



# Prospección Magnética en el área de Marayes Viejo, Sierras Pampeanas Occidentales, San Juan, Argentina.

Patricia Alvarado<sup>1</sup>, Eduardo Machuca<sup>1</sup>, Brígida Castro de Machuca<sup>1,2</sup>,  
Silvana Blanco<sup>1</sup>

1 INGENIO - Dpto. Geofísica, Universidad Nacional de San Juan, Argentina –

## ABSTRACT

A geological and geophysical study was carried out in a small andesitic porphyry outcrop, located in the western border of the La Huerta Range (San Juan province).

The geological works consisted in a detailed petrographic and metallogenic study over the igneous outcrops of the Marayes Viejo district, in the eastern border of the Marayes-El Carrizal Triassic subsiding basin. The andesitic porphyry is intruded within metamorphic host rocks. Through a magnetic survey executed in the area, it was possible to delimitate this igneous body. Ten N45°W trend magnetic profiles, 400 m in length, separated 50 m, and stations each 25 m were deployed in the area of interest. The main total field magnetic anomaly obtained is related to the presence of the porphyric body. The qualitative interpretation shows a clear difference between the metamorphic host rocks (magnetic low) and the porphyry body (magnetic high). The magnetic anomaly is extending about 400 m along a north-south direction and approximately 100-300 m in the perpendicular direction; several small anomalies within the main body were visualized, too. In the southern end of the map a structure such as a fault -which affect all the lithologies- was observed.

Works are still in progress to add more similar magnetic profiles mainly to the south, to achieve a quantitative interpretation using specific software and to complement with other geophysical methods. These works will intend to define the morph-structure and dimensions by means of a magnetic model of the subsurface.

## INTRODUCCION

Tanto en el interior de la sierra de La Huerta, como en regiones adyacentes a la misma, existen evidencias de magmatismo neopaleozoico-mesozoico, las cuales representan al ciclo orogénico-metalogénico gondwánico en las Sierras Pampeanas Occidentales (Ramos *et al.*, 1988; Castro de Machuca *et al.*, 1998).

Los estudios geológicos llevados a cabo en el flanco occidental de la sierra de La Huerta, al noroeste de la localidad de Marayes, Departamento Caucete, provincia de San Juan, Argentina (figura 1), permitieron identificar un cuerpo hipabisal de pórfido andesítico (Pórfido Marayes Viejo: PMV), que se localiza en el borde oriental de la cuenca triásica de Marayes-El Carrizal, (67°22' W; 31°26' S), en la zona de contacto con el basamento cristalino que conforma la sierra (Castro de Machuca, *op. cit.*).

El presente trabajo, muestra los resultados de un levantamiento magnético efectuado en la zona, con el objeto de definir la morfología, dimensiones, relaciones con las rocas de caja y controles de emplazamiento del cuerpo ígneo. La aplicación del método magnético, se llevó a cabo considerando el buen contraste de susceptibilidades magnéticas entre la litología ígnea, las rocas encajonantes metamórficas y la cubierta sedimentaria, además de la operatividad en el terreno, bajo costo y confiabilidad de esta técnica de prospección.

Esta investigación fue subsidiada por el proyecto CICITCA-UNSJ 21/E037.

## CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL AREA

En la zona bajo estudio afloran rocas del basamento cristalino, sedimentitas y volcanitas triásicas y depósitos recientes incluidos en forma global en el Cuaternario (figura 1). Las unidades litológicas reconocidas son:

Basamento cristalino de edad precámbrica-paleozoica inferior: el flanco occidental de la sierra está constituido por rocas ortoderivadas (metatonalitas y metadioritas), anfíbolitas y paragneises biotíticos-granatíferos, cuyo grado de metamorfismo corresponde a la facies de anfíbolitas de alto grado y facies de granolitas subfacies con hornblenda. Las primeras, son rocas de color gris verdoso oscuro, de grano grueso, con foliación poco desarrollada, que presentan abundantes enclaves microgranulares máficos orientados con un azimut promedio 345° coincidente con la foliación regional. Tienen textura granoblástica y están compuestas por plagioclasa, cuarzo, biotita y hornblenda como minerales esenciales.

Los gneises biotíticos-granatíferos son rocas finamente foliadas, de color pardo oscuro. En muchos casos poseen características migmatíticas con abundantes porfiroblastos y venas de feldespato potásico. La foliación está fuertemente plegada y son comunes las variedades miloníticas. En el extremo norte del área, suelen estar intruídos por filones pegmatíticos.

