MEMORIA 0036

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA
MINISTERIO DEL INTERIOR
GOBIERNO DE CHILE

Universidad de Chile.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
Escuela de Geografía.

Estudio del Impacto Territorial - Ambiental Generado por la Erupción del Volcán Chaitén.

Resumen

Los impactos en el medio ambiente y el territorio, producto de la erupción del volcán Chaitén el 2 de mayo del 2008, generaron una transformación en el medio físico y social del territorio, cambiando la geomorfología, producto de los procesos dinámicos que se desarrollaron en el área de influencia del volcán. Los recursos naturales como el agua, aire, suelo y vegetación toman gran importancia, ya que se vieron afectados en diferentes medidas, generando estudios por las diferentes instituciones del gobierno, los cuales son analizadas en este estudio. La población en Chaitén sufrió la mayor parte de los efectos producidos por la erupción del volcán, de 7282 habitantes, tan solo quedan 109 viviendo actualmente en el lugar, que son mayoritariamente los que tenían algún tipo de actividad económica en el lugar. En la actualidad en Santa Bárbara, que es donde se reconstruirá Chaitén, no hay nada establecido, solamente se encuentran entes administrativos del gobierno, como la municipalidad y carabineros.

Palabras Claves: Geomorfología, procesos dinámicos, recursos naturales, cambios socio-económicos

Profesora Guía : **María Victoria Soto**

Profesional a cargo : **Fabiola Barrenechea**

Estudiante : **María José González Rubio**

Periodo de Práctica : **Octubre del 2009 a Enero del 2010**

Santiago 2009

INDICE	Páginas
Introducción	3
1. Planteamiento del Problema	4-5
2. Definición del Problema	6
3. Objetivo General	7
4. Objetivos Específicos	7
5. Metodología	8
5..1. Recopilación de Información	8
5..2. Descripción Geomorfológica	8
5.2.1 Procesos Dinámicos	9
5..3. Efectos en los Recursos Naturales	9
5..4. Cambios socio-económicos en la población	9-10
5..5. Cartografía	10
5..6. Productos Esperados	11
Resultados	12
6. Área de Estudio	12
6.1. Mapa del Área de Estudio	13
7. Introducción a la Geomorfología del Área de Estudio	14-17
7..1. Descripción Geomorfológica post erupción del volcán Chaitén	18
7.1.0. Aspectos geológicos geomorfológicos	18
7.1.1 Fotointerpretación de la Geomorfología del Área de Influencia	18-19
7.1.2 Descripción de la carta geomorfológica	20-22
7.1.2.1 Carta Geomorfológica	23
7.2 Análisis de la jerarquización de la red hídrica, con respecto a la geomorfología de Chaitén	24-25
7.2.0. Cartografía de la Jerarquización de la red hídrica	26
7.2.1. Análisis altitudinal de la Geomorfología	27
7.2.2. Modelo digital de elevación	28
7.3 Evaluación preliminar de Procesos Dinámicos (Peligros Volcánicos)	29-30
7.3.1 Peligros volcánicos post erupción del volcán Chaitén	31-32
7.3.2 Cartografía de Peligros Volcánicos	33
7.3.3 Remociones en Masa	34-35
7.3.4 Cartografía de remociones en masa	36
8. Efectos en los Recursos Naturales	37
8.1 Aire	37-41
8.2 Agua	42- 48
8.2.1 Desborde del Río Blanco o Chaitén	48-50
8.3 Suelo	50-61
8.4 Vegetación	62-65
8.5 NDVI 2005 y NDVI 2009	66-67
8.5.0	68-69
9 Identificación de Cambios Socio – Económicos de la población comunal, en relación a Impactos ambientales-Territoriales provocados por el Volcán Chaitén	70
9.1 Población antes de la erupción del Volcán	70
9.2 Actividades Económicas en Chaitén Antes de la Erupción del Volcán Chaitén	70
9.2.1 Servicios privados	71-72
9.2.2 Actividad rural	72-75
9.2.3 Administración Pública	75-76
9.3 Población Post erupción del Volcán Chaitén	76-81
9.4 Situación de la Población Actualmente	81-82
9.5 Entrevista	82-85
9.6 Consideraciones Finales de la población de Chaitén	85
10 Resumen	86-88
11 Conclusiones y Discusión	89-91
12 Anexos	92
10.1. Fotografías de la Población Post Erupción del Volcán Chaitén	92-93
13 Bibliografía	94-95

Introducción

El estudio realizado en Chaitén comprende diferentes áreas de análisis, que van desde el aspecto físico hasta el social, para poder abarcar el impacto territorial-ambiental que generó la erupción del volcán Chaitén el 2 de mayo del 2008.

En cuanto a la estructura física del estudio, este se realizó describiendo la geomorfología del lugar y los procesos dinámicos existentes, después de la erupción del volcán Chaitén el 2 de mayo del 2008.

Con respecto al Medio ambiente, este es importante en un territorio, por ende es trascendental también su estudio y cuidado, por ello se tomaron en cuenta los recursos naturales existentes en el área de influencia, realizando un análisis de los estudios del agua, aire, vegetación y suelo, efectuados por las diferentes instituciones del gobierno, que son la Dirección General de Aguas (DGA), Comisión Nacional del Medio Ambiente, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI).

Los índices contaminantes del agua, aire y suelo, se encuentran incluidos en este estudio, dejando establecido los resultados y las conclusiones finales de cada uno de ellos.

En el ámbito social, la población existente antes de la erupción del volcán era de 7282 habitantes, según el censo del INE del 2002. En la actualidad, existen 109 personas viviendo en Chaitén, según reportes de la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI). Encontrándose la gran mayoría distribuido entre Chaitén y Chiloé. Por ende es importante saber el proceso que sufrió la población y como se encuentra en la actualidad, lo cual se desarrolla en el estudio con mayor profundidad. Antes de la erupción las actividades productivas se distribuían, en un 42% a servicios privados, 33% en actividad rural y un 25% a servicios públicos. En la actualidad su situación es diferente.

El presente estudio pretende abarcar, los ámbitos sociales y ambientales, de modo de generar una visión general del territorio, el cual fue afectado por la erupción del volcán Chaitén, arrojando los efectos en los recursos naturales y el estado actual de la población. Además de describir los procesos dinámicos y la geomorfología del lugar.

Estudio del Impacto Territorial - Ambiental Generado por la Erupción del Volcán Chaitén.

1. Planteamiento del problema

Los fenómenos de la naturaleza presentan muchas veces un riesgo inminente para el entorno, debido a que en él se encuentran personas. Justamente uno de estos fenómenos naturales son los volcanes, dado que en Chile son abundantes, debido a las características geomorfológicas en las cuales se encuentra emplazado el país.

"Los volcanes constituyen la estructura fundamental del territorio Chileno desde sus orígenes geológicos y son actualmente la expresión dinámica de la tierra viva, que han modelado la belleza de su paisaje que decora el maravilloso escenario físico andino creando no sólo un habitad extraordinario para el asentamiento humano, sino que además ha sido el generador de los valiosos recursos minerales, agronómicos y energético (González-Ferran 1995a).

Tras 9.000 años de inactividad, el 2 de mayo del 2008 un volcán en Chile rompió su silencio, hubo una fuerte explosión acompañada de una columna de humo de hasta 30 kilómetros de altura, la cual comenzó a salir del cráter, llegando incluso hasta la ciudad Argentina de Río Negro. Este volcán es *"El volcán Chaitén (en huilliche,* canasto de agua*) que está ubicado a 10 km al noreste de la ciudad de Chaitén, capital de la Provincia de Palena, en la Región de Los Lagos" (González-Ferran 1995b).*

Uno de los grandes problemas derivados de la erupción del volcán, es el relacionado con el medio ambiente, que se ha visto enfrentado a los impactos de la naturaleza volcánica de la región, lo que ha generado cambios en la geomorfología y en sus recursos naturales.

La naturaleza está siendo afectada por la actividad volcánica del Chaitén, desde animales hasta las plantas, incluyendo el sistema hidrográfico, la morfología y todas las formas de vida que existen en la zona. En cuanto al **sistema hidrográfico** como ya se mencionó anteriormente, ha sido afectado con el desborde del río Blanco en la zona, el cual produjo que se inundara el poblado de Chaitén, esto más la formación de Lahares y la amenaza de flujos piroclásticos constituyeron factores importantes para el desplazamiento de los habitantes afectados en Chaitén y Futaleufú, hacia centros poblados seguros como Puerto Montt y Chiloé. La causa del desborde del río Blanco se debió a la caída de *"una enorme cantidad de cenizas, lo que ha incrementado el aumento de las sedimentaciones en el río",* según confirmó la autoridad a cargo en su momento, específicamente el ministro de campaña en Chaitén José Goñi.

Los efectos del volcán llegaron hasta el mar, donde en *los **anfibios**, las cenizas afectaron las branquias de los peces y muchos murieron por falta de oxígeno. El **ganado** es otro punto importante, debido a que este*

muere si come o bebe agua con cenizas, el zinc, azufre y flúor lo intoxican y hasta generan malformaciones. En la ***vegetación****, las cenizas mezcladas con lluvia producen una nociva lluvia ácida.* Cambia la composición y la acidez del **suelo**, que podría quedar incultivado, pero fértil en el futuro. El Ingeniero en suelos de la Universidad de Chile Wilfredo Vera señaló que *"el impacto en los suelos de Chaitén y Futaleufú por la lluvia de cenizas emanadas del volcán es bastante grave desde el punto de vista de la agricultura", además agregó que "prácticamente se podría decir que los suelos del área que esté cubierta por esta magnitud de depósito de ceniza 40 centímetros están prácticamente perdidos. El tiempo de recuperación de los suelos puede tardar décadas".*

En el **aire** los efectos del flujo piroclástico afectan negativamente al ganado, vegetación, suelo, agua y población humana, debido a los gases y cenizas que se producen por la actividad del volcán.

Los **glaciares**, también son un sistema natural que es afectado por la actividad volcánica, en este caso, los glaciares que están cerca de la zona de erupción, que según el Glaciólogo Andrés Rivera, 2008 observó que *"Las cenizas formarían una gruesa capa que podría ser incorporada al glaciar. Luego, parte de estas cenizas serían lavadas por la lluvia, y con esto lentamente afloraría nuevamente el hielo".* Pero también señala que podría haber un escenario más negativo, tanto para los glaciares como para el ecosistema y los habitantes de los alrededores del volcán, asociado a que las altas temperaturas de las cenizas que están siendo eyectadas por el macizo, se depositen sobre los glaciares y comiencen con ello a derretirse.

El medio ambiente es importante para la vida de los ecosistemas, si él está dañado, están dañados todas las formas de vida también, por ello es importante su estudio y su cuidado. Un estudio que se realizó en el área afectada por las nubes de cenizas, las cuales cubrían entre el 6 y 8 de mayo de 2008 la provincia de Palena, en dos comunas principalmente, Chaitén y Hualaihué, arrojó que estas comunas comprenden **bosque nativo** en total 585 mil ha (Chaitén) y 186 mil ha (Hualaihué) (Catastro CONAF-CONAMA 1997). La superficie de bosque afectado en ambas comunas alcanza un total de 82.590 ha. Los valores promedio de superficie cubierta por cenizas en Chile y Argentina son de 116.380 Km^2 con más de 1 cm de cenizas acumuladas en promedio y 25.670 Km^2 con más de 3 cm. de cenizas acumuladas, aproximadamente. La superficie cubierta por cenizas hasta el 12 de mayo del 2008 en Chile. 480.000 ha (entre 1 y 15 cm).

Todos los temas aquí planteados constituyen las riquezas naturales de una zona, las cuales deben ser analizadas, pero además de las riquezas naturales, se encuentra una realidad social, la cual no está ajena de los procesos naturales, debido a que es la mayor afectada. En el caso de la erupción del volcán Chaitén, se afectó directamente la ciudad, debido a que el río arrastró los depósitos volcánicos, provocando avalanchas, las cuales cambiaron el curso de este, atravesando la ciudad. Lo expuesto anteriormente causó la evacuación de la ciudad, distribuyendo a la población a las localidades más seguras, dentro de Puerto Montt, Chiloé y Futaleufú. Lo anterior causó problemas socio-económicos, en la mayoría de las personas, por ende es importante su estudio.

2. Justificación del problema

Con la acción del volcán Chaitén, se han producido transformaciones en el medio ambiente, afectando los recursos naturales tales como agua, aire, vegetación y suelo del lugar.

Las principales actividades económicas eran la pesca y la agricultura, según un informe de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

En la pesca, los peces emigraron a mar abierto, según el dirigente de los pescadores artesanales de la Región de Los Lagos, el cual estableció que los caldericos históricos, donde trabajaban, están sufriendo algunos efectos y los peces se han trasladado hacia mar adentro, donde la flota que ellos poseen no está preparada para internarse en el mar (La Tercera 12 de mayo del 2008).

En la agricultura, existe una gran capa de cenizas que impide la recuperación del suelo, estimándose por expertos que podrían tardar una década en lograrlo. Por ende es importante ver la cantidad de hectáreas que pueden haberse visto afectadas por el flujo de cenizas.

Otro punto importante es el impacto que generaron las cenizas en los bosques nativos, ganadería y silvicultura que se establecía en la zona.

Toda esta problemática ambiental afectó los recursos naturales en la zona, además de generar condiciones en las cuales no era posible que la población siguiera viviendo, lo que detonó una evaluación por parte del Gobierno, estableciendo una modificación en cuanto al ordenamiento territorial. Se debió relocalizar la ciudad de Chaitén, en otro lugar llamado Santa Bárbara, el cual está ubicado a 9 kilómetros más al norte de Chaitén. Todo este cambio generado es producto de que Chaitén se encuentra semi-destruido, sin infraestructura, producto de la erupción del volcán, lo que genera en el paisaje, el desborde del río Blanco, la perdida de viviendas, animales y recursos naturales; además de materiales ahí existentes, por ende esta en un área de riesgo directo.

Lo que se plantea realizar es, describir la geomorfología del lugar e identificar los cambios en ella. El estado de los recursos naturales es muy importante en la zona, ya que sustenta la vida de los animales y las personas que ahí se establecían y/o establecen aún, y consecuentemente se describirán las características y condiciones actuales del agua, suelo, aire y vegetación, después de la erupción del volcán, luego de una recopilación de información.

La población que se establecía en Chaitén antes de la erupción de volcán, debió ser evacuada del lugar, porque no era posible vivir ahí, debido a esto se produjeron múltiples efectos, ya que muchas personas perdieron todos sus bienes, los que les produce un problema social y económico, siendo afectados además sicológicamente. Lo sucedido en el ámbito social y económico es muy importante ya que produce fuertes cambios en el territorio, uno de ellos es la relocalización de la ciudad a 9 kilómetros al noroeste de Chaitén, en una localidad llamada Santa Bárbara. Por los antecedentes antes mencionados, es muy importante generar un estudio que de una visión general de todos los aspectos antes mencionados.

3. Objetivo General

Estudiar los impactos territoriales – ambientales que produjo la actividad eruptiva del volcán Chaitén del día 2 de mayo del 2008, identificando las áreas afectadas por las diversas manifestaciones de este: lava, cenizas, lahares, inundaciones, remociones en masa.

4. Objetivos específicos

4.1. Identificar el área de influencia asociada a la erupción del volcán Chaitén en el ámbito territorial – ambiental.

4.2. Describir la geomorfología en la zona a través de la realización de la carta geomorfológica y caracterizar los procesos dinámicos generados asociados a la erupción del volcán: flujos de lava, mantos de cenizas, flujos laháricos, remociones en masa e inundaciones, etc.

4.3. Identificar efectos en los recursos naturales tales como aire, agua, vegetación y suelo.

4.4. Analizar los cambios socio – económicos de la población comunal, en relación a los impactos ambientales provocados por el volcán Chaitén.

5. Metodología

La metodología utilizada se realizó con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, para ello se realizaron los siguientes pasos:

5.1. Recopilación de Información

Se realizó una revisión bibliográfica de todos los temas planteados en los objetivos ya descritos, a través de informes técnicos, información periodística, Se recurrió al centro de documentación de ONEMI, para la obtención de material bibliográfico, Informes técnicos del Centro de Alerta temprana de ONEMI, mayo del 2008 – 2009, Informes de Sernageomin de junio del 2008, Informes de la Universidad Católica, sobre las posibles alternativas para la relocalización de Chaitén, Paginas Web y otras fuentes secundarias. Toda la información ocupada para la realización de este estudio se encuentra en la bibliografía.

5.2. Descripción Geomorfológica

Para la realización de la descripción geomorfológica, se tomaron en cuenta el volcán y su entorno cercano, en este caso, el centro poblado de Chaitén y parte de sus alrededores.

Para la realización de una buena descripción, se recurrió a información geomorfológica de la región, además se utilizaron imágenes satelitales y fotografías aéreas del área de estudio, para una mejor definición del trabajo.

Se recurrió a todos los recursos bibliográficos posibles, que fueron de ayuda para la mejor descripción, tales como **(Geografía de Chile del Instituto Geográfico Militar),** los cuales se tomaron como una introducción a la geomorfología de la zona, para posteriormente realizar una mejor descripción del área de influencia.

Las imágenes satelitales ocupadas fueron Infrarrojo en Chaitén, en formato TIFF, con una resolución de 15 Mic.=1696 dpi, e imágenes GEOTEC en formato TIFF, con una resolución de 18 Mic= 1411 dpi. Las cuales fueron georreferenciadas e impresas, para posteriormente realizar una fotointerpretación, a través un traslape, visualizándolas con un estereoscopio.

5.2.1. Procesos Dinámicos

Se Caracterizaron los procesos dinámicos generados asociados a la erupción del volcán: flujos de lava, mantos de cenizas, flujos laháricos, remociones en masa e inundaciones. Para este objetivo, se realizó una descripción de los procesos dinámicos que se hayan dado en la zona después de la actividad del volcán Chaitén, utilizando imágenes satelitales y como recurso bibliográfico a **(SEPÚLVEDA, 2007) y (SERNAGEOMIN, 2008).**Obteniendo cartografías de los procesos.

5.3. Efectos en Recursos Naturales

Se Realizó una revisión bibliográfica de los efectos que produce la actividad del volcán en los recursos, como el agua, aire, suelo y vegetación. Todo esto fue realizado para analizar el impacto en sus componentes.

5.3.1. En el caso de la **vegetación**, a través de imágenes satelitales se estimó la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, a través del índice NDVI.

5.3.2. **Suelo:** Se analizó a través de información pedológica, identificando el tipo de suelo existente antes de la erupción del 2 de mayo del 2008, y los efectos posteriores a esta.

5.3.3. **Agua:** Se buscó información del recurso hídrico, para ello se solicitaron informes a la Dirección General de Aguas (DGA), los cuales fueron efectuados, los primeros días posterior a la erupción del volcán, donde se logró visualizar y establecer el estado de este recurso.

5.3.4. El **Aire**: Se analizaron los estudios realizados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), en el lugar, para saber el tipo de gases y la cantidad de cenizas que existían en el lugar, donde se establecieron los índices que son riesgosos para la salud de los animales y de la población.

5.4. Cambios Socio-Económicos en la Población.

Se identificó el tipo de actividades productivas que se realizaban en Chaitén, anteriores a la erupción del 2 de mayo del 2008, además de los efectos producidos en la población, post erupción del volcán, obteniendo una visión actualizada sobre la población en Chaitén.

Para la realización de este punto se realizó lo siguiente:

5.5.1. Se recopiló información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), con el fin de obtener una visión del total de personas establecidas en Chaitén, anterior a la erupción del volcán Chaitén el 2008, sobre la cantidad de mujeres, hombres, jóvenes, niños y adultos mayores, que se encontraban en el lugar, además de la existencia de áreas rurales en la zona.

5.5.2. Se revisó el Informe "Emplazamiento Nueva Chaitén Sector Santa Bárbara- Comuna de Chaitén Región de Los Lagos", de mayo del 2009, realizado por ONEMI, recurriendo además al Informe programa de Apoyo a Chaitén, de la **Delegación Presidencial para la Provincia de Palena,** de Septiembre a Octubre de 2008. Con este material se logró hacer una descripción de los efectos y los cambios que se produjeron en la población, posteriores a la erupción del Volcán Chaitén.

5.5.3. Se realizo una revisión de la prensa y se obtuvieron antecedentes más actualizados, además se entrevistó a una persona que vivió en Chaitén, y que hoy en día se encuentra en la región metropolitana, la cual aportó con información reciente del lugar, ya que se encuentra constantemente viajando a Chaitén.

5.5. Cartografía

Una vez analizados y recopilados todos los antecedentes se procedió a espacializar la información con el fin de mostrar su distribución, con las siguientes cartografías:

- Cartografía con la jerarquización de la red hídrica.
- Carta geomorfológica, describiendo las zonas más afectadas.
- Cartografía de procesos dinámicos, flujos de lava, mantos de ceniza, flujos laháricos, e inundaciones
- Cartografía con remociones en masa

5.6. Productos Esperados

Con el Estudio realizado en Chaitén, se espera:

5.6.1. Obtener un informe de los efectos que se produjeron en el territorio, en cuanto a sus procesos dinámicos, geomorfológicos y socio – económicos, posteriores a la erupción volcánica del Chaitén del día 2 de Mayo del 2008 hasta la fecha, en el área de influencia determinada.

5.6.2. Se espera obtener cartografía de la zona, donde se identifican los efectos territoriales - ambientales de la erupción del volcán Chaitén.

Resultados

6. Área de Estudio

El área de estudio se ubica en la comuna de Chaitén, provincia de Palena, X Región de Los Lagos, su superficie es de 8.471 Km. Colinda al norte con la comuna de Hualaihué, al oeste con el Golfo de Corcovado, al oriente con las comunas de Futaleufú, Palena y con parte de la provincia de Chubut (Argentina) y al sur con la XI Región Aysén del General del General Carlos Ibáñez del Campo.

La comuna de Chaitén se localiza entre el paralelo 42º30' y 43º30' de latitud sur, en una estrecha de franja entre el meridiano 72º y 73º Oeste, la cual no supera los 50 kilómetros.

El clima de Chaitén es usualmente descrito como un clima templado frío con una mayor presencia de precipitaciones durante la temporada invernal (mayo a julio), con cifras que bordean los 3.000 mm de agua caída anualmente en la capital comunal y que descienden hacia los valles del interior más protegidos. La temperatura en promedio no supera los 10° C y los vientos predominantes provienen desde el oeste.

La flora de la región está compuesto por tres tipos de bosque nativo: el bosque siempreverde (compuesto principalmente por coigüe), el bosque de alerces y el bosque de altura, donde la lenga y el ñirre predominan. Dentro de la fauna destacan diversas especies como el puma, el cóndor, el quique, el huillín, chungungos y coipos. Para la protección de la flora y la fauna, gran parte de la superficie comunal corresponde a áreas silvestres protegídas destacando el Parque Nacional Corcovado y el Parque Pumalín.



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Mapa Región de los Lagos
Provincia de Palena

Simbología

Red Vial
- Pavimento
- Ripio
- Tierra
- Ruta

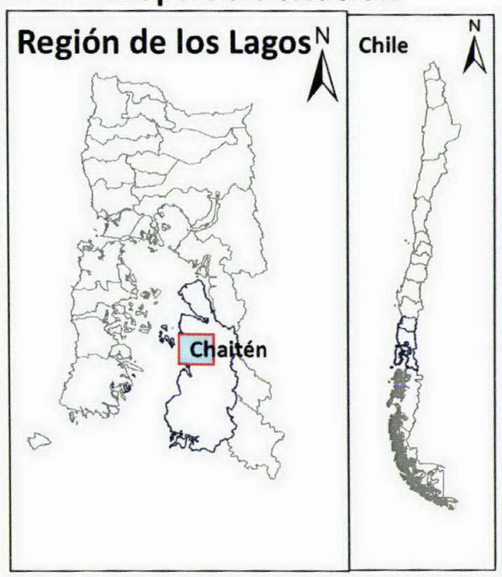
Hidrología
- Río
- Lago o Laguna

Otros Elementos
- Limite Provincial
- Paso Fronterizo

Centro Poblado
- Comunas
- Capital Provincial
- Casco Urbano

Geografía Física
- Volcanes
- Área de Estudio

Mapa de Ubicación



Elaboración:
Unidad Gestión Territorial
División de Protección Civil

Fuente:
Instituto Geográfico Militar
Ministerio de Obras Públicas
INE

7.- Introducción a la Geomorfología del Área de Estudio:

En la nueva y moderna concepción regional con que el gobierno de Chile ha estructurado el territorio nacional, en grupos de regiones que desde el punto de vista físico se identifican por poseer rangos comunes. De acuerdo a lo anterior, Borgel estableció 5 agrupaciones que son las siguientes:

De acuerdo a los criterios expresados, Chile desde el punto de vista geomorfológico, se dividiría en cinco grandes conjuntos regionales:

1. Primera Agrupación Regional: comprende las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, de acuerdo a la nomenclatura administrativa actual, se identifica como "REGUION SEPTENTRIONAL DE LAS PAMPAS DESERTICAS Y CORDILLERAS PREALTIPLANICAS".
2. Segunda agrupación regional: comprende las regiones de Coquimbo y Valparaíso y se identifica como "REGIÓN DE LAS PLANICIES LITORALESY CUENCAS DEL SISTEMA MONTAÑOSO ANDINO-COSTERO".
3. Tercera agrupación regional comprende las regiones Metropolitanas, del libertador General Bernardo O´Higgins, del Maule y del Biobío y se identifica como "REGION CENTRAL DE LAS CUENCAS Y DEL LLANO FLUVIO-GLACIO- VOLCÁNICO".
4. Cuarta agrupación regional: comprende las regiones de la Araucanía y de los Lagos y se identifica como "REGIÓN CENTRAL LACUSTRE Y DEL LLANO NO GLACIO-VOLCÁNICO".
5. ***Quinta agrupación regional: comprende las regiones Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica Chilena y se identifica como REGIÓN PATAGÓNICA Y POLAR DEL INLANDSIS ANTARTICO".***

En este sentido, las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama constituyen una unidad geomorfológica con rasgos macroestructurales semejantes. Hay un cambio transicional del desierto, pero esto es significativo solamente a la escala detallada, pues en magnitudes mayores, tanto los aspectos climáticos como litológicos se dan en tonalidades absolutas, considerando el territorio comprendido entre los 17° 30´ y 31° de latitud sur.

Las regiones de Coquimbo y Valparaíso presentan como elementos comunes un modelado natural plano y un complejo montañoso interior.

Las regiones metropolitanas, del libertador General Bernardo O´Higgins, del Maule y del Bío-Bío se estructuran en torno de cuencas y llanos de sedimentación fluvial, glacial y volcánica.

Las Regiones de la Araucanía y de los Lagos presentan un modelado de cuencas lacustres y llanos de sedimentación glacio-volcánica.

Finalmente, las regiones Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica chilena corresponden al modelado patagónico sujeto a tectónica de bloques y efectos secundarios de erosión y sedimentación glacial, de gran magnitud.

En resumen, son las cinco agrupaciones de regiones físicas, las cuales fueron ya mencionadas, incluyendo en cada una de ellas subregiones, que desde un punto de vista zonal (climático) o azonal (litológico) representan rasgos más específicos del modelado en detalle.

La regionalización física del territorio Chileno implica el diseño de un marco de referencia indispensable para el inventario y evolución de los recursos naturales renovables y no renovables del país.

Desde este punto de vista, el rasgo dominante del paisaje chileno es una serie compleja y abigarrada de comarcas más o menos enclaustradas por el relieve local. La adecuada compresión de este relieve es condicionante para cualquier programa e incentivación económica y de autosuficiencia regional. (Borgel 1983).

Según el Libro "**Geografía de Chile", "Geomorfología" del instituto Geográfico Militar, Chaitén** se toma en la quinta agrupación regional, que comprende las regiones Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, de Magallanes y de la Antártica Chilena, identificándose como "**REGIÓN PATAGÓNICA Y POLAR DEL INLANDSIS ANTARTICO",** lo cual es un error, ya que Chaitén no se ubica en la Región de Aysén, sino que en la **Región de los Lagos**, pero en el libro se describe su geomorfología y se mencionan los puntos más importantes a tomar en cuenta.

