



PROSPECCIÓN MAGNETOMÉTRICA DEL PLUTÓN JEUEPEN. ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO. ARGENTINA

Javier Ignacio Peroni^{1,2}, Alejandro Tassone^{2*}, María Elena Cerredo², Donaldo Muricio Bran², Horacio Lippai² y Juan F. Vilas²

¹ SEGEMAR - Dirección de Recursos Geológicos Mineros - Área Geofísica, Argentina

² IGEBA. CONICET-UBA. Dpto. Cs. Geológicas. FCEyN, Argentina

Resumen

El plutón Jeuepen se localiza en la cabecera sureste del Lago Fagnano, en el segmento central oriental de la isla Grande de Tierra del Fuego. El mismo está compuesto por facies de monzogabros, monzonitas y enclaves ultrabásicos. En todo este sector se efectuaron numerosas mediciones magnéticas obteniendo valores de campo total, pero debido a la presencia de bosques y turbales, las mismas no cubren homogéneamente el área de interés. Por otra parte, las cartas aeromagnéticas disponibles para esta zona, solo cubren una parte de la anomalía magnética que genera el plutón. Por este motivo se combinaron ambos datos terrestres y aéreos, para obtener una grilla con los valores de anomalías de campo magnético y poder efectuar un modelado magnético en 3D del plutón Jeuepen. El modelo del intrusivo obtenido, posee forma de pistón, con una raíz que alcanza los 10 km de profundidad. Cubre un área, visto en planta, de 56.7 km² y abarca un volumen de 248 km³. Estas características hacen a este plutón junto al aflorante en el área de Ushuaia, a los plutones con raíces más profundas para la Isla Grande de Tierra del Fuego, sector argentino.

Abstract

The Jeuepen pluton (JP) is located at the eastern tip of Lago Fagnano, in the central eastern of Tierra del Fuego island. JP shows a large compositional span, from monzonites to monzogabbros, with widespread ultrabasic enclaves. Magnetometric modelling of the JP was performed on the basis of both terrestrial magnetic measurements and aeromagnetic charts. The combination and integration of terrestrial and aerial data yielded a magnetic grid which allowed us to present a 3D model for the JP. The modelled intrusive body displays a piston-like shape of around 248 km³; it covers a horizontal surface of 56 km² and a vertical dimension of 10 km. The obtained 3D model for JP represents along with the one already presented for the Ushuaia Pluton, the intrusive bodies with deeper roots in the Argentine Fuegian Andes.

Introducción

Situado al SE de la cabecera este del Lago Fagnano (Figura 1), se encuentra el plutón Jeuepen (PJJ) (también citado como Jeu-Jepen o Hewhoepen). El mismo está representado por un pequeño afloramiento de menos de 10 km², en la ladera NE del cerro del mismo nombre, observándose principalmente en una cantera efectuada para la extracción de áridos.

El resto del cerro está cubierto por bosques que han dificultado el estudio del mismo. Se encuentra emplazado de forma discordante, en las lutitas del Cretácico Inferior (Olivero y Martinioni 2001; Olivero y Malumian, 2008). La roca alojante se compone principalmente por lutitas negras (ya sea masivas o laminadas), las cuales muestran a menudo clivaje en forma de lápiz (con marcada lineación) y juegos



múltiples de capas de finas venas de cuarzo (Cerredo et al., 2000). Las pelitas de contacto presentan pequeñas escamas de biotita y sericita/muscovita rodeando núcleos de feldespato detrítico. Se han encontrado algunos ejemplares de xenolitos, de escala centimétrica, compuestos por esquistos de plagioclasa-biotita dentro del plutón (Cerredo et al. 2000). El PJJ comprende rocas en el rango de las sienitas a monzogabro, las cuales incluyen pequeñas acumulaciones de minerales ferromagnesianos. El PJJ comparte, junto con otras intrusiones fueguinas, un carácter predominantemente shoshonítico (Cerredo et al, 2005, 2010; Peroni et al., 2009) y posee una tendencia ferro-calco-alcalina a alcalina. Siguiendo la nomenclatura propuesta por Middlemost (1994) y utilizando el diagrama TAS, las limitadas exposiciones del PJJ, son dominadas por tres tipos de roca: monzogabros, monzonitas y enclaves ultrabásicos. Las dataciones de roca total de K/Ar, dieron una edad del Cretácico Superior (Cenomaniano-Turoniano) de 93 ± 4 Ma (Acevedo et al. 2000). Recientemente se han publicado nuevas dataciones U-Pb SHRIMP en circones (Cerredo et al., 2011) en las monzonitas del PJJ, correspondiente a $72,01 \pm 0,75$ Ma (MSWD = 1.4).

