Conguillío, todos represados por lavas de diferentes edades. Los primeros dos ríos son a su vez, afluentes del Cautín.

Esquema 1: Geología y morfología del Volcán Llaima.



Fuente: González-Ferrán, Volcanes de Chile. Pag. 392.

Mapa 1: Localización Volcán Llaima, Región de La Araucanía.



Fuente: ONEMI

2.1.2. Peligros y Riesgos Volcánicos

Debido al volumen de los glaciares en la cima y flancos del volcán Llaima, la generación de lahares es un proceso común durante las erupciones efusivas y constituyen uno de los principales peligros de la zona. En consecuencia los valles que se encuentran dispuestos alrededor del volcán son las áreas con más alto riesgo volcánico.

Según González-Ferran el sector más amenazado corresponde a la localidad de Melipeuco, coladas de lava históricas habrían llegado a sólo 400m del pueblo.

De acuerdo al pasado evolutivo del Llaima (Fotografía 3) y su morfología este es considerado como un volcán de alto riesgo.

Fotografía 3: Erupción mayo 1994.



Columna de tefra, gases y abundante vapor de agua que alcanza Erupción estromboliana del 17 de mayo de 1994.

Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 393.

2.2. Proceso Eruptivo Año 2008

2.2.1. Síntesis Ciclo Eruptivo 2007 – 2008

El estado pre-erupción del volcán Llaima se observó con actividad que incluyó un cráter principal abierto, una continua fumarola de gases volcánicos y vapor de agua, que formaba una columna de hasta 1 km de altura sobre el cráter y una pluma de dispersión de menos de 40 km de longitud, ambas casi continuas, observadas desde el año 1987.

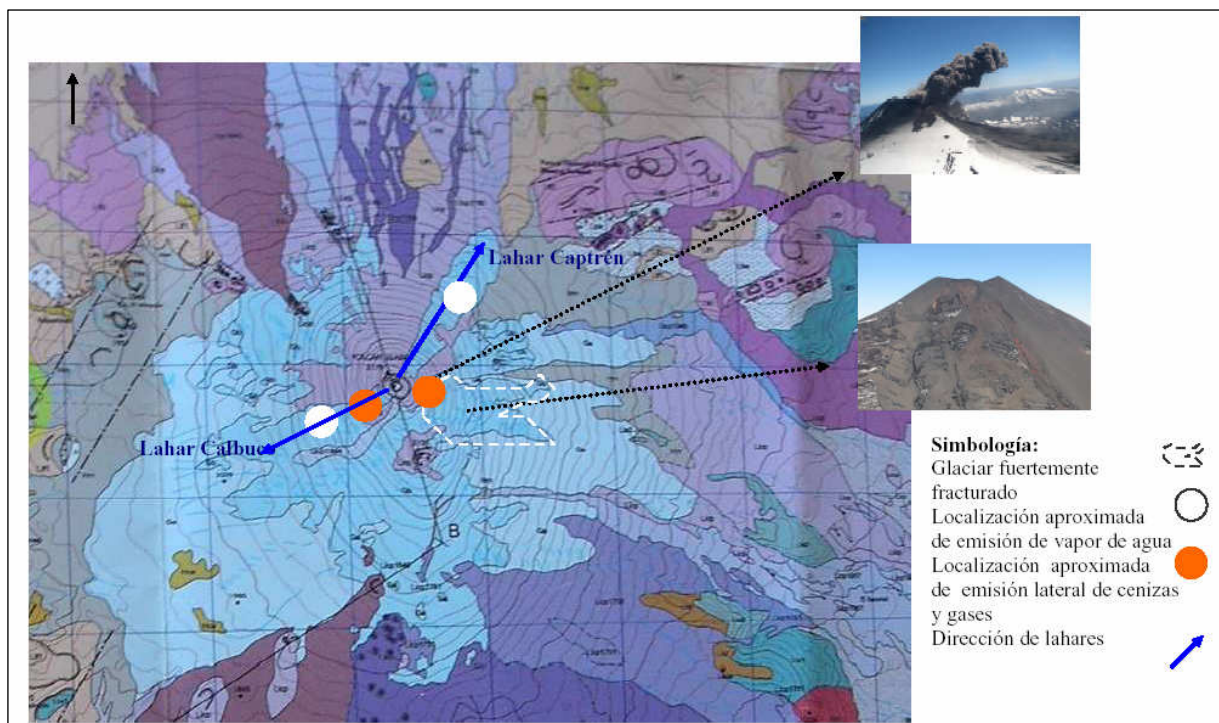
Entre los meses de mayo a diciembre de 2007 la actividad del Llaima se caracterizó por el inicio en anomalías sísmicas y visuales de la actividad del volcán. Incluyó explosiones y emisiones de cenizas y gases más intensas, así como el registro de sismos asociados a movimientos de fluidos.

La energía sísmica liberada se mantuvo, generalmente, entre 15 y 20 unidades RSAM (Ver Glosario), pero con períodos de incrementos puntuales notables que alcanzaron hasta 350 unidades, los cuales se relacionaron con explosiones y emisiones importantes de cenizas y gases. *SERNAGEOMIN establece Alerta Volcánica Nivel Verde 2.*

Durante el año 2008 la actividad del volcán se presentó oscilante en cuanto a la actividad sísmica registrada y la expulsión de material piroclástico. De esta manera, el ciclo eruptivo se puede describir:

1 y 2 de enero: se inicia una nueva fase con una súbita erupción estromboliana en el cráter principal, con emisión de lava y flujos piroclásticos menores (eyección de bombas, cenizas y gases) y generación de dos lahares (aluviones de origen volcánico), uno hacia el occidente (río Calbuco) y otro hacia el noreste (río Captrén), que en su parte superior generaron zanjas en los glaciares. El lahar que bajó por el sector de Captrén provocó un corte importante de 7 km en el camino de acceso a Conguillío (Fotografía 4).

Fotografía 4: Ubicación de fuentes de emisión de gases, cenizas, vapor de agua, y trayectoria de los lahares hacia los ríos Captrén y Calbuco.



Fuente: SERNAGEOMIN, enero de 2008.

La energía sísmica liberada en esta fase alcanzó hasta cerca de 4.000 unidades RSAM. Cabe destacar que el inicio de la misma no fue precedido por actividad sísmica creciente y su culminación fue casi instantánea después de aproximadamente 12 horas de intensa actividad. El desarrollo de esta fase dio inicio al *Nivel de Alerta Volcánica Amarilla establecida por SERNAGEOMIN*, que se correlacionó con el *Nivel de Alerta Temprana decretado por el Gobierno Regional de La Araucanía*.

2 al 21 de enero: esta fase se manifestó con explosiones y emisiones de cenizas, gases y flujos piroclásticos menores desde el cráter principal y desde centros de emisión situados en el flanco medio oriental y bajo el glaciar de ese sector e inicio de la construcción de un cono piroclástico en el interior del cráter principal. En tanto la energía sísmica liberada (RSAM) se mantuvo fluctuante, entre los días 03 al 08 de enero promedió 40 unidades, sin embargo, el día 7 de enero a las 07:21hrs, se produjo una explosión que tuvo lugar en el sector oriental del cráter principal, con una potente y densa emisión de cenizas, la cual duró, aproximadamente, unos 3 minutos, generando una columna de hasta 5 km de altura sobre el volcán, que se desplazó hacia el Este (Fotografía 5). Entre los días 09 y 12, un

periodo explosivo elevó los valores a 120 unidades, para luego disminuir nuevamente a 60 unidades como promedio diario.

Fotografía 5: Explosión lateral y emisión de cenizas, 07 de enero de 2008



Fuente: ONEMI

21 de enero al 2 de febrero: esta fase incluyó una reactivación débil a moderada de la fase estromboliana con formación de un pequeño lago de lava en el cráter principal, crecimiento acelerado del cono interno y formación de varias bocas eruptivas. Las explosiones laterales (Fotografía 6) en el flanco oriental continuaron y produjeron alteraciones y desplazamientos del glaciar en dicho sector.

Fotografía 6: Explosión en el cráter superior lateral oriental y explosión espasmódica.



Fuente: SERNAGEOMIN, febrero de 2008

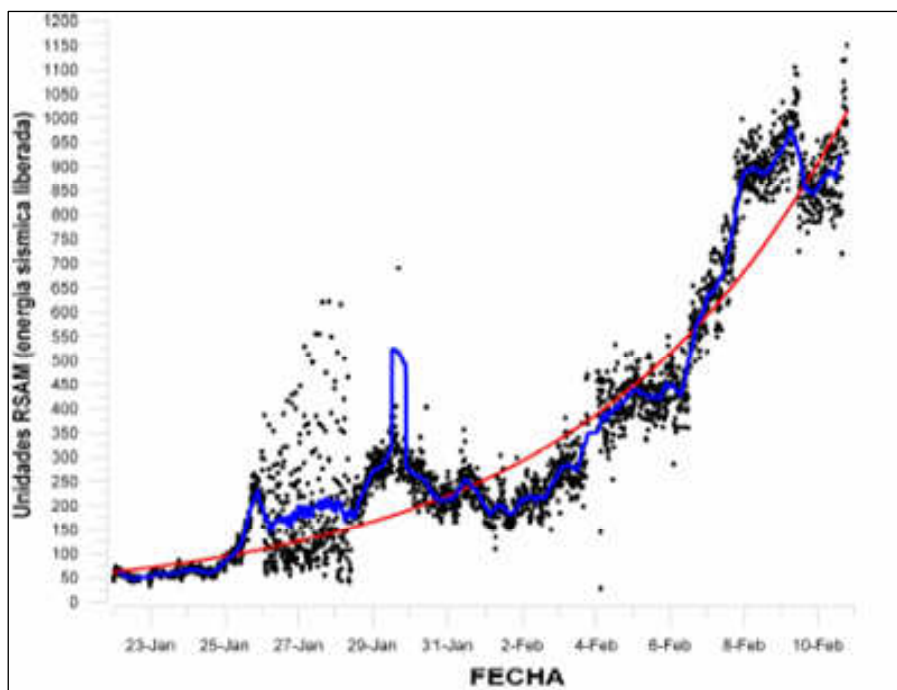
2 al 12 de febrero: Esta fase se caracterizó por una emisión tranquila de lava (fase efusiva y erupción de tipo Hawaiana) con explosiones menores en al menos tres bocas formadas en el cono de piroclastos interno. La lava escurrió desde la escotadura occidental del cráter principal y fluyó sobre el mismo flanco, en algunos sectores por debajo del hielo, generando el día 02.02.08 un lahar de menor dimensión hacia el río Calbuco (Fotografía 7). En la tarde del mismo día, la energía sísmica liberada (RSAM) inició un ascenso paulatino, alcanzando el día 13 de febrero hasta más de 1.000 unidades RSAM para disminuir súbitamente hasta alrededor de 10 unidades al concluir la emisión de lava en la tarde del mismo día (Gráfico 1).

Fotografía 7: Fusión de nieve y crecida de río Calbuco.



Fuente: SERNAGEOMIN, febrero de 2008

Gráfico 1: Energía sísmica liberada (RSAM), 22 de enero al 10 de febrero.



El gráfico evidencia el repunte sostenido de la energía liberada desde el día 2 de febrero y la posterior oscilación, donde destaca el día 10 de febrero con 1200 unidades RSAM.

