

SISMOS HISTÓRICOS Y RECIENTES EN MAGALLANES

ARMANDO CISTERNAS* Y EMILIO VERA*

Recibido: 01/04/2008

Aceptado: 26/05/2008

RESUMEN

Terremotos en Magallanes, al sur de Chile, están asociados a movimientos relativos (menores que 2 cm./año) de tres placas: Sudamericana, Antártica y Scotia. Por lo tanto, la sismicidad es más baja comparada con la del norte de Chile, donde las placas de Nazca y Sudamericana convergen a razón de 10 cm./año aproximadamente. En Magallanes, sin embargo, dos importantes ($M_L = 7.5$) terremotos históricos ocurrieron en 1879 y 1949. Sismicidad reciente, registrada en 1997 y 1998, de magnitud menor que $M_L = 4.3$, ha ocurrido dentro de la corteza continental. Algunos terremotos muy superficiales se concentran alrededor de dos volcanes activos: Reclus y Burney. Se incluyen también breves descripciones del enjambre sísmico de 2007 en Aysén, y de la erupción del volcán Chaitén en 2008.

PALABRAS CLAVES: Magallanes, Placas tectónicas, Sismicidad, Volcanes.

HISTORICAL AND RECENT EARTHQUAKES IN MAGALLANES

ABSTRACT

Earthquakes in Magallanes, southern Chile, are associated to the relative motions (smaller than 2 cm./y) of three plates: South-American, Antarctic and Scotia. Thus, the seismicity is low as compared with northern Chile where the Nazca and South-American plates converge at a rate of about 10 cm./y. In Magallanes however, two main historical earthquakes ($M_L = 7.5$) occurred in 1879 and 1949. Recent seismicity, registered in 1997 and 1998, of magnitude smaller than 4.3 is located within the continental crust. Some very shallow earthquakes concentrate around two active volcanoes: Reclus and Burney. Short descriptions of the 2007 seismic cluster in Aysén and the 2008 eruption of the Chaitén volcano are also included.

KEY WORDS: Magallanes, Tectonic plates, Seismicity, Volcanoes.

INTRODUCCIÓN

Chile es un país sísmico, nadie ignora eso, pero no todos saben que es el país más sísmico

del mundo, y que el terremoto del 22 de Mayo de 1960, con magnitud 9.6, ha sido el más grande que se haya registrado hasta ahora.

Sin embargo, la mayor sismicidad corresponde

* Dpto. de Geofísica. Universidad de Chile. Blanco Encalada 2002. Santiago. Chile. acistern@fis.ucm.es, evera@dgf.uchile.cl.

a la zona norte. Tal como dijo recientemente en verso involuntario un colega hablando en un programa de televisión: “Chile es un país sísmico desde Arica a Taitao, sin dejar a Magallanes de lado.” En realidad, la sísmicidad depende de la Tectónica de Placas. Las placas de la superficie de la Tierra, al moverse una respecto de otra, no se desplazan en forma continua. La mayor parte de los movimientos son discontinuos y corresponden a los terremotos.

La Tierra es un planeta vivo debido al calor generado en su interior, producto de la radioactividad de las rocas que se agregaron para formarla, y debido también, al calor almacenado por la compactación gravitatoria de este material durante su proceso de formación. A medida que la Tierra se formaba su

temperatura interna crecía, y en un momento dado comenzó un proceso de convección en su interior tendiente a aumentar el transporte de calor hacia su superficie. En el interior de la Tierra se formaron entonces celdas de convección que permitían la subida a la superficie de material liviano formando la corteza, los océanos y la atmósfera, y por otro lado el descenso de material pesado (hierro y níquel) hacia el centro para formar su núcleo. La Tectónica de Placas es solo la muestra superficial del movimiento del interior de la Tierra, y determina toda la estructura y los procesos dinámicos que ocurren en su superficie.

En particular, en Chile, nuestra “loca geografía” es debida al movimiento relativo de las placas.