Secuencia interestratificada volcano-sedimentaria de edad triásica: Se trata de conglomerados con rodados metamórficos angulosos a subangulosos que alternan con areniscas medianas micáceas, con algunos bancos de

diamictitas y escasas tobas. Se caracterizan por su color rojo ladrillo a gris rojizo y sus capas gruesas y discontinuas con débil estratificación entrecruzada. Tienen rumbo dominante NNO-SSE y disposición subhorizontal y, al noroeste del PMV, se asientan en discordancia angular sobre el basamento cristalino. Estas rocas se asignan a la Formación Esquina Colorada de edad triásica media, que constituye la base del Grupo Marayes (Bossi, 1976)

Rocas volcánicas y volcanoclásticas se intercalan en concordancia con las sedimentitas. Se trata de mantos o coladas de basaltos con niveles brechosos basales que posiblemente correspondan a un episodio volcánico contemporáneo con el relleno de la cuenca. Las facies volcanoclásticas poseen contactos transicionales con los basaltos. El afloramiento más importante es el Basalto Marayes Viejo, al que Bossi (*op. cit.*), interpretó como un dique de rumbo N30°O, de edad incierta por tratarse de un cuerpo intrusivo (?).

Depósitos cuaternarios: se adosan al pie del cordón montañoso y están representados por sedimentos aluviales gruesos, arenas y gravas generalmente inconsolidados que constituyen acumulaciones coluviales, niveles de glaciares y aluviones de cauces actuales. Sus principales componentes son rodados del basamento que se asientan sobre el Triásico, indicando alzamiento y reactivación tectónica de la sierra. Niveles travertínicos mesetiformes de escaso desarrollo y potencia cubren en ocasiones a las sedimentitas triásicas.

## EL PÓRFIDO MARAYES VIEJO

El PMV aflora como un cuerpo de forma irregular y dimensiones reducidas (aproximadamente 200m × 250m), intruido en el basamento cristalino (figura 1). Del mismo se desprenden apófisis de escaso recorrido y potencia, que se emplazan siguiendo la estructura de las metamorfitas. Hacia el sureste, las sedimentitas triásicas cubren al pórfido en relación de no-concordancia. Si bien el afloramiento tiene escasa manifestación superficial, el levantamiento magnetométrico efectuado, predice su continuidad hacia el suroeste, por debajo de las sedimentitas.

Los contactos con las rocas del basamento son netos y de tipo intrusivo, sin evidencias de fenómenos térmicos. El PMV tiene color gris mediano, casi siempre enmascarado por abundantes pátinas limoníticas pardo-anaranjadas y/u obliterado por la alteración. En las zonas de borde suele disminuir su tamaño de grano y se torna muy compacto y de color gris oscuro. La textura es porfírica, con abundantes fenocristales de plagioclasas y subordinados de minerales máficos en una pasta afanítica.

Petrográficamente está compuesto por fenocristales de plagioclasas zonales (40%), hornblenda y biotita en menor proporción y escaso cuarzo. La pasta es microgranuda y por lo general está muy alterada. La alteración dominante es de tipo propilitica moderada a fuerte, con alteración fílica subordinada.

Se observa diseminación fina de sulfuros (pirita y subordinada calcopirita). La mineralización metalífera en el PMV está representada además por cobre nativo acompañado por escaso oro y minerales secundarios de cobre y "limonitas".

Numerosas estructuras vetiformes de relleno, compuestas por cuarzo y opacos limonitizados ± calcita atraviesan el afloramiento. Por sus dimensiones reducidas carecen de importancia económica.

Una datación K-Ar sobre roca total permitió asignar al PMV una edad de 259±13 Ma, es decir correspondiente a la parte más alta del Pérmico inferior-Pérmico superior (Castro de Machuca, *op. cit.*)

En algunos sectores, diques felsíticos profusamente alterados de color pardo amarillento intruyen a las metamorfitas y al PMV.

## ESTRUCTURA DEL AREA

Desde Marayes hasta el sector central de la sierra de La Huerta, el modelo estructural se caracteriza por bloques limitados por fracturas escalonadas que tienen como frente estructural la megafactura de Valle Fértil, dispuesta a lo largo del flanco occidental serrano. Esta megafactura, que es un corrimiento del basamento responsable del ascenso de la sierra, tiene dirección N30°-35°O, vergencia al oeste y un alto ángulo en superficie que varía en profundidad hasta casi horizontalizarse (Baldis *et al.*, 1990).