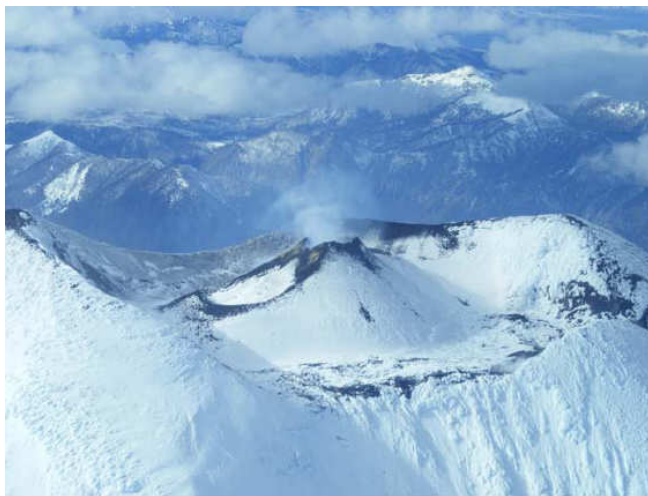
Fuente: SERNAGEOMIN, febrero de 2008

12 de febrero al 30 de junio: se observó un marcado cambio en la actividad del volcán, caracterizado por ausencia de señales visuales de emisión o actividad sísmica importante. Sólo se observó débiles emisiones de azufre (SO₂) desde los diversos cráteres del cono anidado en el cráter principal (Fotografía 8).

Fotografía 8: Emisiones de azufre.

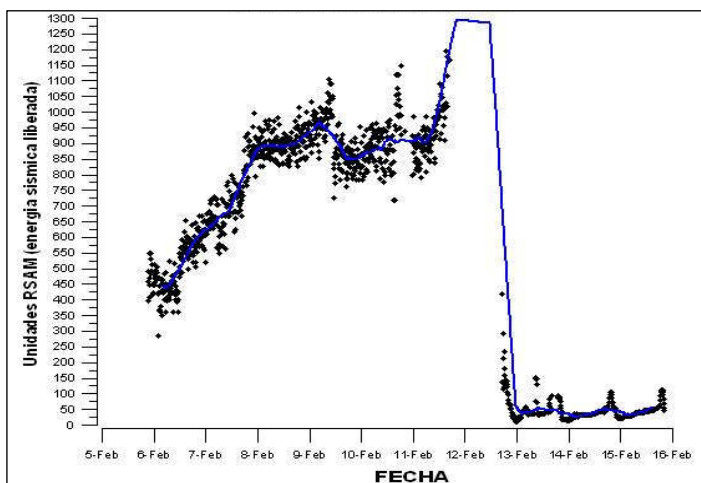
Vista del cráter principal desde el oeste donde se distingue el cono de piroclastos con emisiones continuas de gases azulinos (SO₂+HCl) desde el cráter. También se observa en la parte alta del flanco norte, dos sectores de color amarillo que corresponden a depósitos de Cloruro de Hierro (FeCl₃), debido a la reacción química entre el HCl y la escoria basáltica caliente.

Fuente: SERNAGEOMIN, febrero de 2008



La actividad sísmica se caracterizó por esporádicos eventos asociados a movimientos de fluidos (tipo LP) y con una energía sísmica liberada que no sobrepasó las 50 unidades RSAM. Ello posterior al súbito descenso de energía iniciado la tarde del 12 de febrero (Gráfico 2) Durante esta fase se detectaron solo débiles emisiones de cenizas y gases con flujos piroclásticos muy pequeños desde la parte alta del flanco oriental.

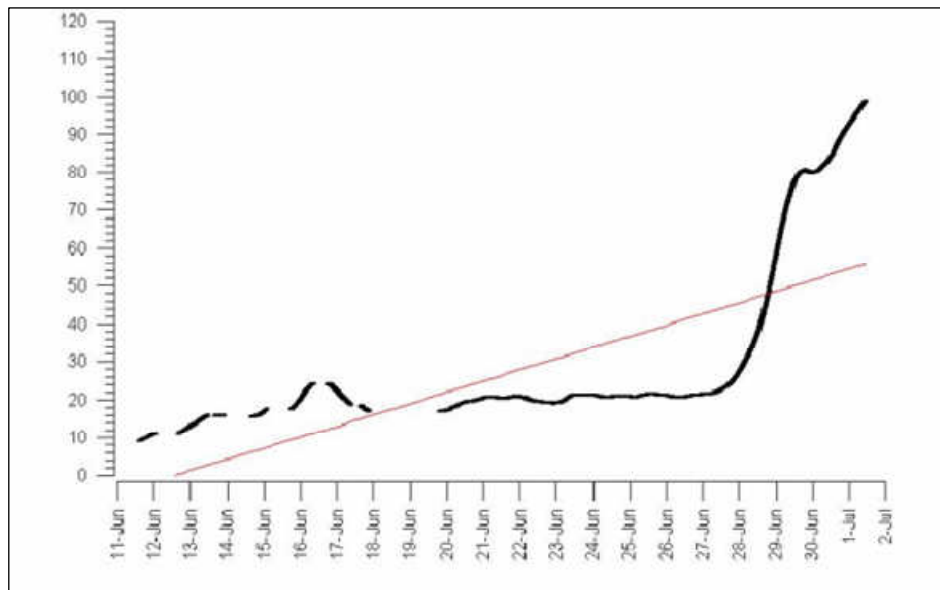
Gráfico 2: Energía sísmica liberada (RSAM), 05 al 15 de febrero.



Fuente: SERNAGEOMIN, febrero de 2008

Considerando que la relativa calma sísmica, con ausencia de emisiones mayores, que se prolongó por más de un mes, el día 12 de marzo, SERNAGEOMIN modifica la *Alerta Volcánica a Verde Nivel 2*. Desde esa fecha en adelante el volcán presenta manifestaciones de actividad eruptiva débil con esporádicas emisiones de gases. Durante este período se observa un cráter en la cima del cono de piroclastos muy activo con una fumarola constante de color azulado y descargas débiles de ceniza en dirección Este. El repunte en cuanto a la energía sísmica liberada se produce el día 28 de junio sobrepasando las 100 unidades RSAM (Gráfico 3) dando inicio a una nueva etapa en el proceso eruptivo del Llaima.

Gráfico 3: Energía sísmica liberada (RSAM), 11 de junio al 01 de julio.



Fuente: SERNAGEOMIN, julio de 2008

1 al 27 de julio: esta nueva etapa se caracteriza por 5 episodios eruptivos con breves periodos de calma, que implicaron emisiones débiles de ceniza y gases: entre los períodos eruptivos destacan:

- *Días del 1 al 7 de julio:* Se divisaron tres coladas de lava en dirección al río Calbuco, una de las cuales tenía una longitud de aproximadamente 2Km y que presentó un avance lento de alrededor de 15Km/hr, debido a la rápida solidificación de la capa externa de la misma. Sin embargo, el derretimiento de las nieves generó un lahar menor en dirección al río Calbuco, el cual no produjo afectación a personas (Fotografía 9). En tanto se mantuvieron explosiones periódicas menores de material piroclástico a nivel de los dos

cráteres. La actividad sísmica se mostró oscilante, con periodos de aumento y descenso de la amplitud de las vibraciones de fondo y en el número de sismos y la duración de estos. En base a lo anterior y considerando que esta nueva fase eruptiva no era explosiva sino efusiva (tipo Hawaiana) que presentaba coladas de lava relativamente fluida y que el escenario más complejo en ese momento se relacionaba con la eventual generación de lahares hacia el cauce del río Calbuco, el día 1 de julio SERNAGEOMIN eleva la condición a *Alerta Volcánica Amarilla*.

Fotografía 9: Coladas de lava y lahar menor.



El lahar de dimensiones menores, se generó luego del avance del frente de lava anterior y fusión del hielo, el cual se expandió en varios brazos desde el frente de la colada, sobre el sector llano del flanco oeste del volcán sobre la cota 1.800 m. s.n.m.

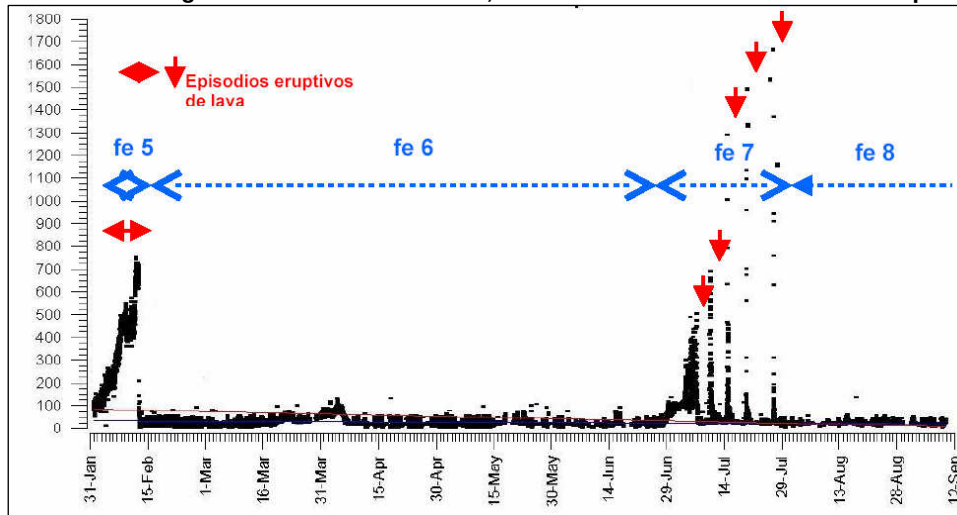
Fuente: SERNAGEOMIN, julio de 2008

- *Días 14 y 15 de julio:* se inicia una nueva fase eruptiva tipo estromboliana con un menor índice de explosividad que en el período anterior. Se pudo observar que la columna oscilo entre los 300m y los 2500m sobre el cráter. En su fase más crítica se registraron 500 unidades RSAM debido a un ascenso sostenido de fluidos magmáticos, el volcán se encontraba totalmente cubierto de ceniza en su flanco sur-sureste y en torno al cráter se veía una gruesa capa de bombas y piroclastos.

- *Día 26 de julio:* en horas de la tarde se inician explosiones al nivel del cráter, con emisión de cenizas con una columna eruptiva que alcanzó una altura aproximada de 7000m y escurrimiento de lava en dirección al río Calbuco.

Agosto a diciembre: se observa intermitencia en la intensidad de las emisiones y de energía de la sismisidad (Gráfico 4), la cual fue decreciendo y espaciándose en el tiempo. De esta manera se registró una relativa calma sísmica con ausencia de emisiones mayores, lo cual pudo estar asociado a un descenso del magma en los conductos internos del volcán. Por lo anterior el día 10 de septiembre SERNAGEOMIN baja a *Alerta Volcánica Verde Nivel 2*.

Gráfico 4: Energía sísmica liberada RSAM, evolución del 1 de febrero al 9 de septiembre.

