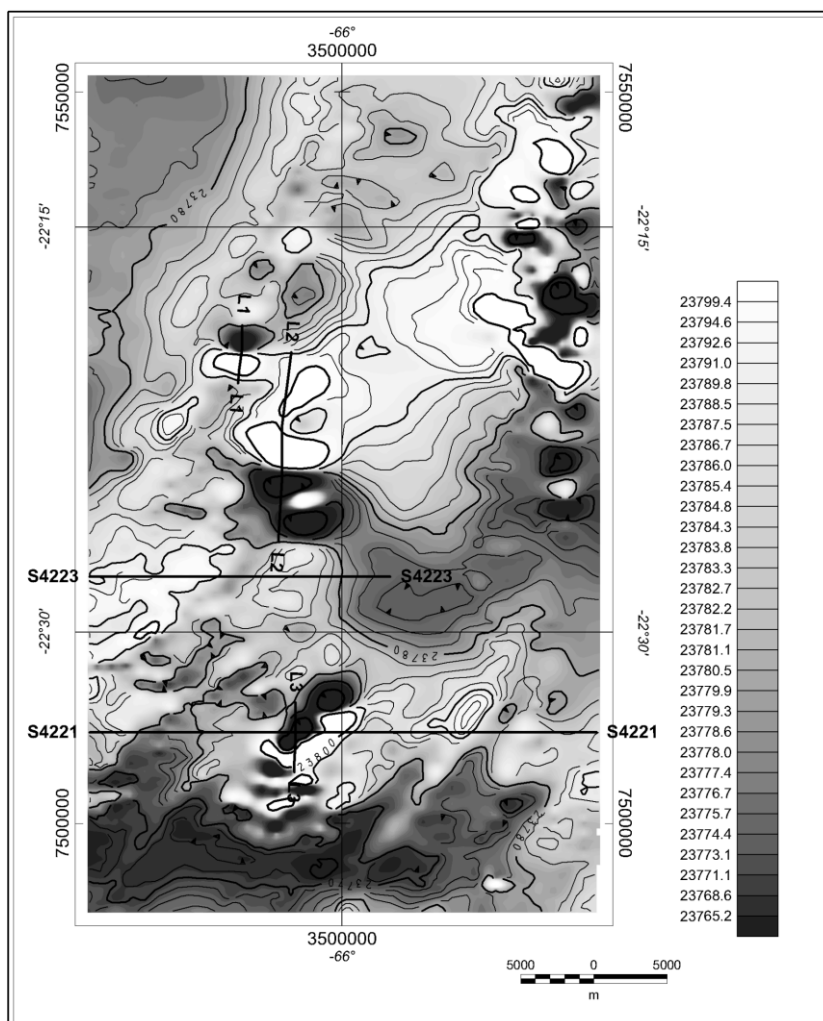


*Evidencias geofísicas de la  
continuidad del volcanismo  
dacítico mioceno en el subsuelo de  
la depresión de Pozuelos, provincia  
de Jujuy, y su potencialidad minera*

C. J. Chernicoff

Carta aeromagnética de la depresión de Pozuelos, Jujuy



# EVIDENCIAS GEOFÍSICAS DE LA CONTINUIDAD DEL VOLCANISMO DACÍTICO MIOCENO EN EL SUBSUELO DE LA DEPRESIÓN DE POZUELOS, PROVINCIA DE JUJUY, Y SU POTENCIALIDAD MINERA

Carlos J. CHERNICOFF

## Abstract

*Geophysical evidence of the underground continuity of the Miocene dacitic volcanism of the Pozuelos depression, Province of Jujuy, Argentina, and its mining potential.* According to the existing geological and geophysical evidence, the Pozuelos depression, located in the northern Puna region of Argentina ( $22^{\circ}30' S$ ,  $66^{\circ} W$ ), hosts a large-scale volcanic caldera of Middle Miocene age. Pyroclastic sequences ( $14 \pm 2$  Ma) and base- and precious-metal rich dacitic dome complexes ( $12 \pm 2$  Ma) crop out discontinuously around part of the perimeter of the Pozuelos depression which, otherwise, is mostly covered by younger sediments. The aeromagnetic survey of the region has allowed to identify the presence of the Middle Miocene magmatic rocks at shallow depths, covered by young non-magnetic sediments; the identification and localization of a covered portion of these magmatic rocks may increase the mineral potential of the region, as suggested by their associated mineralization. Three subvolcanic bodies and a volcanic unit (subdivided into two subunits) have been identified in terms of the configuration (geometry, magnitude, gradient, polarity) of the magnetic anomalies, and drawn onto a solid geology map. The subvolcanic bodies extend for 7, 27 and  $32 \text{ km}^2$  respectively, while the volcanic unit extends for  $500 \text{ km}^2$ . The magnetic anomalies indicate that one of the subvolcanic bodies is normally magnetized, while the other two are reversely magnetized, suggesting a difference in their ages, though constrained within the Middle Miocene. The magnetic

polarity of the two volcanic subunits could not be defined, but their probable association with the subvolcanic bodies provide indirect evidence of their age difference. Modelling of the profiles of the magnetic anomalies from the subvolcanic bodies has allowed to determine depths of burial of 120 to 500 m, and magnetic susceptibilities of 0.01 to 0.04 S.I., the latter being indicative of intermediate to basic compositions. The depth of one of the subvolcanic bodies has been confirmed by the interpretation of a seismic section.

## Resumen

De acuerdo a evidencias geológicas y geofísicas, la depresión de Pozuelos, ubicada en la Puna septentrional ( $22^{\circ}30' S$ ,  $66^{\circ} O$ ), alberga una estructura caldérica de grandes dimensiones originada durante el Mioceno Medio. Secuencias piroclásticas y complejos dómicos dacíticos de esa edad afloran principalmente en el sector perimetral oeste y sur de la depresión, presentando, los últimos, una mineralización polimetálica de metales básicos rica en metales preciosos. El levantamiento aeromagnético de la región ha permitido interpretar la presencia de las rocas magmáticas miocenas medias, a profundidades someras, por debajo de los sedimentos modernos no magnéticos que ocupan la depresión. La localización y caracterización de un sector no aflorante de estas rocas puede abrir expectativas de una mayor potencialidad minera para la región, habida cuenta de la mineralización asociada a las mismas. Se han identificado tres



cuerpos subvolcánicos y una unidad volcánica (con dos subunidades), a partir de la configuración (geometría, magnitud, gradiente y polaridad) de las anomalías magnéticas; estas unidades han sido trazadas en un mapa de “geología sólida”. Los cuerpos subvolcánicos abarcan superficies de 7, 27 y 32 km<sup>2</sup> respectivamente, y las volcanitas, que se localizan en las adyacencias de los mismos, abarcan una superficie total del orden de los 500 km<sup>2</sup>. Del estudio de las anomalías magnéticas se interpreta que uno de los cuerpos subvolcánicos presenta polaridad magnética normal y los dos restantes presentan polaridad reversa, lo cual indica la existencia de una diferencia en sus edades, pero comprendidas dentro del Mioceno medio. No se ha podido distinguir la polaridad magnética de las dos subunidades volcánicas identificadas, pero sí su probable asociación con los cuerpos subvolcánicos, de donde también se puede inferir la existencia de una posible diferencia en sus edades. La modelización de los perfiles de las anomalías magnéticas correspondientes a los cuerpos subvolcánicos ha permitido determinar que la profundidad de los mismos es de 120 a 500 m, con susceptibilidades magnéticas de 0,01 a 0,04 S.I., indicativas de composiciones mesosilícicas a básicas. La profundidad de uno de los cuerpos subvolcánicos se ve confirmada por la interpretación de una sección sísmica .