El cordón serrano presenta un perfil transversal asimétrico con una vertiente occidental de mayor pendiente que la oriental, lo que trae aparejado un escaso desarrollo areal del piedemonte occidental. El relieve es abrupto y escarpado.

El PMV tiene un relieve suavemente ondulado. Su emplazamiento en el contacto entre el basamento cristalino y el borde de la cuenca mesozoica, probablemente estuvo controlado por la gran megafactura que margina la sierra.

Por su parte, las rocas mesozoicas configuran un relieve bajo y deprimido, con lomadas a veces mesetiformes, con una cobertura aluvial poco potente. Las formaciones triásicas están profundamente erosionadas por la red de drenaje que confluye hacia el río Marayes, de régimen temporario. El Grupo Marayes se apoya en discordancia angular sobre el basamento cristalino, constituyendo una faja continua de rumbo NNO-SSE. Ante la deformación, las sedimentitas actuaron plásticamente generando amplias estructuras sinclinales.

En las proximidades del área de estudio, Bossi (*op. cit.*) y Treo (1988), reconocieron tres sistemas de fallas: a) fallas regionales de rumbo NNO-SSE, con importante expresión morfológica, entre las que se destacan las fallas Rickard y de Las Chacras o Pan de Azúcar que limitan al Triásico por el oeste y lo sobreponen a sedimentos cuaternarios, b) fallas regionales de rumbo NE-SO que confluyen en las anteriores y ocasionalmente las cortan, pudiendo considerarse conjugadas de aquéllas y c) fallas locales transversales de rumbo ESE-ONO limitadas entre las anteriores.

La zona específica de trabajo está afectada por el sistema de fallamiento Rickard, con actividad neotectónica comprobada. La recurrencia de este fallamiento favoreció el desarrollo de brechas de falla en algunos sectores, así como la meteorización de las rocas en su conjunto. Los surgentes de agua a lo largo de la zona de falla han propiciado

el desarrollo de “vegas”, donde la desintegración mecánica y la descomposición química hacen que las rocas se vuelvan friables y se cubran con eflorescencias salinas y patinas de óxidos de hierro que enmascaran su naturaleza.

## **RELEVAMIENTO MAGNÉTICO**

### **Trabajo de campo**

Esta etapa consistió en la medición de la intensidad de campo magnético total a lo largo de 10 perfiles de 400 m de longitud, dispuestos según un azimut de 315°. La equidistancia entre perfiles fue de 50 m y la separación entre las estaciones de medición de 25 m. Esta geometría, fue diseñada de acuerdo con la morfología del afloramiento ígneo objeto de interés (figura 2), aprovechando la topografía suave manifestada por un desnivel de  $\pm 200$ m, lo cual hizo posible un ágil levantamiento magnético en perfiles y un reconocimiento directo de las distintas unidades litológicas presentes. La estación base (P0), situada sobre el PMV, fue seleccionada teniendo en cuenta la operatividad del trabajo y el bajo nivel de ruidos magnéticos. En ella se realizaron lecturas frecuentes de la intensidad de campo magnético total y del tiempo, con el objeto de evaluar la variación diurna que afecta a todas las mediciones. Se debe destacar el buen acceso a la zona, ya que una antigua huella ocupada para labores mineras, permitió movilizarse en vehículo dentro de la misma.

### **Instrumental utilizado**

Para el relevamiento efectuado se utilizaron dos magnetómetros de precesión protónica SCINTREX portátil, modelo MP-2, que emplearon ocho baterías renovables de 1,5 volt cada una y una escala de medición graduable de 21 a 92 kgamma. Los equipos están provistos de las respectivas mochilas que portan al sensor y sujetan al instrumento simultáneamente, en una posición cómoda para el operador.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

A partir de los valores obtenidos en P0, fue posible estimar una curva de la variación diurna del campo magnético terrestre en el tiempo, cuyo rango mostró apartamientos de  $\pm 34\gamma$ . La misma fue la base para separar este efecto de los datos de campo. Los resultados encontrados se muestran en la figura 2 en forma de líneas isogammas de campo magnético total, el mapa determinado, ha sido construido utilizando el programa Surfer que opera bajo Windows.

## **INTERPRETACION**

La interpretación cualitativa realizada señala dos valores de máximo y mínimo del campo magnético total, correspondientes a 24150  $\gamma$  y 23100  $\gamma$ , respectivamente.