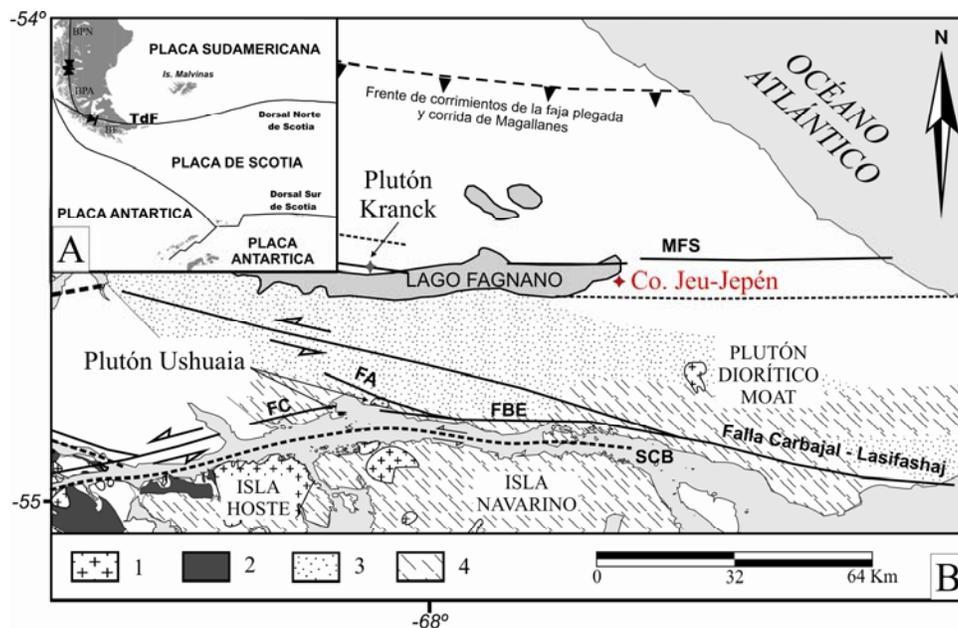


Figura 1 A: Mapa regional con distribución de placas tectónicas y ubicación en el extremo sur de Sudamérica, de Tierra del Fuego BPN: Batolito Patagónico Norte BPA: Batolito Patagónico Austral BF: Batolito Fueguino B: Mapa general con distribución de Unidades geológicas en zona de estudio y alrededores: 1-Batolito Patagónico sin diferenciar, 2-Complejo Tortuga, 3- Fm. Lemaire, 4- Fm. Yahgán SCB: sistema de fallas del Canal de Beagle FC: Falla Cadiz FA: Falla Andorra FBE: Falla Beagle este MFS: Sistema de Fallas Magallanes-Fagnano..

Desde el punto de vista estructural, el área está caracterizada por corrimientos, orientados ONO-ESE con vergencia hacia el norte (Lodolo et al., 2000; 2001), que afectan tanto a la Fm. Beauvoir donde se aloja el intrusivo como a la formación Río Claro del Eoceno Medio a Superior (Olivero et al., 1999 y trabajos allí citados).

Estos corrimientos se encuentran afectados por fallas transcurrentes de orientación O-E, con fuerte componente siniestral (Menichetti et al., 2008; 2010 a y b). El plutón Jeujepén presenta evidencias tanto de la tectónica compresiva como de la transtensiva (Lodolo et al., 2001).

Los sedimentos del Cuaternario localizados en el extremo oriental del Lago Fagnano sobre la ruta 3, también están afectados por la deformación transcurrente, reconociéndose varios juegos de fallas normales inclinando hacia el S, subverticales con una fuerte componente transtensional izquierda (Menichetti et al., 2008).



Relevamiento geofísico

En toda esta área, nuestro grupo de trabajo efectuó numerosas campañas geofísicas donde, se hicieron mediciones magnéticas terrestres utilizando los magnetómetros protónicos EG&G Geometrics y Scintrex, (± 0.1 gammas de sensibilidad, ± 1 gamma de reproducibilidad), utilizando uno como base y el otro como estación dinámica.

Sin embargo, debido a las dificultades que presenta el terreno en esta zona (la presencia de bosques cerrados y turbales), el muestreo magnético terrestre se concentró principalmente en el sector norte y NE del intrusivo, quedando el sector SE del intrusivo casi sin mediciones magnéticas terrestres (Puntos negros en la Figura 2A).