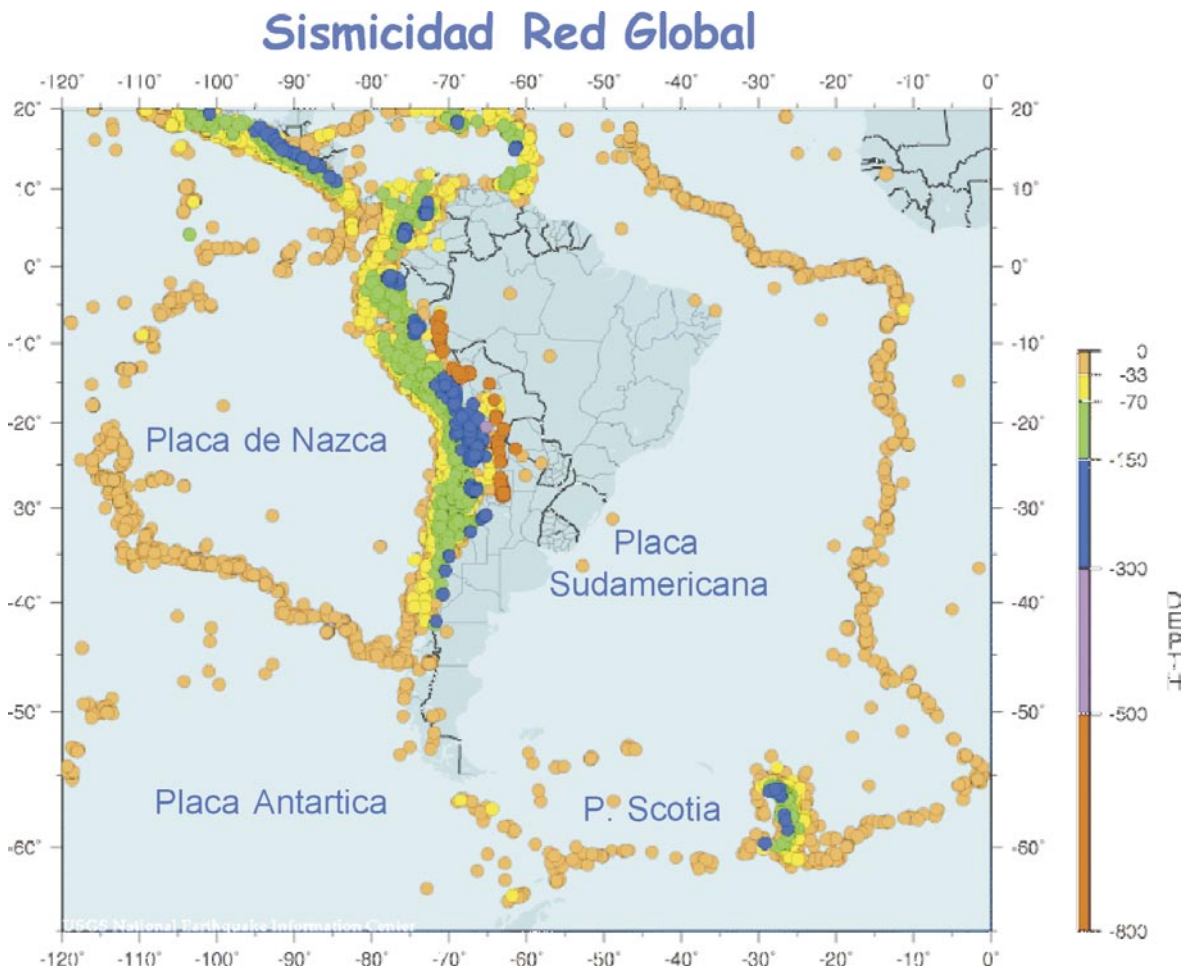


Fig. 1. Sismicidad que rodea las placas de Nazca y Sudamérica. El borde chileno-peruano de la placa de Nazca corresponde a la fosa marina, y los sismos aumentan en profundidad hacia el este debido al hundimiento de la placa oceánica. (USGS)

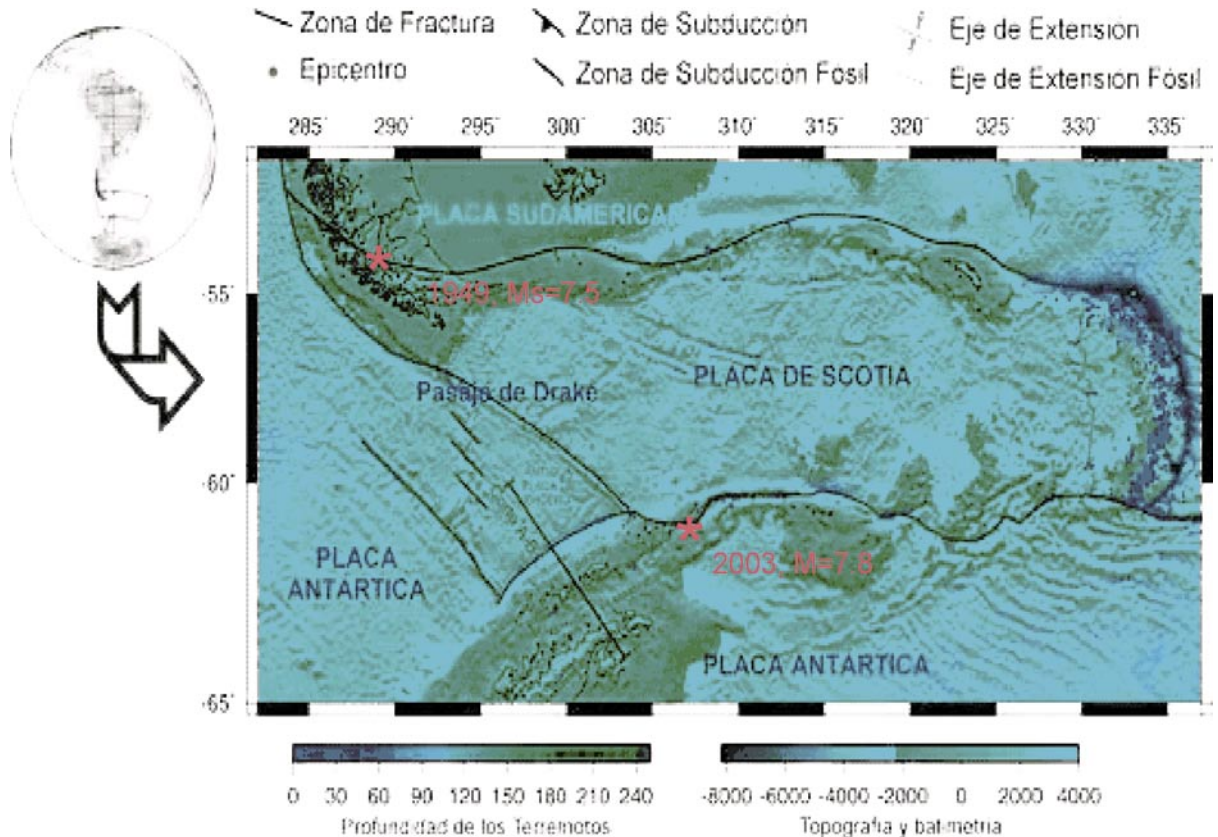


Fig. 2. Las tres placas de la región de Magallanes. El borde norte de la Placa de Scotia pasa por las Islas Malvinas, el lago Fagnano y el extremo oeste del estrecho de Magallanes. El borde sur limita con la Península Antártica. Las estrellas marcan los epicentros de los sismos de 1949 y de 2003, dos grandes terremotos de la Placa de Scotia.