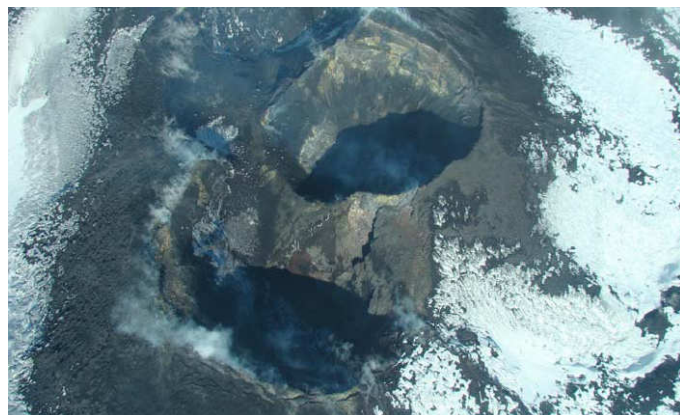


Las flechas rojas se refieren a ocurrencia de episodios con emisión de lava y las flechas azules a la duración de las fases eruptivas (fe).

Fuente: SERNAGEOMIN, septiembre de 2008

Durante los días 11 de septiembre al 14 de octubre se observaron débiles y esporádicas emisiones de vapor de agua y gases desde los cráteres de los conos anidados en el interior del cráter principal (Fotografía 10). Además, no se observó incandescencia lo cual confirmaría un descenso del magma en los conductos internos del volcán.

Fotografía 10: Cráter principal, 12 septiembre.



Se observan 2 cráteres del cono anidado en el cráter principal, con débiles emisiones de vapor de agua y gases, que emanaban desde los bordes externos de los cráteres.

Fuente: SERNAGEOMIN, septiembre de 2008

El día 9 de noviembre se registraron 2 sismos de tipo VT, de acuerdo a la localización de estos se señala que estuvieron relacionados con alguna estructura geológica al sur del volcán. En tanto, en el volcán se mantenía la obstrucción del cráter, producto de una costra de lava y dos conos de piroclastos apareados a ella.

Durante el mes de diciembre la débil actividad sísmica asociada al volcán, permite inferir a SERNAGEOMIN que el magma se encuentra en niveles relativamente profundos y los pequeños movimientos de fluidos que se asocian a la baja actividad sísmica, pueden corresponder a las débiles emisiones gaseosas con predominancia de vapor de agua (Fotografía 11).

Sin embargo, en consideración a que el comportamiento del volcán Llaima a lo largo del ciclo eruptivo del 2008 se presentó variable y errático y sumado a la obstrucción del cráter SERNAGEOMIN *mantiene Alerta Volcánica Verde Nivel 2*.

Fotografía 11: Cima del volcán, 28 de diciembre.



Durante este período aumentó la desgasificación aunque el cráter principal permanecía obstruido por la costra de lava y los conos anidados en su interior.

Fuente: SERNAGEOMIN, diciembre de 2008

2.3. Gestión en Protección Civil

2.3.1. Situación de personas y cursos de acción

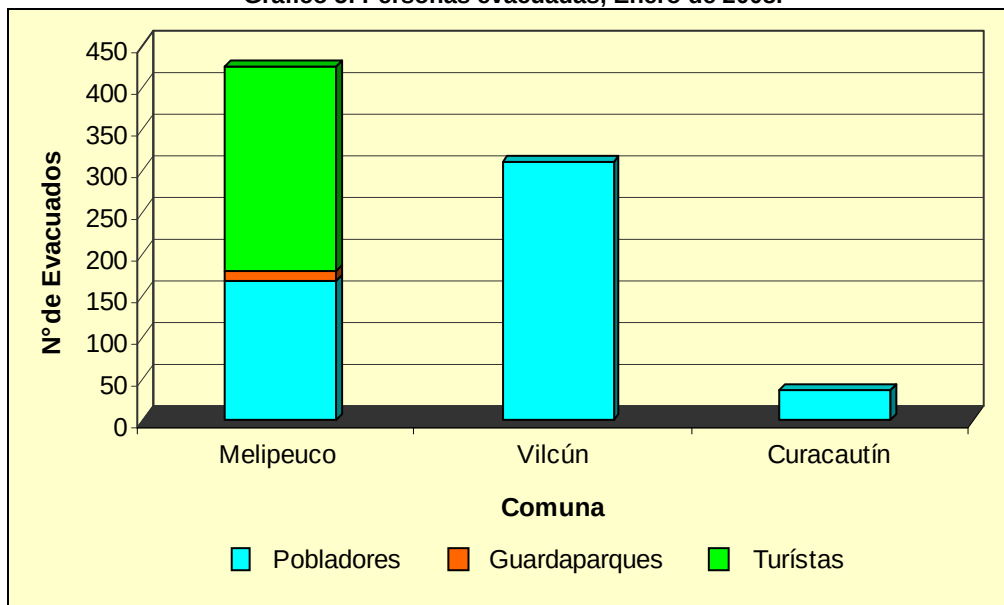
Producto de la erupción del volcán Llaima la autoridad regional declaró *Alerta Temprana Preventiva para la región de la Araucanía, y Alerta Amarilla para las comunas de Melipeuco, Vilcún, Cunco y Curacautín*. Medida que implica el reforzamiento del monitoreo técnico del volcán, la aplicación de planes comunales de emergencia y alistamiento de los recursos del Sistema de Protección Civil.

Una vez declarada la emergencia se realizaron dos sobrevuelos a la zona en los cuales participó el Intendente Regional, profesionales de ONEMI, del Observatorio Volcanológico de Los Andes (OVDAS) y de SERNAGEOMIN.

Al mismo tiempo, se activaron los Comités comunales de Protección Civil de las comunas afectadas. Por otra parte ONEMI tomó contacto con la Dirección General de Aeronáutica Civil (DAGC), Meteorología Aeronáutica con el objetivo de activar el protocolo de coordinación de observación desde el aire de estos fenómenos, para alertar a las tripulaciones de aeronaves que vuelan por el lugar. Asimismo Carabineros de Cherquenco y Melipeuco habían reforzado sus dotaciones.

La autoridad provincial de la Provincia de Cautín, procedió a evacuar a 246 turistas que se encontraban en el Parque Nacional Conguillío y a todo el personal de Guardaparques de CONAF (11 personas). Asimismo, se hace un llamado a las personas y turistas que desean visitar la zona, abstenerse de hacerlo. Por otra parte en la misma comuna de Melipeuco 167 personas evacuaron preventivamente y de forma voluntaria. De estas 47 se albergaron en la localidad de Villa García y 120 en Cunco, ambas en la comuna de Cunco.

En la comuna de Vilcún 309 personas evacuaron desde los sectores de Laguna Quepe, Santa María, La Selva, Danubio y Caívico hacia la localidad de Cherquenco*. Al mismo tiempo en la comuna de Curacautín se realizó la evacuación de 35 personas desde los sectores aledaños al volcán hacia la localidad de Curacautín a casas de familiares (Gráfico 5).

Gráfico 5: Personas evacuadas, Enero de 2008.

Fuente: Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI.

Durante el mes de febrero y como medida preventiva desde la localidad de Cherquenco, comuna de Vilcún, fueron evacuadas 5 personas a causa del aumento de caudal y turbiedad de las aguas del río Calbuco como resultado del derretimiento de nieves. En tanto en la localidad de Santa Elena de Captrén, comuna de Curacautín, 18 personas evacuaban de forma permanente durante las noches, volviendo a sus hogares durante el día para dar alimentación a sus animales.

De acuerdo a la evolución del proceso eruptivo del Llaima a partir del día 13 de Marzo y luego de una reunión efectuada por la Sra. Intendente de la Región de La Araucanía, junto a ONEMI Regional, SERNAGEOMIN y CONAF se levanta la Alerta Amarilla, estableciéndose el nivel de *Alerta Temprana Preventiva*.

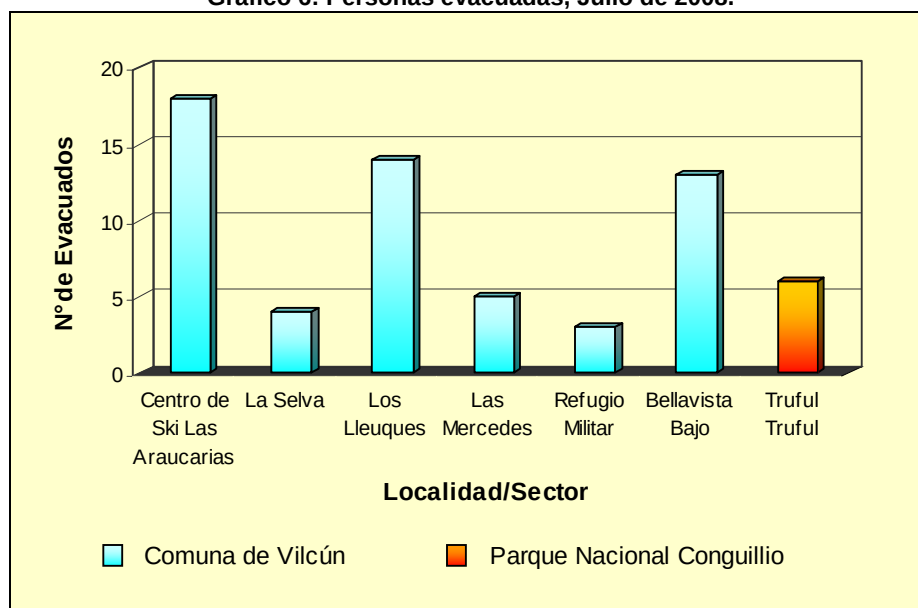
El día 1 de julio, en el marco de una nueva fase eruptiva, ONEMI sugiere a Intendente Región de la Araucanía declarar Alerta Amarilla, por actividad volcánica. Paralelamente se observa que el Centro de Sky Las Araucarias, y el sector La Selva son las zonas más vulnerables frente al riesgo de lahar, motivo por el cual, personal municipal y de ONEMI se dirigen al lugar para evaluar la situación.

Frente al nuevo escenario la Intendente de la Región de la Araucanía declaró Alerta Amarilla para las Comunas de Melipeuco, Cunco, Curacautín y Vilcún. Asimismo, se

estableció un anillo de seguridad con un radio de 15Km y la restricción de los accesos al Parque Conguillío por los sectores de Captrén, Conguillío y Cherquenco.

Además, se evacuaron como medida preventiva a las personas que se encontraban en los sectores La Selva (4), Los Lleuques (corresponde a 14 trabajadores del sector), Las Mercedes (5), Bellavista Bajo (13) y las que permanecían en el refugio del Centro de Sky Las Araucarias (19). Al mismo tiempo del refugio militar evacuaban 3 personas y 6 guardaparques del Parque Nacional Conguillío² (Gráfico 6).

Gráfico 6: Personas evacuadas, Julio de 2008.



Fuente: Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI.

El día 4 de julio producto del incremento de la actividad del volcán Llaima y la presencia de un sistema frontal que aportaba importantes precipitaciones en la región la Intendente Regional de La Araucanía, sobre la base de la recomendación técnica de ONEMI, determinó declarar *Alerta Roja*, para las localidades de *El Danubio*, *La Selva*, *Los Lleuques*, *Santa Ana*, *Colonia Caupolicán* y *Las Mercedes*, ribereñas al río Calbuco, a las faldas del volcán Llaima, sector Oeste, donde habitan alrededor de 40 personas.

² En cuanto al número de evacuados es importante señalar, que debido a la variabilidad en el proceso eruptivo del Llaima, la población de las localidades aledañas al mismo evacuaron en más de una oportunidad, puesto pasado el ciclo de mayor actividad retornaban a sus hogares. Por lo tanto, el número que se muestra en los gráficos sólo representa la situación en un momento determinado.