En la quinta agrupación, **REGIÓN PATAGÓNICA Y POLAR DEL INLANDSIS ANTARTICO"** se distinguen las siguientes subregiones morfológicas:

Planicie litoral de Chiloé e islas adyacentes

Cordillera de la Costa, afectada por tectónica de hundimiento.

Llano Central, afectado por tectónica de hundimiento

Cordilleras patagónicas del Pacífico, con ríos y fiordos de control tectónico.

Ventisqueros patagónicos del Pacífico.

Cordilleras patagónicas orientales, con ríos y lagos de control tectónico

Cordilleras patagónicas insulares. Estrechos, canales e islotes de control y de hundimiento tectónicos.

Tierras bajas de la estepa fría magallánica.

Subregión polar del Inlandsis Antártico.

Dentro de estas subregiones, la que identifica Chaitén es la de ***Cordilleras patagónicas del Pacífico con ríos y fiordos de control tectónico****, que es donde se localiza el área de influencia del estudio.*

Se localizan como relieve andino positivo, al este de la zona insular y de los grandes canales australes. Ocupan un eje N. S. estimado en 1500 km. Con un ancho variable del orden de 60 a 120.km. Se extiende por el norte desde una línea que enfrenta el canal Comau, frente al golfo de Ancud, hasta la cordillera Darwin en el sur; en este eje hay una sola interrupción en el desarrollo zonal, que corresponde a la isla Riesco, la que, por su carácter insular, escapa al concepto de continentalidad que envuelve a las cordilleras patagónicas. La profunda penetración al este de esta isla permite una coalescencia interesante entre las cordilleras patagónicas insulares y las tierras bajas de la estepa fría de magallánica. Como consecuencia de esto, las cordilleras patagónicas del Pacífico se estompan totalmente en el sector que cubre la isla Riesco, pero al sur de esta se regeneran cubriendo hasta el extremo nororiental de la cordillera Darwin por el sur.

Otra característica notable que presentan estas cordilleras es que incluyen en su orografía interna numerosos ventisqueros aislados unos y encadenados otros. Por la extensión que alcanzan, así como por su importancia glaciológica, los hemos constituido en ámbito zonal aparte, pero con la salvedad de que ellos ocupan un espacio en las cordilleras patagónicas.

Ya hemos visto como la separación de los grandes lagos y del sistema volcánico con actividad ígnea se prolongaba por el sur hasta la hoyada meridional del río Puelo, siendo los representantes más australes de esa subregión lacustre y volcánica el volcán Hornopirén, el volcán Yate y los lagos Azul y de las Rocas.

Las cordilleras patagónicas de Pacífico, extendidas al sur de estos accidentes morfológicos, se presentan como una faja de irregular extensión a lo ancho, de acuerdo a la mayor o menor prolongación que alcanzan los fiordos en su avance desde el Pacífico hacia el este.

Sector 1: El área Septentrional.

En el **área de Chaitén**, esta zona se estrecha a solo unos **12 Km. de ancho, en su parte más angosta, como resultado del energético avance hacia el oeste de cordones andinos orientales del tronco maestro divisorio**. A este hecho se le une el máximo desarrollo que alcanzan los fiordos en esta fachada litoral.

Al sur de la ensenada Chaitén, el volcán Corcovado, de 2.300 m., representa un accidente orográfico importante circundado en la base de sus laderas norte y este por una bien desarrollada hoyada lacustre.

Unos kilómetros al sur de este volcán, en la bahía del mismo nombre, desemboca el río Corcovado, el cual tiene la particularidad de no presentar fiordo en su curso inferior. La península Cocá situada al norte de rada Palena, señala el advenimiento de un frente costero más animado que aquél descrito para el área más septentrional. El cerro Yanteles y el cerro Mesa alcanzan alturas superiores a 2.000 m., lo que da a esas cordilleras patagónicas una fisonomía orográfica vigorosa, dada la cercanía a la línea litoral.

7.1 Descripción Geomorfológica Post Erupción del Volcán Chaitén

7.1.0 Aspectos Geológicos geomorfológicos.

Como antecedentes geológicos geomorfológicos es bueno tener presente que en el área estudiada se distinguen tres rasgos geomorfológicos principales:

El ***primero*** corresponde a la planicie en la que se ubica la ciudad de Chaitén y que está conformada principalmente por depósitos fluviales y laháricos provenientes de los depósitos volcánicos. A esta unidad se le agrega el valle del río Chaitén, correspondiente a un rasgo morfoestructural asociado a procesos tectónicos y modelado por la acción erosiva de los hielos durante las glaciaciones pleistocenas que afectaron la zona.

Un ***segundo*** rasgo morfológico lo constituyen los lomajes situados inmediatamente al norte del sector poblado de Chaitén. Estas lomas, de hasta 150 m de altitud s.n.m., corresponden a rocas graníticas de mioceno, que producto de la acción erosiva de los glaciares, adquirieron el aspecto actual.

El ***tercer*** rasgo geológico-geomorfológico del área lo constituyen los cordones montañosos, al norte y al este de la ciudad de Chaitén, correspondientes a rocas también graníticas con altitudes de hasta 1.000 m s.n.m.

Las características del volcán Chaitén se definen claramente en el libro "Volcanes de Chile" donde *(González-Ferran 1995c)* observó que, "*Corresponde a un cráter calderico 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 (74.44% SiO2). Su edad es Holoceno post glacial*". Se encuentra ubicado a 9 kilómetros de la ciudad de Chaitén. Al encontrarse abierto hacia el suroeste, sus flujos se desplazan por la planicie que da al río Chaitén, el cual pasaba por el este de la ciudad, desembocando en el mar.

Para entender mejor el tipo de erupción del volcán Chaitén del 2 de mayo del 2008, está fue una erupción de tipo **Pliniana** (IEV 4-6*) (IEV= Índice de Explosividad Volcánica),* lo que significa que son altamente explosivas, el típico material eyectado es pómez, característico de magmas muy ricos en sílice. En este tipo de erupción, la columna puede alcanzar hasta unos 40 Km. de altura. ***Sernageomin.***

Otro punto importante en cuanto a la geomorfología, son las pendientes que existen en el sector, ya que estas ayudan a que se generen los procesos dinámicos. En el sector donde se encuentra el volcán Chaitén las pendientes son fuertes, debido a la altitud que existe en el lugar la cual llega a los 150 m.s.n.m., lo que ayuda a que se generen procesos de remoción en masa. En la planicie, se ubica la ciudad de Chaitén, a la cual llegan los flujos de los procesos generados en las altas montañas. En el caso del volcán Michimahuida, el cual posee una altitud de 2.400 m.s.n.m. presenta pendientes abruptas, en las cuales es posible encontrar conos de deyección y taludes. El hecho de presentar pendientes fuertes en la zona ayuda a generar mayores procesos y cambios en la geomorfología.

7.1.1 Fotointerpretación de la Geomorfología del Área de Influencia

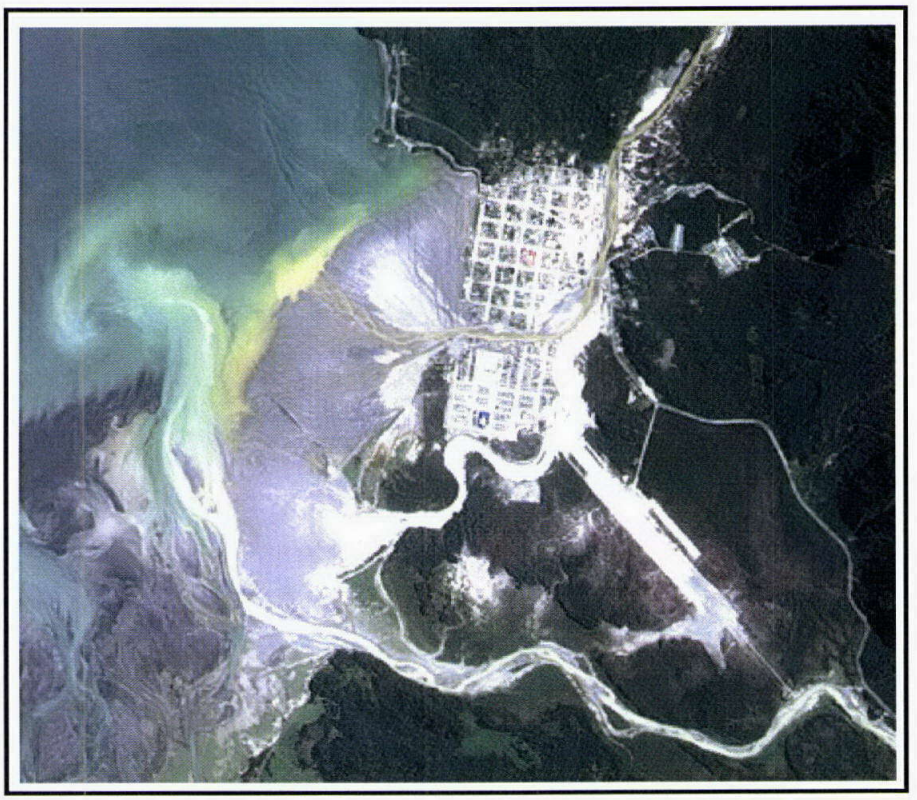
La descripción de la geomorfología fue realizada con imágenes satelitales del infrarrojo, formato TIFF, con una resolución de 15 Mic.=1693 dpi, a través de un traslape se fotointerpretaron con un estereoscopio. Las imágenes utilizadas fueron tomadas los primeros días de la erupción del volcán Chaitén, porque aún no se observa el desborde del río Blanco. Además se revisaron imágenes satelitales antes de la erupción y después de la erupción, cuando el desborde de río blanco había afectado a la ciudad de Chaitén.

A través de la fotointerpretación, se puede distinguir notoriamente que el caudal del río creció considerablemente, llegando su caudal muy cerca de las casas del lugar. Esto sucedió por la gran cantidad de precipitaciones que se dieron en el lugar, en el periodo de invierno del 2008, y de la gran cantidad de cenizas emitidas por el volcán Chaitén, las cuales se depositaron en el lecho del río, densificando el caudal y ayudando con ello a que este aumentara su fuerza.

Posteriormente la cantidad de agua precipitada, más las cenizas volcánicas y los flujos de piroclástos que arrojaba el volcán Chaitén, produjeron una gran acumulación de sedimentos, los cuales se sumaron al caudal del rio, provocando que este se densificara y arrastrara estos sedimentos, detonando un cambio en el curso habitual del río Blanco, originando lo que se denomina lahar, que es el deslizamiento de barro que se moviliza desde las laderas de los estratovolcanes, el cual atravesó el centro del pueblo y arrasó con todo a su paso, dividiendo en dos la ciudad y dejando inhabitable el lugar.

La imagen satelital que se muestra a continuación, fue tomada el 5 de diciembre del 2008, y muestra la ciudad cubierta de cenizas volcánicas, pudiendo observar como el rio pasó por el medio del área urbana, apreciando que la bahía de Chaitén se encuentra completamente saturada de residuos volcánicos. (Ver imagen N° 1 a continuación).

Imagen Satelital N° 1, del 5 de Diciembre del 2008



Fuente: www.blog.nuestroclima.com

El río Blanco, tomo literalmente el mismo color que su nombre, provocado por la cantidad de cenizas que el caudal arrastro consigo.

La superficie del terreno favorece el flujo de estos lahares, debido a que las pendientes son abruptas. La interacción entre los lahares y la topografía del lugar, dificulta la predicción de la trayectoria del flujo de los aluviones.

Los lahares inundaron la ciudad de Chaitén, en los meses posteriores a la erupción de mayo de 2008, anegaron las viviendas y provocaron daños estructurales a las construcciones ubicadas sobre los márgenes del río. Los aluviones siguientes penetraron todavía más en la ciudad e incluso lograron derribar un puente. El aeródromo de Chaitén también resulto totalmente cubierto por la acción de los lahares.

7.1.2 Descripción de la Carta Geomorfológica

La clasificación fue elaborada en base a Araya Vergara (1985)

Formas de dominio Periglacial

Corredor de avalanchas:

Es la forma de terreno, la cual en base a la fuerte, posee una especie de surco, por donde escurre el agua mezclada con cenizas y restos de material volcánico, formando torrentes y avalanchas de barro, lo cual va modelando el terreno.

Existe un corredor de avalancha, ubicado en el flanco sur del domo del volcán Chaitén, por este corredor se desplaza el material volcánico emitido por el volcán, el 2 de mayo del 2008.

El corredor de avalancha, direcciona los materiales volcánicos al fondo de valle y desembocan en el mar, pasando por medio de la ciudad de Chaitén. Este corredor de avalanchas se origina en los 1200 metros de altitud que posee el volcán, arrastrando una gran cantidad de flujos piroclásticos. Este sector al encontrarse rodeado de montanas que bordean la misma altura, deja encajonado el fondo de valle, permitiendo el deslizamiento de materiales volcánicos.

Depositacionales

Cono de gravedad:

Se forman a través del desprendimiento de material en las laderas, producto de remociones en masa, formando un cono, donde los materiales detríticos más grades se depositan al fondo y los más pequeños en la parte superior o proximal del cono.

Es posible encontrar conos de gravedad en todas las montañas del lugar, producto de la caída de material detrítico, estos conos de gravedad provienen de las altas cumbres, formándose generalmente en los faldeos de estas.

Formas Fluviales

Lechos y canales

Canales Anastomosados

Para Smith y Smith (1980), el término anastomosado es empleado para describir un complejo de depósito fluvial de gradiente muy bajo (0.09 - 0.012 m/km), en donde se interconectan una serie de canales de muy alta sinuosidad, angostos y relativamente profundos. Además, en estos sistemas los canales son separados por planicies de inundación que consisten de islas con vegetación, muros naturales y áreas donde pueden desarrollarse depósitos de desborde. Los canales en estos sistemas son rellenados con arena y grava, formando depósitos lenticulares, limitados por depósitos areno-arcillosos de muro natural. Por otra parte, en las planicies de inundación, los depósitos característicos los constituyen materiales limo-arcillosos finamente laminados, incluyendo depósitos finos de pantanos con un alto contenido de materia orgánica.

Existen canales anastomosados al noroeste del volcán Chaitén, el cual se vio afectado por la caída de flujos piroclásticos y de cenizas. En el futuro este canal anastomosado puede verse afectado por los flujos piroclásticos y lava del volcán Michimahuida y/o Chaitén.

Canal de desborde:

Son los canales por donde escurre mayor cantidad de agua, debido a la ubicación geomorfológica que poseen, ya que generalmente se ubican en los fondos de valles, rodeados de altas pendientes, donde los cursos de agua existentes desembocan en él, causando el desborde del canal.

El río Blanco o Chaitén, se transformó en un canal de desborde, debido a las fuertes precipitaciones ocurridas en el periodo de la erupción del volcán Chaitén, y a los flujos de cenizas y piroclástos que aumentaron aún más el lecho del río, lo que provocó que este se desbordara, pasando por el medio de la ciudad.

Acumulaciones

Derrame de desborde:

Se forman por la acumulación de materiales detríticos, los que han sido removidos por procesos dinámicos, como las remociones en masa, producto de eventos tales como erupciones volcánicas y exceso de precipitaciones.

Se da en las laderas donde se ubica el volcán Chaitén. Además de las laderas de las montañas por donde pasa el río Blanco, antes de llegar a la ciudad de Chaitén. Esta zona presentó derrame de desborde, debido a la acumulación del material volcánico emitido por el volcán Chaitén, el cual fue removido por las precipitaciones y depositado en el caudal del río Blanco.

Formas palustres

Nivel de terraplenamiento palustre o lacustre:

Son los sectores donde se encuentran cuerpos de agua, zonas empantanadas y lagunas, además existe vegetación característica del lugar. Estas zonas se dan en los alrededores de la ciudad de Chaitén y al noroeste del volcán Chaitén, en las planicies, donde desemboca el Río Blanco.

190000,000000 199000,000000 208000,000000 217000,000000

5264000,000000 5258000,000000 5252000,000000 5246000,000000 5240000,000000

Río Negro
Río Blanco
Río Rayas
Río Blanco
Volcán Michimahuida
Volcán Chaitén
Río Chaitén
Río Amarillo
Chaitén
Río Yelcho
Río Yelcho
N
0 2.300 4.600 9.200 13.800 18.400 Meters

GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR
Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

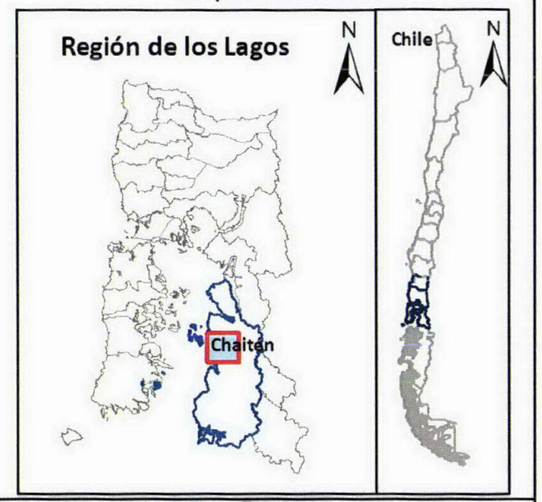
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Mapa de Geomorfología

Simbología

- Derrame de Desborde
- Ríos
- Canal de desborde
- Canales Anastomosados
- Cono de Gravedad
- Nivel de terraplenamiento palustre o lacuste
- Corredor de avalanchas
- Área Urbana Chaitén
- Difluencias con bancos medios y laterales
- Área de Influencia de Chaitén
- Volcán Chaitén
- Limite Comunal
- Curvas de Nivel
- Mar Chileno

Mapa de Ubicación



Fuentes:
Instituto Geografico Militar (curvas de nivel)
Elaboración Propia (geomorfología)
Referencia Araya Vergara 1985
Enero, 2010

7.2. Análisis de la jerarquización de la red hídrica, con respecto a la geomorfología de Chaitén

La red hídrica fue levantada a través de las curvas de nivel, las cuales arrojaron todos los drenes existentes, siendo jerarquizados, según la capacidad del caudal, arrojando drenes que van del orden del 1 a 6, lo que significa que el dren de orden 1 es el que comienza en las altas cumbres y al juntarse con otro dren del mismo orden, forman el dren de orden 2, así sucesivamente hasta llegar al dren máximo que es el 6. Esto quiere decir que el dren de mayor orden, es el que posee mayor jerarquía, ya que se conecta con todas las órdenes anteriores.

Al analizar la red hídrica, existen mayor cantidad de drenes de orden 1, 2 y 3, los cuales se encuentran en las altas cumbres, esto es debido a que en el sector, se encuentran las nacientes de estos ríos, las que se ubican a alturas que llegan hasta los 2400 metros. Luego a medida que aumenta la jerarquía, disminuye la cantidad de drenes existentes, encontrándose los de orden 4, 5 y 6 en las partes bajas del área, principalmente en los valles.

Por la ciudad de Chaitén, pasan drenes de orden del 1 al 5, siendo el ultimo el más importante, debido a que proviene del sector noreste, donde se encuentra el volcán Chaitén. Lo anterior tiene directa relación con el desplazamiento de los flujos de material volcánico, ya que estos se desplazan a través de los distintos drenes, y al pasar un dren de orden 5 que posee mayor caudal y mayor fuerza, por ende mayor cantidad de material volcánico, se produjo que el río cambiara su dirección y se desbordará, pasando por medio de la ciudad.

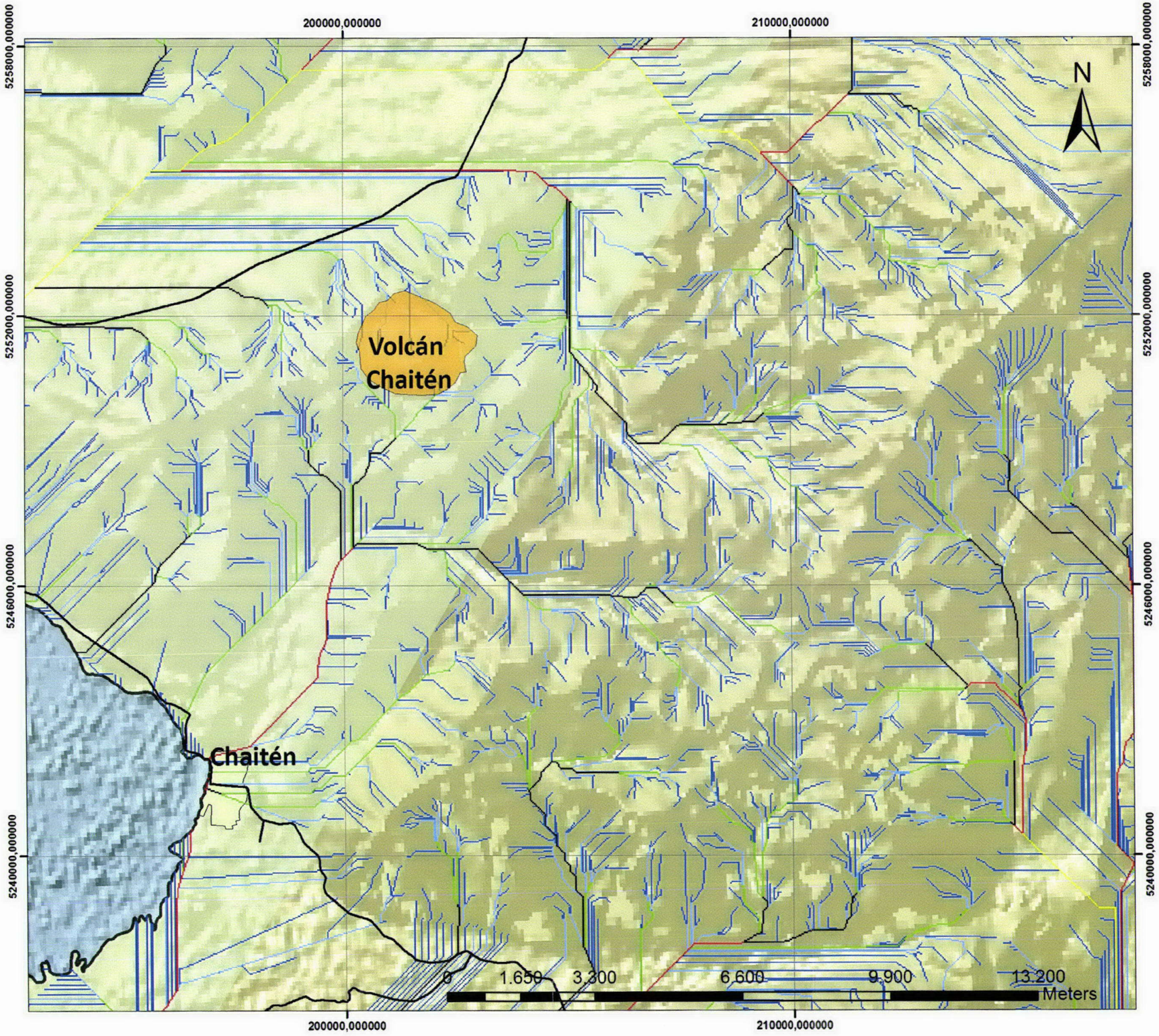
En caso de que volviera a hacer erupción el volcán Chaitén y/o el Michimahuida, todos los flujos de material piroclástico, se desplazaran hacia los valles, por la altitud y las pendientes existentes. Además los cursos de agua se dirigen directamente a la ciudad de Chaitén, por encontrarse rodeada de altas montañas, en las cuales la pendiente al ser pronunciada, ayudan para que esto ocurra.

Los drenes de orden 6 son muy escasos, y provienen, de la intercepción de los drenes que nacen en la cima del volcán Michimahuida, estos se encuentran a unos 15 kilómetros al noreste del casco urbano de Chaitén, desembocando a unos 16 kilómetros del noroeste de la zona urbana.

En Santa Bárbara, donde se quiere volver a construir el nuevo pueblo del Chaitén, existe la red hídrica que va del orden del 1 al 4, esta red hídrica nace en un cordón montañoso que va desde los 900 a los 1200 metros de altitud, ubicándose a una distancia aproximada de 1,5 kilómetros de la localidad, lo cual podría afectar con remociones en masa, por el desprendimiento de laderas, cuando exista exceso de

precipitaciones. Además 3,5 kilómetros al norte del mismo poblado, existe un dren de orden 6, el cual trae consigo, una mayor cantidad de agua, por ser el dren de mayor jerarquía, lo cual podría llevar consigo flujos de tipo volcánico, en caso de hacer erupción el volcán Michimahuida y/o el Chaitén.

Las localidades de Chaitén y de Santa Bárbara, que es donde se reconstruirá la nueva ciudad de Chaitén, poseen directos peligros volcánicos, ya que los cursos de agua indican también la dirección que podrían tomar los flujos piroclásticos, y en este caso, los cursos de agua llegan de forma directa a estos dos emplazamientos. Por ende también pueden llegar, como se demostró en el caso de la erupción del volcán Chaitén, del 2 de mayo del 2008, los peligros volcánicos, como lahares, flujos piroclásticos, cenizas volcánicas, inundaciones, avalanchas volcánicas, etc. Influyendo también la geomorfología del lugar.



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

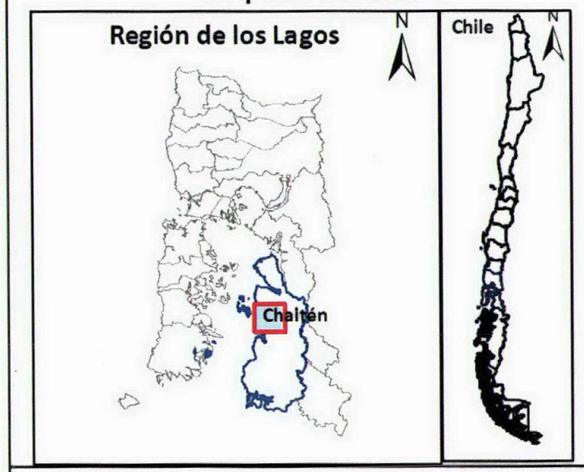
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Jerarquización Red Hídrica

Simbología

- Red vial Chaitén
- Volcán Chaitén
- Orden 1
- Orden 2
- Orden 3
- Orden 4
- Orden 5
- Orden 6
- Área Urbana
- Limite Comunal

Mapa de Ubicación



Fuente:
Instituto Geográfico Militar (Curvas de Nivel)
Elaboración Propia

7.2.1. Análisis Altitudinal de la Geomorfología.

El casco urbano de Chaitén, se encuentra a una altitud que va desde los 300 metros aproximadamente y el volcán del mismo nombre, se encuentra a una altitud de los 900 a los 1200 metros, donde es posible ver fuertes pendientes debido a la altitud.

El volcán se encuentra a 9 kilómetros al noreste del casco urbano y entre el volcán y el casco urbano se produce un valle que tiene una altitud de los 300 metros al igual que la zona urbana del lugar. Por ende cualquier clase de flujos, va directamente en dirección al centro urbano.

La altura más predominante en el área de influencia es el volcán Michimahuida, el cual posee una altitud de los 2400 metros, provocando una gran influencia dentro del sector en el cual se localiza, puesto que en su cima existe un glaciar, el cual aporta con los deshielos a la red hídrica, y en caso de hacer explosión este volcán, generaría procesos dinámicos, los que abarcarían gran parte del área donde se encuentra ubicado.

La localidad de Santa Bárbara, se encuentra ubicada a unos 300 metros de altitud aproximadamente, la cual está rodeada al noreste por un cordón de cerros que van desde los 900 a los 1200 metros de altitud, al norte se encuentra el río Camahueto o Vilcún, al sur y oeste se encuentra el océano Pacifico. La población se distribuye principalmente en las zonas costeras, tanto Chaitén como Santa Bárbara, están ubicadas en este sector.

Las localidades de Santa Bárbara como de Chaitén, se encuentran rodeadas de cordones montañosos, y de fuertes pendientes, las que son un peligro inminente en la zona, debido a que en caso de fuertes precipitaciones, o de erupciones volcánicas, se ven directamente afectadas, como quedó demostrado con la erupción del volcán Chaitén.

Donde existen pendientes moderadas, es a 1,5 km hacia el noreste de Santa Bárbara y 2 km al norte de la ciudad de Chaitén, este cordón montañoso en el cual se presentan estas pendientes, es el que se ubica al noreste de la localidad de Santa Bárbara.