Esto hace también que la Región de Magallanes tenga su especificidad y sea diferente de la de Chile al norte de Aysén.

En efecto, en Chile, desde su extremo norte y hasta la península de Taitao, las placas oceánica de Nazca y continental Sudamericana, convergen a razón de unos 10 cm. por año (Figura 1). Al sur de Taitao sin embargo, la convergencia entre la placa Antártica y la Sudamericana es de aproximadamente 2 cm. por año. Esta considerable disminución de la convergencia es la principal causa de la relativa menor sismicidad al sur de Taitao.

PLACAS EN MAGALLANES.

El extremo Sur de Sudamérica es una zona tectónicamente compleja (Pelayo y Wiens, 1989) en que además de las placas Sudamericana y Antártica, entra también en juego la placa de Scotia (Figura 2). En el Atlántico Sur, el borde Norte de la placa

de Scotia es bien definido con una orientación este-oeste siguiendo el "ridge" Scotia Norte. Hacia el Oeste de su punto de encuentro con Sudamérica sin embargo, este borde continúa a lo largo del lago Fagnano, del seno Almirantazgo, y el brazo oeste del estrecho de Magallanes, hasta su intersección con la Fosa Chilena (52°S , 76°W) al noroeste del faro Evangelistas, donde define un punto triple entre las placas Sudamericana, Antártica y de Scotia (Figura 3).

Al norte de este punto triple, las placas Sudamericana y Antártica convergen a razón de unos 1.9 cm. por año. Hacia el sur, parte de esta convergencia. (0.7 cm por año) estaría siendo acomodada por la Falla de Magallanes (Lodolo et al., 2002) y la convergencia entre las placas Antártica y de Scotia se desarrollaría a una razón menor de unos 1.3 cm por año. Esta convergencia es aproximadamente frontal a 52°S , pero se pone rápidamente oblicua hacia el sur llegando a unos 60° de oblicuidad a 57°S .