## Introducción

En la Puna septentrional (22°-24° S), en el marco de la provincia ignimbrítica cenozoica de los Andes Centrales, tuvo lugar la formación de centros caldéricos de grandes dimensiones, con los que se asocia un gran volumen de depósitos ignimbríticos; el máximo desarrollo de esta actividad magmática tuvo lugar en el Mioceno superior (10-6 Ma), mientras que el registro de la misma es exiguo para el Oligoceno-

Mioceno inferior, y creciente, en volumen y distribución, a partir del Mioceno medio (Coira, 1999a).

Uno de estos grandes centros caldéricos se habría desarrollado en el interior de la depresión de Pozuelos (Figs. 1 y 2) durante el Mioceno medio, según ha sido postulado a partir de la litología y de evidencias estructurales (Coira, 1979; 1999a; Chernicoff et al., 1996), como así también de la interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la región (Chernicoff et al., 1996). El registro litológico asociado a esta megacaldera está representado por una secuencia piroclástica integrada por ignimbritas, oleadas piroclásticas y depósitos volcanoclásticos (14 Ma) de composiciones dacíticas, sucedida por la extrusión de complejos dómicos dacíticos (12 Ma) de reducidas dimensiones, como los de los cerros Redondo y Pan de Azúcar (Coira, 1979; 1999a; Caffè y Coira, 1999).

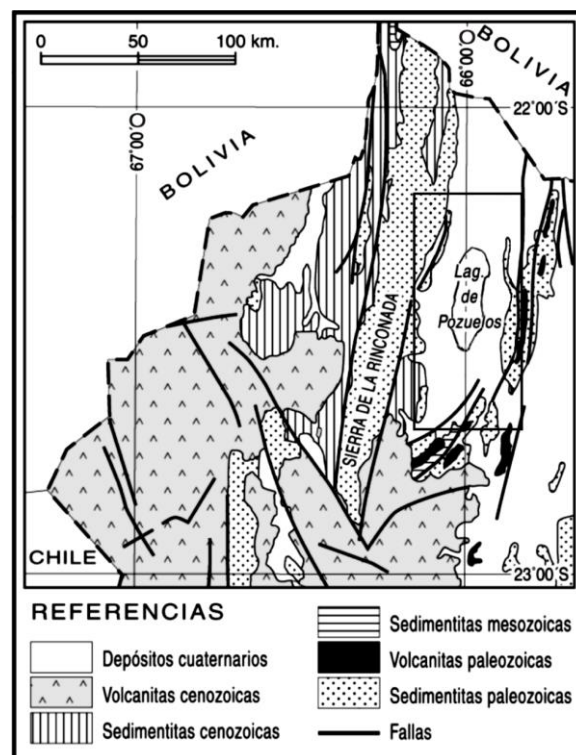


Fig. 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio y marco geológico regional.

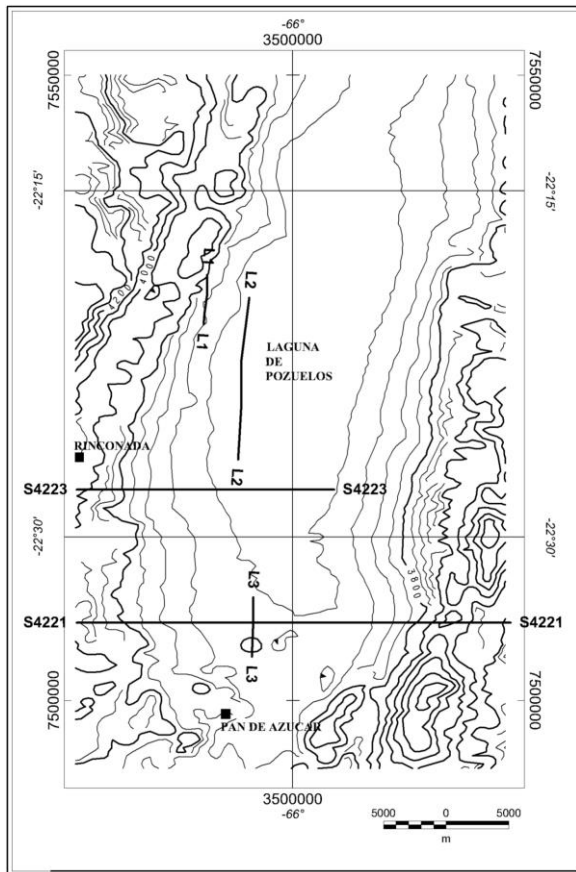


Fig. 2. Mapa topográfico de la zona de estudio (curvas de nivel corresponden al modelo de elevación del terreno derivado del levantamiento geofísico aéreo regional), con ubicación de los perfiles magnéticos modelizados (L1, L2, y L3) y de dos segmentos de líneas sísmicas (L4221 y L4223) que cruzan el área. (Véase ubicación en Fig. 1).

Estos complejos volcánicos dómicos dacíticos representarían la etapa póstuma del sistema megacaldérico de Pozuelos, tal como ocurre en otras megacalderas de la Puna septentrional; a aquéllos se asocia una mineralización polimetálica de metales básicos rica en metales preciosos (yacimientos de Ag-Zn-Pb de Pan de Azúcar y prospecto minero de Au-Ag-Zn-Pb-Cu de Cerro Redondo; Coira, 1979; 1999a; Caffè y Coira, 1999; Segal y Caffè, 1999).

En esta contribución se presentan evidencias geofísicas sobre la continuidad, a profundidades someras, de la actividad

magmática dacítica miocena en el subsuelo de la depresión de Pozuelos.

Para la preparación de este trabajo se han utilizado los datos digitales del levantamiento aeromagnético realizado por el Servicio Geológico-Minero Argentino en la Puna septentrional (SEGEMAR, 1996), a partir de los cuales se obtuvieron diversas pruebas de procesamiento y se generaron mapas magnetométricos con realces apropiados para la mejor interpretación de la información analizada (dos de estos mapas se presentan en este trabajo, Figs. 3a y 3b).

Sobre esta base, se generó un mapa de interpretación que contiene las unidades litomagnéticas identificadas en el subsuelo de la depresión de Pozuelos, las cuales correlacionamos con las rocas magmáticas miocenas medias aflorantes en el sector perimetral oeste y sur de la misma (mapa de "geología sólida", Fig. 4).

Se presentan modelizaciones 3-D de las anomalías magnéticas de mayor interés, que incluyen la determinación de la profundidad y otros parámetros geométricos y físicos de los cuerpos causativos de las anomalías.

Con fines comparativos, también se analizaron dos perfiles de sismica de reflexión de la región de Pozuelos en los que ha sido interpretada (Gangui, 1998) la presencia de intrusivos; esta interpretación fue contrastada con las modelizaciones de las anomalías magnéticas.

### Síntesis de la geología de la región

La secuencia sedimentario-magmática ordovícica (Formación Acoyte, Turner, 1964; Complejo Magmático-Sedimentario Cochino-Escaya, Coira, 1999b) constituye el basamento de la región, el que aflora en dos grandes bloques submeridianales ubicados en los flancos oriental y occidental de la depresión de Pozuelos.

En el sector austral del área de estudio, sedimentitas continentales cretácicas inferiores del Subgrupo Pirgua (Vilela, 1951, *nom. transl.* Reyes y Salfity, 1973) apoyan sobre el basamento ordovícico.

La Formación Moreta (Coira, 1979), de edad oligocena superior-miocena inferior, representa los primeros registros cenozoicos de la cuenca de Pozuelos, los que están constituidos por depósitos clásticos fluviales y aluviales, con intercalaciones lávicas-piroclásticas de composición andesítico-dacítica (Coira, 1979; 1999b).

Las secuencias piroclásticas y los complejos dómicos dacíticos miocenos medios de la depresión de Pozuelos han sido mapeados regionalmente dentro de la Formación Tiomayo y del Complejo Volcánico-Dómico Laguna de Pozuelos, respectivamente (Coira, 1999b).

En el sector sur de la depresión afloran ignimbritas dacíticas miocenas superiores pertenecientes al Complejo Volcánico Coranzulí (Seggiaro, 1994).