7.3. Evaluación Preliminar de Procesos Dinámicos (Peligros Volcánicos).

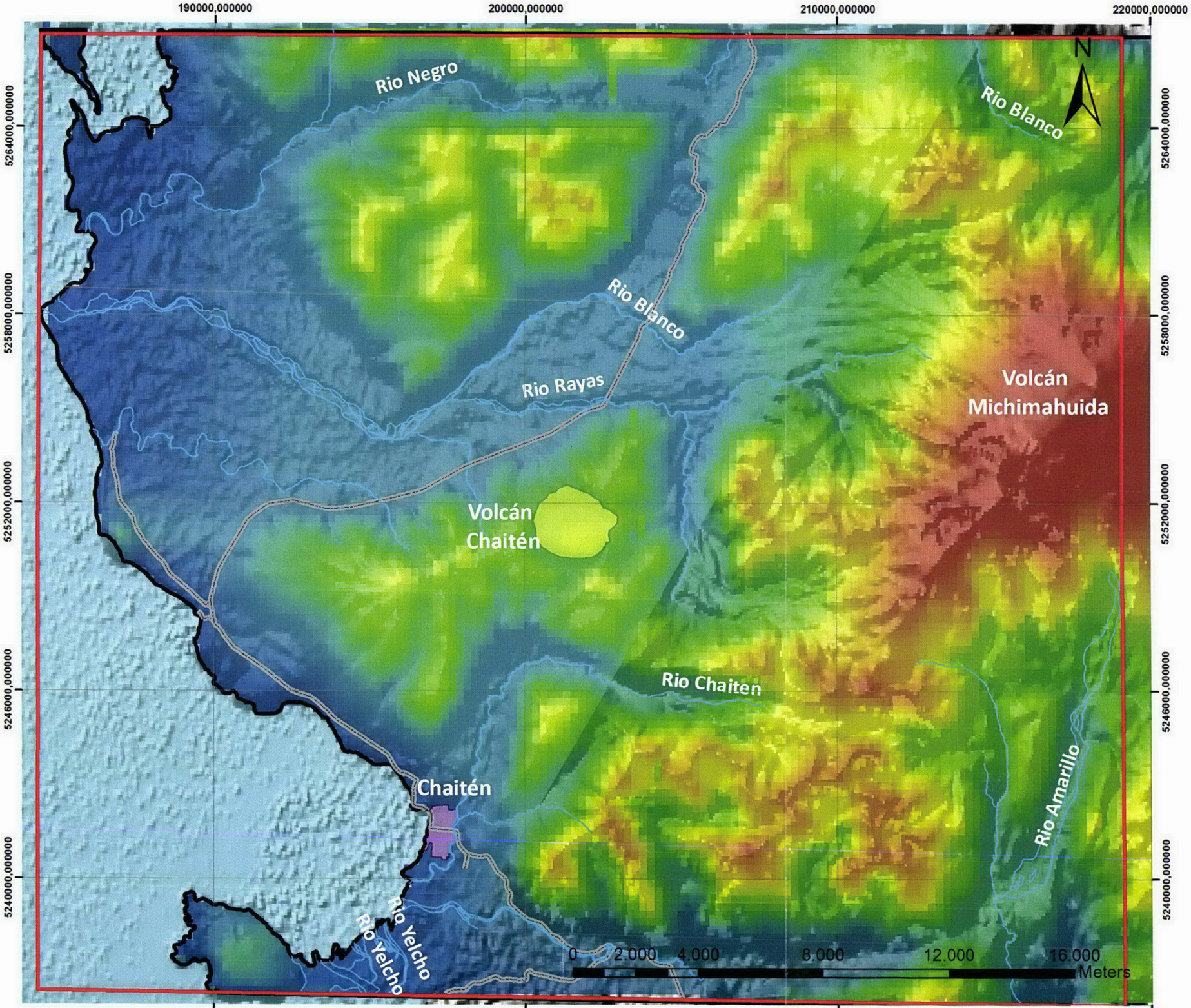
Según una evaluación preliminar realizada por el SERNAGEOMIN sobre los procesos geológicos que potencialmente, afectarían la localidad de Chaitén, se analizaron los siguientes peligros volcánicos:

Lahares (aluviones volcánicos): El área ya afectada por aluviones volcánicos y que potencialmente podría ser afectada, se limita al cause principal de los ríos mayores (ríos Chaitén o Blanco, negro y Yelcho) y sus respectivas llanuras de inundación, incluidas las zonas de deltas en la desembocadura de ellos. La ocurrencia de este proceso depende, principalmente, de la acumulación de grandes volúmenes de material piroclástico en los sectores altos o medios de las hoyas de los ríos mencionados, sumado a intensas precipitaciones pluviales, condición propicia para que este material sea removido. Cabe destacar que la ocurrencia de lahares y consecuentes inundaciones, puede extenderse por semanas o meses después de concluido el ciclo eruptivo, hasta que todo el material piroclático suelto, disponible en las cuencas hidrográficas, haya sido removido hacia los valles, (SERNAGEOMIN, 2008).

Este proceso representa escenarios severos pero restringidos a ciertas áreas y frente a él se pueden desarrollar, en periodos previos a una erupción, además de medidas preventivas, obras de ingeniería que mitiguen los efectos de este proceso (por ejemplo, la denominada ingeniería SAVO: conjunto de sistemas de control como defensas, canales, piscinas decantadoras, etc.) La situación actual no permite efectuar este tipo de acciones puesto que el proceso eruptivo está aún en curso.

Flujos piroclásticos y avalanchas volcánicas: Las zonas que potencialmente podrían ser afectadas por flujos piroclásticos, generalmente, sobrepasan e incluyen a aquellas afectadas por lahares, habitualmente confinados a los valles radiales principales. La tendencia actual de los centros de emisión y crecimiento del domo nuevo, afectó el flanco sur, con un serio peligro para la localidad de Chaitén. Esto provocaría efectos similares a lo ocurrido en el franco norte del volcán, donde el bosque nativo fue arrasado por flujos piroclásticos y explosiones laterales, desde el comienzo de la erupción. (SERNAGEOMIN 2008).

Por otra parte, flujos incandescentes de 'bloques y cenizas', los cuales resultan del colapso gravitacional durante la edificación de los domos, estuvieron ocurriendo principalmente hacia el sector norte, debido a la extrusión de la lava viscosa que dio lugar al nuevo domo volcánico. Sin embargo, el domo nuevo superó la altura del domo antiguo y desde su flanco comenzaron a producirse estos flujos hacia las cabeceras del tributario río Chaitén, los cuales aún podrían continuar avanzando aguas abajo a lo largo de su cause. Además, el flanco sur remanente del domo antiguo, presentó signos claros de debilitamiento con numerosos puntos de emisión de vapor de agua, los cuales evidenciaron fisuras o fracturas en su pared.



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

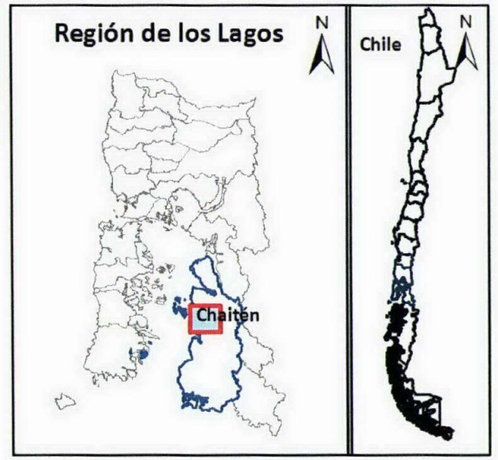
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Mapa de Modelo de Elevación Digital

Simbología

- Área de Inlfuencia
- Red vial de Chaitén
- Volcán Chaitén
- Ríos
- Limite Comunal
- Área Urbana de Chaitén
- Altitud Máxima: 2.400 m.s.n.m
- Altitud Mínima: 300 m.s.n.m

Mapa de Ubicación



Fuentes:

Instituto Geografico Militar (cuervas de Nivel)
Elaboración Propia (modelo de elevación digital)

Enero, 2010.

7.3. Evaluación Preliminar de Procesos Dinámicos (Peligros Volcánicos).

Según una evaluación preliminar realizada por el SERNAGEOMIN sobre los procesos geológicos que potencialmente, afectarían la localidad de Chaitén, se analizaron los siguientes peligros volcánicos:

Lahares (aluviones volcánicos): El área ya afectada por aluviones volcánicos y que potencialmente podría ser afectada, se limita al cause principal de los ríos mayores (ríos Chaitén o Blanco, negro y Yelcho) y sus respectivas llanuras de inundación, incluidas las zonas de deltas en la desembocadura de ellos. La ocurrencia de este proceso depende, principalmente, de la acumulación de grandes volúmenes de material piroclástico en los sectores altos o medios de las hoyas de los ríos mencionados, sumado a intensas precipitaciones pluviales, condición propicia para que este material sea removido. Cabe destacar que la ocurrencia de lahares y consecuentes inundaciones, puede extenderse por semanas o meses después de concluido el ciclo eruptivo, hasta que todo el material piroclático suelto, disponible en las cuencas hidrográficas, haya sido removido hacia los valles, (SERNAGEOMIN, 2008).

Este proceso representa escenarios severos pero restringidos a ciertas áreas y frente a él se pueden desarrollar, en periodos previos a una erupción, además de medidas preventivas, obras de ingeniería que mitiguen los efectos de este proceso (por ejemplo, la denominada ingeniería SAVO: conjunto de sistemas de control como defensas, canales, piscinas decantadoras, etc.) La situación actual no permite efectuar este tipo de acciones puesto que el proceso eruptivo está aún en curso.

Flujos piroclásticos y avalanchas volcánicas: Las zonas que potencialmente podrían ser afectadas por flujos piroclásticos, generalmente, sobrepasan e incluyen a aquellas afectadas por lahares, habitualmente confinados a los valles radiales principales. La tendencia actual de los centros de emisión y crecimiento del domo nuevo, afectó el flanco sur, con un serio peligro para la localidad de Chaitén. Esto provocaría efectos similares a lo ocurrido en el franco norte del volcán, donde el bosque nativo fue arrasado por flujos piroclásticos y explosiones laterales, desde el comienzo de la erupción. (SERNAGEOMIN 2008).

Por otra parte, flujos incandescentes de 'bloques y cenizas', los cuales resultan del colapso gravitacional durante la edificación de los domos, estuvieron ocurriendo principalmente hacia el sector norte, debido a la extrusión de la lava viscosa que dio lugar al nuevo domo volcánico. Sin embargo, el domo nuevo superó la altura del domo antiguo y desde su flanco comenzaron a producirse estos flujos hacia las cabeceras del tributario río Chaitén, los cuales aún podrían continuar avanzando aguas abajo a lo largo de su cause. Además, el flanco sur remanente del domo antiguo, presentó signos claros de debilitamiento con numerosos puntos de emisión de vapor de agua, los cuales evidenciaron fisuras o fracturas en su pared.

Esta condición, agravada por nuevos cráteres que han aparecido en la parte alta del franco sur, evidencia una desestabilización del domo antiguo en este sector, el cual podría colapsar por gravitación, provocando una avalancha volcánica hacia el río Chaitén. De ocurrir este proceso, estaría acompañado de explosiones laterales dirigidas hacia el sur, generando oleadas piroclásticas a lo largo del valle. Finalmente, no se puede descartar aún la ocurrencia de flujos piroclásticos mayores generados por el colapso de una columna eruptiva elevada, como resultado de explosiones violentas causadas por la obstrucción de los centros de emisión de cenizas y gases.

Los diferentes tipos de flujos de piroclástos y avalanchas volcánicas, representaron los escenarios eruptivos más severos y frente a su posible ocurrencia, solo se pueden tomar medidas preventivas como: adecuada localización de emplazamientos urbanos e infraestructura, implementación de planes de emergencia y mantención de sistemas de monitoreo instrumental robustos.

Caída de piroclástos: Las áreas afectadas por la caída y acumulación de material piroclástico estuvieron controladas por la altura de la columna eruptiva y el régimen de vientos durante la erupción. Aunque los vientos de altura dominantes en la región dispersaron la pluma principalmente hacia los cuadrantes orientales. La erupción en curso del volcán Chaitén mostró que, bajo ciertas condiciones meteorológicas, la dispersión pudo ocurrir hacia el norte e incluso al noroeste, oeste y suroeste, la propagación de cenizas finalmente pudo extenderse considerablemente hacia el oeste afectando a la isla grande de Chiloé. Aún con una columna baja, la dispersión de cenizas hacia Chaitén fue un fenómeno recurrente debido a vientos del noreste y podría continuar hasta que la erupción cese por completo. El impacto de este proceso depende de la cantidad de material piroclástico recibido en cada área y frente a él se pueden introducir, además de las medidas preventivas, normas de construcción que aminoren el problema (por ejemplo, techos inclinados >30°, entre otras). (SERNAGEOMIN, 2008).

7.3.1. Peligros Volcánicos post erupción del volcán Chaitén.

Lahares, desbordes, aluviones e inundaciones: Estos procesos dinámicos se dieron debido a los flujos de piroclástos que expulsaba el volcán Chaitén, esto provocó que se obtuviera una cantidad de materiales volcánicos, los cuales cedieron ladera abajo del flanco sur del volcán. Lo anterior se suma al periodo de intensas precipitaciones, lo que provocó que cediera el material existente y este se sumara al caudal del río, dirigiéndose directamente a la zona urbana de Chaitén, formando el lahar, el cual cambió el curso del río y pasó por el medio de la ciudad.

Esto provoco que la ciudad quedara dividida en dos partes y que el lahar arrasara con la infraestructura del lugar, dejando inhabitable el lugar. El rio tomo el color de las cenizas que expulsó el volcán y el territorio en general se cubrió de cenizas.

En la cartografía, se puede apreciar las zonas en las cuales ocurrió y pueden ocurrir más lahares, desbordes, aluviones e inundaciones, en caso de que vuelva a hacer erupción el volcán Chaitén y/o Michimahuida.

Avalanchas Volcánicas: Estas pueden darse en el sector del flanco sur del volcán Chaitén, al colapsar el sector sur del domo, cuyos materiales incrementan los sedimentos que el río Blanco transporta, ocasionando la avalancha volcánica. (Ver cartografía de Peligros Volcánicos, en la página siguiente).

Flujos Piroclásticos: Toda el área de influencia fue afectada por flujos de piroclástos, los cuales cubren un área bastante amplia, esto es debido a que el material expulsado por el volcán fue bastante y abarcó principalmente los fondos de valles. Generalmente se dan donde se encuentran los cursos de agua y las quebradas. En la cartografía se representan los peligros volcánicos en caso de erupción del volcán Chaitén y Michimahuida.

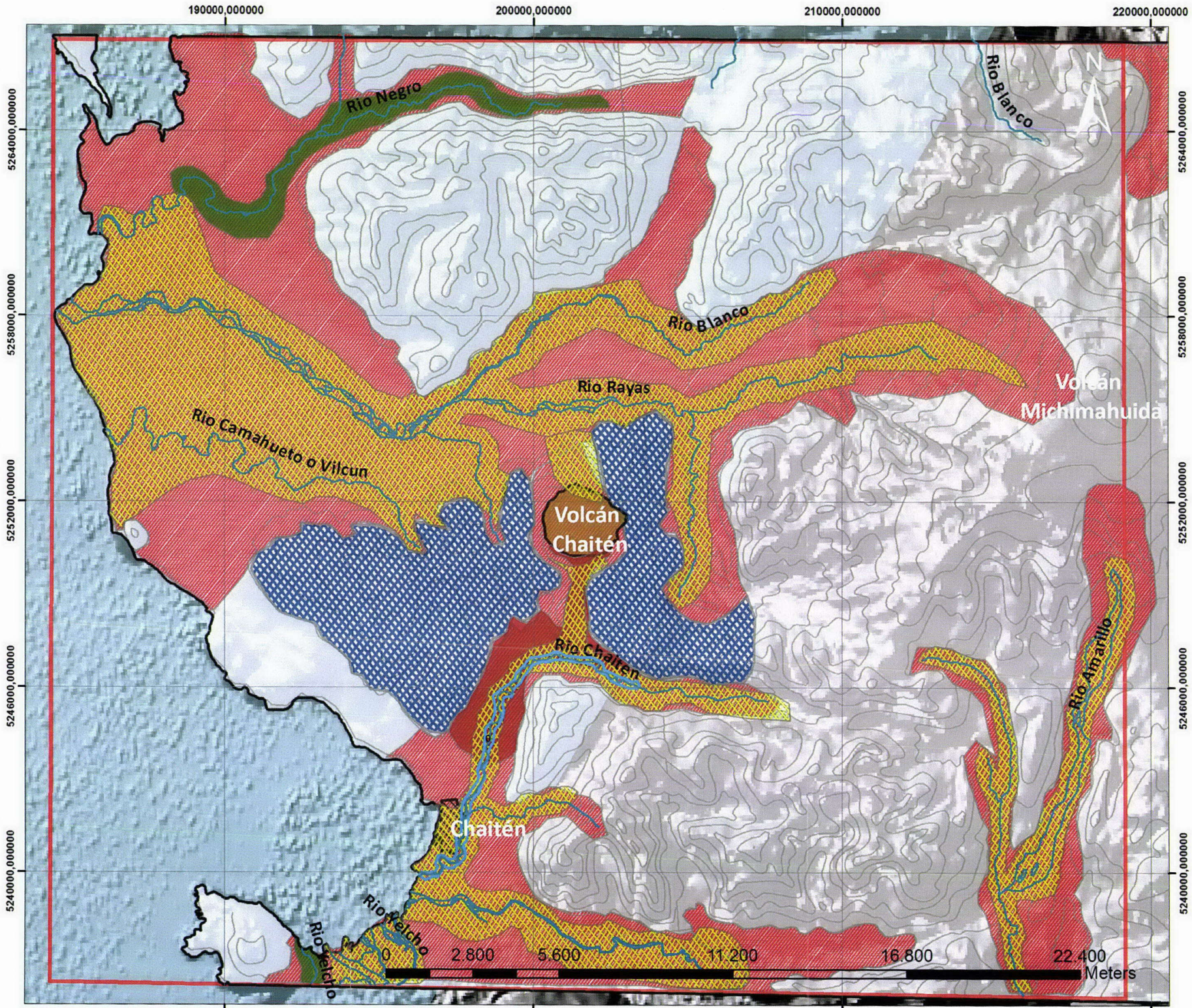
La caída de estos flujos depende de la dirección de los vientos en la zona, en el caso del volcán Chaitén la nube de cenizas y piroclástos, tuvo una gran extensión la cual llegó hasta Argentina, teniendo variaciones en cuanto a su dirección, en el transcurso del tiempo. Actualmente esta nube de cenizas ha desaparecido, pero el volcán aún está activo.

Ríos con moderado peligro volcánico: Estas zonas se encuentran más alejadas de los sectores por donde pueden venir flujos piroclásticos o lahares, por ende tienen menos riesgo de peligro volcánico.

Ríos con directo peligro volcánico: Este caudal es el que pasa precisamente cerca del volcán Chaitén y la geomorfología del lugar ayuda para que los flujos del volcán se vallan directamente al lecho del río, detonando más peligros volcánicos a raíz de esto.

Acumulación de material incandescente: Esta zona corresponde al área más cercana al volcán, la cual posee una altitud de los 900 a los 1200 metros y dependiendo de la dirección de la pluma de cenizas que emite el volcán, es en el sector donde se depositarán mayormente. Sumando a lo anterior el riesgo de que por los depósitos de cenizas y flujos piroclásticos, más las precipitaciones en el sector se produzcan remociones en masa y estos detonen los lahares y avalanchas volcánicas.

Área afectada por cenizas volcánicas: Toda esta zona está afectada directamente por el flujo de cenizas volcánicas, dependiendo de la dirección de los vientos, es donde se producirán mayores acumulaciones de cenizas, pero el radio que abarcó la erupción volcánica del 2 de mayo del 2008, es aún mayor, pero se toma esta porque es el área más cercana al volcán y el área de influencia de este estudio.



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

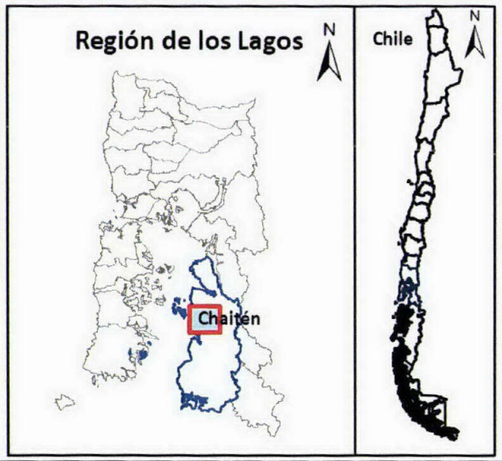
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Mapa de Peligros Volcánicos

Simbología

- Ríos
- Ríos con Directo Peligro Volcánico
- Lahares, Desbordes, Aluviones e Inundaciones
- Avalanchas Volcánicas
- Domo del volcán Chaitén
- Limite Comunal
- Acumulación de Material Incandecente
- Área de Influencia
- Curvas de Nivel
- Área Urbana
- Ríos con Moderado Peligro Volcánico
- Flujos Piroclásticos
- Área afectada por cenizas volcánicas

Mapa de Ubicación



Fuentes:

Instituto Geográfico Militar (Curvas de Nivel)
Elaboración propia basado en el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN 2008).

Enero, 2010.

7.3.3 Remociones en Masa

Las remociones en masa requieren muchas variables para que se produzcan, como la pendiente, la vegetación, la escorrentía, el tipo de material existente y la geomorfología del lugar.

Basándose en un estudio realizado por SERNAGEOMIN, se describirán las zonas susceptibles a remoción en masa, las cuales se describirán a continuación.

Alto Peligro (Altas Cumbres): Zonas de alto peligro, en las cuales se originan las remociones en masa, poseen laderas de alta pendiente, sobre los 25° con abundante cobertura vegetal. Se observa mayor actividad en los procesos de remoción en masa, en aquellas laderas con presencia de quebradas, con cursos de agua permanente o intermitente.
El domo del volcán Chaitén, fue reemplazado por uno más grande, el que se formo con la nueva erupción, pero después de unos meses, este se derrumbo provocando la acumulación de más material en el cono del volcán, material que puede ser potencialmente arrastrado, cuando existan fenómenos meteorológicos, lo cuales generen precipitaciones abundantes y causen nuevamente lahares o avalanchas volcánicas en la zona.

Moderado Peligro Laderas de Baja Pendiente: Son Zonas de moderado peligro, ya que sus pendientes son relativamente bajas, lo que disminuye notoriamente el riego de remoción en masa. Estas pendientes son 15° aproximadamente.

En la cartografía que se presentara a continuación, se encuentran los procesos ocurridos después de la erupción del volcán Chaitén, los cuales se describieron anteriormente y las potenciales zonas de remoción en masa en toda el área de influencia.

Alto Peligro Fondos de Valle: Son Zonas de alto peligro, ya que corresponden a sectores de impacto del material removido en las áreas más altas, las cuales sumado a los fenómenos meteorológicos forman los lahares y las avalanchas volcánicas, siendo justamente eso lo que sucedió en Chaitén, posterior a la erupción del volcán el 2 de mayo del 2008.
En el área se produjeron lahares, los cuales tomaron el curso del río Blanco y siguieron un cauce distinto a este, llegando al casco urbano de la ciudad. Estos fenómenos fueron producidos por la acumulación de material volcánico, expulsado por el volcán en el sector.
Los flujos volcánicos y avalanchas volcánicas, asociados al escenario de la erupción, corresponden a zonas de alto peligro volcánico, donde se podrían seguir produciendo estos procesos, una vez

finalizada la actividad eruptiva en curso, debido al gran volumen del material piroclástico expulsado hasta la fecha y que se ha acumulado, mayoritariamente, en las partes orientales de la estructura volcánica.

Actualmente el río Blanco posee un caudal bajo, debido a la época del año, pero al llegar el periodo de mayores precipitaciones, los procesos dinámicos se volverán a activar y seguir ocurriendo, hasta que no queden materiales en las partes altas, los cuales puedan volver a ser removidos.

Inundación por Desborde de Causes: Estas zonas son las que tienen mayor probabilidad de desborde de causes por la geomorfología del lugar donde se encuentran, ya que se encuentran en fondos de valle y muy cercanos al centro poblado, además de tener influencia de los dos volcanes que hay en el sector que son el Michimahuida y el Chaitén.

Para la erupción del 2 de mayo del volcán Chaitén, el río Blanco se desbordo y destruyó la ciudad, dividiéndola en dos.

Alto Peligro por Cercanía del Volcán: Este es el sector donde se encuentra el domo del volcán, el cual se derrumbó, provocando la remoción en masa del mismo, llegando sus materiales al fondo de valle, donde se encuentra el río Blanco o Chaitén, lo que provocó que sumado a los flujos piroclásticos y la cantidad de cenizas emitidas por el macizo, se formarán lahares, los cuales destruyeron la ciudad.

Domo del Volcán Chaitén: Se destruyó removiendo todo su material, hacia el flanco sur del volcán, este material fue desplazándose por las altas precipitaciones que se dieron en el sector, llegando posteriormente al fondo de valle y uniéndose al curso del río Blanco.

El material incandescente emitido por el volcán, provocó incendios forestales en el flanco norte del domo, causando la pérdida del bosque nativo existente.

190000,000000 200000,000000 210000,000000 220000,000000

5264000,000000 5258000,000000 5252000,000000 5246000,000000 5240000,000000

Rio Negro

Rio Blanco

Rio Blanco

Rio Rayas

Volcán Michimahuida

Volcán Chaitén

Río Chaiten

Río Amarillo

Chaitén

Río Yelcho

Río Yelcho

Río Yelcho

N

0 1.950 3.900 7.800 11.700 15.600 Meters

GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

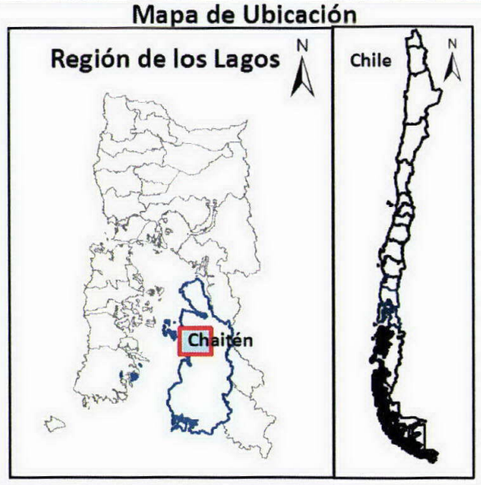
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Mapa de Remociones en Masa

Simbología

- Domo del Volcán Chaitén
- Área urbana Chaitén
- Red vial de Chaitén
- Rios de Chaitén
- Limite_comunal...
- Área de influencia Chaitén
- Inundación por desborde de causes
- Alto peligro por cercanía del volcán
- Alto peligro (Altas cumbres)
- Alto peligro (Fondos de Valle)
- Curvas de nivel Chaitén
- Moderado peligro (Laderas de baja pendiente)

Mapa de Ubicación



Fuentes:

Instituto Geográfico Militar (Curvas de Nivel)
Elaboración propia basado en el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN 2008).

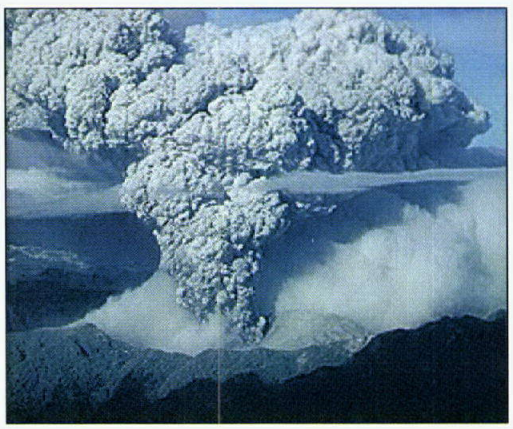
Enero, 2010.