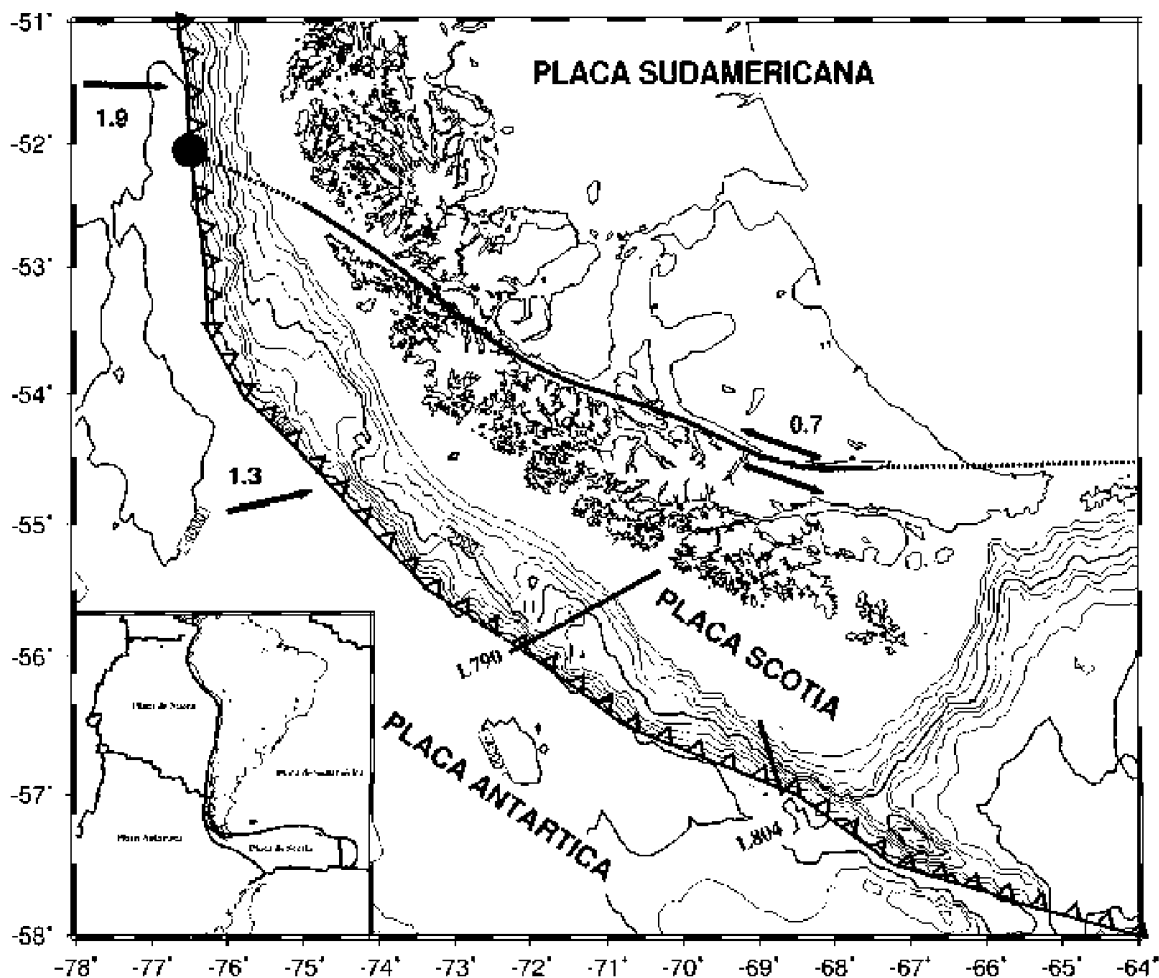


Fig. 3. Mapa tectónico simplificado que muestra el movimiento relativo entre las placas Sudamericana, Antártica y Scotia en el extremo sur de Sudamérica. Vectores con números muestran el movimiento relativo entre placas en cm/año, y el círculo negro cerca de la salida del Estrecho de Magallanes hacia el Pacífico, un punto triple que definirían las tres placas y donde terminaría la Falla de Magallanes (línea gruesa).

SISMICIDAD HISTÓRICA

Se conocen dos grandes terremotos históricos en la Región de Magallanes (Martinic, 1988, 2006):

1. El 2 de febrero de 1879 a las 3 hrs. 30 minutos, hora local, hubo un terremoto de magnitud estimada entre 7 y 7.5 que afectó toda la región. Este sismo alcanzó una intensidad de 7 en Punta Arenas, y de 8 en Tierra del Fuego. El epicentro parece ser cercano al del terremoto de 1949.

2. El 17 de diciembre de 1949 a las 2 hrs. 55 min., hora local, hubo un gran sismo de magnitud

7.5 con epicentro en la Falla de Magallanes, cerca del cabo Froward. La magnitud 7.5 corresponde a un largo de falla de unos 60 km. (Lomnitz, 1970).

El primer día después del sismo principal hubo unas 24 réplicas, algunas muy fuertes. Las réplicas continuaron durante algunos meses, pero la más grande se produjo en febrero de 1950. Grandes olas y corrientes marinas anormales fueron observadas en Porvenir y en el seno Almirantazgo. Derrumbes asociados al terremoto fueron observados en la costa occidental de Tierra del Fuego y a lo largo de las bancadas del lago Fagnano, y produjeron tres muertes en la costa de la bahía de San Nicolás.