Junto con la anterior ONEMI, puso a disposición del municipio de Vilcún un sistema básico de telecomunicación de emergencia, además de:

- equipos electrógenos.
- focos alógenos, de 500 watt, con trípode.
- conductores eléctricos.
- linternas frontales.
- linternas con pilas.
- cascos de seguridad.
- mascarar de media cara con filtro.
- antiparras.

El día 10 de julio se suspendieron los operativos diarios de alimentación del ganado que se encuentra en los sectores El Danubio, Las Mercedes, Santa Ana, La Selva, Los Lleuques y Colonia Caupolicán, por declaración de Alerta Roja. Estos operativos se retomaron el día 15 del mismo mes.

En atención a la baja eruptiva del Volcán Llaima, que se registraba hasta el día 18 de julio, la existencia de Planes de Coordinación frente a la variable de riesgo Erupción Volcánica en los sectores Los Lleuques, Colonia Caupolicán y Bellavista Bajo, la existencia de comunicación radial permanente entre las localidades y el Municipio y la poca densidad poblacional, la Intendencia Regional de la Araucanía resolvió bajar el estado de Alerta Roja a Alerta Amarilla. Un mes después, el día 18 de agosto se levantaba la Alerta Roja en la totalidad de los sectores rurales de la comuna de Vilcún.

La Intendencia de la Región de la Araucanía, a partir de informe técnico de SERNAGEOMIN, decide levantar la Alerta Amarilla instaurada para las comunas de Melipeuco, Vilcún, Curacautín y Cunco, estableciendo Alerta Temprana Preventiva para el Sistema de Protección Civil en dichas comunas, a contar del día martes 16 de Septiembre de 2008. Esta medida dejó sin efecto la restricción de acceso al Parque Nacional Conguillío, así como la prohibición de pernoctar en zonas aledaña al cráter del macizo.

Al mismo tiempo se estableció que se mantendría el permanente monitoreo sísmico y visual del comportamiento del volcán Llaima por parte del SERNAGEOMÍN, así como

también el alistamiento de los recursos del Sistema de Protección Civil para responder adecuadamente a eventuales variaciones del comportamiento del volcán.

Como gestión permanente en la zona, durante el proceso eruptivo, se pueden indicar las siguientes medidas:

- Acciones de información y orientación a la comunidad, mediante reuniones y entrega de folletería.
- Activación en forma permanente de los Comités de Operaciones de Emergencia de las comunas de Melipeuco, Curacutín, Vilcún, Cunco y Lonquimay, y puesta en marcha los respectivos Planes de Contingencia con turnos reforzados por parte del personal municipal de las comunas mencionadas.
- Reforzamiento de la red sísmica de la zona con la instalación de nuevos sismógrafos.
- Se mantuvo monitoreo instrumental y visual del volcán por parte de personal de OVDAS-SERNAGEOMIN.
- Se mantuvo monitoreo de los cauces de ríos cercanos al volcán.
- Se mantuvo restricción de acceso peatonal y vehicular al Parque Nacional Conguillio.
- Disposición de buses por eventual proceso de evacuación.
- Instalación de señalética confeccionada para orientar a la población.
- Envío a la zona de Unidades de Despliegue Territorial de ONEMI.
- Personal operativo de ONEMI en Terreno, mantuvo contacto permanente con la Dirección de Defensa Civil de la Provincia de Neuquen, Argentina.
- Realización de estudios y análisis de la concentración de flúor en suelo, flora, fauna, y agua por parte del SAG, SERNAGEOMIN y MOP.
- Presencia en terreno y participación en los Comités de Operaciones de Emergencia de las autoridades locales, regionales y nacionales.
- Sobrevuelos permanentes para la evaluación y seguimiento del proceso eruptivo.
- Envío de equipos de comunicaciones y materiales de stock de socorro (mascarillas, estanques de agua, linternas, entres otros) por parte de ONEMI.

III Volcán Chaitén

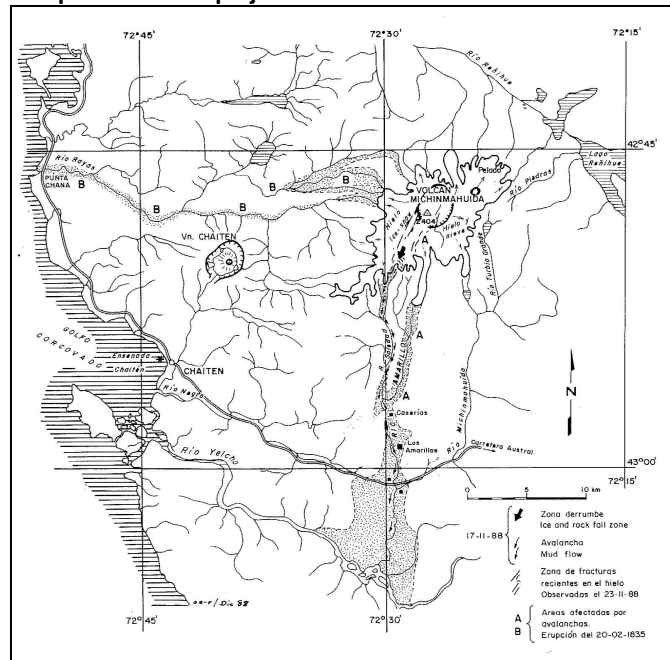
3.1. Antecedentes Generales

3.1.1. Localización y Morfología

El volcán Chaitén se localiza a los 42°59'S y 72°38 'W, en la comuna de Chaitén, Provincia de Palena, Región de los Lagos, a 18 km al oeste de la cumbre del volcán Michimahuida (Esquema 2 y Mapa 2), por donde cruza la traza principal de la Zona de Falla de Liquiñe – Ofqui. El macizo corresponde a un cráter caldérico de explosión freatomagmática, de forma elipsoidal de 2.5 por 4 km, abierto hacia el suroeste, dentro del cual se ha inyectado una lava domo riolítica. Su edad es Holoceno post-glacial (Gonzalez – Ferran, 1994).

De acuerdo a lo informado por SERNAGEOMIN, el volcán no habría tenido erupciones históricas registradas con precisión. Algunos antecedentes históricos registran, de manera imprecisa, erupciones en los años 1742 y 1835. Antecedentes geológicos señalan una erupción explosiva, con generación de importantes flujos piroclásticos dirigidos hacia el norte, hace 9.000 años aproximadamente.

Esquema 2: Complejo Volcanes Michinmahuida - Chaitén



Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 453.

Mapa 2: Localización Volcán Chaitén, Región de Los Lagos.



3.1.2. Peligros y Riesgos Volcánicos

De acuerdo a lo descrito por SERNAGEOMÍN, la zona que rodea al volcán Chaitén, presenta una serie de riesgos y peligros asociados al volcán:

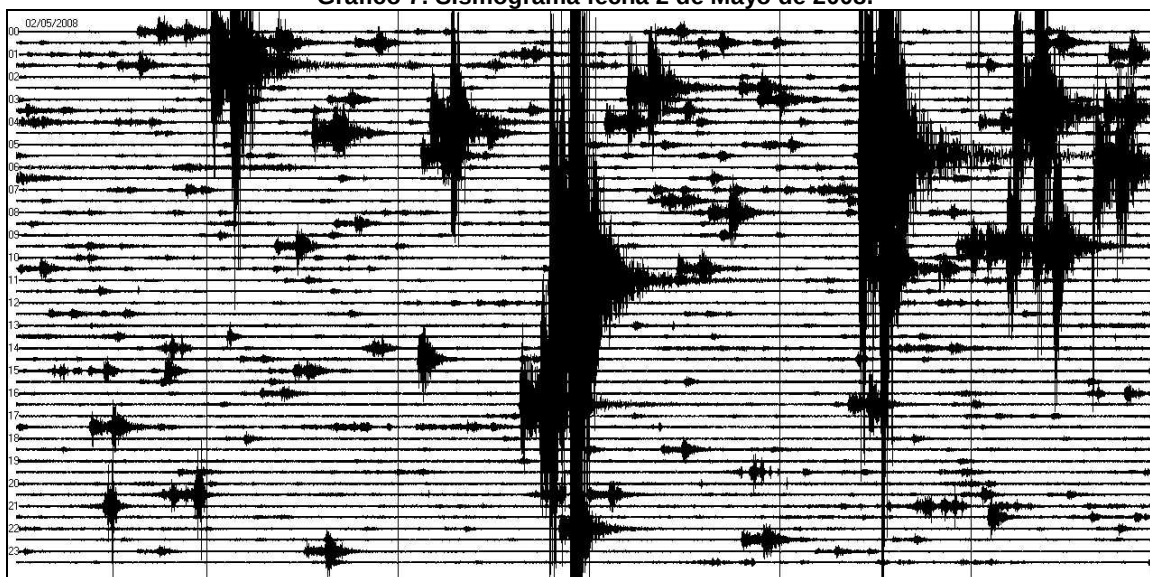
- Lahares: el área del cauce principal de los ríos y sus respectivas llanuras de inundación (Río Blanco, Río Yelcho, Río Negro), incluidas las zonas de deltas en sus desembocaduras, presentan riesgo de lahares por la acumulación de grandes volúmenes de material piroclástico en los sectores superiores o medios de las hoyas de los ríos mencionados, material potencial de ser arrastrado por las intensas precipitaciones que se dan en la zona.
- Flujos piroclásticos y avalanchas volcánicas: las zonas que potencialmente podrían ser afectadas por este tipo de flujos, generalmente, sobrepasan e incluyen a aquellas afectadas por lahares. Según lo establecido, toda la comuna de Chaitén estaría bajo el alcance de este tipo de flujos.
- Caída de piroclastos: las áreas afectas por la caída y acumulación de material piroclástico están controladas por la altura de la columna eruptiva y el régimen de viento durante una erupción.

3.2. Proceso Eruptivo Año 2008

3.2.1. Síntesis Erupción volcánica

La actividad volcánica del Chaitén comenzó el día 1 de mayo de 2008. De acuerdo a lo informado por el Director Regional de ONEMI Región de Los Lagos, durante la noche de esa fecha se registraron, aproximadamente, 50 sismo de intensidad que variaron entre II a IV grados de intensidad en Escala de Mercalli (Gráfico 7), los que fueron percibidos en las comunas de Chaitén, Futaleufú y Palena.

Gráfico 7: Sismograma fecha 2 de Mayo de 2008.



Sismos registrados horas antes de la erupción. Fuente: SERNAGEOMÍN, 2008

Fotografía 12: Columna Eruptiva, Volcán Chaitén.



Fuente: ONEMI

La sucesión de sismos mencionada anteriormente, fue coronada a las 23:38 hrs aprox., por el inicio de una violenta y repentina erupción volcánica que dejó a la vista una columna de 20.000m de altura (Fotografía 12), la que salía de un cráter de 1Km de diámetro. De acuerdo a la información proporcionada por

SERNAGEOMIN, el Índice de Explosividad Volcánica (VEI), rango aplicado internacionalmente entre 1 y 8, catalogó este evento con un valor 5 VEI.

El día 2 de mayo ONEMI declara *Alerta Roja para la comuna de Chaitén*, comenzando una masiva evacuación, la que se inició ese día con 250 personas desde la ciudad de Chaitén.