8 Efectos en los Recursos Naturales

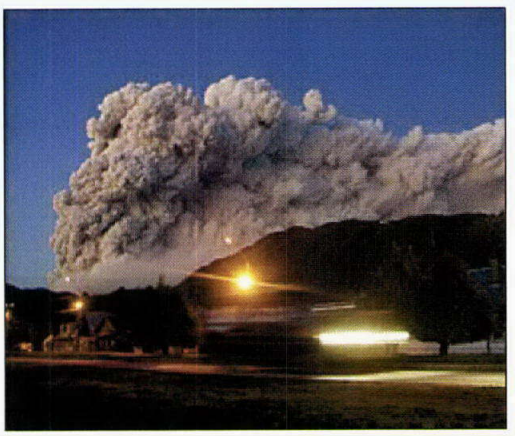
8.1 Aire:

Este elemento particularmente delicado, está compuesto por sustancias tales como nitrógeno en un 78%, oxigeno en un 21%, vapor de agua variable entre 0-7% y un 1% de otras sustancias. Precisamente por lo delicado que es, nos compete el cuidado del mismo, ya que se ve afectado constantemente por emisiones de distintos gases, los cuales empeoran la calidad del medio ambiente. En el caso de las erupciones volcánicas, se emiten gases, los cuales son nocivos para la biodiversidad, es por ello que en este estudio, se analizará el aíre, ya que es un elemento vital para la vida y desarrollo del medio ambiente.

La erupción volcánica de tipo Pliniana lleva consigo una columna de gases tóxicos para la población, el magma contiene gases disueltos que son liberados por las erupciones hacia la atmósfera, normalmente tóxicos y peligrosos para la vida vegetal y animal. Los gases pueden causar efectos nocivos especialmente en el área cercana al macizo volcánico (5 kilómetros), aunque en algunos países los han provocado hasta a 30 kilómetros de distancia del punto de emisión. En ocasiones, las gotas de lluvia al mezclarse con los gases adheridos a las cenizas pueden causar la lluvia ácida, perjudicial tanto para las personas, animales y vegetación, como para estructuras metálicas. La lluvia ácida afecta principalmente los ojos, la piel y al sistema respiratorio de las personas. También causa daños a cosechas y animales que comen la vegetación afectada.



Fotografía N° 1: Mauricio Barrera Cuche Publicado el 02/05/2008



Fotografía N°2: Héctor Flores - El Mercurio Publicado el 06/05/2008

El gas más abundante en el aire es el vapor de agua (H20), que es uno de los principales responsables de este fenómeno natural atribuyéndose un **70% de la totalidad del efecto invernadero**, además se existe

dióxido de carbono (CO2) que es un gas incoloro, denso y poco reactivo, el cual ha ayudado al cambio climático y el dióxido de azufre Este contaminante al contacto con la humedad ambiental se convierte en ácido sulfúrico. Forma parte del material particulado en su fracción fina y, por su tamaño, puede llegar a través del aparato respiratorio a nuestra sangre, envenenándola. El óxido de azufre es el principal causante de la lluvia ácida, ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico.

En Chaitén hay una gran cantidad de óxido de silicio (SiO2) que es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente Sílice. Es uno de los componentes de la arena. Una de las formas en que aparece naturalmente es el cuarzo. Además es un desecante, es decir que quita la humedad del lugar en que se encuentra.

A continuación se presenta el análisis de un estudio encargado por **CONAMA**, entre el 4 y 6 de mayo del 2008, a la organización, ***Emergency Response Training Center, USA (ERTC),*** la cual realizó una inspección que se limitó a establecer la toxicidad del aire en los puntos monitoreados; toma de muestras de las vías de agua que pasan por las localidades de Chaitén, Futaleufú y Palena; toma de muestras de ceniza; medición de temperatura y pH del agua.

Análisis del estudio realizado por *Emergency Response Training Center* (ERTC)

Para realizar el análisis, se comenzara por las consecuencias, que generó la erupción del volcán Chaitén, el 2 de mayo del 2008. Para estimar las consecuencias está directamente relacionado el grado de exposición, el tiempo de exposición y la concentración de los químicos presentes en el ambiente. En las inspecciones, no se detectaron gases en los lugares en los cuales se llevaron a cabo los monitoreos, solo se detectó material particulado.

Conforme a lo anterior y considerando la opinión de quienes integraron el equipo de trabajo, quienes permanecieron en la zona de alta contaminación por varias horas, se estimó que las principales consecuencias para la población, que en su momento quiso mantenerse en zonas de alta exposición, fueron las que se mencionaran a continuación:

- Problemas de respiración. Algunos derivados del alto porcentaje de material particulado encontrado en ciertos puntos, combinado con niveles relativos de sulfuro. Se debió utilizar protección respiratoria (filtro para polvo y gases), en todos aquellos lugares donde se detectó material en cantidad relevante.
- Problemas a la vista. Fue y es importante proteger la vista de quienes se mantienen en lugares de alta concentración de particulado, ya que en el momento del monitoreo, una persona del equipo de trabajo manifestó una irritación leve al lagrimal de uno de los ojos. Un rápido lavado, solucionó

el problema. Esta situación se derivó de la mezcla del particulado acido con la humedad del lagrimal.

- Irritación de áreas húmedas del cuerpo. Una persona del equipo de trabajo presentó irritación en la zona axilar, consecuencia del ingreso de polvo acido debajo de la ropa. Este problema fue solucionado con lavar la zona afectada con abundante agua.
- Aún cuando el polvo en suspensión para que afecte gravemente la salud de las personas debe estar en concentraciones elevadas, es importante considerar que ninguna de las mediciones que se realizaron se acercó al límite inmediatamente peligroso para la vida y la salud (IDLH), asociado al efecto de cenizas acidas que se encuentra en el particulado.

Tabla N°1 de Toxicidad de Dióxido de Azufre (SO2)

Concentración (MG/M3)	*Efectos agudos*
0.17	
0.20	
0.20 – 0.36	
0.50	
0.80	
0.80 – 1.40	
+1.40	
3.0	*Afectación de función pulmonar*
5.0	
8.0	
10.0	
13.0	*Constricción bronquios*
14.0	*Irritación leve de los ojos*
21.0	*Irritación nariz y garganta*
24.0	*Irritación moderada a severa de los ojos*
24.0 – 32.0	*Dolor de ojos lagrimeo*
40.0	
53.0	*Irritación molestia de sistema respiratorio*
133.0	*Quemadura de córnea*
266.0	*IDHL*
1330.0	*Asfixia por constricción pulmonar*

Fuente: Emergency Response Training Center, USA (ERTC) y CONAMA

Conforme a la tabla se puede decir que los niveles de cenizas detectados, no implican necesariamente un grave daño a las personas, a menos que estas se expongan por un largo periodo a los polvos ácidos en suspensión y solo si lo hacen sin ningún tipo de protección para las vías aéreas superiores y vista.
Sumado a lo anterior, se menciona que la concentración máxima detectada en Chaitén fue de 4 PPM y en las peores condiciones de viento y tráfico vehicular encontradas. Estas 4PPM, equivalen a 10.49 mg/m3, con estos niveles la población puede sufrir afectación pulmonar reversible, pero esta más cercana a sufrir Constricción de Bronquiolos, según la tabla de toxicidad de dióxido de Azufre.

En Futaleufú, en el monitoreo de gases realizados durante las peores condiciones de viento y tráfico vehicular encontradas, se pudo detectar un máximo de 9 PPM, lo cual equivale a 23.6 mg/m3, lo que ocasiona irritación de nariz de garganta y puede llegar a causar irritación moderada a severa de los ojos.
Como se observa al comparar los valores mg/m3 en la tabla de Toxicidad, los parámetros medidos por el Equipo de trabajo no se acercaron a niveles de riesgo determinantes para la vida y la salud de las personas. Exceptuando por supuesto a personas asmáticas, enfermas del pulmón, ancianos, menores de edad y mujeres embarazadas, quienes pueden generar cuadros médicos distintos que los considerados en la tabla.

Conclusiones de la Inspección

- Se tomaron muestras del aire, utilizando los dos foto-ionizadores con que contó el equipo de trabajo, en seis puntos distintos del área comprendida entre el Aeropuerto y el Pueblo de Chaitén. No se encontrón trazas de gases o vapores ácidos precipitando sobre el área inspeccionada.

- Se detectó presencia de cenizas acidas en suspensión en el ambiente. Estos están depositados en la ceniza precipitada y en los polvos en suspensión. La medición más elevada encontrada en los puntos de medición fue de 5.5 ppm, la cual causa afectación pulmonar.

Estas mediciones, en su punto peak, se relacionan directamente con el tránsito vehicular en las zonas muestreadas, el cual, junto con ciertas condiciones de vientos cambiantes, ráfagas, remolinos y otras condiciones que no permitieron establecer direcciones predominantes en las alturas, en las cuales se tomaron las muestras, constituyeron a conformar los índices más altos monitoreados.

Las muestras se tomaron en la zonas urbana, en las cuales aún se mantenía presencia de población, esto porque para poder establecer la toxicidad del aire, se estimó que estos eran los lugares más relevantes.

Conclusiones del Estudio

En cuanto al estudio realizado se puede decir que en caso de moderada o abundante caída de ceniza en partículas finas, se pueden exacerbar los síntomas en individuos que sufren de asma bronquial u otras afecciones respiratorias crónicas, tanto en niños como en adultos. La muerte es un evento altamente improbable, aunque podría ocurrir en personas con padecimientos graves si no se protegen del polvo. Individuos sanos pudieran sufrir de irritación alta en la garganta y las vías respiratorias. Las partículas de ceniza son abrasivas y pueden también causar abrasiones en la córnea.

La población debió limitar su estancia fuera de sus casas durante la caída de cenizas y la diseminación de las mismas causadas por el tráfico, para evitar molestias y daños. Se debieron almacenar mascarillas ligeras y protectores oculares para los trabajadores encargados de limpiar las calles de cenizas, para las cuadrillas de emergencia, policías y otro personal, que tuviera que trabajar en espacios abiertos durante la lluvia de ceniza. No se construyen mascarillas apropiadas para niños pequeños. Las mascarillas recomendadas para uso general en este caso son del tipo Class FFP IS o FFP 2S (3M o Respair). Estas son las recomendadas a nivel internacional.

La población debe conocer que respirar ceniza no es muy peligroso para la gente sin afección severa del sistema respiratorio.

En resumen se propone considerar tres tipos de población:

1. Personas que tienen que operar en un ambiente de cenizas (brigadas de limpieza de las calles, equipo de rescate o emergencia, policías, etc.)
2. Personas extremadamente sensibles a las partículas de cenizas (asmáticos, etc.)
3. Población en general, que tenga que salir de sus casas por corto tiempo, cualquier tipo de mascarilla ligera, pañuelo, toalla, etc., puede servir de protección. No se debería tener ningún daño especial, sólo molestias.

En definitiva el estudio realizado, no registró altos niveles de contaminación ni de gases nocivos para la salud de la población, los niveles encontrados de toxicidad pueden causar daños menores, los cuales son reversibles.

8.2 Agua

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida vegetal y animal, pero existen fenómenos naturales los cuales alteran el estado del agua y eso causa problemas en la población. En este caso, la erupción del volcán Chaitén afecto diversos recursos naturales, entre ellos el agua, a la cual se le debieron realizar estudios.

La revisión fue realizada en las aguas superficiales. Analizando las aguas que se usaban para el agua potable, para cultivo y para el consumo de los animales. "El estudio efectuado por la D.G.A, se realizó en todas las cuencas y ríos de la zona, para saber a ciencia cierta que tan grave es la situación y como puede cambiar", según lo establecido en su momento por el Ministro de Obras Publicas Sergio Bitar, al diario la nación, el 5 de mayo del 2008.

En unas declaraciones hechas por el personero de gobierno, dijo lo siguiente:

"Todas las aguas potables se extraen de aguas superficiales. Nosotros no tenemos pozo y, es por eso, que hemos tomado otra decisión, que informé ayer, y que es proceder a la perforación, inicialmente, de dos pozos, que estamos viendo exactamente en Santa Lucía y en Chaitén, de manera que en el momento que sea necesario, si fuera urgente, también disponer, habiendo población allí en el futuro, de aguas subterráneas si es que se mantiene la contaminación superficial; es decir, tener la seguridad, porque podemos correr riesgo con materia de agua potable", explicó Bitar.

"El objetivo es medir temperatura, acidez, PH, conductividad específica, turbiedad y un conjunto de otros parámetros de materiales: sulfato, aluminio, hierro, manganeso, cobre, zinc, fluor, nitratos, potasio, sodio, etcétera", complementó el titular del MOP.

Por otra parte MOP (Ministerio de Obras Públicas) envió una barcaza con tres camiones aljibes y 45 mil litros de agua a Chaitén, esto para reforzar los traslados de personas y la entrega de agua bebestible de la zona.

Un equipo de la DGA (Dirección general de aguas), fue a la zona a buscar muestras del recurso en todos sus cauces, los que suman un total de 14 entre los que se encuentran: los ríos Palena, Futaleufú, Yelco, Michimahuida (Ruta 7, Austral), Malito, Amarillo, Chaitén, Blanco y Espolón. Estas muestras fueron sacadas mediante un trabajo conjunto con las distintas empresas que operan en el sector. Cabe agregar el sistema potable rural en Palena, El Amarillo y los desagües del lago Yelcho y Espolón. La idea inicial fue trabajar con las empresas de la zona, específicamente ESSAL, que es responsable del agua potable.

Los ***resultados del estudio que realizó la DGA en el Laboratorio Ambiental del Servicio***, para evaluar la calidad de los recursos hídricos, arrojó el siguiente informe según la minuta técnica Nº 113 del 16 de Mayo del 2005, el que explica el monitoreo realizado los días, 7 y 8 de mayo, y que abarcó los sectores cercanos al volcán Chaitén, desde el desagüe del Lago Yelcho hasta el sector de Palena, destacando que, por medidas de seguridad, sólo les fue posible tomar muestras fuera del sector restringido por las autoridades.

Los puntos más cercanos al área de estudio, que fueron monitoreados son:

Tabla N° 2 Puntos de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Fecha	Hora	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
1	Río Palena en Palena	07/05/08	13:15	5.186.619	762.692
2	APR Palena	07/05/08	12:20	5.165.484	762.567
3	Río Futaleufú ante río Malito	08/05/08	17:29	5.185.150	734.050
4	APR Villa Santa Lucía	08/05/08	16:08	5.216.940	708.435
5	Río Yelcho en desagüe lago Yelcho.	08/05/08	13:49	5.211.290	748.723
6	Río espolón en desagüe lago Espolón	07/05/08	18:26	5.125.100	755.750
7	ESSAL Futaleufú	07/05/08	17:08	5.124.620	763.800
8	Río Futaleufú en la Frontera	07/05/08	16:06	5.214.620	763.800
9	Agua vertiente en desagüe lago Espolón.	08/05/08	18:41	5.211.235	260.953

Fuente: Dirección General de Aguas (D.G.A).

Las muestras de agua recolectadas fueron sometidas a un análisis físico químico en el laboratorio ambiental, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Microelementos: Aluminio (Al), Cobre (Cu), Fierro (Fe), Manganecio (Mn), Zinc (Zn), Niquel (Ni), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Arsénico (As), todos como totales.

Macroelementos: Sulfato (SO4), Cloro (Cl), Fosfato (PO4), Sodio (Na), Dióxido de Silicio (SiO2), Nitrógeno Nítrico (N (NO3)).

En forma complementaria a los análisis de laboratorio, al momento de tomar las muestras se realizó una medición en terreno de los siguientes parámetros: pH, oxígeno Disuelto, Temperatura, turbiedad y Conductividad eléctrica.

Cabe destacar que los Microelementos y Macroelementos, son elementos que se encuentran en el agua, pero no causan un efecto negativo en las personas y/o los animales, a no ser que la cantidad de cada uno de ellos sea excesiva y mayor a las normas establecidas para el agua, solo en ese caso puede causar daños a la salud de las personas y/o animales.

Cabe señalar que el pH es un parámetro que da cuenta en forma directa del grado de acidez del agua, a pH mas bajo más acida es el agua; Oxigeno Disuelto, es la medida de oxigeno presente en el agua, por lo tanto es el grado de oxigenación de la misma; Turbiedad es la medida de la materia en suspensión presente en el agua y la Conductividad eléctrica es la cuantificación de los iones presentes.

Las aguas potables de suministro público y la de consumo domiciliarias deberán cumplir con las características físicas, químicas siguientes:

Características físicas:

- Turbiedad: máx. 3 N T U (unidades Jackson o nefelométricas);
- Color: máx. 5 escala Pt-Co
- Olor: sin olores extraños.

Características químicas:

- pH: 6,5 - 8,5
- pH (para aguas de consumo): 6,0 - 9,0.

Parámetros del Agua In situ

De acuerdo al estudio realizado por la Dirección General de Aguas, en la Tabla Nº 3 se aprecian los valores de los parámetros tomados in situ, lo que comparados con la NCH 409, requisitos para el agua potable, se puede concluir que para el sector más cercano al Volcán Chaitén y Futaleufú:

i. Las muestras provenientes de Futaleufú antes de Río Malito, Río Espolón en desagüe de Río Espolón, Agua Potable ESSAL en Futaleufú y de Río Futaleufú en la frontera muestran una turbiedad mayor a lo permitido por la norma NCh 409 que corresponde a 2 NTU. Cabe mencionar que el límite establecido en la norma de agua potable corresponde a un valor promedio mensual, por lo que hay que tomar los datos registrados en esta oportunidad con reserva, por cuanto no son exactamente comparables.

ii. Ninguna muestra presentó un pH fuera del rango permitido por la NCh 409, que es de 6 y 8.5.

iii. Se aprecia un valor alto de conductividad en el punto de muestreo del APR de Palena, en comparación al resto de las muestras, esto se debería a la mayor presencia en el agua, lo cual queda demostrado con la alta concentración de Sulfato y Sodio, no obstante, de

acuerdo a la NCh 1333 para riego, valores sobre los 750 uS/cm el agua pudiese tener efectos perjudiciales en cultivos.

Tabla Nº 3: Parámetros medidos in situ. Provincia de Palena

Nº	Punto de muestreo	Fecha	Temperatura °C	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Turbiedad	pH	Oxigeno Disuelto (mg/l)
1	Río Palena en Palena	07/05/08	7.52	46.7	0	7.54	**12.06**
2	APR Palena	07/05/08	7.98	173.0	0	7.34	**9.82**
3	Río Futaleufú ante río Malito	08/05/08	11.01	41.5	2.40	7.46	**11.08**
4	APR Villa Santa Lucía	08/05/08	8.02	27.3	0	7.14	**11.41**
5	Río Yelcho en desagüe lago Yelcho.	08/05/08	12.42	35.7	0	7.17	**10.20**
6	Río espolón en desagüe lago Espolón	07/05/08	6.96	27.9	4.9	7.08	**11.02**
7	ESSAL Futaleufú	07/05/08	6.48	55.4	15.2	7.54	**11.82**
8	Río Futaleufú en la Frontera	07/05/08	10.88	44.7	5.5	7.28	**10.40**
9	Agua vertiente en desagüe lago Espolón.	08/05/08	10.52	44.3	0	6.55	**10.15**
	NCh 1333- Recreación		< 30			5-9	
	NCh 1333- Vida Acuática					6-9	**>5**
	NCh 1333- Riego			< 750		5.5-9	
	NCh 409				< 2	6.5-8.5	

Fuente: Dirección General de Aguas (D.G.A).

Los parámetros in situ de temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y turbiedad, no mostraron valores anormales entre ellos, y no sobrepasaron los establecidos en la norma de agua potable.

Las muestras puntuales provenientes del agua potable ESSAL en Futaleufú, del Río Futaleufú en la Frontera, Río Futaleufú ante Río Malito y Río Espolón en desagüe lago Espolón, muestran una turbiedad mayor a lo permitido por la norma NCh 409, que corresponde a 2 NTU como promedio mensual. Ninguna muestra un pH fuera del rango permitido por la NCh 409, que es de 6 y 8.5.

En relación a las muestras provenientes del sector más alejado del Volcán Chaitén, el pH se encuentran dentro del rango estipulado para agua potable y ninguno de los otros parámetros presentan anomalías.

Al revisar los datos de los microelementos es posible apreciar que ningún dato se encuentra por sobre la norma de agua potable, tanto en el sector cercano al volcán Chaitén como en el sector más alejado.
Al igual que en el caso de los microelementos, los macroelementos al ser comparados con valores dados por la norma Chilena para agua potable es posible apreciar que los valores no sobrepasan la norma mencionada.

En relación a la información histórica registrada en la red de calidad de la DGA, es posible apreciar que los valores registrados en esta oportunidad, de macroelementos, se encuentran en el rango de valores registrados en forma histórica, por lo que no pueden ser considerados como anómalos. Lo anterior con excepción del Arsénico en el punto de Río Yelcho en desagüe lago yelcho, que se escapa al rango histórico por un factor de 6 veces, sin embargo está bajo lo estipulado por la norma de agua potable, cabe señalar que este punto es el más cercano a la zona directamente afectada por la erupción del volcán Chaitén.

Los valores máximos de arsénico son máximo 0,2 mg/l, en caso de elevarse estos niveles, puede producirse en aquellas personas que beben en forma continua, una intoxicación crónica conocida como "cáncer arsenical" o "enfermedad de Bell Ville".

En relación a los macroelementos, los valores registrados en está oportunidad se enmarcan en lo registrado históricamente para las tres estaciones de calidad de la DGA.

Los resultados de los análisis de flúor en puntos de la provincia de palena, indican que no hay presencia detectable de este elemento en las estaciones monitoreadas, por tanto también se encuentran bajo los límites de las normas chilenas de agua potable.

Cuando las concentraciones de flúor superan el valor máximo aceptado se produce el veteado en los dientes de aquellas personas que han consumido esta agua en los primeros años de su vida (hasta los 8 años) o sea cuando los dientes están en formación. Cuando el contenido de flúor en las aguas supera las 3 ppm puede aparecer en las personas que beben esta agua durante algunos años una grave afección en los huesos llamada osteoporosis.

Los análisis de sílice indican que los valores obtenidos se encuentran en rangos normales para aguas superficiales y subterráneas según literatura (14 mg/l Standard 21 st Edition).

CONAMA también realizo un estudio, entre los días 4 y 6 de mayo del 2008, a través de la organización, ***Emergency Response Training Center, USA (ERTC),*** la cual monitoreo la zona obteniendo estudios de afluentes, la cual consistió en lo siguiente:

- Se tomaron muestras de agua en dos afluentes, incluyendo el principal que atraviesa el pueblo. En este, se tomaron varias muestras desde la superficie del río hasta 20 cm. de profundidad.

La medición del pH de las muestras arrojo una medida de 4.0, lo cual indica que el agua está con un grado de acidez anormal. La acidificación del agua, ayuda a que existan suelos ácidos de poca profundidad, superpuestos a rocas graníticas o son suelos arenosos muy erosionados. El aumento de la acidez del agua de los lagos y ríos provoca un fuerte aumento del contenido de iones aluminio disueltos en el agua. El ión aluminio es muy tóxico para la mayor parte de los organismos y se cree que la causa última de la muerte de las poblaciones de peces en los lagos acidificados se debe al envenenamiento por aluminio. Otros metales tales como el cadmio, zinc y plomo tienen igualmente una mayor facilidad para disolverse, por lo que son más accesibles para los animales y plantas acuáticas.

En cuanto al color del agua, es blanco lechoso con bastantes sólidos flotando en la superficie. La temperatura del agua del afluente principal que atraviesa el pueblo de Chaitén, arrojo una temperatura máxima variable de 15.6 grados centígrados. Temperatura anormal si se considera que la temperatura del agua medida en otros afluentes fue de 5.8 a 6 grados centígrados. Al ser muy elevada la temperatura en el agua se degrada la calidad de esta.

Conclusiones del Estudio del Agua

De acuerdo a los análisis de laboratorio, realizados por la DGA, los parámetros in situ de todos los sitios de monitoreo, muestran que la norma de agua potable no es sobrepasada, a excepción del parámetro de turbiedad. La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor es su calidad.

El estudio encargado por CONAMA a la organización ***Emergency Response Training Center, USA (ERTC),*** presenta otros resultados, que no presentó la DGA, esto debido a que los estudios realizados por la organización **(ERTC),** fueron realizados directamente en el área de influencia del volcán, específicamente en el río Blanco el cual atraviesa el pueblo.

El río Blanco presentó el pH, turbiedad y temperatura del agua alterados, por ende en el sector no existen servicios de agua potable. Las personas que aún viven en el lugar son poco más de 100, las que se abastecen a través de camiones cisternas, los cuales sacan el agua de un pueblito al este de Chaitén, llamado el Amarillo.

En la actualidad, diciembre de 2009, el río Blanco o Chaitén, disminuyó su caudal, siendo eso normal a esas alturas del año, encentrándose rodeado con gavión para que no se siga extendiendo a sus alrededores, en las temporadas de crecidas.

8.2.1 Desborde del Río Blanco o Chaitén

El río Blanco o Chaitén, es el río más importante dentro del área de estudio, debido a que pasaba por la parte posterior de la ciudad y llevaba consigo una cantidad importante de agua. Pero lo que sucedió el 2 de mayo del 2008, tras la erupción del volcán Chaitén, tuvo consecuencias en las cuales el río Blanco pasó a ser el protagonista principal.

La erupción del volcán provocó la acumulación de sedimentos, debido a los flujos de piroclástos, la caída de cenizas y el derrumbe del domo antigua del volcán, lo que se fue depositando en el lecho del río Blanco, provocando que aumentara su caudal y su volumen debido a las fuertes precipitaciones existentes, detonando que el río arrastrara todos los sedimentos emitidos por el volcán y que cayeron en su lecho, al ocurrir lo descrito anteriormente, el río se desbordo, debido a que se hizo un dique en el puente, producto de la gran cantidad de materiales arrastrados. Al desbordarse, cambio su dirección y pasó por medio de la ciudad, provocando bastantes estragos, daños estructurales y perdidas de viviendas en el sector, dejando la ciudad dividida en dos partes.

En el río Blanco o Chaitén, según el octavo informe técnico, del 12 de mayo del 2008 emitido por SERNAGEOMIN, dice que las corrientes de lodo (verdaderos lahares) y escurrimiento de grandes volúmenes de sedimentos a lo largo del río Chaitén rellenaron su cauce, que perdió su capacidad para albergar el caudal de agua habitual. En consecuencia, el río siguió sus desbordes y cubrió gran extensión de la localidad. (Ver fotografía N° 3 a continuación).

Fotografía Nº 3 Desborde de Río Chaitén inunda la localidad

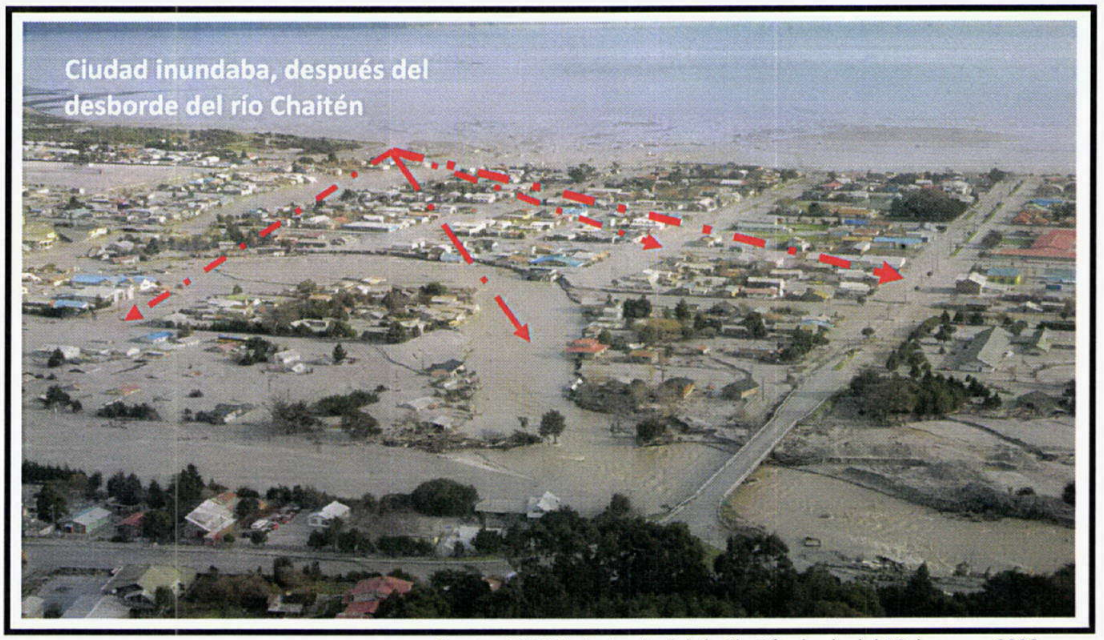


Fuente: ONEMI, desborde del río Chaitén desde del 16 de mayo, 2008

En la fotografía anterior es posible ver como el río se desbordo y cambio su curso habitual, pasando por el medio de la ciudad de Chaitén

El área que abarcó la erupción del volcán Chaitén afectó con la caída de cenizas y material volcánico, no solo al río Blanco, sino que también a los Ríos Michimahuida ubicado a 25 km al este de la ciudad de Chaitén y Río Yelcho ubicado a 2 km de la ciudad de Chaitén aproximadamente, los cuales poseían una gran cantidad de sólidos, tanto de cenizas como de fragmentos de pómez.