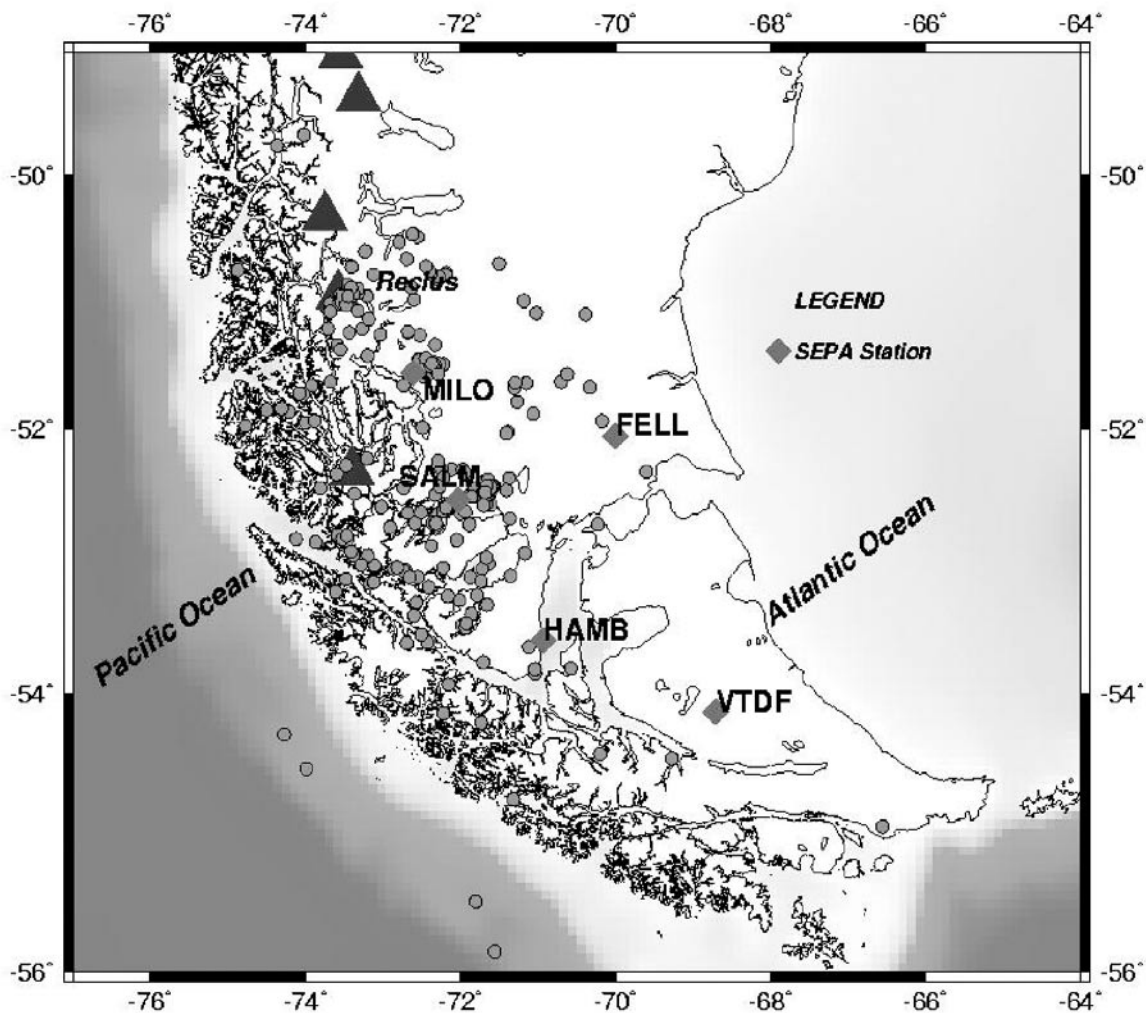


Fig. 4. Estaciones sismológicas (cuadrados con los nombres), volcanes (triángulos) y epicentros de sismos (círculos) observados en los años 1997-98. (Adaros, 2003)

Este terremoto fue interesante en extremo. En efecto, el año 1942 se había promulgado la primera norma nacional de construcción antisísmica. Esta norma era obligatoria en todo el país, incluyendo Magallanes. Los arquitectos de la Región consideraron que era absurdo aplicar la norma en un lugar donde la ocurrencia de terremotos históricos parecía nula. Decidieron enviar una carta a Santiago pidiendo que Punta Arenas fuese declarada zona asísmica. Esto fue una semana antes del terremoto de 1949. Evidentemente no hubo respuesta.

Por otro lado, durante el terremoto fue posible observar ondas de gravedad que viajaban a lo largo de las calles. En efecto, las veredas estaban

divididas en dos franjas. La del costado de las casas estaba cubierta de baldosas, y la del lado de la calle estaba cubierta de arena. Las baldosas constituían un verdadero sistema cartesiano que permitía ver claramente las ondas que viajaban. Y al lado, en el lugar cubierto de arena los granos saltaban verticalmente a medida que la onda pasaba. De ambas formas se lograba ver ondas de gran amplitud. Este fenómeno ha sido observado en distintas ocasiones, en particular Lomnitz (1970) informa haber visto este tipo de ondas durante el sismo del año 1960. Estas observaciones son muy importantes pues todavía no se ha logrado registrar las ondas gravitacionales con instrumentos.