A su vez, en la zona del cerro Jeujepen, las cartas aeromagnéticas 5566-I (SEGEMAR, 1998), no cubren la totalidad de la anomalía magnética producida por dicho intrusivo (Curvas rojas en la Figura 2A).

Debido a esto, se decidió efectuar una composición entre los datos terrestres y los aeromagnéticos obtenidos de las cartas digitalizadas previamente. Para poder combinar ambas bases de datos, la grilla terrestre fue elevada a 120 metros de altura mediante el software Encom ModelVision Pro 7.0 (Encom Technology, 2002), aplicando un filtro de continuación vertical.

Se eligió esta altura para compatibilizar los datos terrestres con los datos aéreos, los cuales están tomados a 120 metros sobre el nivel del terreno. En el sector NE se utilizaron los datos terrestres elevados, para completar la grilla final. Para evitar la aparición de artefactos matemáticos donde las dos grillas se unen, se eliminó una faja de un ancho aproximado de 500 a 1000 metros en ambas grillas, disminuyendo así notoriamente el efecto borde.

El resultado final de la integración de ambas grillas se presenta en la Figura 2B. El ajuste entre ambas curvas es bastante bueno, aunque a pesar de haber borrado toda la franja que separaba ambas grillas, puede identificarse claramente el sector donde se unen las curvas de nivel. Sin embargo este artefacto matemático está fuera de la zona de interés que es la anomalía magnética del cerro Jeujepen. Los datos magnéticos utilizados para el modelado fueron los obtenidos a partir de la normalización de los datos terrestres y aéreos disponibles en el área.

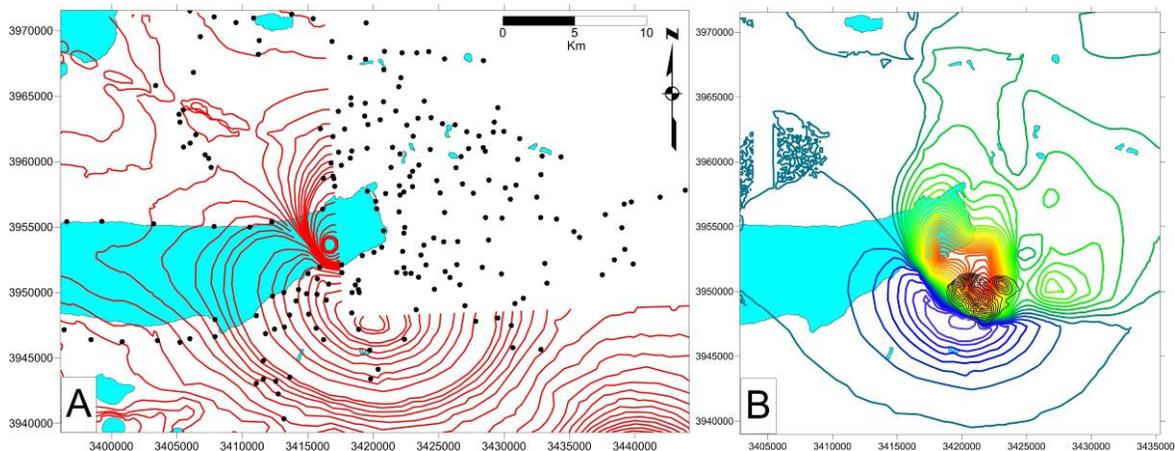


Figura 2 A: Mapa del sector de la cabecera del lago Fagnano, junto con las curvas de isovalores de la carta aeromagnética 5566-I digitalizada y los puntos de muestreo magnético terrestre efectuados por el grupo de trabajo
B: Grilla magnética obtenida.



La grilla obtenida presenta una anomalía magnética que abarca un área aproximada de 260 km² y presenta un máximo magnético de +1165 nT, el cual se encuentra ubicado en la ladera N del Co. Jeujepen (Figura 2B).

Más al NE se encuentra un máximo secundario de +950 nT situado sobre la margen sur del la cabecera del lago. Este máximo secundario podría estar indicando la continuidad del PJJ por debajo del Lago Fagnano. Al SSO se encuentra un mínimo de forma elíptica, que abarca un área de 90 km² y alcanza valores de -600 nT.

Para obtener información adicional de esta grilla para el posterior modelado, se aplicó un filtro de continuación vertical, para simular que los mismos fueron obtenidos a 3000 metros de altura, mediante software ModelVision Pro 7.0 (Encom Technology, 2002).