La anomalía positiva principal, está vinculada a la presencia del cuerpo de pórfido andesítico (PMV), mostrando contactos netos desde el punto de vista geofísico, cuyo origen se debe al buen contraste con los encajonantes metamórficos, lo cual está de acuerdo con la geología observada en superficie. Dentro de este dominio magnético, se observan sectores con anomalías de baja frecuencia evidenciadas por una separación de las líneas isogammas mayor que en otros sectores, donde las anomalías muestran mayor frecuencia. La interpretación para este efecto correspondería a una suave pendiente en la forma del cuerpo para el primer caso, en contraposición a la mayor pendiente para el segundo. Otra alternativa sería la disposición a distintas profundidades del pórfido, que produce una anomalía de baja frecuencia para un cuerpo principal más profundo y prolongaciones más pequeñas hacia la superficie, que provocan líneas de anomalías menos espaciadas. Estas últimas podrían deberse a ramificaciones (apófisis) del pórfido durante su intrusión y emplazamiento.

Las dimensiones aproximadas para el cuerpo porfírico, determinadas por el estudio magnetométrico, son de unos 400 m en dirección N-S y variable entre 100 y 300 m en dirección E-W. No obstante, en el sector inferior del mapa, se observan valores anómalos positivos que se interpretan como la continuidad del pórfido en profundidad hacia el sur. En este caso, el contacto se establece con las sedimentitas que lo cubren y los resultados obtenidos indicarían, en consecuencia, dimensiones mayores que las visualizadas por este estudio. Futuros trabajos geofísicos permitirán definir este punto.

En este caso, el contacto se establece con las sedimentitas que lo cubren, y los resultados obtenidos indicarían, en consecuencia, dimensiones mayores que las visualizadas por este estudio. En el extremo superior del mapa de isogammas (figura 2) así como en los perfiles magnéticos realizados, se aprecia un contraste muy marcado entre el PMV y el basamento cristalino, lo que indica contactos netos. Este hecho concuerda con las observaciones de campo y con los datos aportados por el relevamiento geológico lográndose una buena correlación geológica- geofísica.

Entre los perfiles S1 y S4, se observa un contacto por falla entre el pórfido y las sedimentitas, la cual afecta también al cuerpo porfírico. Este dominio estructural se puede vincular al sistema de fallamiento Rickard mencionados con anterioridad.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación del método magnético como técnica geofísica de apoyo a la geología, mostró buenos resultados debido al contraste de susceptibilidades magnéticas entre el cuerpo ígneo estudiado y las rocas de caja, permitiendo visualizar

estructuras en profundidad. De este modo, las anomalías magnéticas positivas ("magnetic high") encontradas pusieron de manifiesto la presencia del PMV, definiendo detalles estructurales dentro del mismo, contactos netos con los encajonantes metamórficos y su continuidad hacia el sur de la zona de estudio. Se destaca la operatividad del método y el bajo costo.

A partir de la interpretación cualitativa del estudio magnetométrico, se pudo observar la estrecha correlación entre los valores magnéticos de campo magnético total y los datos geológicos de las distintas unidades litológicas aflorantes. No obstante, debe mencionarse la importancia de poder contar con otro tipo de productos como mapas de "reducción al polo", "señal analítica" y/o "prolongación ascendente", que colaborarán para una mejor interpretación.

Entre los perfiles S1 y S4, se evidencia la presencia de una falla de rumbo aproximado N-S con desplazamiento lateral izquierdo, que afecta a todas las formaciones geológicas y que sería, por lo tanto, posterior al emplazamiento del PMV. Esta estructura estaría relacionada con el sistema de fallamiento de Rickard, mencionado por otros autores, con actividad neotectónica comprobada.

Es recomendable emplear otros métodos geofísicos adicionales, como por ejemplo el gravimétrico, que posibilite correlacionar la información geofísica en un sentido cuantitativo, y el de IP que indicaría la presencia de mineralización metalífera diseminada.

Se trabaja en la disposición de nuevos perfiles hacia el sur y hacia el oeste de los ya realizados, con la intención de visualizar la geometría completa del cuerpo porfírico. La interpretación cuantitativa de los datos magnéticos constituye otra etapa en ejecución, cuyo objetivo principal será definir un modelo del subsuelo para la zona bajo estudio.