Gran parte de la superficie abarcada por la depresión de Pozuelos está cubierta por depósitos aluviales, coluviales, lagunares y evaporíticos, pliocenos hasta recientes.

## Estudios geofísicos y su interpretación

### *Aeromagnetometría*

El cubrimiento aeromagnético de la depresión de Pozuelos forma parte del levantamiento geofísico aéreo de la Puna septentrional llevado a cabo por el Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) entre enero y marzo de 1996.

Durante el mismo, se realizaron perfiles magnéticos en líneas de vuelo de orientación norte-sur y altitud aproximada sobre el terreno de 120 m, con un espaciamiento de 1

km; las correspondientes líneas de control tienen orientación este-oeste y espaciamiento de 10 km. Se utilizó un avión Cessna Caravan, cuya velocidad fue mantenida en el orden de los 130 nudos. El posicionamiento de la aeronave durante el vuelo fue obtenido mediante el uso de un sistema GPS diferencial a razón de una lectura por segundo, sincronizado con el sistema de adquisición de datos geofísicos; el error de posicionamiento es igual o inferior a 5 metros.

El magnetómetro de medición aérea utilizado fue un SCINTREX CS-2 de vapor de cesio (sensibilidad 0,001 nT, rango de medición de 15.000 a 100.000 nT) con un intervalo de muestreo de 0,1 segundos (equivalente a aproximadamente 8 m a lo largo de las líneas de vuelo). El magnetómetro de base es de idénticas características, habiéndose tomado las lecturas con un intervalo de muestreo de 1 segundo. Otros instrumentos de relevancia utilizados en el levantamiento son: radar altimétrico (intervalo de muestreo 0,25 segundos), altímetro barométrico (intervalo de muestreo 0,25 segundos) y cámara de video para la filmación continua del terreno bajo la aeronave.

El procesamiento de los perfiles magnéticos incluyó la remoción de *spikes*, filtrado de ruido, aplicación de la corrección magnética diurna, remoción del *IGRF* (Campo Geomagnético Internacional de Referencia) y nivelación final mediante la utilización de la malla de intersecciones. La empresa contratista (World Geoscience) utilizó un *software* propio para realizar el procesamiento aquí descripto; además, con fines de verificación, el Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) repitió el proceso mediante el uso del programa Geosoft.

Los valores magnéticos finales luego fueron reducidos a una grilla regular de 250 m de lado usando el método de curvatura mínima

del módulo de grillado del programa Geosoft. A partir de la grilla del campo magnético total y con el mismo programa se calculó la señal analítica (gradiente total) del campo magnético total.

Para la preparación de los mapas de isovalores se utilizaron las rutinas del programa Geosoft, que clasifica las curvas de isovalores en distintas jerarquías; de un modo análogo y con el mismo programa se generaron los mapas de isovalores en escala de grises.

En las figuras 3a y 3b se presentan dos mapas aeromagnéticos de la depresión de Pozuelos que son complementarios entre sí; se trata de los mapas de intensidad del campo magnético total y de la señal analítica (gradiente total) de la intensidad del campo magnético total, respectivamente. Este último mapa ha permitido precisar la ubicación y extensión de un grupo de

anomalías de interés, mientras que el mapa de intensidad del campo magnético total ha permitido visualizar el carácter normal o reverso de la polaridad magnética de las mismas, amén de permitir apreciar la magnitud de la intensidad magnética.

Interpretamos que las anomalías individualizadas se originan a partir de cuerpos magmáticos cubiertos por sedimentos no magnéticos. Precisamente con este criterio se trazó un mapa de “geología sólida” (o geología desprovista de la cobertura sedimentaria no magnética) de las unidades litomagnéticas que correlacionamos con el magmatismo mioceno medio de la depresión de Pozuelos (Fig. 4; está omitido el trazado de la unidad litomagnética correspondiente a la Formación Moreta, cuya señal magnética se percibe en el sector nororiental o superior-derecho de las figuras 3a y 3b).

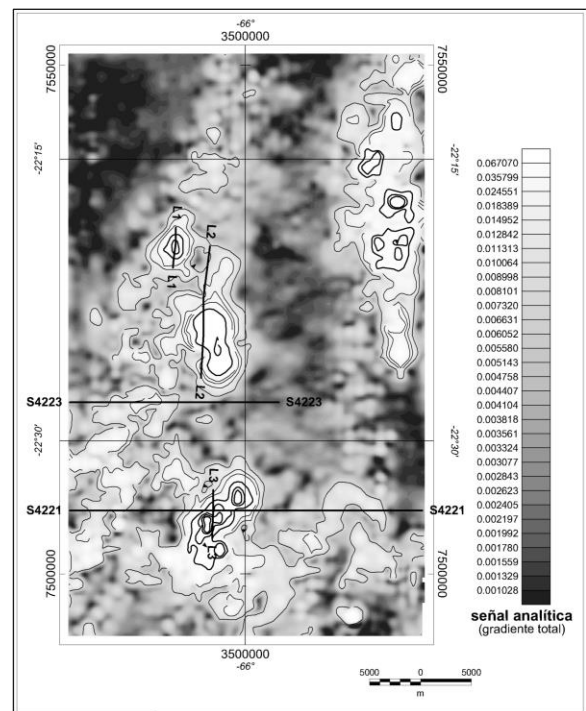
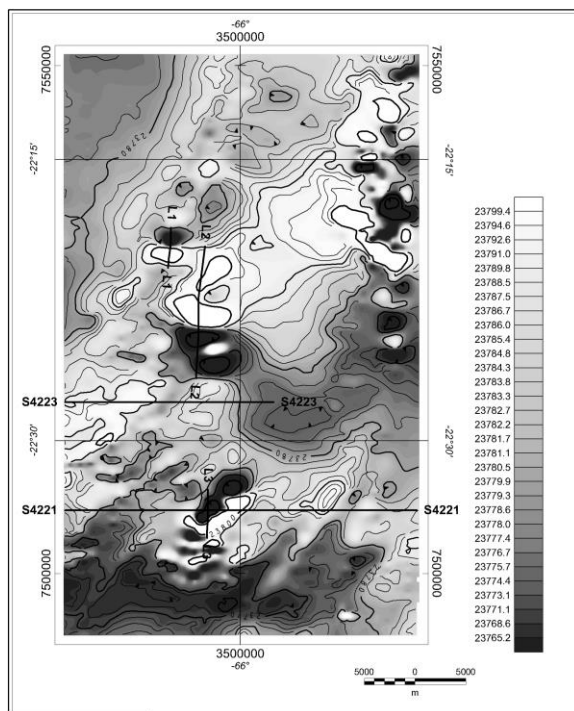


Fig. 3. Mapas aeromagnéticos de la depresión de Pozuelos. a.): intensidad del campo magnético total; b): señal analítica (gradiente total) de la intensidad del campo magnético total (las curvas resaltan los valores moderados a altos).

En el mapa de interpretación (Fig. 4) se han delineado dos unidades litomagnéticas principales: a) cuerpos subvolcánicos y b) volcanitas dacíticas. El trazado de las unidades litomagnéticas sigue curvas de isovalores de gradiente total; los cuerpos subvolcánicos presentan un gradiente (0.028 a 0.052) de un orden de magnitud superior al de las volcanitas dacíticas (0.0046 a 0.0062).