Fotografía N° 4 Ciudad Inundada por desborde de río Blanco o Chaitén



Fuente: ONEMI, desborde del río Chaitén desde del 16 de mayo, 2008.

En la fotografía N° 4 se puede apreciar que el desborde del río afectó a gran parte de la población, inundando casas y calles, además de destruir la infraestructura ahí existente.

8.3 Suelo

El suelo tiene gran importancia porque interviene en el ciclo del agua y los ciclos de los elementos y en él tienen lugar gran parte de las transformaciones de la energía y de la materia de los ecosistemas

Los minerales que posee este recurso son los que lo hacen más o menos fértil, dependiendo de su composición. Con la erupción del volcán Chaitén el 2 de mayo del 2008, cayó una importante cantidad de cenizas, las cuales cubrieron en gran parte los suelos de Chaitén. Las cenizas en el suelo, pueden generar un aporte de minerales y hacerlo más fértil de lo que antes era, esto dependiendo del grosor de la capa de cenizas que cae en el lugar, debido a que si la capa de ceniza es muy gruesa, pasara mucho tiempo (años) para que se recupere. Depende además de la calidad y cantidad de minerales que aporte la ceniza al suelo, si este será más o menos fértil después de un tiempo.

Los valores promedio de superficie cubierta por cenizas en Chile y Argentina son de 116.380 Km2 con más de 1 cm. de cenizas acumuladas en promedio y 25.670 Km2 con más de 3 cm. de cenizas acumuladas, aproximadamente.

La superficie cubierta de cenizas hasta el 12 de mayo del 2008 en Chile, es de 480.000 ha (entre 1 y 15 cm.). Con las lluvias, el suelo se ha convertido en una capa de cemento (ceniza más agua).

Se estima que la recuperación del suelo, es de al menos una década. Según la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Universidad Católica de Chile.

Clasificación de Suelos de Chaitén

A continuación se mostrara una tabla la cual muestra el tamaño predial (definiendo el número de predios por cada categoría), y superficie por capacidad de uso de suelo. Entre la categoría II y IV, se trata de suelos agrícolas arables, los V, VI y VII corresponden a un uso silvopastoral, y los VIII corresponden a protección.

	Superficie	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Total	845.121,39	0	0	19.016,62	57.020,96	105.530,39	386.065,43	277.487,99
Superficie promedio	641,22							
N° de predios de 500 y más Has.	71							
N° predios de más de 100 Has y menos de 500 Has.	197							
N° de predios de 100 y menos Has.	1.050							
N° total de predios	1.318							

Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales. CIREN

De acuerdo al cuadro anterior se observa que la gran parte de la superficie posee suelos de clases V, VI y VII, que corresponden a suelos de uso silvopastoral, lo cual significa que es para uso ganadero y forestal, siendo los suelos de clase VIII los que son destinados a protección, encontrándose bosque nativo.

Para realizar una evaluación de los efectos de la erupción del volcán Chaitén, entre el 7 y 9 de mayo de 2008 se trasladó hacia la provincia de Palena un equipo de trabajo perteneciente al Centro regional de Investigación INIA Tamel Aike, del ***Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA,*** correspondiente a la Región de Aysén, Patagonia. Este equipo estuvo conformado en terreno por el Ingeniero Agrónomo. PhD Christian Hepp y el Bioquímico Daniel Cross. Posteriormente existió un activo trabajo analítico en laboratorios del INIA, con participación de Regina Ite (laboratorio INIA La Platina), Adriana Carvajal (laboratorio INIA Tamel Aike) y Felipe Vidal (INIA tamel Aike).

El equipo de trabajo recorrió la zona afectada y tomó muestras de cenizas volcánicas, suelo, agua y forraje, de modo de obtener información base analítica, que permita cuantificar y conocer el material expulsado por

el volcán, junto con orientar en forma más objetiva algunas decisiones gubernamentales y/o privadas. (Ver tabla N° 6)

Tabla N° 6 Lugares de toma de muestra

Muestra	Lugar	Altitud	Observaciones
Cenizas	Frontera	327 m	Predio Sr. Félix Espinoza. 10 km al este de Futaleufú (frontera)
Cenizas	Cruce Espolón	341 m	Sector plano, 3 km SW de Futaleufú
Cenizas	Pte. Anderson	328 m	Puente Anderson; 6 km al E de Futaleufú
Suelo	Frontera	327 m	Predio Sr. Félix Espinoza. 10 km al este de Futaleufú (frontera)
Suelo	Cruce Espolón	341 m	Sector plano, 3 km SW de Futaleufú
Agua	Pte. Anderson	328 m	Puente Anderson; 6 km al E de Futaleufú
Agua	Pte. Espolón	315 m	Río Espolón, 2 km SW Futaleufú
Agua	Sector Yelcho	93 m	5 km N de Puerto Cárdenas
Agua	La Junta	68 m	Puente las Mellizas N°2 norte de la Junta
Forraje	Futaleufú	341 m	Pradera (gramíneas principalmente); 3 Km SW Futaleufú
Forraje	P. Cárdenas	100 m	Quila; N de Pto. Cárdenas
Forraje	P. Cárdenas	100 m	Pradera (gramíneas principalmente); N de Pto Cárdenas.

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Las muestras fueron enviadas al laboratorio del Centros Regionales de Investigación (C.R.I) la Platina (Santiago), al laboratorio de análisis ambientales. El proceso de recepción y analítica fue coordinado por la laboratorista Sra. Regina Ite. Una muestra de ceniza volcánica fue derivada al laboratorio de cristalografía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para análisis mineralógico.

Los resultados de las observaciones y muestreos realizados en la zona afectada por la erupción del volcán Chaitén, efectuados por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), fueron entregados por el Secretario Regional del Ministerio de Agricultura de la Región de Los Lagos, Yerco Yurac a ONEMI, para la mejor realización del presente estudio.

Los resultados son los siguientes:

Altura de depósitos

Un componente importante a la hora de determinar los efectos sobre el medio ambiente, es la magnitud de los depósitos de cenizas sobre los suelos, de las zonas afectadas.

Se realizó un recorrido desde la zona fronteriza cercana a la localidad de Futaleufú, bajando por la ruta hacia Villa Santa Lucía y luego hasta el Lago Yelcho, específicamente la localidad de Puerto Cárdenas. No fue posible ingresar a la zona más cercana al volcán, por encontrarse cerrado el perímetro de 30 km. El total del recorrido representa una distancia aproximada de 120 km. (Ver tabla N° 7).

Tabla N° 7 Altura de depósito (cm) de cenizas volcánicas en diferentes localidades.

Lugar	Ubicación	Rango-Altura (cm)	Distancia al Volcán (Km)*
Frontera	10 Km E de Futaleufú	2,5 – 4 cm	82
Frontera	9 Km de Futaleufú	3 – 4 cm	80
Futaleufú	2 Km E Futaleufú	4,5 – 5 cm	76
Futaleufú	Plaza	4 – 5 cm	75
Espolón	Sector cruce Espolón	5 – 6 cm	73
Camino	18 Km W Futaleufú	7 – 8,5 cm	71
Camino	28 Km W Futaleufú	< 1 cm	73
Yelcho	N de Pto Cárdenas	1 – 2 mm	44

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Dentro de esta tabla, se puede apreciar que el valle de Futaleufú presenta la mayor altura de cenizas caídas, hasta la fecha de muestreo. Debe recalcarse que con posterioridad se ha seguido produciendo precipitación de cenizas, con menor intensidad, pero que puede alterar los valores indicados anteriormente.

Es muy probable que la distribución de cenizas dentro de los valores sea también función de los vientos particulares que predominan en cada momento. De esta forma, dentro de una misma localidad se observan sectores más o menos afectados, según su posición topográfica. Asimismo, en varios puntos se observó que las cenizas ya depositadas eran levantadas por viento, para ser re-depositadas en otros sectores.

Magnitud de depósitos

El volumen de cenizas volcánicas emitidas afectó extensas zonas de la provincia de Palena en Chile. Estimaciones realizadas sobre mapas digitales y teniendo en cuenta las dimensiones, forma y orientaciones de las plumas volcánicas, permitieron hacer algunas cuantificaciones preliminares. De esta forma, sólo en la provincia de Palena se pudo estimar una superficie afectada de unas 650.000 ha, con diversas magnitudes de depósitos, desde muy leve (<1mm) a severo (>50 mm). Por otra parte, sólo en la pluma de orientación SE, que afecta el transecto Chaitén-Yelcho-Futaleufú, se tuvo una superficie afectada estimada cercana a las 350.000 ha. Asimismo, considerando sólo la pluma predominante de orientación SE, se pudo determinar que unas 6 millones de hectáreas estarían siendo afectadas en la Patagonia chilena y argentina.

En laboratorio se determinó una densidad aparente de 0,77 g/cm3 para el material depositado. Considerando dicho valor, se puede establecer, por ejemplo, que cada centímetro de altura de cenizas (no comprimidas) significa un volumen de 100 m3, con un peso total de aproximadamente 77 ton/ha.

Si estas cifras se aplican a las superficies afectadas y se considera, por ejemplo, un promedio teórico de 20-30 mm de cenizas depositadas por la pluma predominante (SE), se tiene que a la fecha de muestreo (8 de mayo) había del orden de 70-105 millones de metros cúbicos de material volcánico (54-81 millones de toneladas) sobre las 350.000 ha, más afectadas de la provincia de Palena. En las 6 millones de hectáreas mencionadas anteriormente, considerando una altura de depósito promedio de 10-20 mm, se tendría un volumen total de unos 0,6-1,2 kilómetros cúbicos de material. Ya que el material emitido se ha distribuido en una zona bastante más amplia de Argentina, tanto la superficie total alcanzada como el volumen emitido por el volcán es muy superior al indicado.

Los volúmenes señalados indican la gran magnitud de un evento de estas características. En este punto es importante recordar que ***la gran mayoría de los suelos del sur de Chile y de la Patagonia, se originaron de depósitos de cenizas volcánicas. Un evento como la presente erupción del volcán Chaitén, no es más que un nuevo, aunque pequeño, aporte a esta génesis de suelos volcánicos.***

Granulometría

El tamaño de partículas presentes en las cenizas y su proporción, determina la textura de ellas. Estas características tendrán implicancias sobre las propiedades físicas de los suelos, sobre los cuales se han depositado, ya que eventualmente alterarán la situación preexistente.

Las cenizas emitidas por el volcán Chaitén son bastante finas, ya que predominan las fracciones de limos y arcillas (partículas de diámetro <0,05 mm), con un promedio de 62%. El resto, alrededor de 38% son

partículas más gruesas, correspondiente a la clase de arenas finas. En términos texturales, se trata de cenizas franco-limosas.

En contraste con lo anterior, el suelo subyacente tiene textura franca, con mayor proporción de arena, inferior cantidad de limos y similar de tamaños tipo arcillas. De esta forma, al producirse la incorporación de cenizas al suelo (y dependiendo de la magnitud del depósito) podría esperarse algunas alteraciones en la textura natural del suelo. (Ver tabla N° 8).

Tabla N° 8 Tamaño de partículas y clase textural de cenizas volcánicas y suelo

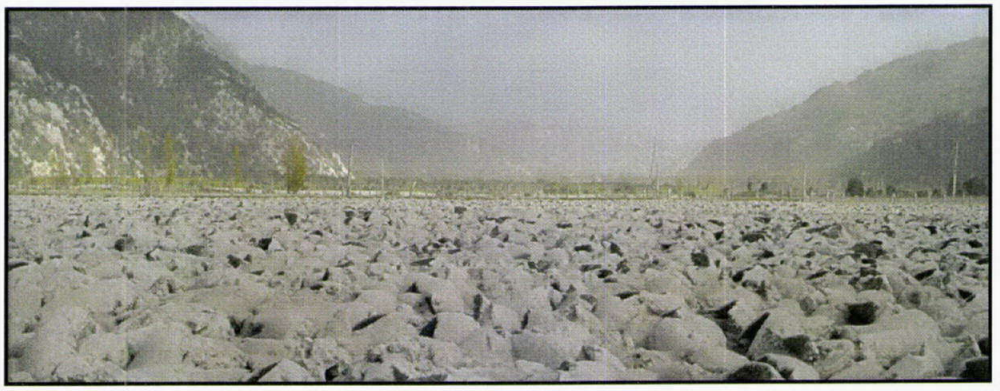
Identificación Muestra	*Lugar*	*Tamaño y diámetro de partículas (mm)*			*Clase de Textura*
		Método Hidrómetro- Bouyoucos			
		% Arena 2-0,05 mm	***%Limo 0,05-0,002 mm***	***%Arcilla <0,002 mm***	
Cenizas	*Frontera*	*39,4*	*51,4*	*9,2*	*Franco/Limoso*
Cenizas	*3 Km SW Futaleufú*	*36,9*	*53,9*	*9,2*	*Franco/Limoso*
Cenizas	*Pte. Anderson*	*38,2*	*51,7*	*10,1*	*Franco/Limoso*
Suelo	*Frontera*	*50*	*38,1*	*11,9*	*Franco*
Suelo	*3 Km SW Futaleufú*	*44,6*	*43,9*	*11,5*	*Franco*

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

En términos de tamaño de partículas, las cenizas del volcán Chaitén son finas y más homogéneas, su coloración es gris claro.

Las cenizas caídas sobre suelos arables pueden ser incorporadas mediante labores arables, (ver fotografía N° 6), lográndose de esta manera la recuperación rápida de dichos terrenos, pero lamentablemente, esta no es la situación, ya que en esta zona predominan los valles angostos, con suelos de topografía escarpada, de alta pendiente, donde la ceniza deberá quedar expuesta a los efectos de los vientos y lluvias. En estos casos actuarán los procesos naturales y su velocidad de recuperación dependerá de la magnitud del depósito en cada caso.

Fotografía N° 6 de sector arado con caída de cenizas volcánicas.



Fuente: INIA, 2008. Ejemplo de un lugar el cual fue recuperado arando el suelo con cenizas.

Sobre 50 mm de espesor de cenizas, se complica la recuperación rápida de la pradera. De esta forma, en sectores donde no es posible incorporar las cenizas en el suelo, y con una caída de sobre 3-5 cm, la recuperación puede llevar varios años, e incluso ser parcial. Alturas mayores pueden significar la pérdida productiva de suelos por una cantidad considerable de tiempo, atendiendo a la lentitud de los procesos de formación de suelos. Para el caso de las cenizas del volcán Chaitén, dada su diferente composición y tamaño de partículas, debe estudiarse esta situación en particular.

Cenizas volcánicas y suelos

Para conocer los efectos que pueda tener la caída de material volcánico sobre los suelos de la zona afectada fue necesario analizar su composición química. Para ello el INIA sacó varias muestras de cenizas y de suelo subyacente (detalle en la tabla 6). Las muestras de suelo de tomaron a una profundidad de 10 cm.

Los resultados de la analítica, desarrollada fundamentalmente en el laboratorio de análisis ambientales del Centros regionales de investigación (CRI) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) La Platina en Santiago, se separan en varios cuadros a continuación.

Acidez

La acidez es medida a través del pH, los valores van de 0 a 14. Los valores por debajo de 7 corresponden a suelos ácidos y los valores superiores a 7 corresponden a suelos alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan en 7, son denominados neutrales. Por cada unidad de cambio en pH hay un cambio 10 veces en magnitud en la acidez o alcalinidad, por ejemplo un pH 6 es 10 veces más ácido que uno de pH 7, mientras que un pH 5 es 100 veces más ácido que el de 7.

Las cenizas del volcán Chaitén son ligeramente ácidas a neutras (promedio pH 6,78), con una conductividad eléctrica superior a la observada en los suelos. Como es esperable, no contienen materia orgánica.
De esta forma, dependiendo de los volúmenes de depósitos de cenizas en cada caso, es esperable un efecto de aumentar el pH natural de éste (promedio de 6,3 en la zona de Futaleufú). En zonas más cercanas a Chaitén, con mayor pluviometría, los niveles normales de pH son más cercanos a 5 (fuertemente ácidos), por lo que la mezcla con estas cenizas debiera tender a llevar el suelo superficial a niveles menos ácidos. Ello puede tener consecuencias positivas, si se logra paralelamente recuperar las praderas, es decir, si la capa de cenizas depositadas no es excesiva.

Si se lograra bajar la acidez del suelo y quedará en un pH superior a 6, es posible utilizar ese suelo para la agricultura, ya que quedaría con un pH optimo para ello.

Tabla N° 9 Acidez, conductividad eléctrica y materia orgánica.

Muestra	*Lugar*	*pH 01:02,5 agua*	*C.E. dS/m*	*%M.O*
Cenizas	*Frontera*	*6,41*	*1,97*	-
Cenizas	*10 km Futaleufú*	*7,09*	*0,3*	-
Cenizas	*Pte. Anderson*	*6,84*	*1,13*	-
Suelo	*Frontera*	*6,44*	*0,1*	*9,7*
Suelo	*10 Km Futaleufú*	*6,2*	*0,12*	*11,2*

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Dos elementos que pueden estar asociados a erupciones volcánicas y que pueden causar problemas ambientales son el flúor y el arsénico. El nivel de arsénico total de las cenizas del volcán Chaitén muestra una concentración similar a la observada en el suelo subyacente (4,4 mg/kg en cenizas *vs* 5,1 en los primeros 10 cm de suelo). Los suelos de la zona de Palena parecen tener en forma natural niveles superiores de arsénico total, por lo que las cenizas caídas no alterarán esta situación.

En cuanto a flúor soluble en agua, las cenizas presentan niveles bajos, cercanos al límite de detección del instrumental, y muy similares a los encontrados en los suelos del sector (tabla N° 9).Se obtuvieron máximos de 14,3 mg F/kg, siendo el límite de detección de 10 mg/kg. Lo anterior permite traer cierta tranquilidad en relación a este elemento, al encontrarse en niveles muy bajos y normales. Por esta misma causa, es improbable encontrar problemas de flúor y/o arsénico en aguas y/o forrajes de las zonas afectadas.

Elementos trazas metálicos

Niveles elevados de los elementos traza metálicos (metales pesados) pueden provocar problemas de diversa índole en suelos, desde toxicidades hasta desbalances en la química general del suelo. De ahí lo importante de conocer si la caída de estas cenizas volcánicas afecta significativamente esta situación en los suelos de los valles afectados.

Los niveles de cobre, plomo, zinc y hierro totales son significativamente inferiores en las cenizas volcánicas que en el suelo subyacente. En el caso de Cadmio, los niveles son, en general, similares o menores a los encontrados en el suelo. Por este motivo, no se esperaría efectos preocupantes en cuanto a generarse una carga significativa de metales en los suelos por efecto de las cenizas volcánicas. Muy por el contrario, el efecto puede ser contrario, en cuanto a producirse un descenso en las concentraciones totales de estos metales, debido a que las cenizas aportan menor cantidad de elementos de traza metálica, lo que disminuiría las concentraciones totales de los suelos.

Elementos totales

Los elementos totales como Fosforo (P), Potasio (K), Azufre (S), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Aluminio (Al), permiten tener una idea de parte de la composición de las cenizas volcánicas y su potencial como reserva mineral para el suelo. Todos los elementos anteriormente mencionados, aportan nutrientes al suelo, lo que ayuda para su mejor evolución.

En el caso de fósforo *total*, se aprecia que las cenizas son extremadamente pobres en este elemento y contienen niveles casi diez veces inferiores a los registrados en los suelos del sector. Algo diferente ocurre con el potasio *total*, donde la ceniza tiene mayores concentraciones que el suelo, casi tres veces más (2,2% K). En este caso, por ejemplo, un depósito de 1 cm de cenizas significa agregar alrededor de 1.700 kg de potasio *total* por hectárea. Obviamente se trata de elementos totales y este aporte NO significa aporte de nutrientes disponibles.

Macronutrientes disponibles

El análisis de muestras de cenizas y suelos para cuatro macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.

No hay presencia de nitrógeno en el suelo, lo que es esperable en este tipo de material. Por otra parte, el nivel de fósforo disponible en cenizas es mínimo, muy inferior al encontrado en el suelo.

El fósforo es un elemento de gran importancia para la producción de praderas y cultivos en general, y particularmente en suelos volcánicos. En este caso, la adición de cenizas a estos suelos tenderá a disminuir los niveles de fósforo disponible, haciendo mayor su dependencia de fertilizantes fosfatados.

En cuanto a potasio disponible, en promedio se observa una baja concentración, en promedio de 32 mg/kg de ceniza. Este valor es inferior a lo observado en el suelo. En los suelos muestreados hay dos realidades, una muestra bastante rica en potasio disponible y otra claramente deficitaria. Sin embargo, ambas superan a las concentraciones medidas en cenizas. De esta forma, la ceniza no se constituye en un aporte neto de potasio disponible al suelo. En promedio, por cada centímetro de ceniza depositada se estarían aportando solamente algo menos de 2,5 kg de potasio por hectárea, con una dilución neta del suelo para este elemento.

Algo diferente ocurre con el azufre. En este caso se aprecia niveles muy limitantes en azufre en los suelos, situación bastante generalizada en estos suelos patagónicos. Los depósitos de cenizas en este caso estarán aportando azufre disponible al suelo, ya que éstas son más ricas en este elemento, en promedio de 21 mg/kg.

En resumen, la adición de cenizas volcánicas a los suelos de la zona, NO significa aportes de macronutrientes disponibles en el corto plazo. Muy por el contrario, la mezcla con el suelo debiera dar un material menos concentrado, con la excepción de azufre, donde sí se produce un aporte, aunque no de gran magnitud. Debe considerarse además que este aporte de azufre es en la forma de sulfato, altamente lixiviable y por lo tanto factible de perderse en profundidad por efecto de la alta pluviometría.

Bases de intercambio

De esta forma, en todas las bases de intercambio contempladas se produce un empobrecimiento neto respecto de lo observado en el suelo original. Solamente en el caso del sodio, las cenizas son más ricas en este elemento en comparación al suelo.

Micronutrientes

Las muestras de cenizas estudiadas son más pobres en hierro, zinc y cobre, que aquellos niveles en el suelo, que los supera en hasta diez veces. Diferente es el caso del manganeso, donde se aprecia una concentración promedio de 2,6 mg/kg, mientras que el suelo presenta valores algo inferiores, de 1,7 mg/kg. Los micronutrientes de las cenizas en este caso no son aporte para los suelos del lugar, ya que poseen menos cantidad que los mismos suelos.

Una mención aparte merece el caso de boro, donde se aprecia una concentración de hasta seis veces más que lo observado en el suelo. Este elemento está en niveles limitantes en el suelo y por tanto su adición a través de las cenizas pudiera ayudar a elevar en algo los niveles de éste.

Cabe destacar que el boro ayuda al crecimiento y nutrición de las plantas, pero debe ser en niveles bajos, porque los que sobrepasan el máximo 30 mg/l, causan necrosis celular en las plantas. Dentro de los rangos encontrados ninguna de las muestras esta por sobre los niveles aceptados. Por ende podrían ser un aporte para el suelo del lugar.

Análisis de Forrajes

No obstante, los niveles de arsénico y flúor que se observarán en los forrajes son un reflejo de los valores obtenidos en cenizas volcánicas. El arsénico total en cenizas resultó estar a niveles similares a los suelos de la zona, mientras que este mismo elemento presenta niveles solubles extremadamente bajos (bajo niveles de detección). Lo anterior permite señalar que problemas de toxicidad por arsénico en forrajes, aunque estén cubiertos de cenizas, no son probables.

Con el flúor ocurre algo similar, ya que los niveles solubles detectados en cenizas fueron bajos y muy similares a los encontrados en forma natural en los suelos subyacentes. Están muy cercanos o bajo los límites de detección del instrumental.

La tolerancia al flúor en la dieta es variable en diferentes especies animales, siendo el bovino uno de los más susceptibles. En este caso se pueden observar efectos patológicos con niveles de 30-40 mg F/kg en vaquillas, 40-50 mg/kg en vacas y 100 mg/kg en novillos de término. Los ovinos serían más resistentes, como asimismo los caballos y aves de corral. Sin embargo, se requieren períodos de exposición prolongados para causar problemas y las plantas actúan como acumuladoras, especialmente a nivel foliar (Hepp, Ruiz y Besoain, 1991). En todo caso, ***los niveles observados en cenizas y aguas de la zona del volcán Chaitén son bajos y probablemente no presentan riesgos en este caso.***

Los problemas para la producción animal están más relacionados con la ingesta o respiración de material particulado en cantidades significativas. Este material, según su composición mineralógica, tiene componentes abrasivos que probablemente provocan un efecto físico en mucosas y paredes de los respectivos sistemas animales. Una exposición prolongada de animales a este tipo de material, es probable que provoque acumulación de ceniza en partes del sistema digestivo y lleve a problemas de tipo crónico. Dado lo anterior, resulta aconsejable evitar la exposición de los animales a las cenizas, entregando forraje limpio y eventualmente evacuando hacia zonas menos afectadas

Conclusiones del Estudio de Suelo Realizado por INIA.

En base a los antecedentes obtenidos a partir de la visita a la zona afectada y a los análisis realizados en las muestras obtenidas, se puede indicar lo siguiente:

El volcán Chaitén ha emitido un volumen significativo de cenizas que ha afectado al menos a 650.000 ha en Chile (en forma más directa) además de vastas zonas de Argentina. Se estima que la zona bajo la pluma predominante de orientación SE abarca al menos 6 millones de hectáreas en ambos países.

Las cenizas son de granulometría fina, con predominio de limos y arcillas. Cada centímetro de depósito de cenizas significa en promedio 77 toneladas de material volcánico por hectárea. La composición mineralógica está dominada por silicatos, asociados parcialmente a otros elementos minerales, como Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Aluminio (Al), entre otros. Tiene una fase amorfa significativa. No presenta aporte para el suelo.

No se observan potenciales riesgos de toxicidad por flúor o arsénico, para el suelo.

Las cenizas son ligeramente ácidas a neutras, mientras los suelos son de moderadamente ácidos a fuertemente ácidos. Su incorporación al suelo tenderá a elevar el pH y afectar la textura del suelo (agrega más material fino), dependiendo de los volúmenes depositados, lo que genera que los suelos van a tener una menor concentración mineralógica, lo que causa que este sea menos fértil. En general, las cenizas corresponden a material inerte, con baja concentración de elementos nutritivos disponibles, lo que quiere decir que no es un complemento para el suelo, el cual lo pueda ayudar a recuperarse, sino todo lo contrario, lo debilita aún más, ya que son más pobres que el suelo subyacente y, por lo tanto, no representan un aporte en el corto plazo. Por el contrario, tienden a diluir la concentración de nutrientes del suelo al mezclarse con éste. La excepción podría ser para azufre y boro, donde se aprecia un pequeño aporte, pero no es un aporte significativo.

Se puede concluir que el impacto en el componente suelo, se describe como bajo por el bajo aporte mineralógico que poseen las cenizas, además de los bajos aportes en micro y Macronutrientes para el mismo, lo que permite decir que el suelo no se recuperará en un corto plazo.

8.4. Vegetación

La flora de la región está compuesto por tres tipos de bosque nativo: el bosque siempreverde (compuesto principalmente por coigüe), el bosque de alerces y el bosque de altura, donde la lenga y el ñirre predominan, además es posible encontrar Mañio, Ulmo, canelo, rauli, Cipres de las Guaitecas y matorrales silvestres como copihues, frutillas silvestres, amores secos, chilcos, palmilla y fuinque.