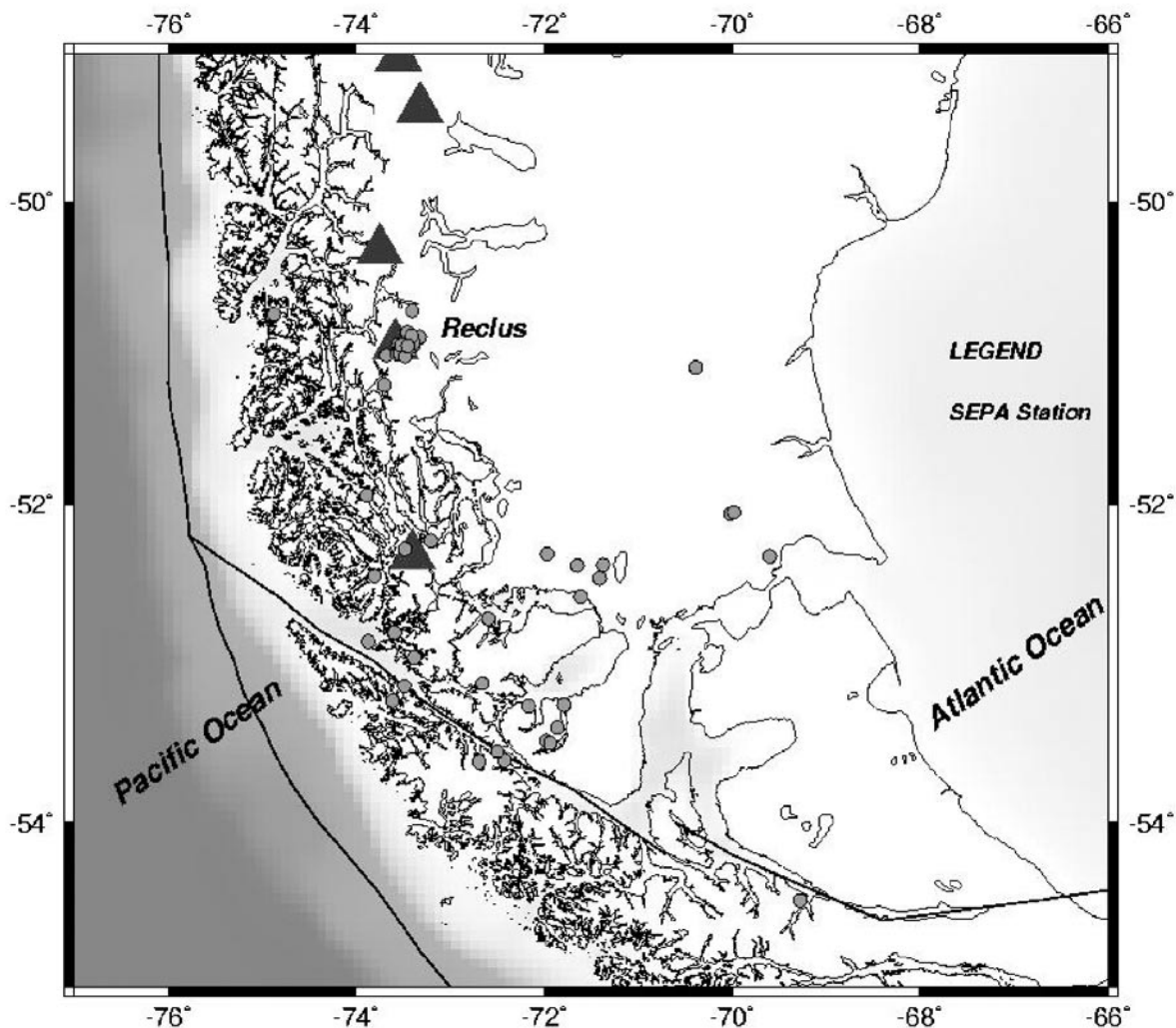


Fig. 5. Falla de Magallanes (línea inclinada) con movimiento de cizalle sinistral (Lodolo et al., 2002). La línea casi vertical es el límite de la Placa Antártica. Los triángulos son, de Norte a Sur, los volcanes Lautaro, Viedma, Aguilera, Reclus, y Burney cerca de Puerto Natales. Se muestra la actividad sísmica superficial (<3 km), se observa una concentración alrededor del Reclus y en menor grado cerca del Burney. (Adaros, 2003)

SISMICIDAD RECIENTE

El trabajo mas completo sobre la sismicidad reciente de Magallanes se encuentra en la tesis de Rodrigo Adaros (2003). La Figura 4 muestra los sismos registrados durante una experiencia realizada en 1997-98 usando una red local con sismómetros instalados en diferentes puntos de la Región. Los sismos registrados son corticales con una profundidad menor que 40 km. La magnitud máxima observada es $M_L=4.3$, pero la mayor parte de los sismos son

mas pequeños. La sismicidad al norte de la Falla de Magallanes corresponde a la convergencia entre las placas Sudamericana y Antártica, y los mecanismos de los sismos mejor observados muestran compresión este-oeste (Adaros, 2003). La sismicidad es mucho más débil al sur de la Falla de Magallanes. Se ven unos pocos eventos sobre la falla, y en particular uno de ellos corresponde a una falla de cizalle con movimiento horizontal sinistral. Los otros, al sur de la falla, están distribuidos y corresponden a la convergencia entre las placas de Antártica y Scotia.

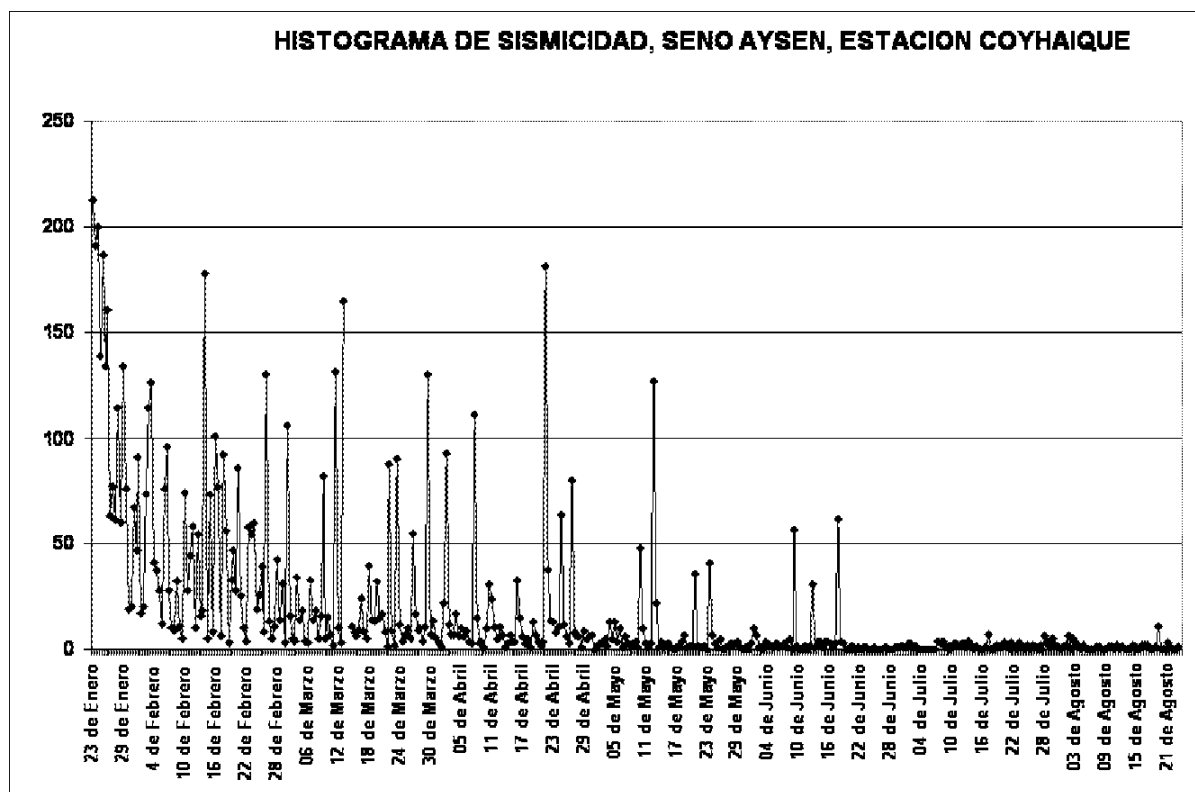


Fig. 6. Sismicidad en 2007 del enjambre en el fiordo Aysén. La figura muestra el número de eventos sísmicos por día en función del tiempo. El enjambre se calma a partir del 22 de Junio (Servicio Sismológico).