Este método actúa como un filtro Pasa Bajos (*Low Pass*), en donde se resaltan las señales de baja frecuencia, relacionadas con los cuerpos más profundos y se atenúan las de alta frecuencia, reduciendo así la influencia de los cuerpos más someros.

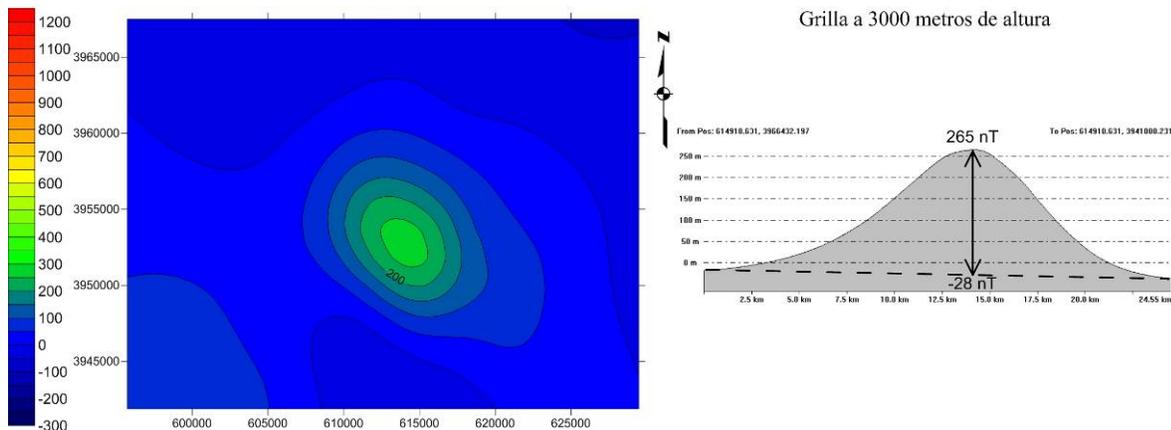


Figura 3. Grilla magnética elevada a 3000 metros de altura.

En la Figura 3 se muestra el resultado de esta técnica. En la misma se efectuó un perfil N-S, para poder cuantificar los resultados obtenidos. La anomalía magnética en la grilla original (tomada a 120 metros de altura), posee un valor un máximo relativo de 1100 nT y un valor base de -60 nT, dando como resultado un valor absoluto en la anomalía de 1160 nT. Al aumentar la altura de observación, al llegar a los 3000 metros de altura, esta anomalía disminuye, llegando a un valor máximo relativo de 270 nT y un valor de base de -28 nT, siendo el valor absoluto de la anomalía de 293 nT, lo que corresponde al 25% del valor original. Este valor estaría indicando una continuidad en profundidad del cuerpo intrusivo que genera la anomalía, característica propuesta previamente por los primeros modelados que se hicieron en base a datos magnéticos y gravimétricos (Tassone et al., 2002, 2005a).

Modelado magnético

A partir de la nueva base de datos magnéticos disponibles, y el nuevo software para modelado se decidió hacer un nuevo modelo magnético en 3D del plutón Jeujepen.

Para esto se partió generando 20 perfiles de 30 km de longitud, en dirección N-S, equiespaciados cada 1000 metros, los cuales abarcan un área aproximada de 570 km². Cada uno de estos perfiles poseen 1025 estaciones, las cuales incluyen los datos de longitud y latitud, valor del campo magnético y altura, la cual fue obtenida a partir del DEM SRTM.



Unidad	K [SI]
Intrusivo	0.075 (*)
Fm. Beauvoir	$3 \cdot 10^{-4}$ (**)
Fm. Lemaire	$2.4 \cdot 10^{-4}$ (***)
Fm. Yahgán	$9 \cdot 10^{-4}$ (***)
Basamento	$1 \cdot 10^{-5}$ (***)

Tabla 1. Valores de susceptibilidad utilizados para el modelado del plutón Jeujepen (*) Susceptibilidad magnética según Tassone et al (2002; 2005). (**) Susceptibilidad magnética según Peroni et al. (2008b) (***) Susceptibilidad magnética según Peroni et al. (2009c).