Según a la información base entregada por el catastro del Bosque Nativo (CONAF/CONAMA 1998) e información adicional existente en CIREN (actualización del mismo estudio al año 2008 realizada por CIREN) se puede entregar la siguiente información de superficie vegetacional y uso actual afectada en forma directa.

Comuna	Uso Actual	Total de Comuna	Zona 1	Zona 2	Total Afectado
Chaitén	Bosque Nativo	579.834,5	210.910,8	115.850,9	326,752,7
	Ñadis y Otros Terrenos Húmedos	10.959,2	5.302,1	1.624,6	6.926,7
	Estepa	360,1	232,5		232,5
	Matorral	20.589,5	4.486,3	6.124,3	10.650,6
	Praderas Perennes	3.985,9	1.710,2	1.587,0	3.297,2
	Rotación Cultivo Pradera	3,7	3,7		3,7
	Usos no agrícolas	207.977,7	60.511,3	28.421,1	88.932,4
Total Chaitén		823.710,6	283.147,9	153.647,9	436.795,8

Fuente: CIREN

Notas: La zona 1 corresponde al área que queda directamente bajo el cono de ceniza mas la superficie incluida en un radio de 30 km. con centro en el volcán Chaitén.
La zona 2 corresponde al área de exclusión decretada por el gobierno como zona de seguridad sin incluir lo considerado en la zona 1.

El análisis del cuadro muestra que para la zona 1 el 34.4% de la comuna de Chaitén se encuentra afectado en forma más o menos directa por la depositación de cenizas correspondiendo la mayor parte un 25% del total comunal a la categoría bosque nativo. Al analizar sólo el total de bosque nativo afectado versus el total de

bosque nativo existente en la comuna se puede apreciar que un 36.4% del total se ha visto afectado por el fenómeno volcánico.

En cuanto a "praderas perennes" y "rotación cultivo pradera" que, aunque son una parte muy pequeña del total comunal (un 0.5%) constituyen la base de la agricultura y ganadería local, encontramos que la superficie afectada (zona 1) llega a 1.714 hás. lo que equivale al 43% de la superficie más productiva de la comuna descontando el bosque nativo.

Forestal:

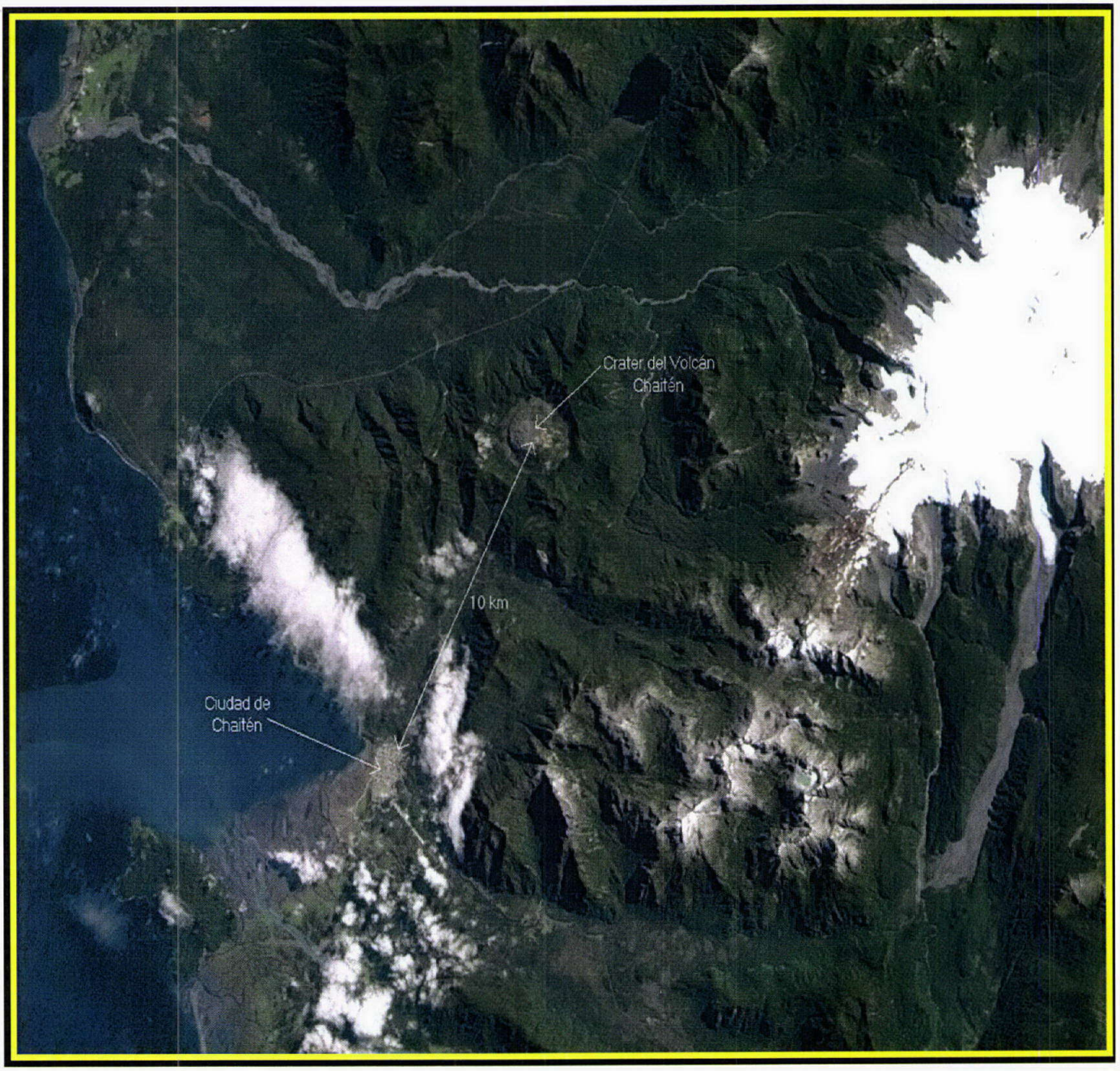
Según el ***Octavo informe técnico 12-05-08 SERNAGEOMIN***, *el b*osque nativo fue arrasado y quemado en el flanco norte de la caldera que desciende hacia el río Rayas, producido por flujo piroclástico menor.

En uno de los tantos sobrevuelos efectuados en el volcán Chaitén el día 12 de mayo del 2008 se registró que el flanco norte de la caldera y hasta la carretera Austral se encontraron varias hectáreas de bosque nativo quemado por cenizas incandescentes, debido a flujos piroclásticos menores por colapsos de la base de la columna eruptiva y/o por explosiones laterales.

Se estudió el área afectada por las nubes de cenizas cubierta entre el 6 y 8 de mayo del 2008, que corresponde a la provincia de Palena, en dos comunas principalmente, Chaitén y Hualaihué. Estas comunas comprenden bosque nativo en total 585 mil ha (Chaitén) y 186 mil ha (Hualaihué) (catastro CONAF-CONAMA 1997). La superficie de bosque afectado en ambas comunas alcanza un total de 82.590 ha.

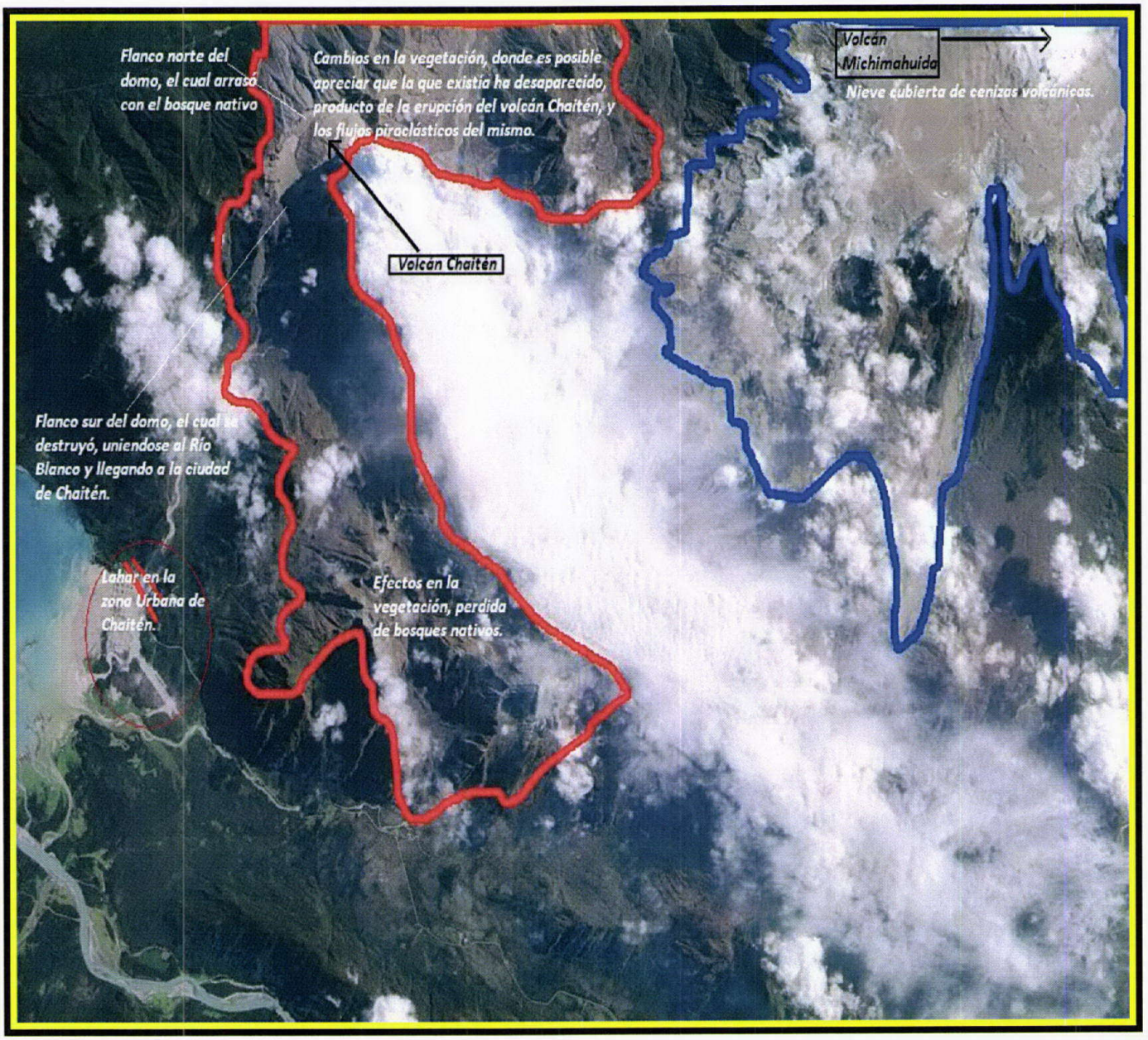
En la Imagen Satelital N° 3 (Ver Imagen Satelital N°3 en la siguiente página), post erupción del volcán Chaitén, se puede apreciar que con los flujos piroclásticos se ha afectado una gran parte del bosque nativo. Al compararla con la imagen Satelital N°2 (Ver Imagen Satelital N°2 en la siguiente página), que corresponde a Chaitén antes de la erupción, podemos ver que, en el área del flanco norte, ha desaparecido el bosque nativo, por los flujos piroclásticos y material incandescente, y en el flanco sur se produjeron los lahares, los cuales afectaron directamente a la ciudad. Hacia el noreste de Chaitén, los flujos y la nube de cenizas afectaron, la nieve y el glaciar del volcán Michimahuida, el cual quedó cubierto de estas, abarcando además hacia el oeste, donde cayó parte al Océano Pacífico.

Imagen Satelital N°2 Anterior al Proceso Eruptivo

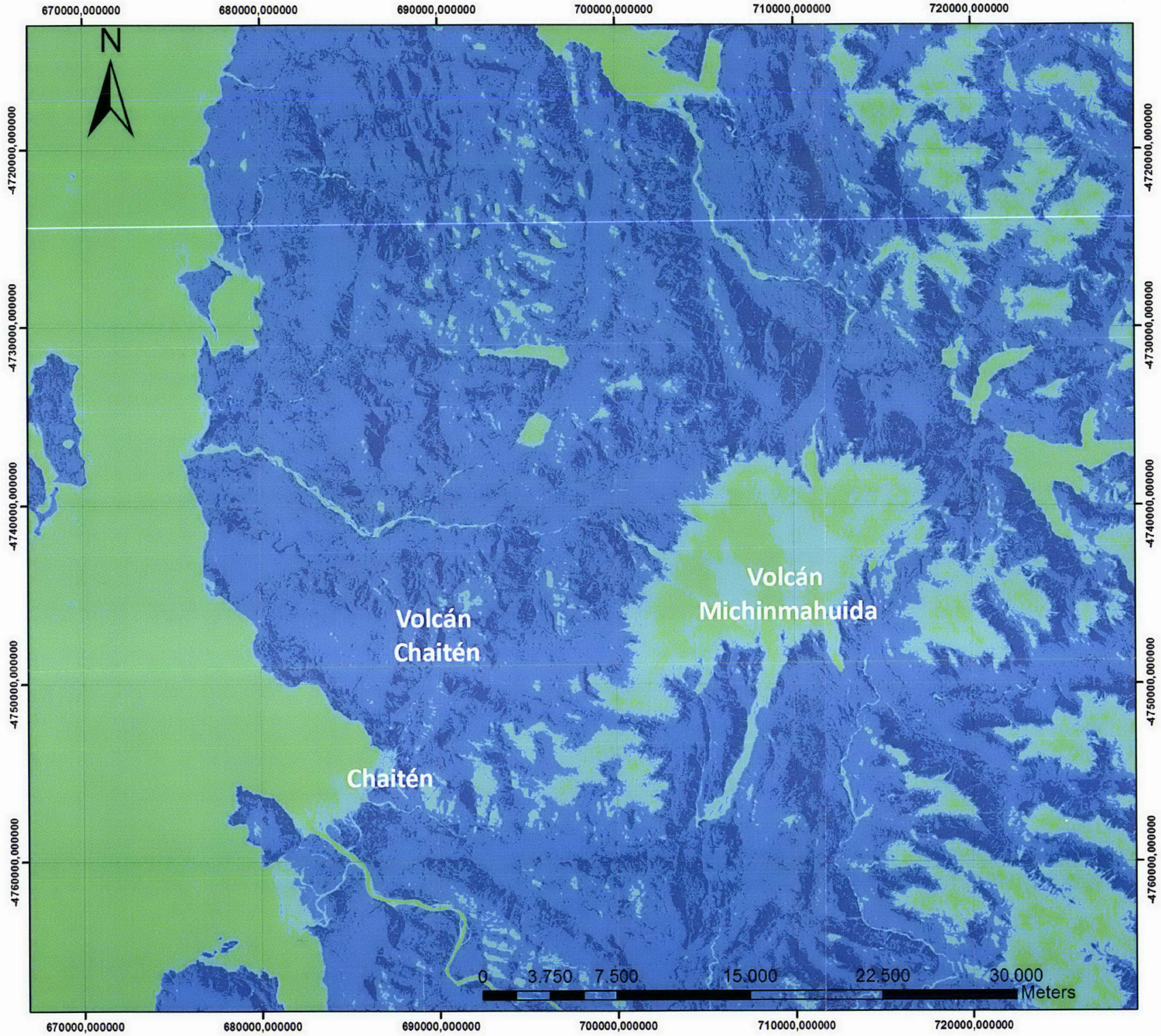


Fuente: http://www.inglaner.com/volcan_chaiten.htm

Imagen N° 3 Posterior al Proceso Eruptivo



Fuente: http://www.inglaner.com/volcan_chaiten.htm



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

NDVI Indice Diferencial de Vegetación Normalizado 2005

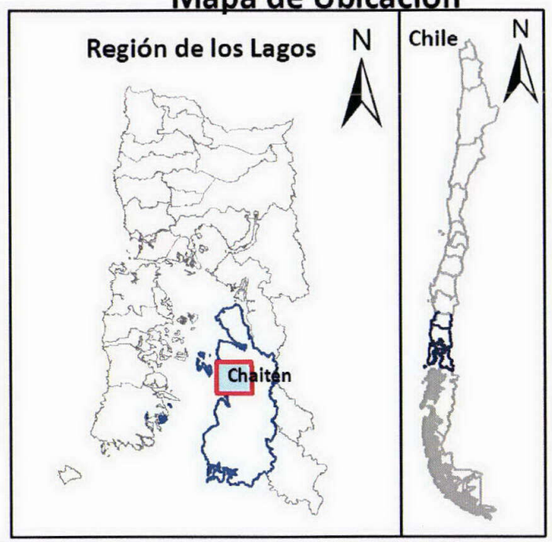
Simbología

NDVI

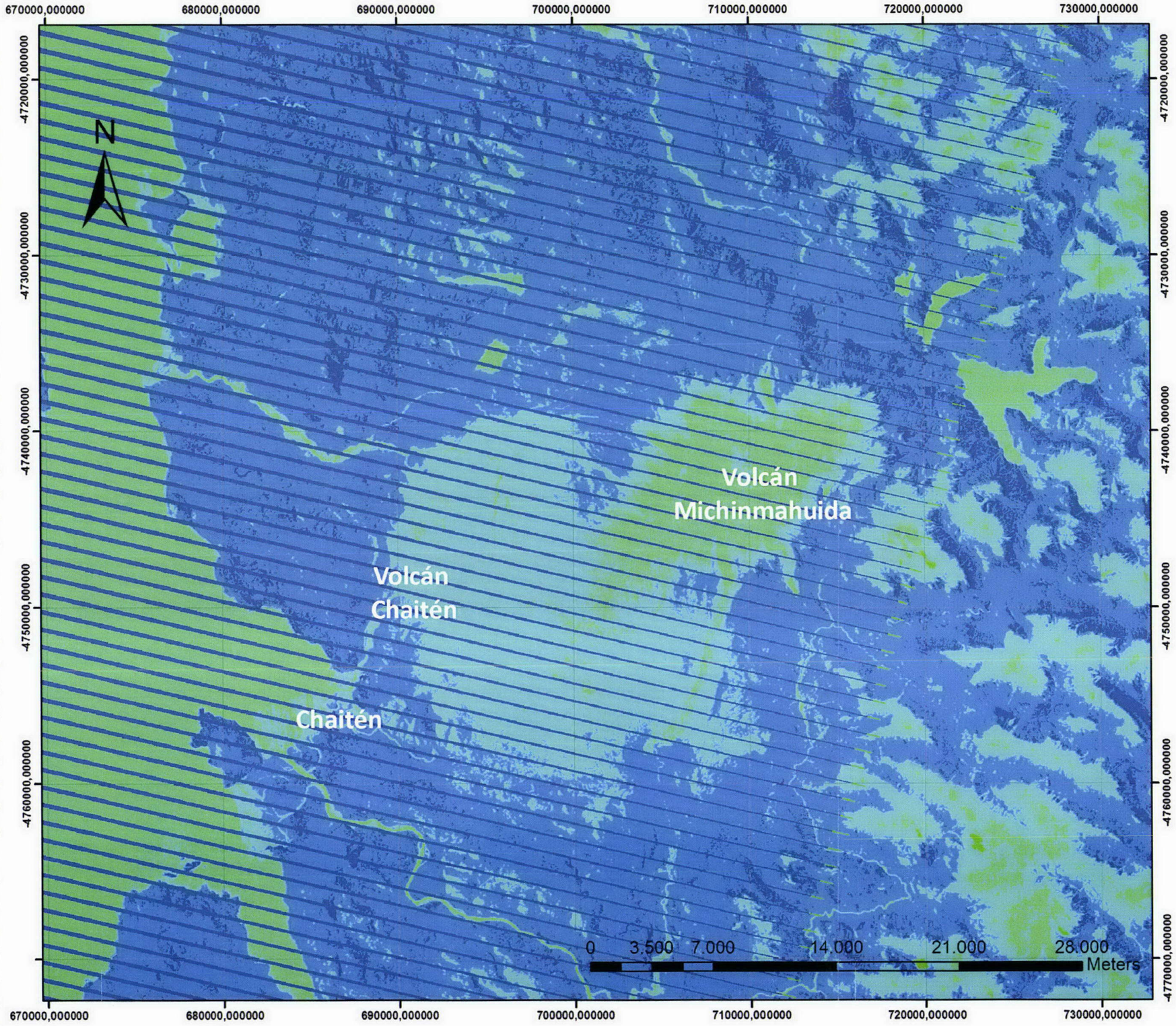
Rangos

- -1 - -0,6
- -0,6 - -0,2
- -0,2 - 0,2
- 0,2 - 0,6
- 0,6 - 1

Mapa de Ubicación



Fuentes:
Imagenes LANSAT del 2005.
IDRISI Kilimanjaro
Enero, 2010.



GOBIERNO DE CHILE
ONEMI
MINISTERIO DEL INTERIOR

Departamento de Protección Civil
Unidad de Gestión Territorial

Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

NDVI Indice Diferencial de Vegetación Normalizado 2009

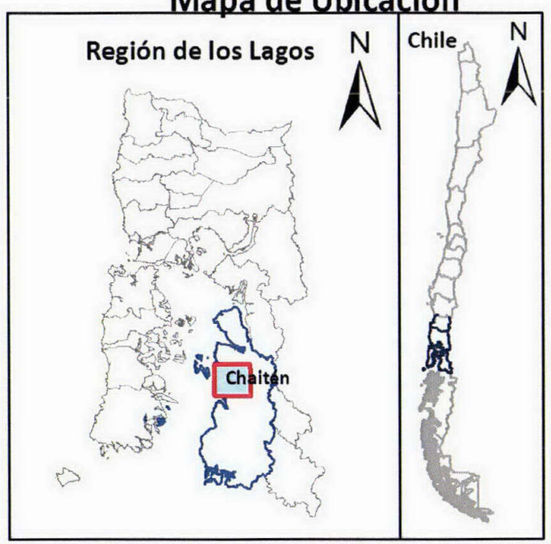
Simbología

NDVI

Rangos

- -1 - -0,6
- -0,6 - -0,2
- -0,2 - 0,2
- 0,2 - 0,6
- 0,6 - 1

Mapa de Ubicación



Fuentes:
Imagenes LANSAT del 2005.
IDRISI Kilimanjaro
Enero, 2010.

Análisis de NDVI

El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI), es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

El NDVI, arroja valores en la vegetación que varían entre (-1) y el (+1). Sólo los valores positivos corresponden a zonas de vegetación. Los valores negativos, generados por una mayor reflectancia en el visible que en el infrarrojo, pertenecen a nubes, nieve, agua, zonas de suelo desnudo y rocas. El valor del NDVI puede variar en función del uso de suelo, estación fenológica, situación hídrica del territorio y ambiente climático de la zona. Estas propiedades hacen que el NDVI se haya constituido en una valiosísima herramienta para la evaluación de cubiertas vegetales, así como para estudiar la clasificación y dinámica vegetal y sus aspectos fenológicos.

Para tener una comparación de la vegetación existente en Chaitén se realizaron los NDVI de dos periodos distintos, siendo el primero del año 2005 antes de la erupción del volcán Chaitén y el segundo del año 2009, que corresponde al periodo posterior a la erupción del volcán.

Una vez procesadas las dos imágenes, se obtuvieron los efectos que se produjeron en la vegetación con la erupción volcánica.

En el NDVI del año 2005 se aprecia que existe gran cantidad de vegetación, desde matorrales que se encuentran en los rangos de 0,2 a 0,6, los cuales se pueden apreciar en la imagen con un tono azul opaco los rangos de 0,6 a 1, que corresponden a bosques nativos frondosos que se presentan en el mapa con un color azul fuerte, este último rango no es tan representativo, ya que no hay gran cantidad, pero es posible ver su distribución de manera homogénea.

Los rangos que van de -0,2 a 0,2 representan zonas donde se encuentra el suelo desnudo, en la imagen es posible ver de color celeste estas áreas.
Los rangos que van desde -0,2 a -1 representan zonas en las cuales representan agua, nieve, rocas, además de suelos desnudos.
En el NDVI de Chaitén del año 2009, es posible ver que los efectos del volcán, donde existió perdida de vegetación, la cual abarcó 21 km de norte a sur aproximadamente y 14 km de este a oeste, tomando como referencia el volcán.

En el NDVI del año son visibles los cambios si se compara con el del 2005, existiendo un aumento de los suelos desnudos que corresponde a los rangos que van de -0,2 a 0,2 y una disminución de bosques nativos frondosos que van entre los rangos de 0,6 y 1. Los rangos que van desde -0,2 a -1 representan agua, nieve y rocas, aumentan en el año 2009, debiendo ser por la cantidad de precipitaciones y los deshielos ocurridos en el periodo de la erupción.

En definitiva, con la comparación se logró identificar la pérdida de vegetación, debido a que aumentó el suelo desnudo en el lugar y disminuyeron los bosques nativos, aumentando también las zonas donde se encuentra agua, nieve y rocas con respecto al 2005.

9 Identificación de Cambios Socio – Económicos de la población comunal, en relación a Impactos ambientales – territoriales provocados por el volcán Chaitén.

9.1 Población antes de la erupción del volcán Chaitén.

Según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2002, la comuna de Chaitén tenía una población total de 7.182 habitantes, de los cuales 3.902 eran hombres y 3.242 eran mujeres, lo cual presentó un descenso de un 1% anual en la población con respecto a la medición realizada en 1992.

El 56,6% de la población comunal era urbana, concentradas totalmente en la capital comunal. El pueblo de Chaitén tenía, en el año 2002, una población de 4.065 habitantes (2.117 hombres y 1.948 mujeres) y una cantidad de 1.224 viviendas extendidas en una superficie de 1,92 km^2.

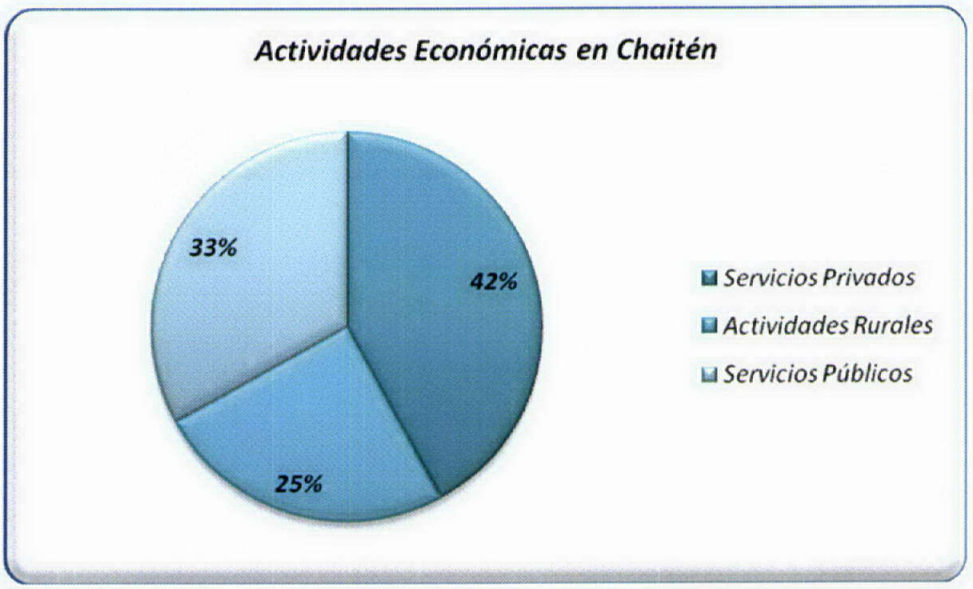
El INE identificó 10 localidades de carácter rural dentro de la comuna, calificadas como caseríos. Entre éstos destacan Ayacara (269 hab.) y Caleta Buill (175 hab.) en la península de Comau, Villa Santa Lucía con 136 habitantes, El Amarillo con 88 habitantes y Puerto Cárdenas con 21 personas en la desembocadura del lago Palena.

La población comunal hacia 2005 era en su mayoría joven, con un 35,78% de la población menor a los 20 años, mientras un 10,08% de la población superaba los 60 años de edad. Pese a ello, dentro de la población joven existía una comparable diferenciación entre los distintos sexos: mientras en el caso femenino, la distribución por edades alcanza un máximo sustancial cerca de los 12 años, en el de los hombres se reparte de forma similar entre los 10 y los 24 años. En ambos casos, sin embargo, la población en el rango entre los 25 y los 30 años de edad se reduce a un 5,71% de forma conjunta, considerablemente notorio en comparación con los quinquenios cercanos, los cuales superan el 8%.