Otros trabajos realizados en Argentina (Plasencia et al., 2002) muestran algo de sismicidad en la región sur de Tierra del Fuego a partir de los datos de una sola estación.

Es interesante ver que si se consideran sólo los sismos superficiales (profundidad menor que 3 km.), se observa una actividad importante en torno al volcán Reclus y otra menor alrededor del volcán Burney (Figura 5) además de la actividad tectónica. Esto indicaría que estos volcanes son activos en la actualidad. Un estudio detallado de las antiguas erupciones, y la datación del momento en que ocurrieron, se encuentra en los trabajos paleo volcánicos de Stern (1990, 2008), usando los depósitos de ceniza volcánica y su composición química, lo que permite incluso identificar el volcán de origen. Otras evidencias de posibles volcanes históricos en la Placa Sudamericana y cerca del lado sur-este de la Falla de Magallanes han sido recuperadas por Martinic (1988, 1985). Evidentemente, las actividades volcánica y sísmica, son mayores al norte del faro Evangelistas,

que corresponde al extremo occidental de la Falla de Magallanes. Esto concuerda con la mayor velocidad de convergencia entre la Placa Sudamericana y la Placa Antártica, en comparación con la que existe entre las placas de Scotia y Antártica.

LAS ÚLTIMAS CRISIS DEL SUR DE CHILE.

En el año 2007 se produjo un fenómeno inesperado en la Región de Aysén, en el fiordo homónimo que termina en la antigua capital. Es lo que se llamó un enjambre. Se trata de un fenómeno no tan frecuente en sismología. Lo corriente es que una ruptura sísmica, siendo un fenómeno inestable, ocurra con un sismo principal de gran tamaño que relaja la mayor parte de la energía almacenada durante años o décadas. Puede haber algunos precursores menores, y luego el sismo principal es seguido por una sucesión de réplicas de menor tamaño y que van disminuyendo en número poco a poco. Un sismo como el de Magallanes

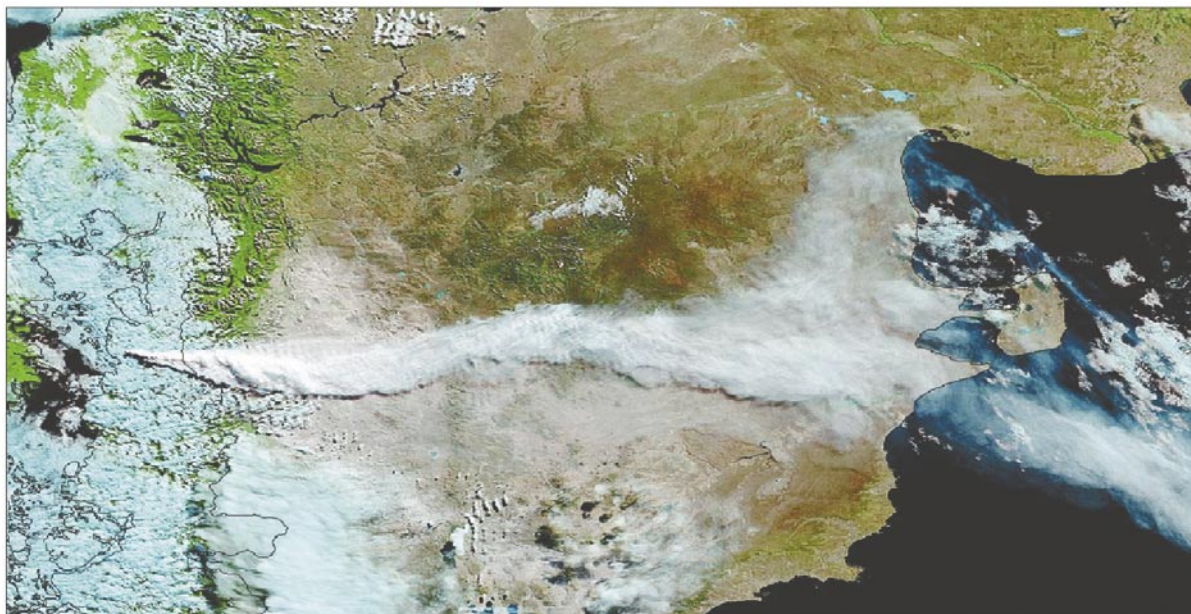


Fig. 7 . Se ve la nube volcánica que parte del volcán Chaitén, que atraviesa la Patagonia Argentina hasta la Península de Valdés y que continúa por el Océano Atlántico. (NASA).

de 1949 tuvo réplicas durante varios meses. En cambio en un enjambre, la disipación de la mayor parte de la energía sísmica no se produce con un solo evento. En un enjambre no se distingue claramente un sismo dominante. La energía se disipa lentamente a través de una gran cantidad de sismos no tan grandes, y el proceso puede durar varios meses. La figura 6 muestra el número de sismos en función del tiempo para la crisis de Aysén. Se ve como la actividad fue decreciendo a partir del 23 de enero de 2007. Hubo mucha actividad hasta el 22 de junio, pero a partir de ese momento se puede decir que prácticamente el enjambre ha disipado la casi totalidad de la energía disponible. Se habló mucho del carácter de este enjambre. Se contraponían los conceptos de sismo volcánico y sismo tectónico. En realidad, sismos y volcanes están profundamente asociados. En el caso particular de Aysén se temía un erupción volcánica debido a que la falla activada por el enjambre, un segmento de la gran falla de Liquiñe-Ofqui, estaba asociada a conitos volcánicos distribuidos a lo largo de ella. En particular en el fondo del fiordo, donde estaba la actividad sísmica, había uno de esos conos, resultado de erupciones anteriores. Pero finalmente no hubo actividad volcánica.