La erupción esparció material particulado (cenizas), en una primera instancia, en las comunidades de El Amarillo y Chana, alcanzando luego a las comunidades de Futaleufú y Palena; y Esquiú en Argentina, entre otras.

Durante los días siguientes, el volcán mantuvo su actividad de manera constante sin variaciones, formando un segundo domo en el interior del cráter (Fotografía 13), situación que se dio hasta el 6 de mayo, cuando se visualizaron los primeros flujos piroclásticos (con elementos de mayor tamaño), salida de lava, descargas eléctricas y olor a azufre, lo que obligó a evacuar al resto de la población que quedaba en la ciudad de Chaitén.

Fotografía 13: Domo Nuevo, Volcán Chaitén.



Fuente: SERNAGEOMÍN, 2008

Producto de la fuerte actividad que presentó el volcán, el día 8 de mayo, personal de SERNAGEOMIN informaba sobre la apertura de un nuevo cráter en el pie occidental del domo y simultáneas explosiones espaciadas por 10 minutos cada una.

A finales de julio, quedó en evidencia la ocurrencia de una importante explosión lateral (Fotografía 14) que afectó un sector considerable de la ladera este de los domos, que dejó una cicatriz en forma de herradura, de aproximadamente 500 metros de ancho por 200 metros de alto. Afortunadamente, esta explosión lateral se produjo en el sector este de los domos y no en el sector sur, ya que su impacto habría sido mayor a lo largo del cauce del Río Blanco, y por ende, en la ciudad de Chaitén.

Fotografía 14: Columna eruptiva y nuevo cráter, Volcán Chaitén.



En la fotografías se puede apreciar el segundo cráter generado por las múltiples explosiones durante el proceso eruptivo. Fuente: Sobrevuelo SERNAGEOMIN - ONEMI

Desde inicios de septiembre hasta fines de octubre la actividad volcánica del Chaitén permaneció relativamente estable, hasta el 29 de octubre, cuando Carabineros y ONEMI Región de Los Lagos informaron sobre una reactivación del volcán, que se evidenció con fuertes ruidos subterráneos y varias explosiones menores que oscurecieron la columna eruptiva con cenizas, la cual, además, habría aumentado su altura.

La actividad sísmica asociada a la erupción, durante todo el período, registra alrededor de 100 sismos por hora, de diversa intensidad en la escala de Mercalli.

La erupción del volcán Chaitén desbastó importantes áreas de bosque nativo. De acuerdo a los cálculos realizados por SERNAGEOMIN, alrededor de 500 há fueron quemadas por los efectos de las cenizas y flujos piroclásticos, superficie importante si se considera que la comuna de Chaitén es la que presenta mayor cantidad de Bosque Nativo (Fotografía 15), identificándose las siguientes especies: Canelo (*Drimys winteri*), Roble de Chiloé (*Nothofagus nitida*), Meli (*Amomyrtus meli*), Coigüe común (*N. dombeyi*) y Arrayán rojo (*Luma apiculata*).

Fotografía 15: Impacto de la erupción del volcán Chaitén en el bosque nativo



En la fotografía se visualiza el impacto que sufrió el bosque nativo que rodeaba el volcán. Fuente: SERNAGEOMIN, 2008.

3.2.2. Desborde Río Blanco

El día 12 de mayo de 2008, producto de la acumulación de cenizas y pómez en las inmediaciones del volcán Chaitén, se produjo un dique natural que desbordó el Río Blanco afectando a gran parte de la Ciudad de Chaitén.

El desborde alcanzó unos 200 metros a cada lado, antes y después del puente de acceso a la ciudad.

Se estimó, en una primera instancia, que unas 40 viviendas fueron anegadas, 4 casas volcadas y numerosos vehículos fueron afectados, quedando sepultados o sumergidos parcialmente bajo lodo y/o agua del río (Fotografía 16).

De acuerdo a lo informado por el Director Regional de ONEMI, las casas se encontraban bajo 1 metro de lodo. Además, se informó que toda la desembocadura del río se encontraba embancada de cenizas y pómez, situación que influyó en los desbordes posteriores que sufrió la ciudad.

Fotografía 16: Desborde Río Blanco y destrucción de viviendas.

Fuente: ONEMI, 2008.

El desborde del cauce del río Blanco y los flujos de lodos y ceniza (lahar) continuaron a medida que el sistema frontal que afectó a la zona, se desarrolló. Según los cálculos realizados, el primer desborde del río Blanco registró 2 metros de potencia para la inundación a 1 cuadra del cauce. Los desbordes y flujos de lodos se extendieron, aproximadamente, desde 100 metros aguas arriba del puente y hasta 3 cuadras dentro de la ciudad.

La actividad del volcán y la destrucción de la ciudad de Chaitén por sucesivos flujos de lodo, continúa hasta el día de hoy, por lo que ONEMI mantiene la alerta roja en el sector. Dada la cantidad de cenizas depositadas en los ríos Blanco y Rayas, la deriva litoral transportó este material afectando a las salmoneras que se encontraban en el sector norte de la zona afectada.

Producto del material depositado en la desembocadura del río Blanco, como se observa en la fotografía 17, la línea de costa se desplazó varios metros hacia el interior del mar, ampliando la zona de playa.

Fotografía 17: Línea de costa, Chaitén.

Fuente: ONEMI, 2008.

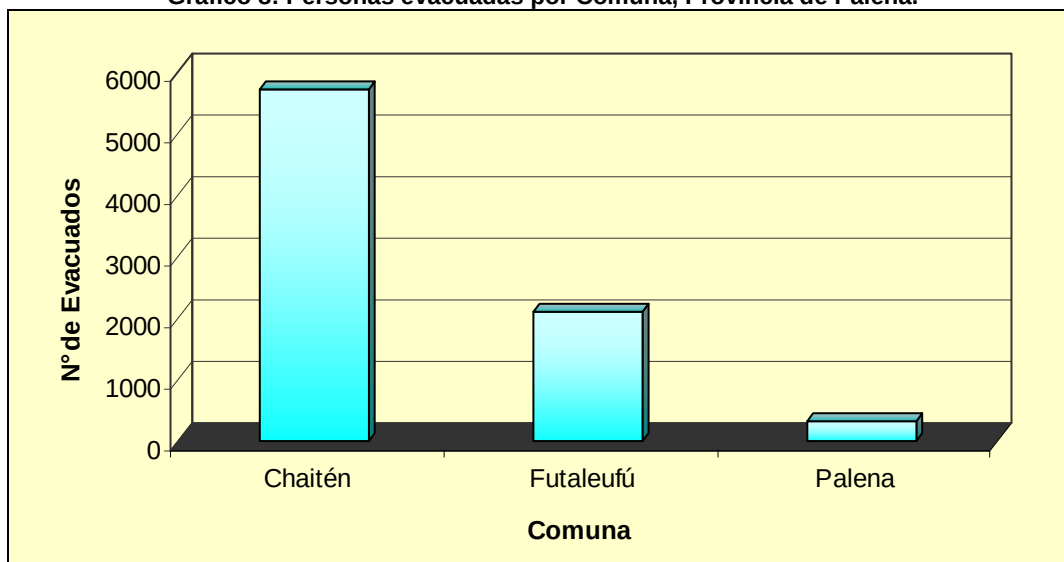
Así mismo, la depositación de cenizas en la central que abastecía de agua potable a la ciudad de Chaitén se vio contaminada, lo que obligó a suspender el servicio hasta el día de hoy. Sin embargo, como la evacuación de la mayoría de la población fue casi inmediata, el impacto por este evento fue mínimo.

3.3. Gestión en Protección Civil

3.3.1. Evacuación de la Población

Dada la gravedad y el fuerte impacto de la erupción volcánica, el Ministro de Defensa, asesorado por ONEMI y SERNAGEOMIN, establece un radio de evacuación de población de 50 km alrededor del volcán, como medida preventiva frente a un aumento de la actividad del macizo.

Las comunas más afectadas por la acumulación de cenizas, y posterior evacuación, fueron Chaitén, Futaleufú y Palena, sumando un total de 8.119 evacuados (Gráfico 8), los que fueron albergados, en su mayoría, en las comunas de Puerto Montt, Castro y Osorno, en la Región de Los Lagos y las comunas de Cisne y Laguna Verde en la Región de Aisén.

Gráfico 8: Personas evacuadas por Comuna, Provincia de Palena.

Fuente: Centro Nacional de Alerta Temprana - ONEMI

El mayor número de evacuados, como se ve en el gráfico, corresponde a la comuna de Chaitén, donde se evacuaron 5.707 personas, dada la afectación y el impacto directo que generó la erupción en ese sector. Futaleufú contó 2.093 evacuados y Palena con 319 (Fotografía 18).

Fotografía 18: Evacuación terrestre y marítima de la población, erupción volcán Chaitén.

Fuente: ONEMI, 2008.

Los servicios básicos fueron cortados producto de la erupción, quedando la ciudad de Chaitén sin agua potable ni electricidad hasta el día de hoy.

El mayor impacto socioeconómico corresponde al desarraigo de las personas que habitaban la ciudad de Chaitén, las que tuvieron que ser evacuadas dado el alto riesgo que aún se mantiene, sumado a ello la pérdida económica tras dejar sus viviendas.

Otro de los impactos relevantes correspondió al sector ganadero, lo que se tradujo en la pérdida de este, dado que fueron abandonados en la zona pereciendo la mayoría de estos. No obstante, se realizaron gestiones que minimizaron el impacto económico, permitiendo a los productores vender las cabezas de ganado en Osorno y Puerto Montt, recuperando parte de su inversión.

Conclusión y Recomendaciones

En un análisis comparativo de las erupciones volcánicas ocurridas el año 2008, la primera conclusión tiene relación con la gran diferencia en la manifestación de la actividad volcánica y con ello las diferencias en los impactos y modos de abordar las emergencias.

El volcán Llaima mantiene un proceso eruptivo permanente con diferentes ciclos, siendo los más críticos aquellos que tienen relación con la emisión de lava y el consiguiente derretimiento de nieves, lo cual provocó el aumento de caudal de los ríos y lahares. Esto permitió que las medidas de evacuación se desarrollaran en forma paulatina y se implementaran nuevas medidas como la evacuación nocturna.

En cambio la erupción del volcán Chaitén se produjo de manera súbita y explosiva, alterando a la población de la ciudad de Chaitén que no tenía mayor conocimiento de la existencia de este volcán. En este marco y con un volcán a 10Km de una comunidad de más de 4.000 habitantes, la decisión de evacuación se llevó a cabo en el lapso de horas, lográndose evacuar a una ciudad completa de forma ordenada, sin tener que lamentar personas fallecidas.

En ambos eventos los tiempos a los cual tuvo que enfrentarse el Sistema de Protección Civil distan completamente, de esta forma, dentro del proceso eruptivo del Llaima fue posible trabajar con los Comités de Operaciones de Emergencia, en la preparación de los planes de contingencias y acciones de respuesta. A la vez fue posible abordar la gestión preventiva con las comunidades a través de capacitaciones sobre el riesgo volcánico, y instalación de señalética. Esto último no fue posible de abordar en Chaitén, y las primeras medidas apuntaban a la rápida evacuación de la población y la habilitación de albergues. Es importante mencionar que la evacuación, resultó ser una medida preventiva frente al posterior desborde del río Blanco y con ello la destrucción de la ciudad, evitando con esto el riesgo para las personas.