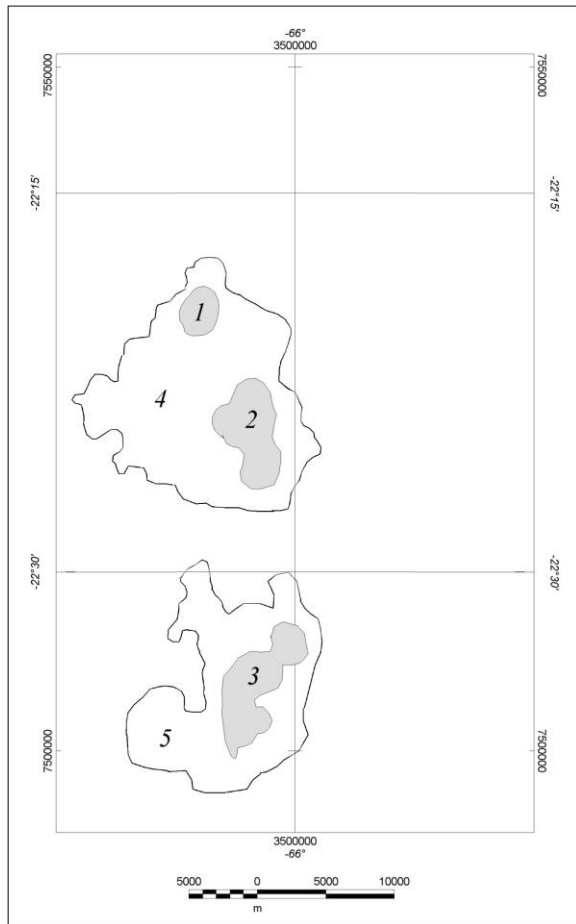


Fig. 4. Mapa de interpretación: geología “sólida” de las unidades litomagnéticas del Mioceno medio magmático de la depresión de Pozuelos. No. 1 y No. 3: cuerpos subvolcánicos con polaridad reversa; No. 2: cuerpo subvolcánico con polaridad normal; No. 4: volcanita dacítica (subunidad norte); No. 5: volcanita dacítica (subunidad sur).

a) *Cuerpos subvolcánicos*. Estos cuerpos se interpretan a partir de la identificación de tres anomalías magnéticas (cabe aclarar que utilizamos el término “cuerpos subvolcánicos” debido

a que así lo indican la geometría y el gradiente magnético de las anomalías que los originan, pero que no descartamos que en algún caso pueda tratarse de un domo efusivo, si es que otros elementos de juicio con los que no contamos así lo sugirieran):

Anomalía No. 1 (1, en Fig. 4). Se trata de una anomalía de unos 3 km de diámetro promedio, con polaridad magnética reversa, alto gradiente (curva de 0.028) e intensidad moderada. Se localiza en el borde oriental de la sierra de Rinconada, en una zona cubierta por depósitos sedimentarios no magnéticos pliocenos y cuaternarios; el carácter no magnético de estos depósitos es consistente con las mediciones de susceptibilidad realizadas en el terreno por Rankin y Triggs (1997).

Anomalía No.2 (2, en Fig. 4). Se trata de una anomalía elongada en la dirección N-S; en esta dirección su máxima extensión es de 8 km, con un ancho máximo de 4 km. Su polaridad es normal, tiene un gradiente magnético alto (curva de 0.035) e intensidad alta del campo magnético. Se localiza en una zona con cobertura sedimentaria cuaternaria no magnética.

Anomalía No. 3 (3, en Fig. 4). Se trata de una anomalía elongada en la dirección NE-SO (dimensión máxima 9 km, con un ancho máximo de 3 km), con polaridad reversa, alto gradiente (curva de 0.052) e intensidad moderada del campo magnético. La mayor parte de esta anomalía se ubica en una zona de sedimentos cuaternarios no magnéticos. Una porción menor de la misma coincide con lo que ha sido mapeado bajo la denominación de Intrusivo dacítico de la Mina Pan de Azúcar (Segal y Caffè, 1999); otra pequeña porción coincide con lavas dacíticas aflorantes (cerro León, 66°02′-22°35′).

b) *Volcanitas dacíticas* (Si bien utilizamos el término “volcanitas”, no descartamos que, en rigor, esta unidad pueda estar integrada

por diversos componentes de una secuencia piroclástica, como los descritos regionalmente por Coira, 1979 y 1999a, y que sea el conjunto de los mismos el que origine la respuesta magnética que caracteriza a esta unidad). Esta unidad litomagnética se interpreta a partir de la identificación de una zona de anomalías de moderada intensidad (no se distingue la polaridad magnética) y gradiente magnético moderado (anomalías No. 4 y No. 5, en Fig. 4, que siguen las curvas de 0.0046 y 0.0062, respectivamente) ubicada en las adyacencias de los cuerpos subvolcánicos (anomalías No. 1, No. 2 y No. 3, en Fig. 4). La mayor parte de la fuente causativa de esta anomalía se encuentra bajo la cobertura sedimentaria cuaternaria, pero un sector abarca pequeños afloramientos de volcanitas dacíticas miocenas tales como los de los cerros Redondo y Pan de Azúcar. Se pueden distinguir dos subunidades:

Subunidad norte (No. 4, en Fig. 4). Esta subunidad se ubica en una zona en la que predomina la cobertura sedimentaria no magnética cuaternaria y pliocena, abarcando también el domo dacítico del cerro Redondo (de intensidad magnética moderada). Su extensión máxima es de 17 km en la dirección N-S, y 16 km en la dirección E-O. Su distribución geográfica sugiere la existencia de una asociación, por lo menos espacial, y posiblemente también temporal, entre esta subunidad y el cuerpo subvolcánico de la anomalía No. 2; la subunidad norte ocupa las adyacencias de las anomalías No. 1 y No. 2 (de distinta polaridad magnética), inclinándonos por su posible vinculación con el stock subvolcánico de la anomalía No. 2, debido a la mayor dimensión e intensidad magnética de la anomalía No. 2 con respecto a la anomalía No. 1.

Subunidad sur (No. 5, en Fig. 4). Esta subunidad abarca las adyacencias de la anomalía No. 3, con una extensión máxima en la dirección N-S de 17 km, y 13 km en la

dirección E-O. Coincide con el Complejo Volcánico Dómico Laguna de Pozuelos en esta región (p.ej. cerros Pan de Azúcar y León). En este caso la relación espacial sugiere la existencia de una asociación entre esta subunidad y el cuerpo subvolcánico de la anomalía No. 3.

Si efectivamente existen las asociaciones que hemos mencionado más arriba (subunidad norte-cuerpo subvolcánico No. 2 y subunidad sur-cuerpo subvolcánico No.3), esto implica que debe existir una diferencia de edad entre las volcanitas que originan la subunidad norte (No. 4, en Fig. 4) y las volcanitas (parcialmente aflorantes) que originan la subunidad sur (No. 5, en Fig. 4), debida a la diferente polaridad magnética de los cuerpos subvolcánicos relacionados con sendas subunidades (anomalías No. 2 y No. 3, respectivamente). Cabe mencionar que estas asociaciones deberían formar parte de la sucesión litológica correspondiente al sistema magacaldérico que se habría desarrollado durante el Mioceno medio en el interior de la depresión de Pozuelos (Coira, 1979; Coira, 1999a; Chernicoff *et al.*, 1996).

#### *Sísmica de reflexión*

En la interpretación de Gangui (1998) de los perfiles sísmicos de reflexión realizados en la depresión de Pozuelos, se señala que la abrupta interrupción de los reflectores en algunas secciones sísmicas es debida a la probable presencia de intrusivos relacionados con el magmatismo dacítico de la región.

