CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

TEXTO GUIA
CARTA MAGNÉTICA
"AGUASCALIENTES" F13-9

ESTADOS DE JALISCO, ZACATECAS, AGUASCALIENTES Y NAYARIT

ESCALA 1:250,000

POR: **Ings. César Alam Hernández**
Julio Vélez López
Israel Hernández Pérez

MÉXICO, 2000

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editada por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 2000.* *© Derechos Reservados.*

Í N D I C E

RESUMEN

Página

INTRODUCCIÓN 1

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA 1

I.1.- Fuentes de Información 1

I.2.- Parámetros y Equipo Utilizado en el Levantamiento 1

I.3.- Procesamiento de Datos 2
I.3.1.- Integración de la Información Magnética 2
I.3.2.- Obtención de Datos Corregidos por el Campo Geomagnético 2
I.3.3.- Generación del Mapa 2
I.3.4.- Graficación 3

1.4.- Características de la Carta Magnética 3

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA 3

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 6

III.1.- Dominios Magnéticos 6
III.1.1.- Dominio Magnético B_1 6
III.1.2.- Dominio Magnético B_2 7
III.1.3.- Dominio Magnético C 8

III.2.- Lineamientos Magnéticos 8

III.3.- Procesos Analíticos Realizados 9
III.3.1.- Mapa de Estructuras Profundas 9
III.3.2.- Mapa de Estructuras Superficiales 10

III.4.- Zonas Prospectivas 10

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 10

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.- Mapa de Localización ..... entre 1 y 2

Figura 2.- Interpretación Magnética Litoestructural..... entre 6 y 7

Figura 3.- Mapa de Estructuras Profundas
Filtro Pasa bajas de CMT Reducido al Polo..... entre 9 y 10

Figura 4.- Mapa de Estructuras Superficiales
Primera Derivada Vertical del CMT Reducido al Polo..... entre 9 y 10

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales realiza el Programa de Infraestructura Geológico-Minera, dentro del cual se lleva a cabo el cubrimiento aeromagnético sistemático de las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional, con el propósito de conocer las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo que ayuden a descubrir yacimientos minerales ocultos.

Dentro de este programa se llevó a cabo el levantamiento aeromagnético de la hoja Aguascalientes F13-9, a escala 1:250,000, con formato cartográfico del INEGI, la cual se localiza en la porción centro-occidental de la República Mexicana y cubre parcialmente los estados de Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes y Nayarit, con una superficie de 22 819 Km^2.

El levantamiento aeromagnético de contorno, se realizó con avión durante los años de 1982, 1995 y 1998, a una altura de 300 m y 450 m. La separación de las líneas fue de 1 000 m en todos los casos, con líneas de control a cada 10,000 m. Los datos magnéticos se presentan (en la carta magnética) como curvas de contorno de isovalores de Campo Magnético Total (CMT) corregido por IGRF, indicando su intensidad en contrastes de color.

La estratigrafía de la región está representada por unidades que abarcan del Cretácico Inferior (?) al Cuaternario; las unidades más antiguas las constituyen ventanas estructurales en donde afloran rocas volcanosedimentarias que posiblemente corresponden al Terreno Guerrero. Las unidades terciarias están compuestas principalmente por rocas andesíticas y riolíticas, que constituyen parte de la Sierra Madre Occidental. A partir de Mioceno Medio se lleva a cabo un nuevo evento tectónico bimodal que corresponde al Eje Neovolcánico.

Producto de eventos tectónicos extensivos, la región se caracteriza por presentar una serie de fosas y pilares tectónicos, los que conforman los grabens de Bolaños, Tlaltenango, Jalpa, Calvillo y Aguascalientes. Respecto a los yacimientos minerales que se encuentran dentro del área que cubre la carta, se encuentra el Distrito minero de Bolaños, el ex distrito minero de Cinco Minas y la zona estañífera de Tecoaltiche-Villa Hidalgo.

En la interpretación cualitativa de carácter regional que se presenta en este texto, se definieron 3 grupos de dominios magnéticos, indicados con las letras B_1, B_2 y C, que indican la distribución de las principales unidades geológicas, así como 4 sistemas principales de lineamientos magnéticos que indican las principales fallas de origen profundo.

En las porciones centro y oriente de la carta, lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE definen una depresión magnética, la cual se detectó desde las inmediaciones del poblado de Tlaltenango, (atravesando prácticamente todo el resto de la carta), con aproximadamente 130 km de longitud, continuándose en la carta Guanajuato. La depresión magnética detectada se interpreta que puede corresponder al límite a profundidad entre la Mesa Central y la Sierra Madre Occidental, resultando muy probablemente la continuación hacia el norponiente de la Falla El Bajío, definida por Aranda y colaboradores (1989), para la porción suroccidental de la Sierra de Guanajuato.