Considerando las diferencias, ambos procesos eruptivos pusieron a prueba a los respectivos Sistemas Regionales de Protección Civil y al Sistema Nacional de Protección

Civil, como también a los equipos municipales, destacando la fluida y eficiente comunicación entre los distintos organismos – científico-técnico, voluntariado y comunidad – integrantes del Sistema, los cuales, teniendo claridad de sus roles y funciones y acorde al Mando Técnico, Mando de Coordinación y Mando de Autoridad respondieron de forma oportuna, poniendo en resguardo a la población.

El riesgo volcánico es un tema importante y que preocupa a la población, lo que queda de manifiesto en los distintos reportes recepcionados por ONEMI, donde se da cuenta de posible actividad de los volcanes Macá, Callaqui, Hudson, Villarrica, Peteroa y Calbuco; ante lo cual, se activó el Sistema de Protección Civil, y este puso a disposición todos los recursos para la evaluación y confirmación de dichos reporte. De esta manera se realizaron sobrevuelos, expediciones, reforzamiento del monitoreo, entre otros, lo que permitió descartar actividad de los volcanes Macá y Calbuco y establecer que los volcanes Callaqui, Hudson, Villarrica y Peteroa se encontraban en actividad dentro de rangos normales.

Pese a lo anterior, aun hay áreas que se deben abordar en este sentido y considerando que para una efectiva gestión del riesgo se requiere de conocimiento acabado y un monitoreo exhaustivo de los volcanes activos de nuestro territorio, se ha establecido como área estratégica la implementación de una red de vigilancia instrumental, lo cual permita anticipar el advenimiento de un ciclo eruptivo. De esta forma la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV – Anexo 1) que implementan en conjunto la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, ONEMI y el Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, tiene como objetivo final el contribuir a la seguridad de la comunidad protegiendo las vidas y los bienes ante la ocurrencia de erupciones volcánicas.

La actividad volcánica a lo largo del país y sus impactos asociados nos demuestran la importancia que desde el nivel local y comunal se desarrollen Planes de Respuesta frente a esta amenaza, esfuerzo permanente de ONEMI a través del Programa de Participación Comunitaria que implica coordinaciones directa entre las Direcciones Regionales de ONEMI con los municipios para el desarrollo de esta metodología, profundizando acciones preventivas en estas materias.

De manera tal y considerando al riesgo volcánico como la probabilidad de pérdida ante la posible ocurrencia de una erupción, surge la necesidad de recoger y/o generar estudios de peligro volcánico y de vulnerabilidad. Estos, constituyen la base para delimitar y cuantificar el riesgo de un terreno, a objeto de planificar su adecuado uso (Hauser. 1985). En este sentido es preciso que la Gestión del Riesgo, en la relación medio-hombre-territorio, sea incorporada en los planes de ordenamiento territorial, que es el instrumento clave para la localización y desarrollo de población en zonas seguras.

Bibliografía

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Chaitén. Mayo a diciembre de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Llaima. Enero a diciembre de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Calbuco, Nº 285. Marzo de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Peteroa, Nº 410 y 417. Mayo de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Villarrica, Nº 883 y 884. Octubre de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Macá, Nº 418. Mayo de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Hudson, Nº 251. Febrero de 2008.

Centro Nacional de Alerta Temprana – ONEMI, Informes de Incidente o Emergencia. Reporte de Estado de Situación Volcán Calalqui, Nº 214 y 217. Febrero de 2008.

Centro Nacional de Prevención de Desastres – CENAPRED. Peligro y Riesgo Volcánico en México. 1a edición, Junio de 2004.

González-Ferrán. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. Año 1994.

Hauser A. Flujos aluvionales de 1870 y 1896 ocurridas en la ladera norte del volcán Yates, IX Región; Sus implicancias en la evolución de riesgos naturales. Revista Geológica de Chile Nº 25-26. Año 1985.

OVDAS-SERNAGEOMIN. Informes Técnicos Volcán Chaitén Nº 1 al 67. Mayo a diciembre de 2008.

OVDAS-SERNAGEOMIN. Informes Técnicos Volcán Llaima Nº 24 al 53. Enero a diciembre de 2008.

Glosario

1. **Actividad Volcánica:** manifestación en la superficie de la Tierra, principalmente mediante fumarolas, movimientos de tierra y termal; producto de procesos de transformación energética, geofísica y geoquímica que ocurre en el interior de la Tierra.
2. **Aumento de Caudal:** incremento del volumen de agua en un curso superficial natural o antrópico, medido en una sección en un tiempo determinado ($Q=m^3/seg$).
3. **Caldera:** Depresión circular o elíptica de más de 1Km de diámetro formada por el colapso de una estructura pre-existente durante una erupción de gran magnitud.
4. **Cráter:** Depresión, abertura u orificio, usualmente circular, por donde son emitidos los piroclastos y/o lava durante la erupción.
5. **Domo Volcánico:** Cúpula formada por emisión de lavas viscosas de bloques. Sus laderas son inestables y, a menudo, se producen deslizamientos de rocas.
6. **Emanación de gases (por Actividad Volcánica):** gases liberados mediante fumarola, dentro del proceso de actividad volcánica.
7. **Erupción Volcánica:** proceso que ocurre cuando el magma, material fluido a altas temperaturas, alcanza la superficie terrestre y en forma abrupta sale en forma de lava, gases, ceniza y piroclastos.
8. **Flujo de Barro:** flujo menor de materiales sólidos de diferentes tamaños y agua que se desplazan por efecto de las pendientes del terreno.
9. **Flujo de Lava:** son flujos de magma que corren pendiente abajo, producto de una erupción volcánica. Pueden fluir recorriendo largas distancias antes de enfriarse y solidificarse.

10. **Flujo Piroclástico:** Mezclas de materiales volcánicos fragmentados y gases a altas temperaturas (de 300 a 1200^a C), que generalmente se producen por colapso de la columna eruptiva que emerge de los cráteres durante un episodio de actividad volcánica. Las velocidades de los flujos piroclásticos han sido estimadas en un espectro quinético de entre 10 y 200 m/seg., siendo la velocidad más comúnmente registrada aquella que fluctúa alrededor de los 20 m/seg. La extensión de las áreas que suele afectar este tipo de flujos, puede ser muy variable, y asciende desde unos 70 hasta varios cientos de kilómetros cuadrados.
11. **Lahar:** palabra indonesia con la cual se denomina a una especie de flujo de lodo formado por una mezcla de agua (meteórica o cratérica) y ceniza que baja por las pendientes de un volcán arrastrando otras rocas y formando avalanchas de gran poder destructivo. Puede producirse no sólo durante las erupciones volcánicas, sino también muchos meses después, debido a las lluvias y a la liberación de agua del cráter.
12. **Sismo:** Fenómeno geológico que tiene su origen en la envoltura externa del globo terrestre y se manifiesta a través de vibraciones o movimientos bruscos de corta duración e intensidad variable, los que se producen repentinamente y se propagan desde un punto original (foco o hipocentro) en todas direcciones. Según la teoría de los movimientos tectónicos, la mayoría de los sismos se explica en orden a los grandes desplazamientos de placas que tienen lugar en la corteza terrestre; los restantes, se explican como efectos del vulcanismo, del hundimiento de cavidades subterráneas y, en algunos casos, de las explosiones nucleares subterráneas o del llenado de las grandes presas.
13. **Sismos de origen volcánico:**
- a. **Tremores:** Señal sísmica caracterizada por mantener la amplitud constante durante un largo periodo de tiempo, con contenido espectral estable y centrado en bandas de frecuencias estrechas. No se identifica la llegada de las ondas P ni S. Su origen aún no está completamente explicado, aunque se piensa que deben a la oscilación continua de elementos del aparato volcánico, o al desplazamiento de magma.

- b. **Tipo volcano tectónicos (VT):** Se reconocen claramente las llegadas impulsivas de la onda P y la de la onda S, tiene una señal de duración variable y de hipocentros que pueden ser superficiales o muy profundos. Se producen por fracturamientos en la roca sólida del edificio volcánico, muy similares a los sismos ocasionados por la subducción. No es común registrar este tipo de eventos con magnitudes superiores a 4, y en general se presentan localizados espacial y temporalmente como enjambres.
- c. **Tipo LP:** También conocidos como sismos **Tipo B**. Son sismos de periodo largo que están caracterizados por tener una duración entre los pocos segundos hasta un poco más de un minuto y con un rango espectral muy limitado a una banda con frecuencias características en un rango de 1.0 a 5.0 Hz. La primera llegada de la onda P no está bien definida, y no se identifica la fase S en el registro. Se asocian a efectos de trayectoria, a degasificación del magma por fluctuación de la presión causada por la inestabilidad del transporte y ascenso de masa, y las condiciones termodinámicas de los fluidos presentes en la estructura volcánica.
- d. **Híbridos (HB):** Son eventos con componentes en las altas y bajas frecuencias. En las altas frecuencias tienen fases impulsivas de P y S, que se identifican claramente. Generalmente presentan amplitudes de las ondas P y S menores que en los sismos de tipo VT. Se asocian generalmente al movimiento de magma al interior del edificio volcánico, y a una combinación de los procesos anteriormente descritos.
14. **Tefra:** forma generica de referirse a los productos piroclásticos, cualquiera sea su nombre. A los fragmentos de tefra con tamaño entre 0.004mm y 2mm se les denomina *ceniza volcánica*, a los que tienen entre 2mm y 64mm *lapilli* y los mayores a 64mm se les denomina *bombas o bloques*.
15. **Unidad RSAM:** Es una sigla en ingles que significa Real Time Seismic Amplitude Measurements System. Este sistema es una medida de la amplitud sísmica en tiempo real, el cual permite que durante una crisis volcánica, en la que la sismicidad alcanza niveles en las que es difícil distinguir eventos sísmicos individuales, se pueda procesar

rápidamente la señal analógica proporcionada por estaciones sismológicas de monitoreo volcánico, registradas previas a una eventual erupción.

El RSAM mide la amplitud máxima de hasta 8 señales sísmicas. La frecuencia de muestreo es de aproximadamente 60 muestras por segundo, luego se usa este dato para medir, en cada señal que entra: las amplitudes promediadas en un minuto (voltaje absoluto), y el número de eventos para cada señal entrante ocurridas en un cierto período de muestreo. Mediante la medición de la amplitud, se conoce la energía sísmica liberada a través de las unidades de sismos por un cierto periodo de tiempo.

Es ampliamente usado a nivel mundial para predecir actividad eruptiva basándose en la sismicidad proveniente de registros obtenidos en tiempo real, pues mientras aumenta la sismicidad durante una crisis volcánica, se incrementa también el RSAM.