Precisamente, la línea sísmica 4221 (Figs. 2, 3a y 5) cruza lo que aquí hemos interpretado como un cuerpo subvolcánico (anomalía No. 3). La localización de esta anomalía magnética coincide aproximadamente con un sector de la sección sísmica en el que se interrumpen los reflectores (véase "I", en Fig. 5), de manera



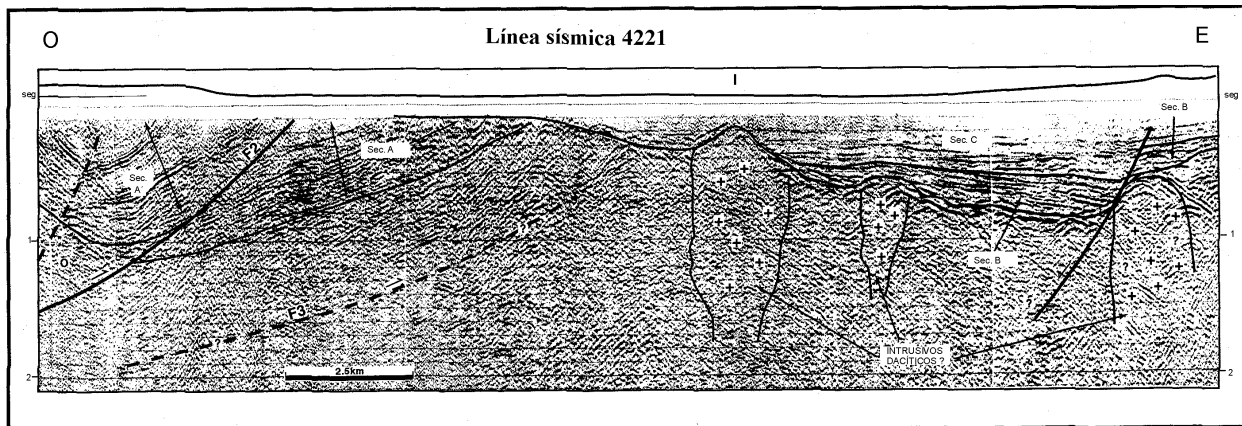


Fig. 5. Línea sísmica 4221 (tomado de Gangui, 1998; véase la ubicación del segmento de esta línea que cruza la zona de estudio en Figs. 2 y 3a). I: zona de interrupción de reflectores, que coincide con la anomalía magnética No. 1.

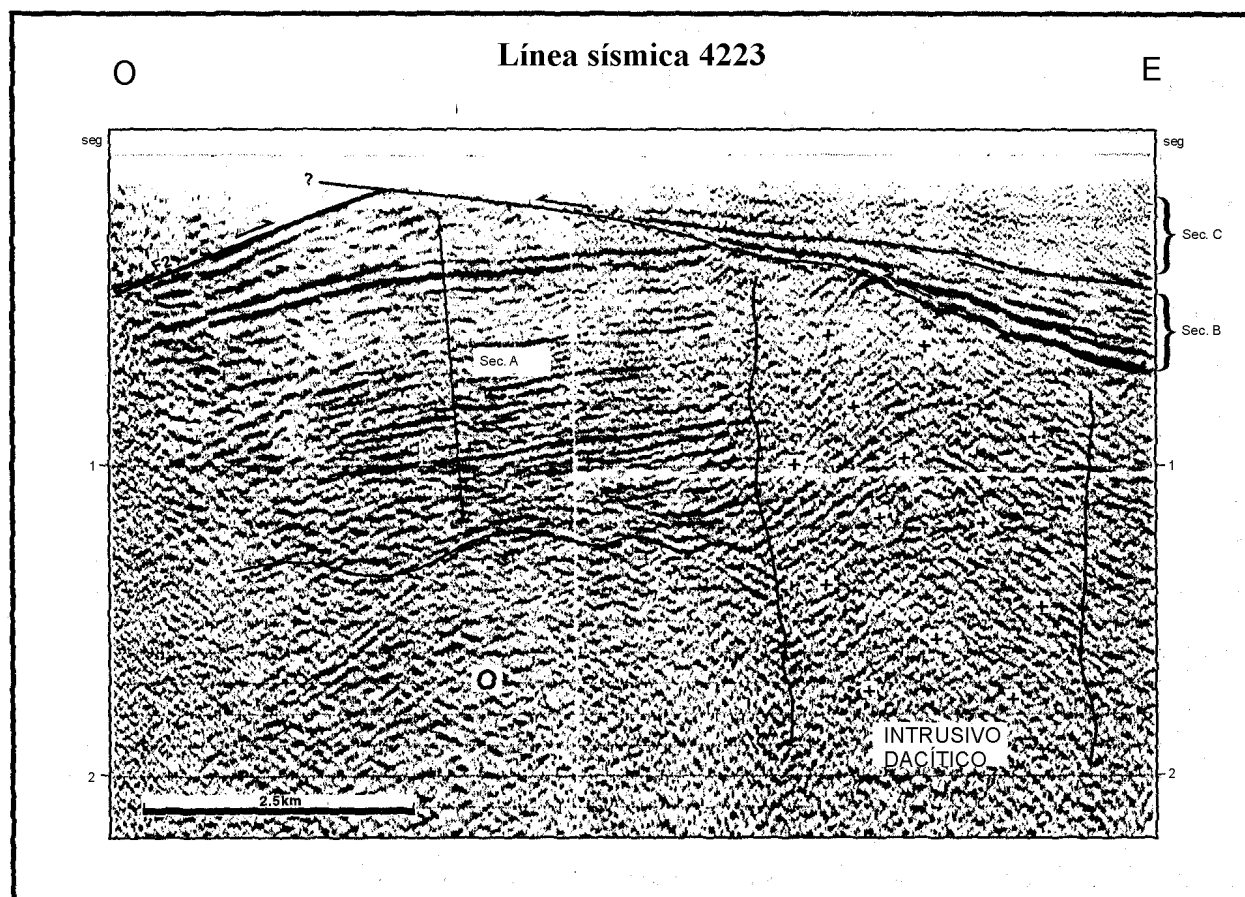


Fig. 6. Línea sísmica 4223 (tomado de Gangui, 1998; véase la ubicación del segmento de esta línea que cruza la zona de estudio en Figs. 2 y 3a).

que ambos métodos geofísicos se complementan y tienden a confirmar la presencia de las rocas magmáticas bajo la superficie.

Gangui (1998) también interpreta la probable presencia de un intrusivo dacítico en la línea sísmica 4223 (Figs. 2, 3a y 6), la cual cruza el área de estudio en el sector comprendido entre las anomalías magnéticas

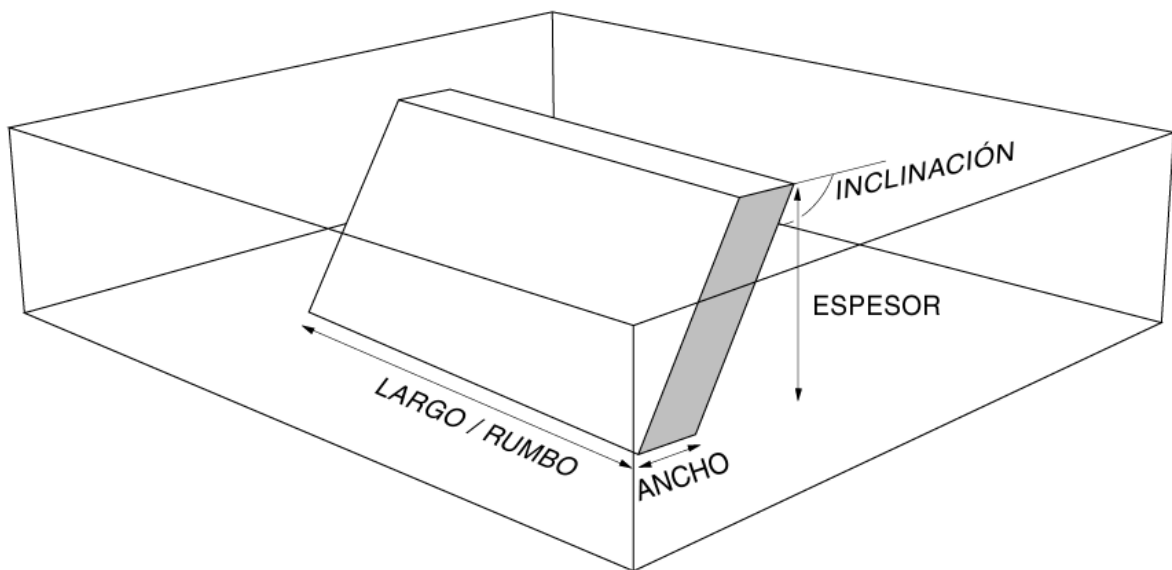


Fig. 7. Definición de los parámetros geométricos de los cuerpos modelizados. (Profundidad: medida al techo de los cuerpos).