## REFERENCIAS

Baldís, B., R. Martínez, R. Villegas, E. Pereyra y A. Pérez, 1990. "Estructura, provincialismo geológico y unidades tectonoestratigráficas de San Juan". En: *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Juan*. 11° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 186-211, San Juan.

Bossi, G., 1976. "Geología de la cuenca de Marayes-El Carrizal". 6° Congreso Geológico Argentino, I: 23-38, Bahía Blanca.

Castro de Machuca, B., C. Sumay, A. Conte-Grand y E. Meissl, 1998. "Nueva evidencia de Magmatismo Neopaleozoico en las Sierras Pampeanas Occidentales. El Pórfido Marayes Viejo, Provincia de San Juan, República Argentina." X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, II: 331 – 336, Buenos Aires.

Ramos, V., F. Munizaga y G. Marín, 1988. "Las riolitas neopaleozoicas de la sierra de La Huerta (Provincia de San Juan): evidencias de una metalogénesis aurífera gondwánica en Sierras Pampeanas". Tercer Congreso Nacional de Geología Económica, I: 149-159, Olavarría.

Treo, C., N. Weidmann, M. Pérez y C. Gallardo, 1988. "Análisis morfo-estructural del sistema de fallamiento Las Chacras, como fuente sísmica potencial". Proyecto UNSJ-CONICET, 42pp. Inédito.

MAPA FOTOGEOLÓGICO DEL SECTOR MARAYES VIEJO

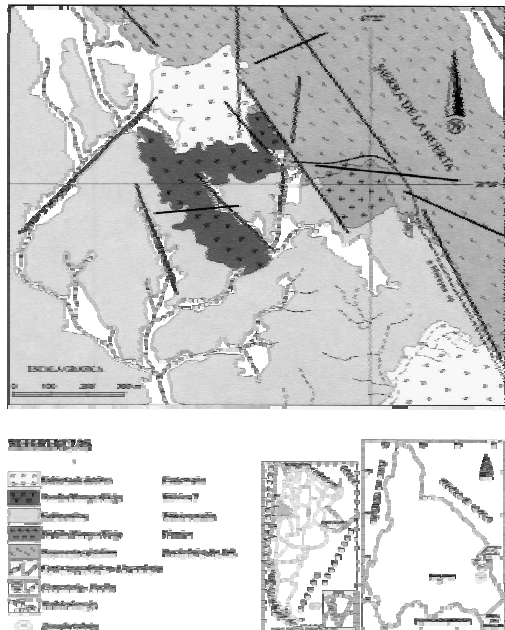


Figura 1. Mapa fotogeológico del sector Marayes Viejo [Tomado de Castro de Machuca et al., 1998].

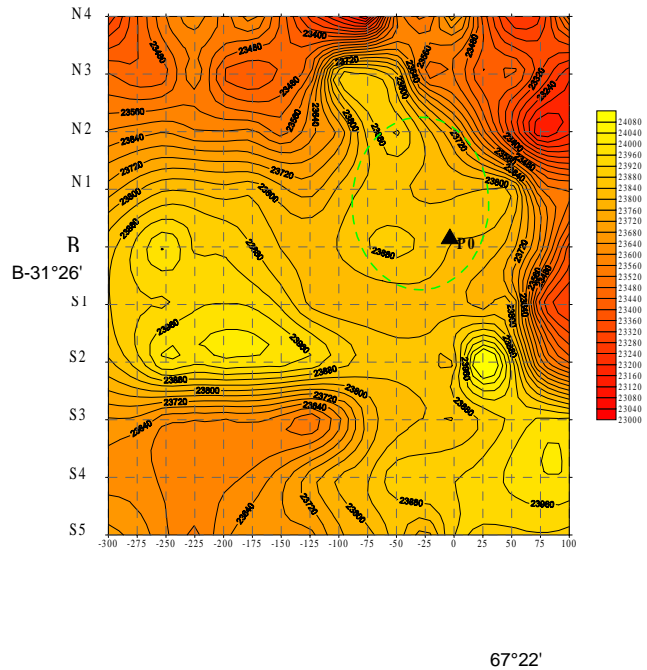


Figura 2. Mapa de anomalías de campo magnético total. La equidistancia entre perfiles es de 50m y la separación entre estacas de medición de 25m. P0 (31°26'; 67°22') simboliza la Estación Base sobre el pórfido aflorante, el cual se denota con un óvalo.

A la derecha se observa la paleta utilizada.