Los valores de susceptibilidad magnética utilizados para el modelado se presentan en la Tabla 1. Con el fin de poder diferenciar las anomalías locales de las regionales, se calculó un campo magnético regional, mediante un polinomio de grado 2, que responde a la siguiente fórmula (Ecuación 1):

$$R = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2$$

Ecuación 1. Polinomio de grado 2 que representa el campo magnético regional. $a=31220.7$, $b=0.033$, $c=0.01$, $d=1.4 \cdot 10^{-6}$, $e=3.7 \cdot 10^{-8}$ y $f=5.8 \cdot 10^{-7}$

El perfil modelado mide 30 km de longitud y llega a los 10 km de profundidad (Figura 4A). Se respetó tanto la topografía, como las unidades aflorantes. Las mismas fueron modeladas en profundidad según las secciones geológicas disponibles (Menichetti et al. 2008; 2010 a y b). Se representó al basamento con una inclinación hacia el sur y con la misma inclinación se representaron las formaciones que yacen sobre el y son afectadas por los corrimientos.

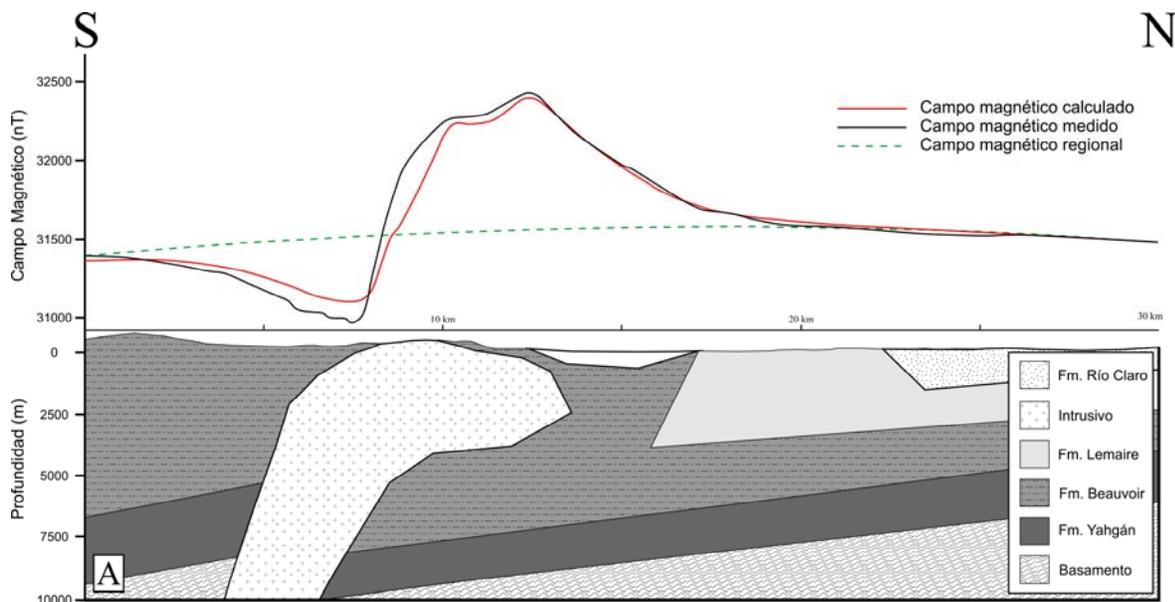


Figura 4. Perfil magnético modelado. En la parte sur de la anomalía se observa el sector con menor ajuste entre la curva calculada y la medida.



El modelo del intrusivo generado, con forma de pistón, posee una raíz que alcanza los 10 km de profundidad y está compuesto por un total de 7 polígonos de 1000 metros de espesor cada uno, cubriendo un área, visto en planta, de 56.7 km². El cuerpo posee un total de 164 facetas, y abarca un volumen de 248 km³.

El mismo abarca un área de 55 km², de los cuales los afloramientos correspondientes al cerro Jeujepen representan solo el 25% del total de la superficie total que abarca el cuerpo modelado.

Referencias:

Acevedo, R. D.; Roig, C. E.; Linares, E.; Ostera, H. A.; Valín-Alberdi, M. L.; Queiroga-Mafra, J. M. 2000. La intrusión plutónica del Cerro Jeu-Jepén. Isla Grande de Tierra del Fuego, República Argentina. Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe. La Coruña. España, 25, 357-359.

Cerrodo, M. E., Tassone, A., Coren, F., Lodolo, E. y Lippai, H. 2000. Postorogenic, alkaline magmatism in the Fuegian Andes: The Jeujepen intrusive (Tierra del Fuego Islan) IX Congreso Geológico Chileno, Puerto Varas, Actas, 2, 192-196.