No. 4 y No. 5 (subunidades norte y sur, respectivamente). En este sector la intensidad y el gradiente del campo magnético son bajos y no parecieran indicar la presencia de intrusivos subyacentes. Sin embargo, no debe descartarse que tal intrusivo sí exista, y que la menor intensidad magnética en este sector sea debida a la existencia de una zona de alteración en el cuerpo intrusivo (con la destrucción de magnetita y la disminución de la señal magnética que ello implicaría). Un levantamiento gravimétrico de detalle en este sector permitiría confirmar la presencia del cuerpo intrusivo.

### **Modelización de los cuerpos subvolcánicos**

Se ha realizado una modelización 3-D de las anomalías No. 1, No. 2 y No. 3 a partir de perfiles N-S del campo magnético total; las trazas de los mismos (líneas L1, L2 y L3, respectivamente; Figs. 2 y 3a) atraviesan, aproximadamente, el centro de las anomalías.

Para una mayor simplificación de la modelización se utilizaron cuerpos

tabulares; en la Fig. 7 se identifican los parámetros geométricos de estos cuerpos. Para la definición de los rangos de variación aceptables de los parámetros geométricos de los cuerpos tabulares y de sus propiedades magnéticas se tuvo en cuenta la configuración de las anomalías y el conocimiento geológico previo del área. Nótese que a la profundidad de los cuerpos modelizados que aparece graficada en las Figs. 8, 9 y 10, se le ha restado 120 m, que es la altura del levantamiento aeromagnético.

#### *Anomalía No. 1*

Esta pequeña anomalía tiene una polaridad reversa, como se deduce de la configuración del dipolo (véase Fig. 3a), de manera que para su modelización se incorporó una componente de remanencia magnética. En la Fig. 8 se presenta el resultado de esta modelización, que determina:

- 1) Un cuerpo tabular principal con magnetización remanente (1, en Fig. 8), causante del bajo magnético de alto gradiente que caracteriza a esta anomalía. A los fines de la modelización se ha tomado un

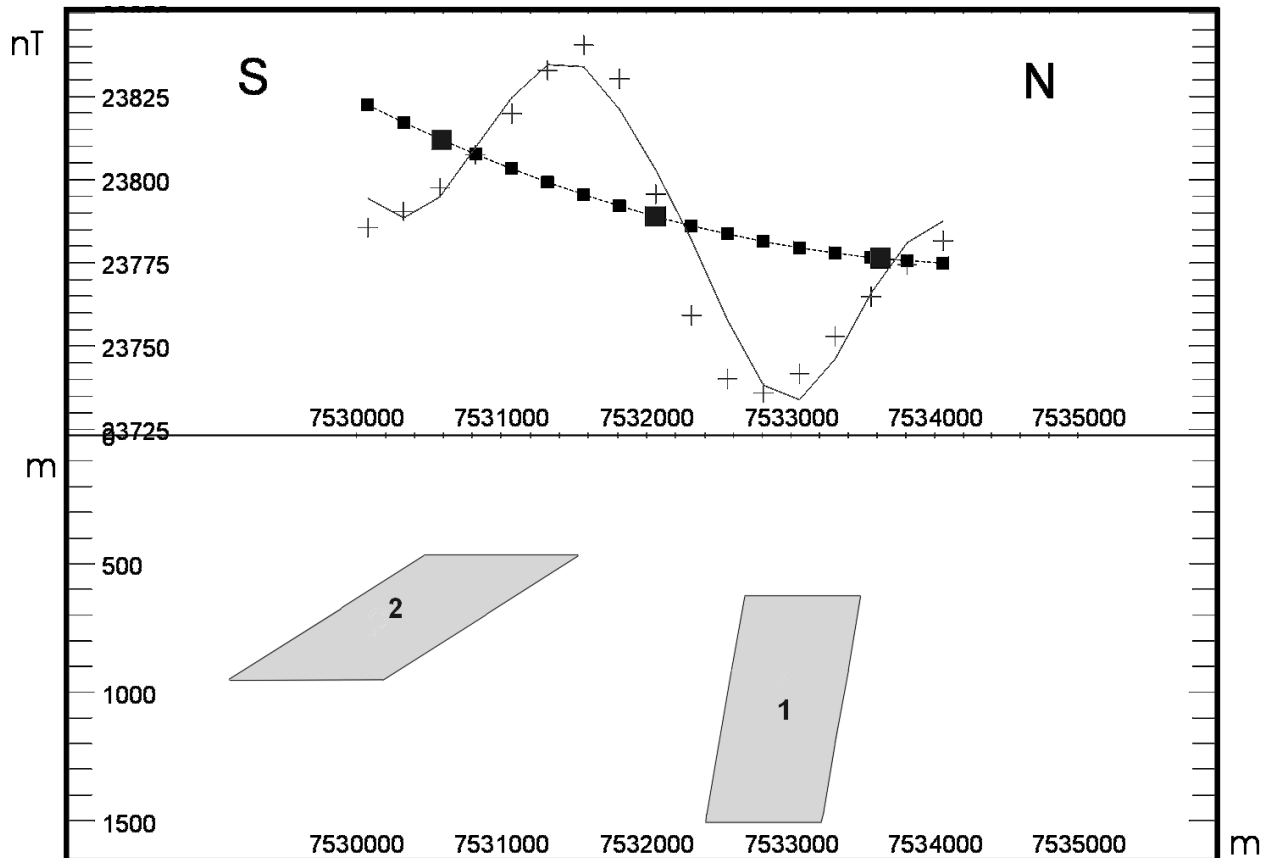


Fig. 8. Modelización del perfil del campo magnético total de la anomalía No. 1 (véase ubicación de L1 en Figs. 2 y 3). Referencias: Absisa corresponde a las coordenadas planas X de la proyección Gauss Kruger (faja 3); ordenada: intensidad del campo magnético total. Línea de cruces: anomalía observada, línea de trazo continuo: anomalía calculada, línea de pequeños cuadrados: anomalía regional calculada, utilizada para la modelización. 1: cuerpo tabular principal, 2: cuerpo tabular menor.

coeficiente de Koenigsberger de 0,5, valor que se ubica dentro del rango aceptable para un cuerpo de composición dacítica-andesítica (Clark, 1999). La susceptibilidad magnética que surge de la modelización es de 0,030 SI.; los parámetros geométricos del cuerpo son: rumbo E-O, inclinación  $73^\circ$  S, profundidad 505 m, largo 2500 m, ancho 800 m y espesor 880 m. Consideramos, por lo tanto, que esta modelización corresponde a un pequeño cuerpo subvolcánico de composición mesosilícica-básica ubicado a aproximadamente 500 m de profundidad y con las características geométricas y propiedades físicas recién mencionadas.

2) El perfil de la anomalía magnética No. 1 también muestra la influencia de un cuerpo tabular de menor volumen que el principal

(un orden de magnitud menor) y magnetización normal, ubicado a 2 km hacia el sur y a aproximadamente 350 m de profundidad (2, en Fig. 8). La susceptibilidad magnética de este cuerpo es de 0,044 SI. Sus parámetros geométricos son: rumbo E-O, inclinación  $20^\circ$  S, profundidad 347 m, largo 1000 m, ancho 1070 m y espesor 483 m.

La diferencia de polaridad magnética entre estos dos cuerpos sugiere una intermitencia de la actividad magmática durante el Mioceno Medio, época durante la cual hubo varias reversiones de la polaridad del campo magnético terrestre.