9.2 Actividades Económicas en Chaitén antes de la Erupción del Volcán Chaitén.

En un estudio efectuado por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se establecieron las actividades económicas de la población de Chaitén, las cuales están divididas en tres grandes grupos que son:

1. Servicios Privados
2. Actividad Rural
3. Servicios Públicos

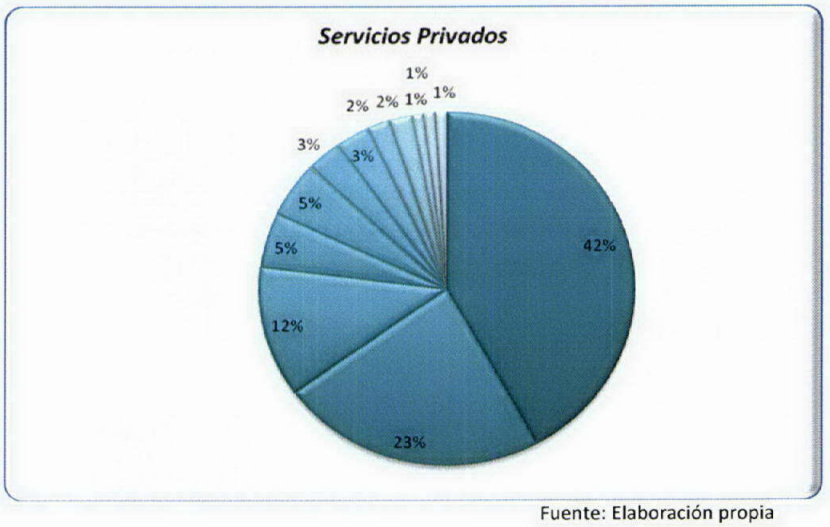


Fuente: Elaboración Propia

Se detallan a continuación las tres actividades del sector económico, con sus respectivos gráficos y análisis.

9.2.0 Los servicios Privados se dividen en:

- Construcción. ***42%***
- Comercio al por menor, excepto comercio de vehículos automotores y motocicletas, reparación defectos ***23%***
- Hogares privados con servicio doméstico ***12%***
- Otras actividades empresariales ***5%***
- Hoteles y restaurantes ***5%***
- Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas, venta al por menor de combustible para automotores ***3%***
- Transporte vía terrestre por tuberías ***3%***
- Actividades de transporte complementarias y auxiliares, actividades de agencias de viaje. ***2%***
- Fabricación de muebles, industria manufacturera ***2%***
- Transporte por vía acuática ***1%***
- Comercio al por mayor y en comisión, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas ***1%***

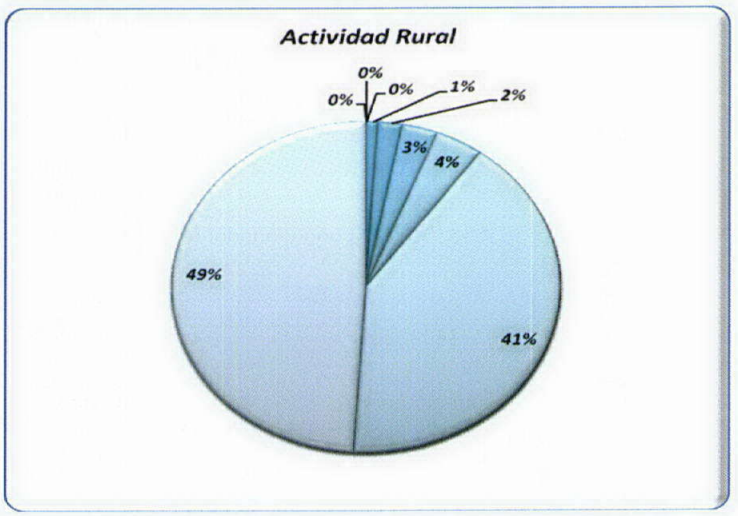


Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que las actividades económicas privadas poseen 42% del total de las actividades que se desarrollan en Chaitén, destacándose dentro del sector privado, la construcción con un 42%, el Comercio al por menor, reparación de defectos, excepto comercio de vehículos automotores y motocicletas 23% y los hogares privados con servicio doméstico con un 12%. Le siguen en menor porcentaje el resto de las actividades anteriormente descritas, pero son estas tres actividades, las que generan movimiento al servicio privado.

9.2.1 La Actividad rural se dividen en:

- Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscicolas, actividades de servicios relacionadas con la pesca ***49%***
- Agricultura, ganadería, caza y actividades de tipo servicio conexas ***41%***
- Producción de madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles, fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables ***4%***
- Silvicultura Extracción de madera y actividades tipo servicio conexas ***3%***
- Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo ***2%***
- Fabricación de productos alimenticios y bebidas ***1%***
- Fabricación de otros productos minerales no metálicos ***0%***
- Fabricación de metales comunes ***0%***
- Extracción de minerales metalíferos ***0%***



Fuente: Elaboración Propia.

La actividad rural representa el 25% de las actividades económicas que se realizan en el lugar, destacándose dentro de la actividad rural, la pesca, la explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas y todas las actividades de servicios relacionadas con la pesca, en un 49%, además de la agricultura, ganadería, caza actividades de tipo servicio conexas con un 41% del total. Entre estas actividades se llevan todo el aporte que realiza la actividad rural en el lugar, ya que el resto de actividades aporta pero en un muy bajo porcentaje.

Usos de Suelo antes de la erupción del volcán Chaitén

La siguiente tabla muestra el desglose de la superficie total de explotaciones de la región de Los Lagos, en los diferentes usos que se le ha dado al terreno, en cuanto a la actividad agrícola.

Tabla N°4 Porcentaje de uso de suelo, sobre explotaciones totales

COMUNA	Suelos de cultivo	Praderas	Plantaciones Forestales	Bosque Nativo	Matorrales	Infraestructura	Terrenos estériles
X de Los Lagos	2.92%	19.55%	2.06%	57.16%	7.83%	0.43%	10.06%
Palena	0.09%	6.39%	0.18%	65.04%	8.65%	0.04%	19.61%
Chaitén	0.01%	1.94%	0.01%	75.47%	2.55%	0.06%	19.99%

Fuente: Elaboración, Pontificia Universidad Católica de Chile, en base al censo agropecuario 2007, www.ine.cl
corresponden a praderas naturales y mejoradas.

Como puede apreciarse en la tabla, el suelo de la región de los Lagos está compuesto principalmente por bosque nativo, ítem que representa el 57,16% de la superficie de explotaciones totales. Para la provincia de Palena, dicho porcentaje es mayor aún, alcanzando el 65,04%, y un indicador del potencial turístico de la región, especialmente para actividades al aire libre como el trekking, canopy, etc. Siendo Chaitén el que representa el 75, 47% de las exportaciones de bosque nativo, lo cual es un altísimo porcentaje en la provincia y la región.

Efectos en Agricultura y Entorno posterior a la erupción del volcán Chaitén.

"Debido a que los componentes de la columna de humo y la lluvia de cenizas en forma de plumas (zinc, azufre y flúor, entre otros), podrían producir cuadros de intoxicación, trastornos digestivos como parálisis ruminal y malformaciones posteriores. Además, la acumulación sobre el pelaje, puede afectar al ganado menor, principalmente a los ovinos".

Según antecedentes aportados por el CENSO 2007, la masa ganadera que pastorea en el sector de Chaitén y Futaleufú no supera las 28.000 cabezas.

Tabla N° 5 Estadísticas Silvoagropecuarias

Comunas	Explotaciones agropecuarias (ha)	Plantaciones Forestales (ha)	Superficie con Riego (ha)	Superficie sembrada (ha) Leguminosas y tubérculos	Ganado Bovino nº cabezas	Ganado Ovino nº cabezas	Cerdos nº cabezas	Equinos nº cabezas	Caprinos nº cabezas
Chaitén	504.653	87	-	-	6.599	8.011	1.119	324	443

(Fuente: Censo Silvoagropecuario 2007)

La universidad Austral de Chile, generó un informe de "impacto sobre ganadería de la erupción del volcán Chaitén (comuna de Futaleufú), realizado el 19, 20 y 21 de mayo del 2008, el cual concluyó lo siguiente:

- La capa de cenizas ha cubierto mayormente la pradera, asociado a la abundancia de nieve redujo significativamente la disponibilidad de forraje.
- No se observa acumulación de cenizas en el aparato digestivo de los animales.
- Las concentraciones de flúor encontradas en las cenizas, el agua, el pasto y en la sangre de los animales están bajo los rangos máximos tolerables.

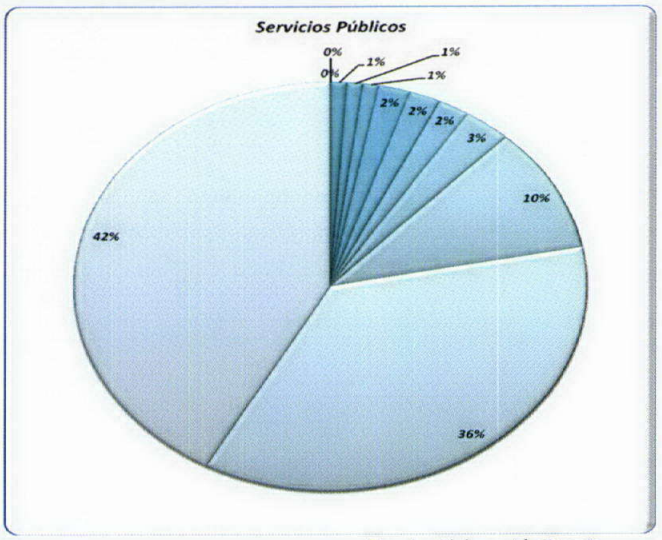
Fotografía N° 5 Estado del Ganado en Chaitén



Fuente: ONEMI, Afectación Ganado mayo 2008.

9.2.2 La Administración Pública se divide en:

- Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria ***42%***
- Enseñanza ***36%***
- Actividades de servicios sociales de salud ***10%***
- Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas ***3%***
- Otras actividades de tipo servicio ***2%***
- Intermediación financiera, excepto la financiación de planes de seguros y de pensiones ***2%***
- Correo y telecomunicaciones ***2%***
- Actividades de asociaciones de asociaciones ***1%***
- Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente ***1%***
- Eliminación de desperdicios y agua ***1%***
- Captación, depuración y distribución de agua ***0%***
- Investigación y desarrollo ***0%***



Fuente: Elaboración Propia

La actividad pública representa un 33% de las actividades económicas, dentro de esta actividad, lo que más destaca es la administración pública y defensa y los planes de seguridad social de afiliación obligatoria con un 42%, la enseñanza con un 36% y las actividades sociales de salud con un 10%. Lo que no se desarrolla dentro de este sector económico es la captación, depuración y distribución de agua, además de la investigación y desarrollo., lo cual sería interesante de desarrollar.

9.3 Población post erupción del volcán Chaitén.

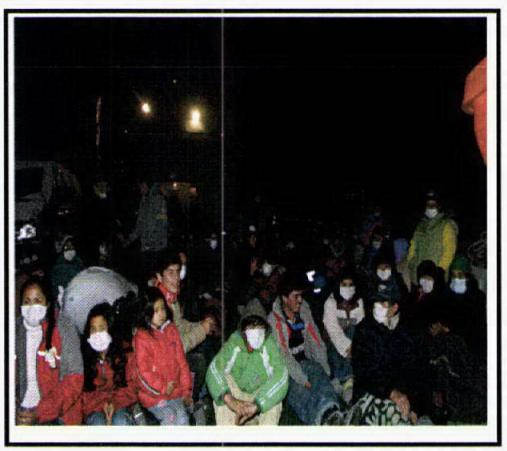
Una gran cantidad de sismos se sintieron en la localidad de Chaitén, previos a la erupción del volcán, hecho que causo inquietud en la población, pensando que era el volcán Michimahuida, el que podría hacer erupción, pero el día 2 de mayo del 2008, resultó ser el volcán Chaitén, el que comenzó a hacer erupción. Este volcán era desconocido para muchos en la ciudad, existiendo un rumor de que alguna vez habría existido un volcán llamado Chaitén ya que por lo pequeño, se creía que era un cerro.

La erupción del volcán comenzó a causar estragos, por la acumulación de cenizas, los flujos piroclásticos, el desborde del río Blanco y los lahares que se produjeron en la zona, teniendo que el gobierno tomar cartas en el asunto y evacuar la ciudad.



Fuente: ONEMI, Evacuación Chaitén mayo 2008

El informe "Emplazamiento Nueva Chaitén Sector Santa Bárbara – Comuna de Chaitén, Región de los Lagos" realizado por ONEMI, deja claro que *"la gente en Chaitén tenía clara conciencia que era indispensable la evacuación, pero en los relatos hechos en los Focus Group realizados, establecen que ellos quedaron con la noción de que los sacaron de manera violenta e irracional, Cuando se llama la atención sobre este aspecto reconocen que no es así pero la imagen de maltrato emerge una u otra vez".*



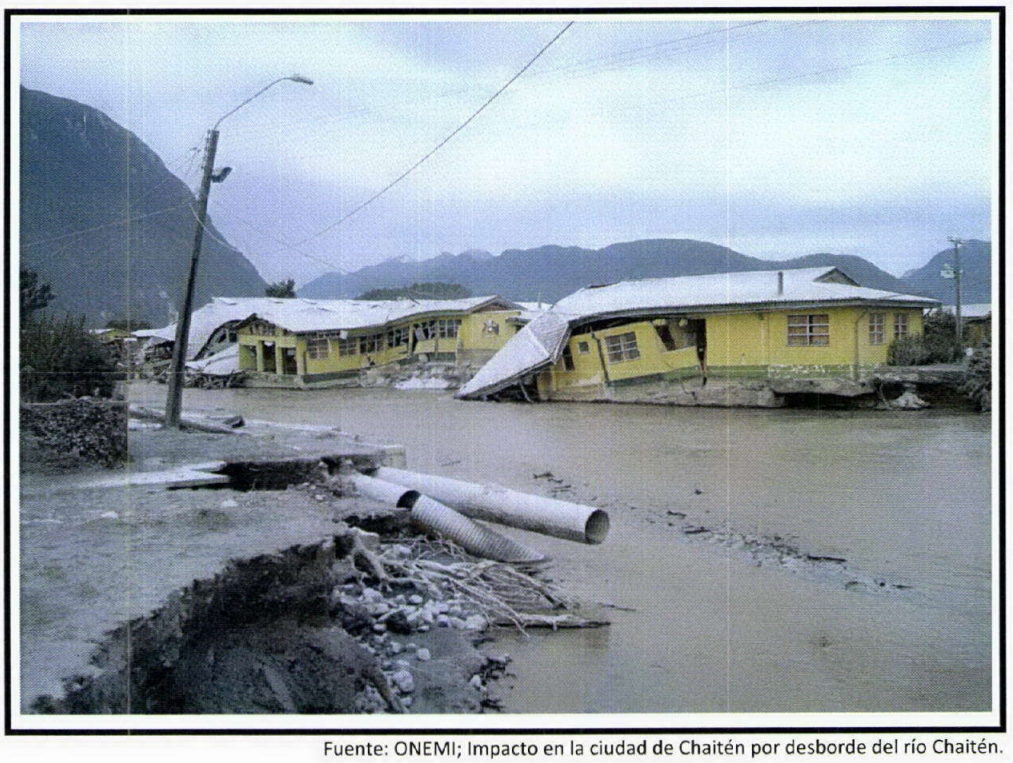
Fuente: ONEMI, Evacuación Chaitén mayo 2008



Fuente: ONEMI, Columna Eruptiva mayo 2008

Las familias de Chaitén fueron albergadas en la Provincia de Chiloé y en la Provincia de Llanquihue. En Chiloé las familias se distribuyeron principalmente en las comunas de Ancud, Castro, Quellón y Achao. *Las familias Chaiteninas "en Chiloé son mayoritariamente grupos cuyos jefes de hogar son artesanos y/ pescadores. A juicio tanto de los tutores los sicólogos del equipo psicosocial, la mayoría de ellos no eligió explícitamente*

estar en Chiloé sino que, una vez que fueron llevados ahí, no han sido capaces de articular mayores iniciativas. Por otra parte, hay que considerar que la cultura Chilota y la forma de vida de las comunas en las que están presentan menos diferencias con la forma de vida de Chaitén que – por ejemplo- Puerto Montt. Tanto artesanos como pescadores se encuentran con un mercado laboral completamente saturado lo que dificulta sus posibilidades de inserción. Sin embargo estas familias demuestran una gran capacidad de organización, lo que las dota de una fortaleza adicional para insertarse en la red de apoyos que se estructura a partir de la erupción y para adaptarse a su nuevo entorno".



Fuente: ONEMI; Impacto en la ciudad de Chaitén por desborde del río Chaitén.

"Las familias asentadas en la Provincia de Llanquihue, estas se aglutinan fuertemente en Puerto Montt. Los jefes de hogar de estos grupos familiares son predominantemente empleados públicos y profesionales (profesores) y comerciantes que tenían una buena situación en Chaitén. Un grupo importante de estas personas perdió no sólo su patrimonio sino una calidad de vida que difícilmente pueden encontrar en una ciudad".

"Tanto los profesores como los empleados públicos expresan vivir en una permanente incertidumbre ya que sus contratos son renovados cada pocos meses y esto, sumado a todas las demás incertidumbres les impide construir un nuevo proyecto de vida".

"Al igual que las familias de Chiloé, con estas familias no se había trabajado en la elaboración psicosocial de la experiencia vivida. Por ello, en el espacio de Focus se produjo una intensa descarga emocional que puso en evidencia los problemas de adaptación que enfrentan estas personas".

"En el imaginario de todas las Familias contactadas Chaitén ha cristalizado como la imagen de un paraíso perdido. Una ciudad inmejorable, emplazada en una localidad geográfica magnifica, con una comunidad en donde todos se conocen y respetan, en donde los niños eran ciudadanos por todos los vecinos y la maldad de las ciudades más grandes era una noción desconocida. Mientras más dura es la realidad que se vive en la actualidad, más fuerza adquiere Chaitén como un ideal y más intensa es la expresión del dolor de la pérdida".



Fuente: ONEMI, Evacuación Chaitén mayo 2008

Las familias que tienen niños o jóvenes, no desean poblar santa Bárbara, debido a que una ciudad les ofrece mayores oportunidades para poder estudiar, esto les compensa de cierta manera la calidad de vida que perdieron. Los que si están dispuestos a poblar Santa Bárbara son las personas pertenecientes a la tercera edad, aunque estas se encuentran un poco confundidas respecto a los tiempos de espera y en que condiciones estarían en este nuevo asentamiento.

El programa de apoyo a chaitén operó sobre un universo estimado de 1800 familias desplazadas, según el "Informe de Programa de Apoyo a Chaitén", este universo de ha conformado considerando a las familias que han recibido bono, que han sido parte de algún programa implementado por el gobierno (Fosis, Sense, Sercotec) o que han sido informados por la base de datos de alguna Gobernación Provincial.

Sobre este universo se logró trabajar aproximadamente con 1600 familias.

En cuanto al ámbito laboral, es posible señalar que 440 familias (54.5%) se encontraba desempleado aquel que es identificado o identifica como jefe de hogar.

- Las mayores dificultades para encontrar trabajo en el lugar de desplazamiento, se deben principalmente a las siguientes razones:
- Baja oferta laboral en el territorio
- Área laboral distinta al área de desempeño previo a la crisis
- Inestabilidad en el lugar de residencia, lo que dificulta encintrar un trabajo estable
- Perdida total de insumos para desarrollar su actividad, oficio o profesión
- Desmotivación

Se detectó que 199 familias (24.7%) solicitan apoyo o intermediación laboral, aludiendo que les es imposible encontrar ningún tipo de empleo.

273 familias (33.8%) muestran su intensión de poder emprender alguna idea de negocio o microempresa que les permita subsistir en las nuevas comunas o lugares donde están radicados actualmente.

Por otra parte 308 familias (38.2%) de la muestra parcial de 807 ya han recibido diversos beneficios de entidades como SERVIU, CORFO, SENSE, SERCOTEFC, en proceso de adjudicación de beneficios, ítem que incrementará ampliamente el porcentaje de familias beneficiadas por alguna de las entidades mencionadas.

112 familias de la muestra (13.9%) reciben la Sistema Único Familiar (SUF), 80 familias (9.9%) reciben Pensión Asistencial de Ancianidad (PASIS) y 57 familias (71%) reciben otras pensiones.

Respecto a los ingresos familiares independientes del bono de emergencia se establecieron las siguientes categorías:

- 292 familias (36.2%) señalan generar ingresos menores a $ 200.000
- 88 familias (10.9%) señalan generar ingresos entre $2000.000 y $500.000
- 79 (9.8%) señalan generar ingresos entre $500.000 y $1.000.000
- 5 familias (0.6%) señalan generar ingresos mayores a $1.000.000
- 343 familias (42.5%) no indican datos de sus ingresos familiares aproximados.

Al acabarse la ayuda por parte del gobierno, las familias deberán tomar una decisión de donde se establecerán definitivamente y que hacer con su vida en términos generales, ya que a las familias

damnificadas por la erupción del volcán Chaitén se les entregó, por parte del Gobierno, y en consideración de una serie de factores, entre los cuales influye el número de miembros de la familia en educación superior, según datos entregados por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios urbanos de:

- 200 mil por mes
- 20 mil por carga familiar
- 150 mil pesos por arriendo
- 60 mil pesos por el pago de servicios básicos
- 100 mil pesos por alimentación

Los bonos fueron entregados por el gobierno hasta el mes de Julio del 2009 según el informe, "Emplazamiento Nueva Chaitén, Sector Santa Bárbara – Comuna de Chaitén, Región de los Lagos" realizado por ONEMI, pero se reevaluó la situación y se entregarán hasta mayo del 2009.

El fin de este bono reflejará la situación real en la que se encuentran los Chaiteninos, debido que el bono cambia la verdadera disposición de las familias. Actualmente las personas que antes vivían en Chaitén debieron tomar sus decisiones sin ayuda y colocando en la balanza cual es la mejor para sus vidas de ahora en adelante.

El Tema del empleo es uno de los factores más importantes a la hora de tomar una decisión de donde vivir, la falta de este es el gran probl5ema al que se ven enfrentadas las familias Chaiteninas.

9.4 Situación de la Población Actualmente

Actualmente en Chaitén están viviendo 109 personas aproximadamente, según los reportes elaborados por ONEMI, región de Los Lagos donde se informó que, al Viernes 27 de Noviembre de 2009, el cause del río es bajo, siendo esto normal en el lugar, en este periodo del año.

Las pocas personas que viven en Chaitén, las cuales en su mayoría permanecen en el lugar para cuidar sus bienes y mantener sus negocios, no están preocupadas de los riesgos que existen en el lugar. Estas personas generaban movimiento en las actividades económicas, las cuales sustentaban la economía de la ciudad. Estas personas no quieren desplazarse a otras localidades, ya que el tema del arraigo, es muy fuerte para ellos. No hay conciencia de su parte, saben que en caso de que exista mayor peligro deben evacuar, pero no creen que el evento producido en mayo del 2008, vuelva a originarse.

Lo que más anhelan es que limpien Chaitén, que el río vuelva al curso que tenía anteriormente y exigen al gobierno que tome cartas en el asunto. La determinación de ellos es seguir viviendo en el lugar y nadie los

hará cambiar de opinión, puesto que el arraigo es muy fuerte. Estas personas, según el informe "Emplazamiento Nueva Chaitén, Sector Santa Bárbara – Comuna de Chaitén, Región de los Lagos" generado por ONEMI en mayo del 2009, pertenecen a **la *población más antigua*** *de Chaitén, son familias que habitan el lugar desde la época fundacional de la ciudad, que pueden remontarse a dos o tres generaciones. Se identifican con la imagen del colono y que lograron consolidar una situación familiar y productiva en la zona.*

La población que abandonó Chaitén es porque no sentían un arraigo tan fuerte con el lugar, estos corresponden al tipo de ***población reciente*** *que se vinculan con la zona por relaciones laborales, asociadas a los servicios públicos o a las actividades productivas, su relación con Chaitén es netamente laboral, Se trata de familias de funcionarios públicos, de miembros de la fuerzas armadas y de orden destacadas en la zona o de personal de empresas privadas,* por último está la ***población flotante*** *que lleva muy poco tempo en la zona y realizan trabajos temporales, de manera informal o con contratos a plazo fijo,* siendo estás dos últimas la que posee menor identidad con el lugar y que lo más seguro es que no vuelvan a vivir en el lugar.

Se realizó una entrevista a una persona, la cual vivía en Chaitén y se encuentra constantemente viajando al lugar, para saber cómo está la situación en la actualidad, ya que perdió su casa y sus familiares se encontraban viviendo en el área de Influencia en el momento de la erupción del volcán Chaitén el 2 de mayo del 2008.

9.5 Entrevista

Lunes 7 de diciembre de 2009

Sra. Patricia Nancuante

¿Usted tiene casa en Chaitén?

Sí, pero mi casa se la llevó el río, la mitad ya no está, perdí todo lo que tenía allá, pero mis hermanos no, ellos aún tienen sus casas y las van a ver de vez en cuando.

¿Cuánta población existe aproximadamente en Chaitén?

Existen más de 100 personas viviendo en el lugar, que son las que tienen negocios, o que sus casa no fueron arrastradas por el río, ya que en la zona norte de Chaitén, muchas casas quedaron sin problemas para habitarlas, el problema mas que nada eran las cenizas, que en algunos lugares tapaban las casas.

¿Existe la nube de cenizas actualmente en Chaitén?

No, poco, a ratos dicen que no se ve nada, pero a veces sale como vapor, como un gas, una nube, pero es muy poco, pero aún las personas sienten que andan cenizas en el aire, han habido enfermedades respiratorias y el ambiente es molesto a ratos, incluso yo tengo una sobrina que está viviendo allá y cuando hizo erupción el volcán, ella estaba esperando guagüita, pero la perdió a los tres meses y cuando se la sacaron, era una masa no tenia forma de nada, algunos dicen que es por la contaminación del volcán.

¿Existe agua potable en la zona?

No, no hay agua potable en la zona, existen camiones aljibes que dejan agua en el sector, pero agua potable de cañería no hay.

¿De dónde sacan agua los camiones aljibes?

El agua es sacada de Villa Santa Lucia, en el Amarillo que es un pueblito que hay más arriba, de ahí sacan el agua y la llevan para abastecer a la población residente en Chaitén.

¿Tienen luz eléctrica en Chaitén?

No, lo que tienen son generadores, porque luz eléctrica allá no hay, todos los que viven ahí tienen sus propios generadores.

¿Qué pasó con la actividad agrícola en el sector?

Había actividad agrícola, en el sector sur de Chaitén, pero con la ceniza muchos predios quedaron sin uso, más que nada era para consumo local, hoy en día no existe actividad agrícola.

¿Qué pasó con los animales?

Hay pocos animales ya que muchos murieron, algunos alcanzaron a llevárselos a Coyhaique, pero los que no quedaron suelos, dando vueltas, caballos, perros, etc. Cuando yo fui en Julio me daba pena verlos porque andaban deambulando flacos solos sin comida.

¿Después de cuánto tiempo pudieron volver a Chaitén?

Después de 3 meses pudimos volver a Chaitén, para ver nuestras casas, nuestras cosas, antes no se podía porque había gente de la armada cuidando el lugar, para que nadie entrara, porque había mucho riesgo de estar ahí. Además había carabineros en el Amarillo para vigilar que nadie entrara.

¿Se prestó ayuda sicológica por parte del gobierno?

Si, ayudaron, de hecho toda mi familia estaba con psicólogo y hasta el momento aún lo están, porque el trauma de lo que pasó fue muy fuerte, hay gente que aún no lo supera.

¿El gobierno les sigue dando el bono?

Si, el bono sigue vigente, lo que ha cambiado es la cantidad que se asignaba, porque por ejemplo, hay personas que ya tienen sus casas, porque aceptaron un subsidio que les da el gobierno, entonces se les descuenta la cantidad que les daban para arriendo. En el fondo se ha ido modificando en cuanto al dinero que se recibe pero la ayuda aún continua, pero hasta el momento lo asignaran hasta marzo.

¿Qué subsidio les da el gobierno?