Por otra parte, mediante el proceso analítico de la primera derivada vertical (Mapa de Estructuras Superficiales), se logró definir la respuesta magnética de las fosas tectónicas de Tlaltenango, Jalpa, Calvillo y Aguascalientes .

INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de los yacimientos minerales ocultos en el subsuelo, hace necesario el empleo de técnicas indirectas de exploración, como son: geofísica, geoquímica e imágenes de satélite, las cuales representan valiosas herramientas que deben utilizarse conjuntamente con la geología, para lograr encontrar yacimientos minerales de rendimiento económico.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene entre sus funciones la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Aguascalientes F13-9, escala 1:250 000, forma parte de una serie de publicaciones dentro de este programa, las cuales aportan información básica que permite fundamentar futuras exploraciones.

La carta Aguascalientes F13-9, escala 1:250 000 con formato cartográfico del INEGI, comprende una superficie de 22 819 Km^2, se localiza en la porción centro occidental de la República Mexicana y cubre parcialmente los estados de Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes y Nayarit (Figura 1).

En la interpretación cualitativa de la carta se lograron definir a nivel regional, las expresiones magnéticas más evidentes como son: La distribución y configuración de las rocas ígneas y sedimentarias, contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas.

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1.- Fuentes de Información

Para la elaboración de la carta magnética Aguascalientes fueron utilizados los datos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), en los años de 1982, 1995 y 1998.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1991).

I.2.- Parámetros y Equipos Utilizados en el Levantamiento

En el levantamiento de 1982 se llevaron a cabo vuelos de contorno a 300 m sobre el nivel del terreno, con líneas de rumbo NE-SW y separación de 1 000 m, identificando las trayectorias de vuelo mediante navegación visual. El equipo empleado consistió de un magnetómetro Geometrics G-803 de protón, con sensibilidad de 0.25 nT (nanoteslas) utilizando un sensor móvil instalado en un avión Islander modelo BN2-B27.

En el levantamiento realizado en 1995, la altura de vuelo fue de 450 m sobre el nivel del terreno, con líneas de rumbo N-S y separación de 1 000 m. En esta ocasión el equipo utilizado consistió en un magnetómetro Scintrex CS2 de bombeo óptico a vapor de Cesio con sensibilidad de 0.001 nT en la versión de sensor fijo, instalado en el avión Islander. El posicionamiento de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS).

Finalmente, para el levantamiento realizado en 1998, la altura de los vuelos de contorno fue de 300 m, con líneas de rumbo N-S y separación de 1 000 m, empleando un sistema de navegación electrónica (GPS). El equipo utilizado fue un magnetómetro Geometrics G822-A de bombeo óptico a vapor de Cesio con sensibilidad de 0.001 nT en la versión de sensor fijo, instalado en un avión Islander modelo BN2-A21.

Por otra parte, resulta importante hacer mención del personal que participó en el levantamiento aeromagnético, así como en el procesado y edición final de la carta magnética:

- Ing. Javier Lara S.
- Ing. Efrain Salas H.
- Ing. Alejandro Cuevas C.
- Ing. Efrain Bori S.
- Ing. Roberto Zapata G.
- Ing. Jorge Hernández L.
- Ing. Justino Escamilla O.
- Ing. Guillermo Guzmán A.
- Ing. Victor Flores A.
- Ing. Rocío Chavez R.
- Ing. Adán Sosa L.
- Técnico Salvador Vázquez M.
- Técnico Adrián Garnica P.
- Piloto Jorge Rosas M.
- Piloto Edgar Mozqueda C.
- Piloto Gerardo Vega G.
- Piloto Oscar Ladrón de G.
- Mecánico Rubén Plata M.
- Mecánico Luis Rosales G.
- Mecánico Misael Vital

I.3 Procesamiento de Datos

Para la integración de los datos y la generación de los mapas, se llevaron acabo las siguientes etapas:

I.3.1.- Integración de la Información Magnética

En el caso de la información de 1982, fue necesario digitalizar los datos de mapas aeromagnéticos, siguiendo las trayectorias de vuelo para capturar las coordenadas UTM y el valor de la intensidad del campo magnético (CMT).

Para los vuelos realizados en 1995 y 1998, la información se transfirió directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

La información digital se integró y procesó mediante el software Geosoft, generándose una rejilla de datos con un tamaño de celda de 200 x 200 m. Los procesos que se aplicaron a la información magnética consistieron en corrección por deriva y líneas de control, corrección por movimiento del avión (compensación magnética) y micronivelación.