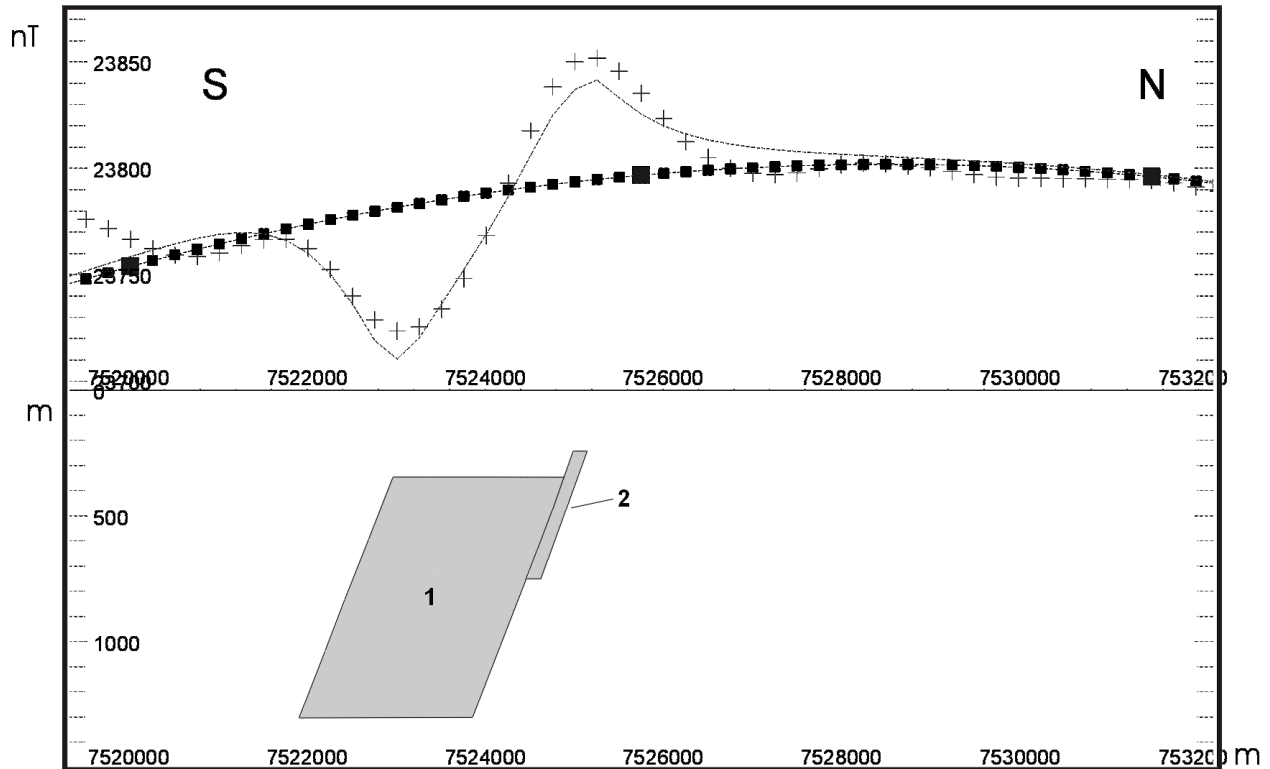


Fig. 9. Modelización del perfil del campo magnético total de la anomalía No. 2 (véase ubicación de L2 en Figs. 2 y 3). Referencias: Absisa corresponde a las coordenadas planas X de la proyección Gauss Kruger (faja 3); ordenada: intensidad del campo magnético total. Línea de cruces: anomalía observada, línea de trazo continuo: anomalía calculada, línea de pequeños cuadrados: anomalía regional calculada, utilizada para la modelización. 1: cuerpo tabular principal, 2: cuerpo tabular menor.

### Anomalía No. 2

Se trata de una anomalía magnética con polaridad normal, según se deduce de la configuración del dipolo (véase Fig. 3a). Su modelización se presenta en la Fig. 9.

Para una mayor simplificación del modelo, el perfil se hizo pasar por la envolvente (mayor longitud de onda) de la anomalía, evitando la mayor parte de su contenido de menor longitud de onda (fuente magnética más próxima a la superficie). De todas maneras, estas fuentes magnéticas someras no atravesadas por el perfil ejercen una cierta influencia en el mismo, lo cual se manifiesta en la diferencia entre la anomalía observada y la anomalía calculada (Fig. 9).

El resultado de la modelización determina:

1) un cuerpo tabular principal (1, en Fig. 9) de propiedades asignables a un cuerpo subvolcánico de composición dacítica. La susceptibilidad magnética de este cuerpo es de 0,017 SI. Sus parámetros geométricos son: rumbo E-O, inclinación  $45^\circ$  S, profundidad 226 m, largo 4700 m, ancho 1933 m y espesor 956 m.

2) un cuerpo tabular más pequeño (2, en Fig. 9). La susceptibilidad magnética de este cuerpo es de 0,010 SI. Sus parámetros geométricos son: rumbo E-O, inclinación  $45^\circ$  S, profundidad 124 m, largo 3245 m, ancho 146 m y espesor 507 m.

### Anomalía No. 3

Este caso se trata de una anomalía con polaridad reversa (véase configuración del

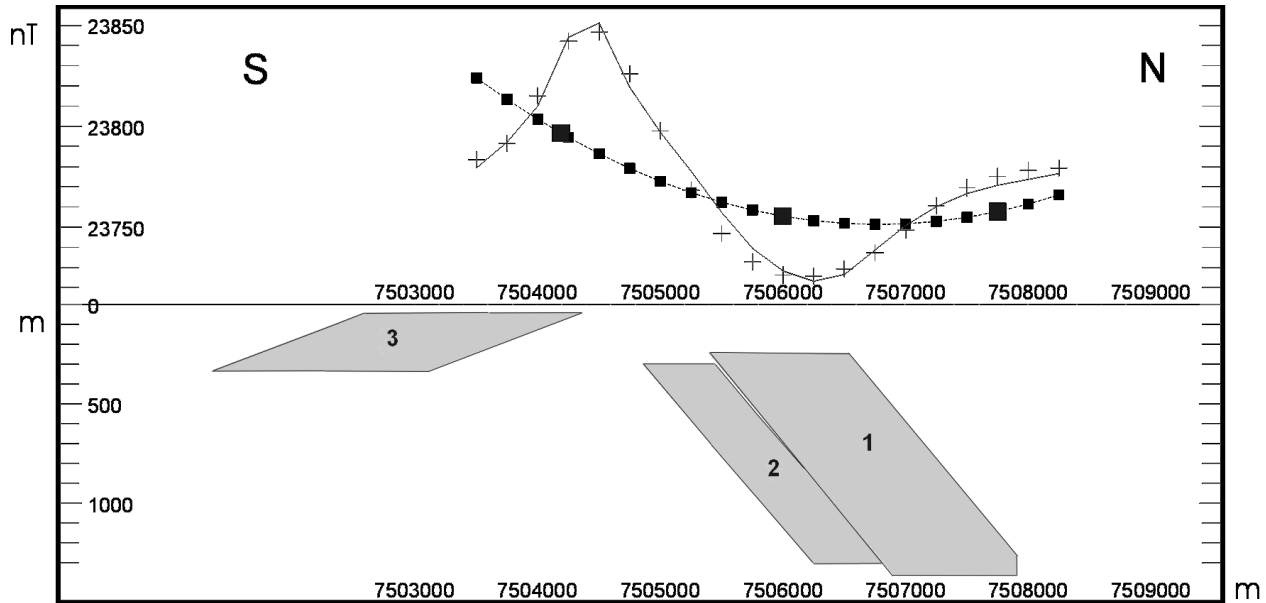


Fig. 10. Modelización del perfil del campo magnético total de la anomalía No. 3 (véase ubicación de L3 en Figs. 2 y 3). Referencias: Absisa corresponde a las coordenadas planas X de la proyección Gauss Kruger (faja 3); ordenada: intensidad del campo magnético total. Línea de cruces: anomalía observada, línea de trazo continuo: anomalía calculada, línea de pequeños cuadrados: anomalía regional calculada, utilizada para la modelización. 1 y 2: bloques del cuerpo tabular principal, 3: cuerpo tabular parcialmente aflorante.

dipolo, en Fig. 3a), por lo cual también se incorporó una componente de remanencia magnética al cálculo (coeficiente de Koenigsberger 0.5).