El gobierno nos da catorce millones de pesos, como subsidio para comprar una casa en donde queramos, pero se supone que el gobierno aparte del subsidio, nos quiere comprar nuestras casas, y yo como mi casa estaba justo donde pasó el río, la perdí así que tengo que vender si o si, y para eso lo que me pidieron fueron fotos de la casa, pero yo no tenía, entonces me dijeron que no me preocupara, que ellos a través de imágenes satelitales identificarían mi casa y podrían saber cómo era para después comprarla

¿Qué es lo que más extraña de Chaitén?

Que es un lugar muy lindo, en el fondo lo que todos quieren es que arreglen Chaitén, que vuelvan a encausar el rio y que reconstruyan, porque si eso pasa yo compraría de nuevo, una es nacida y criada allá, además hay personas ancianas que quieren volver a vivir a sus casas, igual hay personas que están muy mal, enfermas sicológicamente, igual que yo tengo un tío que todavía está afectado por lo que pasó.

¿Usted sabe si en Santa Bárbara ya construyeron casas?

Mi hermana fue en octubre para allá porque ella quiere irse para allá, entonces fue a ver como estaba la cosa, para saber si realmente es como dicen, pero dice que no hay nada, lo único que hay es unos conteiner

donde está la municipalidad, los carabineros y supuestamente dicen que fue la inauguración del aeródromo, pero eso es pura mentira, en la calle, donde está la carretera, ahí paran los aviones. Incluso yo tengo un cuñado que está esperando que lo llamen, porque el trabajaba para la municipalidad y le ofrecieron trabajo para ir a construir las casas en Santa Bárbara, pero hasta el momento no ha pasado nada, yo creo que en ese lugar no van a construir nada, porque ahí incluso botaba la basura de Chaitén la municipalidad y la enterraban, entonces yo no creo que se pueda vivir ahí.

¿Usted o sus familiares volverían a Chaitén a vivir?

Yo compraría de nuevo si pudiera, donde mismo estaba mi casa, pero el gobierno no ha hecho nada por arreglar Chaitén. Mis familiares, algunos no van a volver porque tienen niños chicos y están bien donde están, mi hermano está bien en Chiloé, está trabando bien, incluso mi cuñada que nunca trabajó, le dieron trabajo. Mis otros familiares en Puerto Montt están bien, pero mi hermana quiere volver incluso quiere comprar en Santa Bárbara, generalmente la gente mayor, ya viejita de la zona quiere volver, pero las parejas jóvenes con hijos esas ya no vuelven.

9.6 Consideraciones Finales de la Población en Chaitén

Se puede sacar en limpio, que la situación en Chaitén no mejorará en cuanto a la infraestructura, ya que lo que pretende el gobierno es comprar las propiedades de los Chaiteninos y ayudarlos para que se puedan establecer en otras localidades, donde se encuentren más seguros, pero la decisión de la gente que aún vive en el sector, que son más de 100 personas, dice otra cosa, ellos se quieren quedar en Chaitén y seguir con sus vidas, su sentido de arraigo en el lugar es muy fuerte, no se quieren desplazar a otros lugares, pese a que la mayoría sigue afectado psicológicamente por lo ocurrido, no abandonaran sus bienes y la tranquilidad que les da vivir ahí. Por otro lado está la población que se estableció y está comenzando sus vidas en diferentes localidades entre Puerto Montt y Chiloé, estás son principalmente familias jóvenes, que tienen niños, los cuales tienen más oportunidades de estudios en otros lugares. La población adulto mayor es la que piensa volver a Chaitén o habitar Santa Bárbara, pero no hay nada claro, con respecto a lo que sucederá en ninguno de los dos lugares, ya que no saben si construirán casas en Santa Bárbara o habilitaran la zona norte de Chaitén, la cual está en mejores condiciones que el resto de la ciudad, por lo mismo todo es incertidumbre para ellos, lo que les afecta en mayor medida que a la población más joven.

En definitiva, el gobierno sigue prestando ayuda económica y psicológica, con lo cual se han podido mantener hasta el día de hoy, pero habría que ver que pasará cuando esta ayuda se dejé de dar, solo así estará más clara la situación en la gente, porque se tendrán que autoabastecer por si mismos y tomar las decisiones que les sean más beneficiosas y les den mayor seguridad en el futuro.

10 Resumen

El "Estudio del impacto territorial - ambiental generado por la erupción del volcán Chaitén", abarcó el ámbito ambiental y socio-económico, arrojando resultados de los cuales se logra obtener una visión general de lo ocurrido el 2 de mayo del 2008 con el volcán Chaitén.

El objetivo general de este estudio se planteo en describir los impactos territoriales – ambientales que produjo la actividad eruptiva del volcán Chaitén del día 2 de mayo del 2008, identificando las áreas afectadas por las diversas manifestaciones de este: lava, cenizas, lahares, inundaciones, remociones en masa, las cuales se lograron identificar, describiendo cada proceso e identificándolo en una cartografía del área de estudio.

Los procesos de remoción en masa y peligros volcánicos, se dan constantemente en esta zona, debido a las formas que posee el lugar, en cuanto a la pendiente, la altitud y los factores climáticos, los cuales van generando constantes cambios en la geomorfología del lugar. En cuanto al tema de la geomorfología del lugar, posee tres ámbitos importantes de considerar, el primero es la planicie donde se encontraba la ciudad de Chaitén, el segundo son los lomajes situados a 150 metros de altitud s.n.m., el tercero son los cordones montañosos, al norte y al este de la ciudad de Chaitén, los corresponden a graníticas con 1000 metros de altitud s.n.m. Tomando como referencia lo anterior, se identificó que en cuanto a formas fluviales, el río Blanco o Chaitén, correspondería a un canal de desborde, quedando demostrado con lo ocurrido posterior a la erupción, donde el río se desbordó y pasó por el medio de la ciudad, además hacia el noreste de Chaitén, el mismo rió se presenta en forma de canales anastomosados, observándose además al sureste de la ciudad de Chaitén formas fluviales que presentan difluencias con bancos medios y laterales. En el domo del volcán Chaitén y por donde se produjo el flujo de piroclástos, se aprecia un corredor de avalanchas, que es precisamente por donde escurrieron los flujos piroclásticos expulsados por el volcán Chaitén. Es posible encontrar además formas palustres, debido a que se encuentran muchos cursos de agua, lagos, esteros, etc., en las planicies.

Se logró identificar los distintos procesos de remoción en masa, dándole un orden jerárquico, según la importancia y el peligro que representaban, siendo los fondos de valles zonas de alto peligro, debido a que esta, se desplazan los flujos de piroclástos, en las altas cumbres existe mayor probabilidad de remoción en masa, debido a que es más fácil que se desprendan los materiales detríticos por la altitud, comparado con las laderas que poseen un moderado peligro.

Los peligros volcánicos se establecieron en el sector del flanco sur del volcán Chaitén, debido a la geomorfología existente, se produjo deslizamiento de material volcánico, el cual se unió al lecho del río Blanco, lo anterior sumado a las precipitaciones existentes en el sector, que produjeron que se formaran los denominados lahares, desborde e inundaciones. Otro peligro volcánico inminente son las avalanchas volcánicas, las cuales se dan en el mismo sector donde se establecieron los lahares, o sea en el flanco sur del domo del volcán, el peligro es que todos los flujos que se den en esa zona llegan directamente a la zona urbana, pasando por el medio de la ciudad, dividiendo en dos la ciudad. Se identificaron caudales con fuerte y moderado peligro volcánico, identificando además los lugares donde se dan los flujos piroclásticos, que son mayoritariamente en los fondos de valle. Se determinó que toda el área de estudio es afectada por las cenizas volcánicas.

En cuanto a los recursos naturales, del aire, agua, suelo y vegetación, no se presentaron graves problemas en el estado de estos. Con respecto al agua los estudios realizados por la DGA, arrojaron resultados de medición dentro de los rangos establecidos por la norma chilena para el agua. Excepto un estudio que realizó la CONAMA, entre los días 4 y 6 de mayo del 2008, a través de la organización, ***Emergency Response Training Center, USA (ERTC),*** la cual arrojó que el río Blanco presentó el pH, de turbiedad y temperatura del agua alterados, por ende en el sector no existen servicios de agua potable.

El estudio realizado del aire por la CONAMA, en definitiva no arrojó altos niveles de contaminación ni de gases nocivos para la salud de la población, los niveles encontrados de toxicidad pueden causar daños menores como irritación moderada a severa en los ojos, afectaciones pulmonares reversibles, irritaciones en la piel, siendo estos síntomas totalmente reversibles. Lo realmente complicado son las personas ancianas, asmáticas, enfermas del pulmón, ancianos, menores de edad y mujeres embarazadas, los que pueden presentar cuadros médicos importantes.

En cuanto a los estudios realizados en el suelo por el INIA, se encontró que las cenizas son ligeramente ácidas a neutras, mientras los suelos son de moderadamente ácidos a fuertemente ácidos. Su incorporación al suelo tenderá a elevar el pH y afectar la textura del suelo (agrega más material fino), dependiendo de los volúmenes depositados. En general, las cenizas corresponden a material inerte, con baja concentración de elementos nutritivos disponibles. Son más pobres que el suelo subyacente y, por lo tanto, no representan un aporte en el corto plazo. Por el contrario, tienden a diluir la concentración de nutrientes del suelo al mezclarse con éste. La excepción podría ser para azufre y boro, donde se aprecia un pequeño aporte.

En cuanto a los efectos en los animales y en el forraje de estos, existieron problemas para la alimentación de ellos, debido a que asociado a la abundancia de nieve redujo significativamente la disponibilidad de forraje. Las concentraciones de flúor encontradas en las cenizas, el agua, el pasto y en la sangre de los animales están bajo los rangos máximos tolerables.

La vegetación presenta que el bosque nativo fue arrasado y quemado en el flanco norte de la caldera que desciende hacia el río Rayas, producido por flujo piroclástico menor. Entre las comunas de Chaitén y Hualaihué concentran un total de 82.590 ha., de bosque quemado.

En el ámbito social, la población de Chaitén fue evacuada y distribuida en distintas localidades, apoyando a 1800 familias a las cuales se les otorgó distintos bonos para poder subsistir, estos estarán vigentes hasta marzo de 2010 aproximadamente. Además el estado comprará todos los terrenos que la gente de Chaitén quieran vender, teniendo aún en pié la idea de construir la nueva ciudad de Chaitén en Santa Bárbara. Solo se podrá saber qué pasará con la gente cuando se les deje de dar la ayuda económica por parte del gobierno y deban tomar la decisión de donde vivir definitivamente.

En el estudio se desarrollaron todos los objetivos, logrando dar una visión más amplia en cuanto a lo sucedido el 2 de mayo del 2008 y los efectos producidos en la naturaleza, medio ambiente y población.

11.- Conclusión y Discusión

El Estudio del Impacto Territorial-Ambiental generado por la erupción del volcán Chaitén, generó resultados de los cuales se puede obtener una amplia visión de los efectos provocados por la erupción.

La geomorfología del lugar tuvo cambios, producto de los procesos dinámicos que se dieron en el sector, como remociones en masa y peligros volcánicos, dentro de los que se hicieron presentes los lahares, flujos piroclásticos, desbordes y avalanchas volcánicas, donde por ejemplo se generaron canales de desbordes, en el sector del Río Blanco, producto del exceso de material y precipitaciones existentes en ese periodo. Estos procesos eran esperables dentro del proceso eruptivo, modelando la geomorfología del lugar nuevamente, ya que debido a las grandes altitudes y fuertes pendientes, se generan constantes cambios.

Los recursos naturales, son un punto importante en este estudio, ya que se pensó que podrían estar en un estado más deteriorado, pero se llegó a la conclusión de que los recursos naturales, no estaban en tan mal estado como se creía en un principio, debido a que los resultados arrojaron que la mayoría de las mediciones, tomadas al agua, aire y suelo, estaban dentro de los rangos permitidos dentro de las normas chilenas, para que no perjudicaran la salud de las personas. Lo encontrado en rangos anormales de pH, temperatura y turbiedad fue el río Blanco, el cual atraviesa la ciudad, por ende no hay servicios de agua potable en el sector de la ciudad de Chaitén. En cuanto al aire se detectaron afectaciones menores para las personas sanas, pensando que se podrían encontrar consecuencias más graves, pero lo que si ocurrió fue que las personas con enfermedades al pulmón, asma, embarazadas, niños y personas de la tercera edad, sufrieron cuadros médicos más importantes, lo cual era totalmente esperable. En el suelo, se llegó a la conclusión de que las cenizas no eran un aporte para el suelo, ya que los micro y macro nutrientes que está presentó, eran menores a los que tenía el suelo subyacente, por ende en vez de ayudar a que el suelo fuera más fértil, que es lo que se esperaba, disminuía la concentración de minerales de este. Lo anterior deja entrever que estos suelos no serán recuperables a corto plazo, ya que cayó gran cantidad de ellas y no generaban un aporte significativo al suelo, sino que todo lo contrario. Con el tema de la vegetación los resultados arrojaron la perdida de importantes hectáreas del bosque nativo, las cuales se encontraban en el flanco norte del volcán Chaitén, esto debido a flujos piroclásticos ocurridos en ese sector, además gran parte de la vegetación se encuentra dañada por las cenizas emitidas por el volcán Chaitén, lo que era esperable que ocurriera.

Los resultados en el ámbito social, dejaron ver una realidad en la cual reina la incertidumbre en las personas que actualmente viven en Chaitén, siendo estas más de 100, y sabiendo que el gobierno no

reconstruirá la ciudad, debido a que posiblemente esta se relocalice en la localidad Santa Bárbara. La incertidumbre es debido a que en la actual Santa Bárbara no se ha construido nada y solo se encuentran los servicios públicos.

Existe un fuerte sentimiento de arraigo en las familias que vivieron toda su vida en Chaitén y también un desarraigo por parte de las familias jóvenes, las cuales tienen hijos y optaron por mejores oportunidades. En definitiva si se llegará a reconstruir Chaitén, no volverá a ser con el total de la población que existía antes de la erupción volcánica. Dentro de todo lo ocurrido es importante decir que sicológicamente las personas que ahí tenían toda una vida establecidos, quedaron fuertemente afectados, lo que perdura actualmente.

El impacto que generó la erupción del volcán en la comunidad fue fuerte, debido a que se destruyó gran parte de la ciudad, dejándola inhabitable. Los servicios básicos ya no funcionan, porque el agua en el sector donde se emplazaba la ciudad está con niveles de pH, temperatura y turbiedad anormales, la luz es obtenida a través de generadores eléctricos.

Considerando que de los miles de habitantes, solo quedan un poco más de cien, debido a que el resto perdió sus bienes y/o decidió emigrar a otras localidades, es preciso decir que los efectos fueron catastróficos, tanto que a nivel nacional, se generó alerta en todos los servicios encargados de emergencias, los que levantaron planes de contingencia, ayudando a la población, la que fue evacuada totalmente, existiendo personas que se resistían a salir del lugar, siendo estas mismas las que actualmente se encuentran viviendo en Chaitén. Los efectos del volcán tuvieron incidencia en más de una localidad, llegando la nube de cenizas hasta la república de Argentina, lo que era esperable, de acuerdo a la dirección del viento.

En definitiva los resultados arrojaron daños tanto en la población como en los recursos naturales, pero fueron más latentes en la población, debido a que perdieron gran parte de sus bienes, además de quedar sin un lugar donde vivir, el cual les hace sentir alteridad, al estar viviendo en otras localidades, por el hecho de tener sus raíces en Chaitén. En cuanto al medio ambiente se deterioro la calidad de los recursos naturales, pero sus daños son totalmente reversibles, con el tiempo se podrán recuperar, según la capacidad de resiliencia que tengan, pero a la población le costará mucho recuperarse, debido a las pérdidas económicas y emocionales.

Para la realización de este estudio se debió recurrir a las diversas instituciones, las cuales facilitaron información a través de estudios realizados por ellos mismos, con lo cual se pudo realizar este informe, donde se logro obtener resultados, y cumplir los objetivos propuestos.

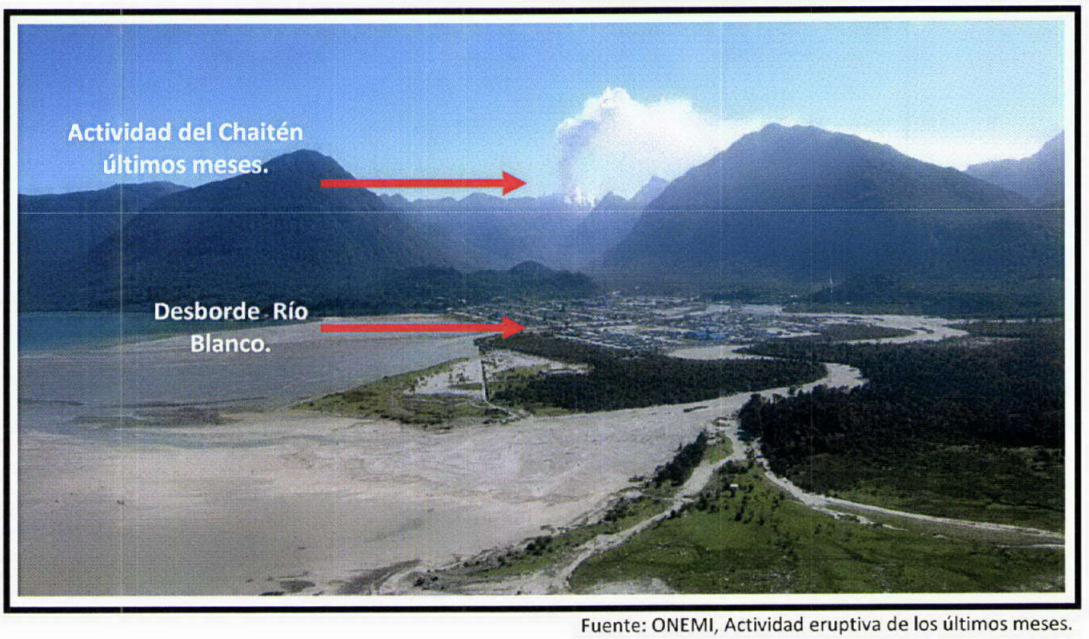
Las ventajas con las que se contó fue la accesibilidad a información de las distintas instituciones encargadas del tema, debido a que sin ello, no se habría podido cumplir con los objetivos propuestos.

Las limitaciones que se debieron enfrentar fueron la falta de acceso al área de estudio, para poder describir en terreno los aspectos físicos, como la geomorfología, las remociones en masa y los peligros volcánicos, ya que estos aspectos solo fueron observados a través de imágenes satelitales y a través de fotointerpretaciones del área de estudio.

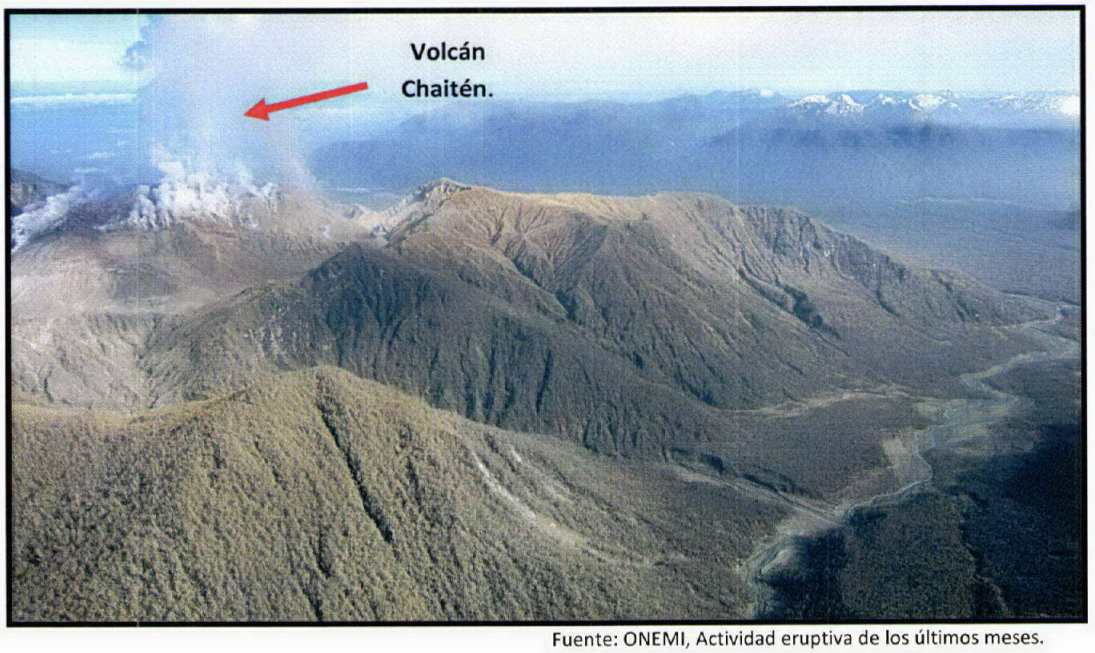
Los aspectos sociales fueron tomados de informes generados para la presidencia de la república y por estudios realizados por ONEMI, además de una entrevista a una fuente directa, la cual vivió en la zona antes de la erupción del volcán.

12.- Anexos

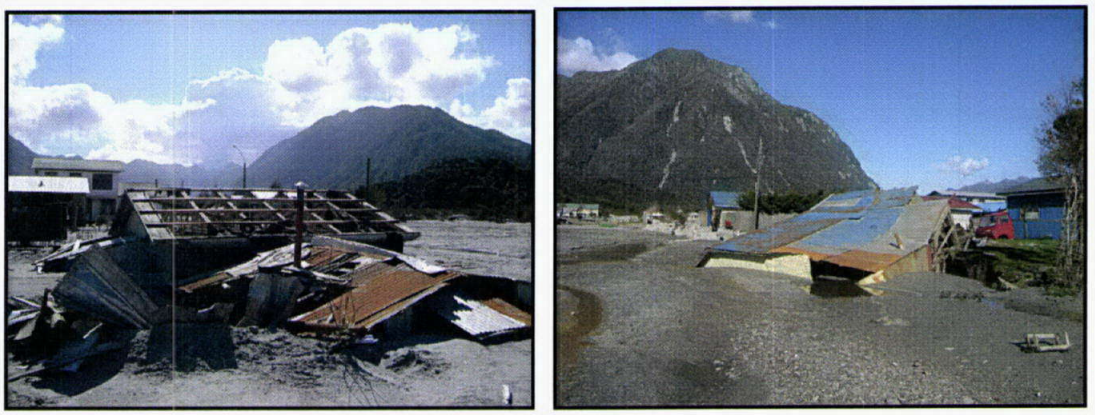
10.1. Fotografías de la Población Post Erupción del Volcán Chaitén



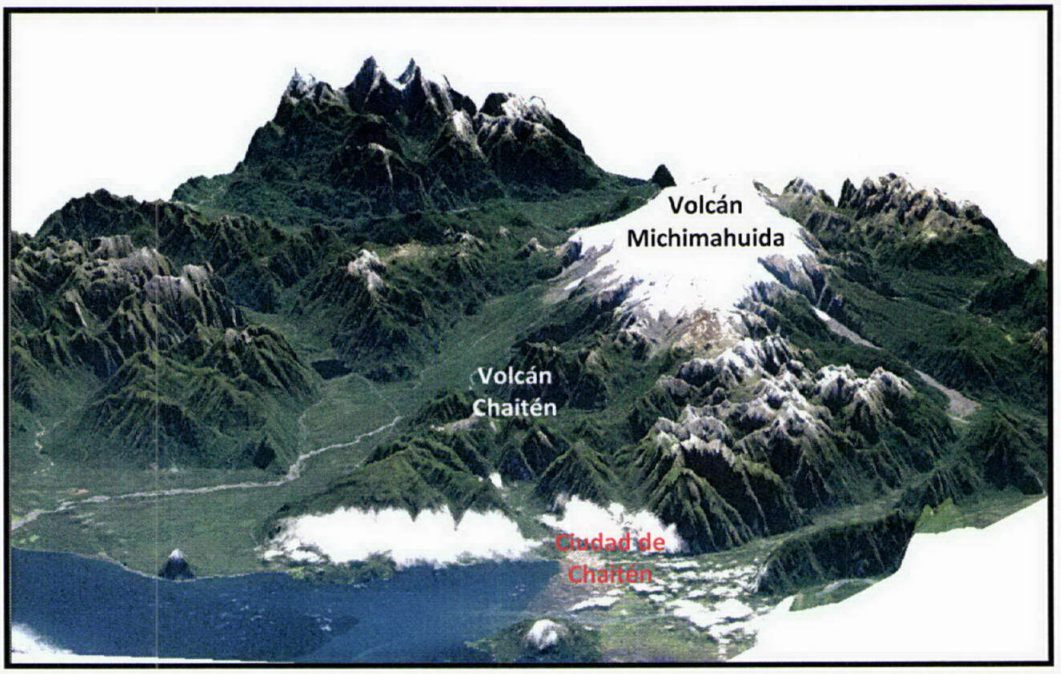
Fuente: ONEMI, Actividad eruptiva de los últimos meses.



Fuente: ONEMI, Actividad eruptiva de los últimos meses.



Fuente: ONEMI, Impacto en la ciudad de Chaitén por desborde de río Blanco.



Fuente: ONEMI, Localización de Chaitén.

11 Bibliografía

GONZÁLEZ-FERRAN, OSCAR. 1995. Volcanes de Chile, Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.

RIVERA, ANDRÉS, Glaciólogo del Centros de Estudios Científicos, La Tercera, Santiago, Chile, 8 de mayo del 2008.

VERA, WILFREDO, Ingeniero en suelos de la Universidad de Chile, Notimex, El universal, Santiago de Chile, 8 de mayo del 2008.

GOÑI, JOSÉ. Ministro a cargo de la campaña en Chaitén, La Tercera, 12 de mayo del 2008, Santiago, Chile.

SEPÚLVEDA, SERGIO. 2007. Remoción en Masa, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2007.

SOTO, MARÍA VICTORIA. 2007. Carta geomorfológica de la sección central y occidental de la Región Metropolitana de Santiago, Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1983. Geografía de Chile, Tomo II Geomorfología, Pág. 133- 140, Santiago, Chile.

SERNAGEMIN. 2008. Evaluación Preliminar de los Peligros Geológicos en la Ciudad de Chaitén, Provincia de Palena, Región de los Lagos. Santiago, Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, Dirección General de Aguas, Minuta técnica Nº 113, Informe sobre la calidad de los recursos hídricos del 16 de mayo del 2008, Región de los Lagos, Chile.

ONEMI, Informe Emplazamiento Nueva Chaitén Sector Santa Bárbara- Comuna de chaitén Región de Los Lagos, Mayo del 2009. Pág. 18 y 22.

Consultoría para el Desarrollo de Lineamientos Estratégicos de Reconstrucción y Plan Maestro Conceptual Post-Desastre Chaitén, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Austral de Chile, Observatorio de Ciudades Universidad Católica.

Delegación Presidencial para la Provincia de Palena, Informe programa de Apoyo a Chaitén, Resultados primer corte, Septiembre a Octubre de 2008.

Efectos de la erupción del volcán Chaitén sobre los ecosistemas de la provincia de Palena (Patagonia-Chile), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIA. 2008.

Páginas web:

1. *http://www.sernageomin.cl/index.php?plantilla=categoria&option=com_content&task=section&id=39&Itemid=43*
2. *http://www.eluniversal.com.mx/notas/505311.htmlhttp://www.latercera.cl/contenido/25_10498_9.shtml*
3. *http://www.latercera.cl/contenido/25_11846_9.shtml*
4. *http://www.glamorama.cl/medio/articulo/0,0,38035857_165312698_352261437,00.html*
5. *fadeu.puc.cl/.../wp.../**actividades**-productivas-y-**economicas**.pdf*
6. *http://www.latercera.cl/contenido/25_11809_9.shtml*
7. *http://www.noticias.ma/otro-poblado-sur_i42308_2.html*
8. http://blog.nuestroclima.com/?page=redirect&p=1441
9. http://www.infor.cl/teledeteccion/chaiten/
10. http://www.lanacion.cl/prontus_noticias_v2/site/artic/20080505/pags/20080505205647.html
11. http://www.elrepuertero.cl/admin/render/noticia/19453
12. http://www.infor.cl/teledeteccion/chaiten/
13. www.ine.cl