LA CRISIS DE CHAITÉN.

Recientemente el país ha estado conmocionado por la erupción del volcán Chaitén. Este es uno mas de los numerosos volcanes que tiene nuestro país a lo largo de los Andes. Cercano a Chiloé, este volcán pertenece a la zona de convergencia entre la Placa Sudamericana y la de Nazca. El hecho sorprendente es la ausencia de actividad por un largo período. En efecto la última erupción se estima haber ocurrido hace unos nueve mil años (Naranjo y Stern, 2004). Los volcanes presentan una gran variedad de comportamiento a nivel mundial en función de las propiedades químicas del magma y de la naturaleza física del contacto entre placas. En el caso de Chaitén el mecanismo es altamente explosivo debido a una gran presión dentro del magma. Esto significa que el material sale a una alta temperatura y gran velocidad. Debido a las condiciones físico-químicas la nube volcánica sube a unos 9 o 10 km. y el viento la hace viajar en la dirección este. La nube volcánica ha cruzado la Argentina y sigue sobre el océano Atlántico. Se ha hablado de cambios en la dirección del viento que podría llevar la nube a otros lugares, pero la situación general no ha cambiado mucho. ¿Que puede suceder en el futuro? En realidad es difícil predecir exactamente

lo que puede ocurrir. El peor de los escenarios sería que un cambio en las condiciones eruptivas haga que la nube colapse, o incluso que pueda quedar a nivel del suelo formando lo que se llama una nube ardiente, o flujo piroclástico, que viaje con la velocidad de un automóvil, a una temperatura de 1000° C, quemando todo lo que encuentra a su paso. En todo caso, la sismicidad ha estado restringida a los alrededores del volcán, indicando que el fenómeno es exclusivamente magmático.

CONCLUSIONES.

En este trabajo hemos tratado de mostrar la especificidad de la región de Magallanes respecto del norte de Chile. Los fenómenos sísmico-volcánicos de la región están relacionados con la interacción de las placas Antártica, Sudamericana y de Scotia. La sismicidad es menor y menos frecuente que en el norte, pero no se pueden excluir sismos superficiales de magnitud $M_w = 7.5$ a 7.8, potencialmente muy destructores. La actividad volcánica esta asociada a la sismicidad y existen volcanes activos. Dada la situación particular de Magallanes, es necesario entender científicamente estos fenómenos en función de la situación especial de la región. Esto implica la instalación de instrumentos de vigilancia sísmica y volcánica. Pero lo más importante es contar con especialistas capaces de interpretar y comprender correctamente los datos observados.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos al Profesor Mateo Martinic por su invitación a presentar este artículo en la Revista Magallania. Uno de nosotros (A. C.) agradece la ayuda otorgada por el proyecto Milenio P02-033-F.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAROS R. 2003 Sismicidad y Tectónica del extremo sur de Chile. Memoria de Magister, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Univ. de Chile.
- LODOLO E. et al. 2002 Researchers target a continental transform fault in Tierra del Fuego. *EOS Transactions AGU*. 83: 1-6.
- LOMNITZ C. 1970 Major earthquakes and tsunamis in Chile during the period 1535 to 1955. *Geologische Rundschau*. 59: 938-960.
- MARTINIC M. 1985 El volcán Fueguino del capitán Hall. *Revista Patagónica*.
- MARTINIC M. 1988 El gran temblor de tierra de 1879 en la Patagonia Austral. *Revista Patagónica*. Junio 1988, pp. 30-31.
- MARTINIC M. 1988 Actividad volcánica histórica en la Región de Magallanes. *Revista Geológica de Chile*. 15: 181-186.
- MARTINIC M. 2006 Documentos inéditos para la historia de Magallanes. El fallido intento colonizador en Muñoz Gomero 1969-1971. *Magallania*. 34(2): 119-124.
- NARANJO J. A. Y C R. STERN 2004 Holocene tephrochronology of the southernmost part 42° 30'-45° S of the Andean Southern Volcanic Zone. *Revista Geologica de Chile*. 31: 225-240.
- PELAYO, A. M., Y D. A. WIENS 1989 Seismotectonics and relative plate motion in the Scotia Sea region. *J. Geophys. Res.*, 94: 7293-7320.
- PLASENCIA M. et al. 2002 Determinación preliminar de epicentros registrados en la estación sísmológica DSPA, provincia de Tierra del Fuego. XXI reunión científica de la AAGG, Rosario, Santa Fe.
- STERN CH. 1990 Tephrochronology of Southernmost Patagonia. *National Geographic Research*. 6: 110-126.
- STERN CH. R. 2008 Holocene tephrochronology record of large explosive eruptions in the southernmost Patagonian Andes. *Bull. Volcanology*. 70: 435-454.