En la Fig. 10 se presenta el resultado de esta modelización. Como se verá, el segmento sur del perfil (alto magnético) corresponde a un sector de volcanitas aflorantes, también con polaridad magnética reversa. La determinación de la modelización es:

1) En el segmento norte se determinan dos bloques de idéntica susceptibilidad magnética (y litología) que corresponden a un cuerpo subvolcánico de composición dacítica, separados por una falla:

Bloque 1 (1, en Fig. 10), con las siguientes características: susceptibilidad magnética 0.012 SI, rumbo N45°E, inclinación 47° al NO, profundidad 125 m, largo 2000 m, ancho 786 m y espesor 1113 m.

Bloque 2 (2, en Fig. 10), con las siguientes características: susceptibilidad magnética 0.012 SI, rumbo N45°E, inclinación 47° al NO, profundidad 180 m, largo 3000 m, ancho 400 m y espesor 1000 m.

La línea sísmica 4221 (Figs. 2, 3a y 5), que cruza este cuerpo subvolcánico, permite localizarlo a una profundidad del mismo orden de magnitud (115 a 230 m) que la aquí determinada (125 a 180 m). En este caso asumimos velocidades de transmisión de las ondas sísmicas de 1000 a 2000 m/seg, propias de sedimentos no consolidados, para la conversión de tiempo (0,23 seg) en distancia.

2) La porción sur del perfil atraviesa volcanitas dacíticas aflorantes. La modelización de este segmento del perfil corresponde a un cuerpo aflorante (3, en Fig. 10) con las siguientes características: susceptibilidad magnética 0.042 SI, rumbo N45°E, inclinación 18° al SE, largo 3100 m, ancho 1220 m y espesor 293 m.



## Consideraciones finales

La interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la región ha permitido concluir que las rocas magmáticas del Mioceno Medio aflorantes en el sector perimetral oeste y sur de la depresión de Pozuelos se extienden también a un sector del subsuelo de la misma, donde se encuentran a profundidades someras bajo la cobertura de sedimentos modernos no magnéticos.

Sobre la base del carácter no magnético o “transparente” de esta cobertura se ha trazado un mapa de la “geología sólida” (o geología desprovista de la cobertura sedimentaria no magnética) de las unidades litomagnéticas que correlacionamos con el magmatismo mioceno medio de la depresión de Pozuelos.

Así es que se identificaron tres cuerpos subvolcánicos y una unidad volcánica (dividida en dos subunidades, norte y sur), que se han interpretado a partir de la configuración (geometría, magnitud, gradiente, polaridad) de las anomalías magnéticas. (No descartamos que, en rigor, lo que identificamos como una unidad volcánica pueda estar integrada por diversos componentes de una secuencia piroclástica como los que se conocen en la región, y que el conjunto de los mismos origine la respuesta magnética que caracteriza a esta unidad).

Los cuerpos subvolcánicos abarcan superficies de 7, 27 y 32 km<sup>2</sup> respectivamente, y las volcanitas, ubicadas en las adyacencias de los mismos, abarcan una superficie total del orden de los 500 km<sup>2</sup>.

La diferente polaridad magnética de las anomalías generadas por los cuerpos subvolcánicos (Nos. 1 y 3: polaridad reversa, No. 2: polaridad normal) indica una diferencia en la edad de los mismos, posible

aún dentro del Mioceno medio (Cande y Kent, 1992). Se ha planteado la probable vinculación o contemporaneidad entre el cuerpo subvolcánico No. 2 y la subunidad volcánica norte, por un lado, y el cuerpo subvolcánico No. 3 y la subunidad volcánica sur, por el otro, lo cual sugiere que la posible diferencia de edad entre los cuerpos subvolcánicos se podría hacer extensiva a ambos conjuntos rocosos.

La modelización de los perfiles de las anomalías magnéticas correspondientes a los cuerpos subvolcánicos ha permitido determinar que la profundidad de los mismos está en el rango de los 120 a 500 m, con susceptibilidades magnéticas de 0,01 a 0,04 S.I., indicativas de composiciones mesosilícicas a básicas. La profundidad del cuerpo subvolcánico correspondiente a la anomalía No. 3 (125 a 180 m) se ve confirmada por la interpretación de una sección sísmica (línea 4221).

En el marco de la mineralización asociada a las rocas magmáticas miocenas medias de la depresión de Pozuelos (yacimiento de Ag-Zn-Pb de Pan de Azúcar y prospecto minero de Au-Ag-Zn-Pb-Cu de cerro Redondo), la localización y caracterización de un sector no aflorante, pero ubicado a profundidades someras, de las mismas puede abrir expectativas de una mayor potencialidad minera para la región.

## Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento al Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR) por el apoyo logístico otorgado para la realización de este trabajo.

## Trabajos citados en el texto

Caffe, P. J. y Coira, B., 1999. Complejos de domos volcánicos del Mioceno Medio de Puna Norte. En Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini),

Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1569-1578, Buenos Aires.

Cande, S.C. y Kent, D.V., 1992. A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic, *Journal of Geophysical Research*, 97: 13.917-13.951.

Clark, D.A., 1999. Integrated Magnetics. Applications of rock magnetism to exploration and to geological interpretation of magnetic surveys. Short Course. Universidad de Buenos Aires (Inéd.). 205 p.

Coira, B., 1979. Descripción de la Hoja Geológica 3c, Abra Pampa, provincia de Jujuy. Servicio Geológico Nacional. Boletín, 170: 1-90.

Coira, B., 1999a. Potencialidad minera de sistemas megacaldéricos miocenos en Puna Norte. En Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1557-1567, Buenos Aires.

Coira, B., 1999b. Hoja Geológica 2366-I/2166-III Mina Pirquitas, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

Chernicoff, C. J., Garea, G., Hongn, F., Seggiaro, R., Zappettini, E., Coira, B., Caffè, P., Chayle, W., Gutierrez, G., Perez, A., Soler, M. y Rankin, L., 1996. Interpretación geológica del relevamiento aeromagnético de la Puna septentrional, Jujuy y Salta. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Serie Contribuciones Técnicas: Geofísica (I). Buenos Aires.

Gangui, A. H., 1998. A combined structural interpretation based on seismic data and 3-D gravity modeling in the Northern Puna/Eastern Cordillera, Argentina. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe B, Band 27*. Berlín. 176 p.

Rankin, L. Y Triggs, D., 1997. Area de la Puna Argentina. Interpretación geológica de datos de geofísica aérea y Landsat TM. SEGEMAR. Serie Contribuciones Técnicas: Geofísica (6). Buenos Aires.

Reyes, F.C. y Salfity, J.C., 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino. *Actas 5º Congreso Geológico Argentino*, 3: 355-385.

Segal, S. J. y Caffè, P. J., 1999. El yacimiento Pan de Azúcar, Provincia de Jujuy, Argentina. En Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 1579-1592, Buenos Aires.

SEGEMAR, 1996. Levantamiento geofísico aéreo (magnetometría y espectrometría de rayos gamma) Área Puna Septentrional. Datos digitales. Servicio Geológico-Minero Argentino.

Seggiaro, R., 1994. Petrología, geoquímica y mecanismos de erupción del complejo volcánico Coranzulí. Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales. Tesis doctoral, 137 p. (Inédito).

Turner, J.C.M., 1964. Descripción geológica de la hoja 2c, Santa Victoria. Boletín Instituto Nacional de Geología y Minería, 104, 99p.

Vilela, C.R., 1951. Acerca del hallazgo del Horizonte calcáreo dolomítico en la Puna Salto-jujeña y su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 6 (2): 101-107.