Cerrodo M. E., Remesal M. B., Tassone A. & Lippai H. 2005. The shoshonitic suite of Hewhoepen pluton, Tierra del Fuego, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata Actas, I, 539-544.

Cerrodo, M.E., Remesal, M. B., Tassone, A. A., Peroni, J. I., Menichetti, M., Lippai, H. 2010 Magmatic activity and strike slip tectonics in the southernmost Andes: Kranck pluton, characterization and preliminary AMS survey. Geosur2010. Bollettino Di Geofisica Teorica Ed Applicata, 51 Supplement, 65-67.

Cerrodo, M. E., Tassone, A. A., Rapalini, A., Hervé, F. and Fanning, C. M. 2011. Campanian Magmatism In The Fuegian Andes: New Shrimp Age of Jeujepen Pluton. Argentina. XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén 2 al 6 de mayo. S-12. Actas en CD, 714-715.

Encom Technology, 2002. ModelVision Pro v.7.0. Encom Technology, Sydney, Australia.

Olivero, E. B., Martinioni, D.R., Malumián N.y Palamarczuk, S. 1999. Bosquejo geológico de la Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. 14º Congreso Geológico Argentino. Salta. Actas I, 291-294.

Olivero, E.B., Martinioni, D.R., 2001. A review of the geology of the Fuegian Andes. Journal of South American Earth Sciences, 14, 175-188.

Olivero, E.B. y Malumián, N., 2008. Mesozoic-Cenozoic stratigraphy of the Fuegian Andes, Argentina. Geologica Acta, 6, .5-18.

Lodolo, E.; Tassone, A.; Menichetti, M.; Coren, F.; Sterzai, P. 2000. Deciphering the morphostructure of the Tierra del Fuego region from remote-sensing and geophysical data. EGS XXV, Neotectonic deformation of the Antarctic plate Symp. Nice, 25-29/4. Actas.

Lodolo, E; Tassone, A; Menichetti, M; Lippai, H; Hormaechea, J.L; Ferrer, C and G. Connon. 2001. The Magallanes-Fagnano Fault System in the Lago Fagnano, Tierra del Fuego Island: morphology and Structure. European Geophysical Society (EGS).

Menichetti M., Lodolo, E., Tassone A., 2008. Structural geology of the Fuegian Andes and Magallanes fold-and-thrust belt – Tierra del Fuego Island. Geologica Acta, 6, 1.



Menichetti, M., Tassone, A., Lippai, H. 2010a Structural Geology of the eastern Tierra del Fuego Island. Geosur2010. Bollettino Di Geofisica Teorica Ed Applicata, 51 Supplement, 150-151.

Menichetti, M., Tassone, A., Lippai, H., Lodolo, E. 2010b Geology of the Lago Fagnano Area (Fuegian Andes, Tierra del Fuego Island). Geosur2010. Bollettino Di Geofisica Teorica Ed Applicata, 51 Supplement, 178-179.

Middlemost, E. A. K. 1994. Naming materials in the magma-igneous rock system. Earth Science Reviews, 37: 215-224.

Peroni, J.I.; Tassone, A.; Lippai, H.; Menichetti, M.; Lodolo, E.; Vilas, J. F. 2008. Estudio geofísico del pluton Kranck. Tierra del Fuego. XVII Congreso Geológico Argentino, 7-10 octubre, San Salvador, Jujuy, Argentina, Actas, 1107.

Peroni, J.I., Tassone, A., Menichetti, M., Cerredo M.E. 2009. Geophysical modeling and structure of Ushuaia Pluton, Fuegian Andes, Argentina, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2009.07.016.

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). 1998a. Levantamiento geofísico aéreo magnetometría aérea de Tierra del Fuego. Proyecto PASMA. Hoja Ushuaia 5569 II Escala 1:250.000.

Tassone, A.; Comba, A.; Lippai, H.; Lodolo, E.; Menichetti, M.; Hormaechea, J.L.; Vilas, J.F.; 2002. Modelado 3D, con datos de gravedad y magnetismo en la zona del contacto entre las placas de Sudamerica y Scotia, en la isla de Tierra del Fuego, Argentina.. XXI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. 23-27 de setiembre. Libro de Resúmenes, 82.

Tassone, A., Lippai, H., Lodolo, E., Menichetti, M., Comba, A., Hormaechea, J. L., Vilas, J. F. 2005. A geological and geophysical crustal section across the Magallanes-Fagnano fault in Tierra del Fuego and associated asymmetric basins formation. Journal South American Earth Sciences, 19, 99-109.