Anexos

1. Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV)

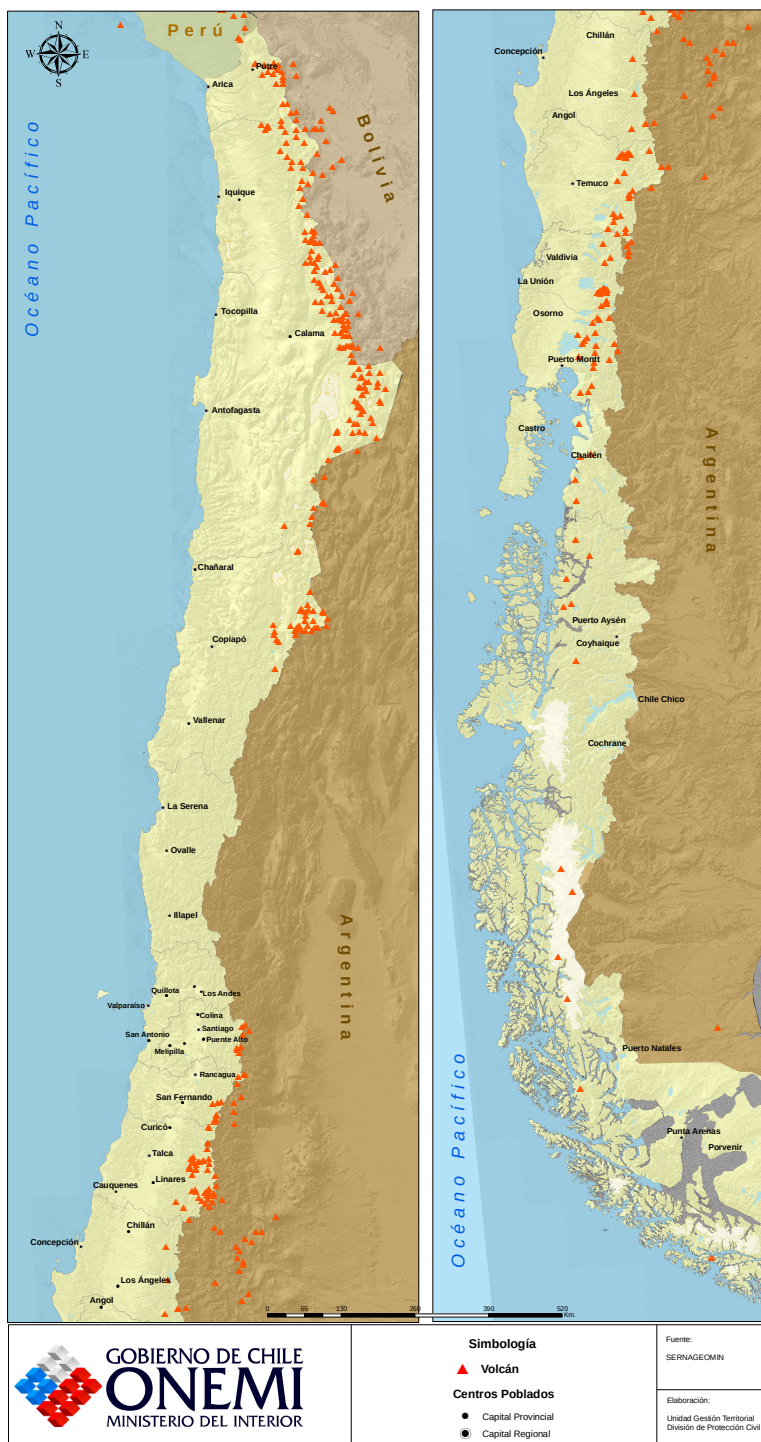
A la largo del territorio nacional es posible contabilizar más de 2.000 volcanes (Mapa 3) de los cuales mas de 60 han mostrado actividad reciente, priorizando el estudio de estos últimos, la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (Mapa 4), busca proveer soportes en el marco de redes y programas de monitoreo, de manera tal de contar con la información necesaria para la realización de estudios y análisis que permitan sustentar y enriquecer las gestiones preventivas y el manejo de emergencias, desastres y catástrofes de origen geológico. El Programa de monitoreo volcánico a cargo de SERNAGEOMIN se desarrolla en etapas hasta el año 2013.

De acuerdo al Instructivo Presidencial para la gestión coordinada de monitoreo sísmico y volcánico en Chile del 3 de septiembre de 2008, ONEMI es el organismo encargado de implementar un sistema de coordinación permanente de los procesos de monitoreo sísmico y volcánico.

GAB. PRES. Nº _____ ANT.: No hay MAT: Instructivo para la gestión coordinada de monitoreo sísmico y volcánico en Chile. SANTIAGO, D 3 SET. 2008 DE : PRESIDENTA DE LA REPUBLICA A : SEGUN DISTRIBUCION - El Gobierno de Chile, como parte de sus proyectos Bicentenario, ha iniciado un proceso destinado a fortalecer las capacidades técnicas de observación y monitoreo permanente de la dinámica geológica del país, considerando que gran parte del territorio continental chileno yace junto a la zona de subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, además, de la subducción producida por la Placa Antártica al sur del istmo de Ofqui, en la Región de Aysén, y la existencia de placas de menor grado en los territorios insulares, lo que explica su alta sismicidad y volcanismo activo. - El objetivo de esta iniciativa, con mirada de futuro, es proveer de manera progresiva los mejores soportes humanos y tecnológicos, a modo de redes y programas de monitoreo integrados y sistematizados, para el acceso a información y análisis que sustenten de mejor modo los planes y programas de prevención y manejo de emergencias, desastres y catástrofes de origen geológico. - Para tal efecto, he dispuesto que se adopten las siguientes instrucciones: - La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, ONEMI, en el marco de su mandato y atribuciones legales, deberá implementar un sistema de coordinación permanente de los procesos de monitoreo sísmico y volcánico llevados a cabo mediante los recursos dispuestos por el Estado para tales propósitos, a fin de velar por la aplicabilidad práctica de la información y análisis integrados que así se generen. - Los organismos públicos o privados que reciban del Estado recursos financieros y/o instrumental geofísico y geodésico para el monitoreo sísmico y volcánico en el territorio nacional, deberán operar bajo la coordinación de ONEMI, a través del sistema antes indicado. - Para el mejor aprovechamiento de la información y enriquecimiento de los análisis a que dé lugar la operación de los programas y redes de monitoreo así desarrollados, ONEMI deberá apoyar su gestión en un Comité Científico-Técnico, al que podrá convocar a distintos organismos relacionados. - En el marco de este Comité, se coordinarán las prioridades de gestión, los procedimientos de interacción, la estandarización del instrumental necesari-	rio, sistemas de transmisión de señal y procesamiento de datos, incorporando nueva tecnología compatible para el monitoreo sísmico y volcánico, como también los mecanismos de acceso y administración de la información y los alcances de la información a producir por las redes y/o programas de monitoreo financiados por el Estado. e. Los acuerdos alcanzados en el marco del referido Comité, deberán ser ratificados por convenios específicos a suscribir por ONEMI con los organismos e instituciones públicas o privadas beneficiadas por esta iniciativa del Estado, tales como el Servicio Sismológico Nacional del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, entre otros. f. Los movimientos de fondos asignados por Ley de Presupuestos de la Nación, destinados a financiar las distintas etapas de ejecución, desarrollo y operación de estos programas y/o redes, deberán quedar establecidos en los respectivos convenios a que hace referencia el párrafo precedente, como instrumentos de programación de los giros globales a efectuar por parte del Ministerio de Hacienda. Saluda atentamente a Ud.,  MICHELLE BACHELET JERIA Presidenta de la República DISTRIBUCION: - Señor Ministro del Interior - Señor Ministro de Relaciones Exteriores - Señor Ministro de Defensa Nacional - Señor Ministro de Hacienda - Señor Ministro Secretario General de la Presidencia - Señor Ministro Secretario General de Gobierno - Señor Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción - Señora Ministra de Planificación - Señora Ministra de Educación - Señor Ministro de Justicia - Señor Ministro del Trabajo y Previsión Social - Señor Ministro de Obras Públicas - Señora Ministra de Salud - Señora Ministra de Vivienda y Urbanismo - Señora Ministra de Agricultura - Señor Ministro de Minería - Señor Ministro de Transportes y Telecomunicaciones - Señora Ministra de Bienes Nacionales - Señor Ministro Presidente de la Com. Nac. de Energía - Señora Ministra Directora del Servicio Nacional de la Mujer - Señora Ministra Presidenta del Consejo Nacional de la Cultura y las Artes - Señora Ministra Presidenta de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (GAB. PRES.) Oficina de Partes (D.) MINSEGPRES (D.) MINSEGPRES
---	--

Mapa 3. Volcanes de Chile

Volcanes de Chile



Mapa 4. Red Nacional de Vigilancia Volcánica

Red Nacional de Vigilancia Volcánica
Volcanes a Estudiar

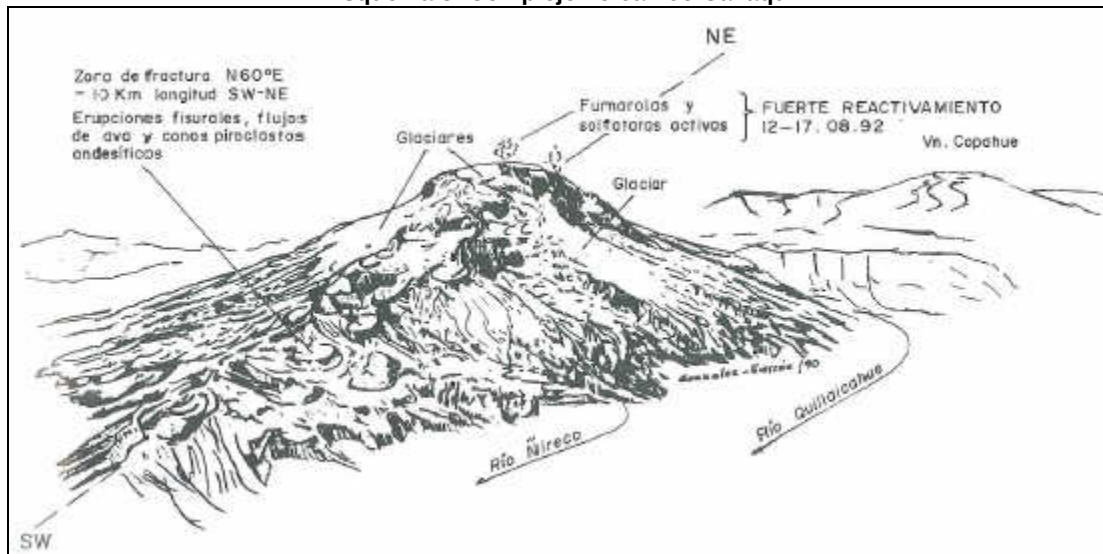


2. Descripción volcanes

Volcán Callaqui:

Localizado en la comuna de Alto Bio Bío, Región del Bio Bío en los 37° 56'S y 71° 26'W y una altura de 3100m, corresponde a un complejo estrato-cono elongado, cuyo cuerpo basal cubre un área elipsoidal de 20 x 6Km. Posee 16 centros generadores de conos piroclásticos y flujos de lava. El cuerpo principal del volcán, desde los 2.000m hacia arriba esta cubierto por glaciares que constituyen un potencial peligro en la generación de lahares. Los últimos reactivamientos fueron observados el 12 - 17 de agosto de 1992 probablemente asociado a un incremento térmico que afectó a su vecino volcán Copahue (Esquema 3)

Esquema 3: Complejo volcánico Callaqui



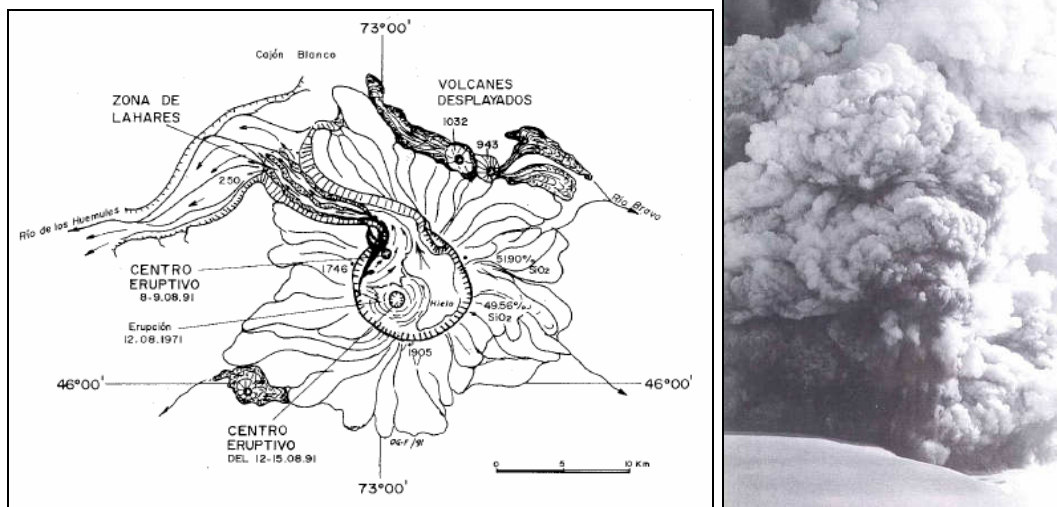
Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 357.

Volcán Hudson:

El volcán Hudson se ubica en la comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén en los 45° 54'S y 72° 58'W y una altura de 1905m, corresponde a una caldera, con una estructura circular de un diámetro de 10Km y que se levanta sobre el terreno entre 1000 y 1200m. Posee dos centros adventicios, el primero en la vertiente norte y el segundo en la vertiente suroeste, que han dado origen a conos piroclásticos y flujos de lava. La caldera anida un casquete de hielo cuyo volumen se estima en 2.5km³.

Considerando que el Hudson es un volcán activo y que ha registrado dos erupciones grandes en los últimos 35 años, la primera de ellas en 1973 y la segunda en el año 1991 estos procesos continuarán. El mayor peligro los constituye la lluvia de tefra a distancia y el flúor soluble que puede transportar y los lahares (Esquema 4) que pueden generarse y afectar el curso del río Huemules.

Esquema 4: Complejo volcánico y erupción de 1991, volcán Hudson.

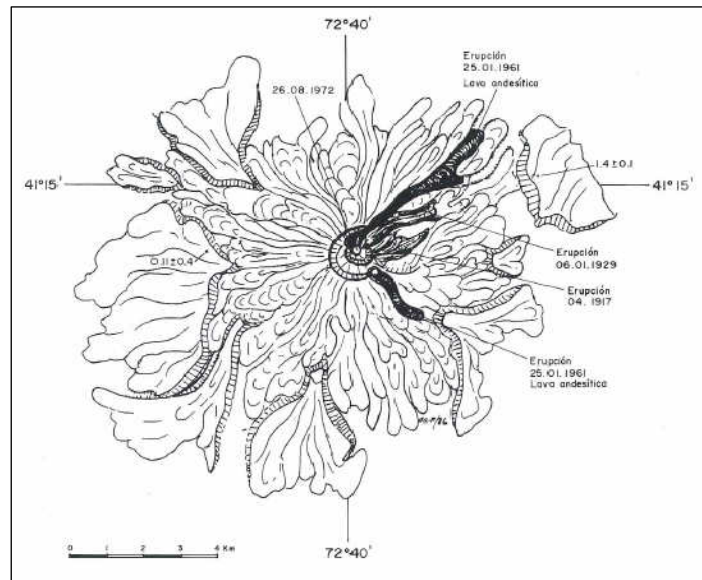


Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 460.

Volcán Calbuco:

Localizado en la comuna de Puerto Varas, Región de Los Lagos en los 41° 20'S y 72° 37'W y con una altura de 2015m, corresponde a un estrato-volcán compuesto. Ha sido fuertemente erosionado por la acción glacial, junto con ello ciclo eruptivo freato-magmática destruyó gran parte del edificio volcánico, generando un cráter caldérico. Con ciclos eruptivos posteriores se estructuró un nuevo estrato-cono, con un cráter caldérico de unos 2Km de diámetro (Esquema 5).

El volcán Calbuco, es un volcán activo, donde los principales riesgos para la población tienen relación con lahares, flujos de lava y tefra.

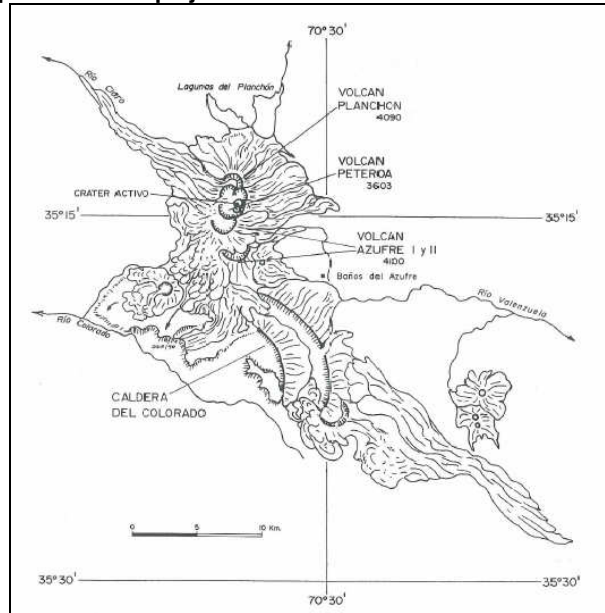
Esquema 5: Volcán Calbuco

Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 442.

Volcán Peteroa:

Localizado en la comuna de Romeral, Región del Maule en los 37° 56'S y 71° 26'W (límite Chile - Argentina) y una altura de 3100m, es parte de un complejo macizo volcánico conformado por los volcanes Planchón, Peteroa y Azufre, cuya base cubre unos 130Km². Entre los volcanes Planchón y azufre

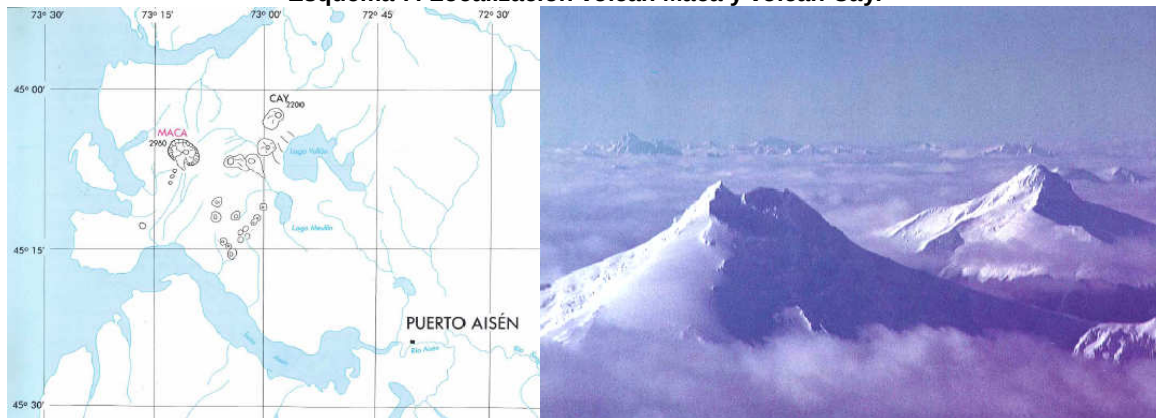
El Peteroa es considerado un volcán muy activo y cuyo principal riesgo es la generación de lahares en los valles de los ríos Claro y Teno en Chile, y en los ríos Valenzuela y Grande en Argentina, debido a la extensa cubierta de hielo que cubre particularmente el sector del Azufre (Esquema 6).

Esquema 6: Complejo volcánico Planchón – Peteroa – Azufre.

Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 290.

Volcán Macá:

Localizado en la comuna de Cisnes, Región de Aysén en los $45^{\circ} 05'S$ y $73^{\circ} 10'W$ y con una altura de 2960m, corresponde a un estrato-volcán compuesto, donde sobre una estructura basal tipo caldera se levanta un estrato-cono, cubierto de hielo y perfectamente simétrico (Esquema 7). En dirección suroeste y controlado por una fractura se levantan al menos 5 conos eruptivos en una longitud de 15Km. Pese a no existir registro de actividad histórica al Macá es un volcán activo que en su reactivamiento podría generar significativas erupciones explosivas freatomagmáticas, siendo los lahares y la lluvia de tefra los principales peligros.

Esquema 7: Localización volcán Macá y volcán Cay.

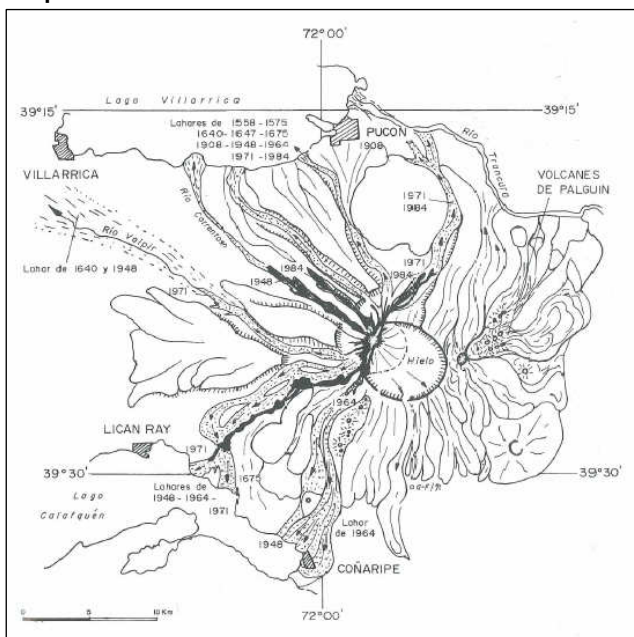
Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 458 y 466.

Volcán Villarrica:

Localizado en la comuna de Pucón, Región de La Araucanía, en los 39° 25'S y 71° 57'W y con una altura de 2840m, corresponde a un complejo centro eruptivo compuesto por dos estructuras caldéricas traslapadas. La más reciente se extiende en el rumbo de la cadena volcánica Villarrica – Quetrupillán – Lanín. Sobre esta estructura se levanta el estratocono que culmina con un cráter de 1.5Km de diámetro. El complejo volcánico además presenta una serie de centros eruptivos adventicios.

El Villarrica es un volcán activo (Esquema 8) con frecuencia eruptiva muy alta, generador, flujos de lava, lluvia de tefra y lahares (Fotografía), siendo estos últimos los de mayor peligro para las localidades que se localizan raídamente del volcán.

Esquema 8: Volcán Villarrica.



Geología y Morfología del Villarrica, donde se muestra la distribución de los flujos de lava y lahares históricos.

Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag. 399.

Fotografía 19: Descarga lahárica, lago Calafquen.



Delta de descarga lahárica del río Challupén en el lago Calafquén. Al mismo tiempo se observa flujo de lava durante la erupción del 29 de diciembre de 1971, el cual siguió el mismo curso.

Fuente: González-Ferran, Volcanes de Chile. Pag.411



ONEMI

www.onemi.cl