El equipo de computo empleado fue una PC marca Dell con procesador Pentium II, disco duro de 6 Gb, 128 Mb de memoria RAM y velocidad de 400 Mhz.

I.3.2.- Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México; obtenido para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético de la República Mexicana, ha decrecido en ese período aproximadamente 48.7 nT por año (Urrutia y Campos, 1993), lo que nos da una idea de la magnitud del cambio en el campo geomagnético que debe corregirse.

En el caso de la carta Aguascalientes F13-9, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del IGRF (International Geomagnétic Reference Field) tomando en cuenta la posición geográfica del área, la fecha del levantamiento y la altura de vuelo.

Esta corrección se realizó utilizando los coeficientes del IGRF 1990 y 1995 adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

I.3.3.- Generación del mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000 los datos de la carta magnética se integraron en un archivo de coordenadas X, Y y Z, empleándose el algoritmo de interpolación de Briggs (1974) de mínima curvatura. La generación de curvas de contorno se realizó con

el software Arc/Info, empleando un regrid al tamaño de celda en la rejilla de 50 x 50 m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II, con disco duro de 4.2 Gb, 262 Mb de RAM y velocidad de 300 Mhz.

I.3.4.- Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de inyección de tinta Hewlett Packard 755 CM. Este mapa preliminar se utilizó para la interpretación y revisión de los valores magnetométricos previos a la edición e impresión final.

1.4.- Características de la Carta Magnética

La edición cartográfica de la carta magnética se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los altos en tonos rojos (como se indica en el espectro de valores de la carta), con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos. Las curvas de contornos se graficaron a cada 25 nT.

En la base cartográfica se indican las principales carreteras, ríos y ciudades. La carta está referida al sistema de coordenadas geográficas y a la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

En el presente texto se incluyen mapas tamaño carta y en presentación de imagen en relieve del campo magnético, para realzar los elementos que se describen.

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

La síntesis geológica que se presenta a continuación se tomó del resumen del texto explicativo de la carta Geológico-Minera y Geoquímica Aguascalientes F13-9 (Sánchez G.A. y otros, 1998) publicada por el Consejo de Recursos Minerales, por lo que sí es necesario obtener mayor detalle de la información expuesta, se recomienda consultar directamente dicho texto en donde se ha desarrollado ampliamente la geología regional de la carta.

La estratigrafía está representada por unidades que abarcan del Cretácico Inferior (?) al Cuaternario. La unidad más antigua corresponde a una secuencia volcanosedimentaria que se ha denominado informalmente como Formación Cieneguita constituida por andesitas, areniscas y lutitas. Descansando sobre ésta, en contacto concordante se tiene a la unidad denominada informalmente como Formación El Varal, constituida por calizas, lutitas con bandas y nódulos de pedernal; estas unidades se manifiestan como afloramientos de poca extensión, en forma de ventanas estructurales, ambas unidades muestran un metamorfismo regional de bajo grado y están intrusionadas por un tronco diorítico de edad Cretácico Inferior; su contacto superior es discordante debido a que se registró una época de no depósito que va del Cretácico Superior al Eoceno Medio, sus afloramientos se localizan en los poblados de la Tomatina y El Varal, ubicados a 10 km al W y 20 km al N58°W respectivamente de la ciudad de Aguascalientes.

Durante el Terciario se tuvo la influencia en el occidente en México de un arco magmático que fue el resultado de la tectónica convergente que afectó a la región (Mc Dowell y Clabaugh, 1979), dando lugar al paquete volcánico que conforma la Sierra Madre Occidental, el cual inicia durante el Eoceno Medio con derrames riolíticos y eventos ignimbríticos.

El Oligoceno-Mioceno de la Sierra Madre Occidental según (Damon y otros, 1981) corresponde a dos eventos, al principio del Oligoceno (Mc Dowell y Keizer 1977) se depositan rocas de composición intermedia

constituidas por andesitas y andesitas basálticas, que constituyen la secuencia andesítica inferior. El segundo evento aportó las rocas de mayor distribución en la carta con espesores mayores a 800 metros de una secuencia continua con predominancia de tobas riolíticas, riolitas-ignimbritas y dacitas con edades del Oligoceno Superior - Mioceno Inferior (Mc Dowell y Keizer 1977; Roesler et al, 1994), dentro de este paquete se presentan en forma local brechas riolíticas y basálticas.

A partir de el Mioceno Medio se lleva a cabo un nuevo evento volcánico bimodal que corresponde a la manifestación del Eje Neovolcánico, las rocas más antiguas de este evento están representadas por una roca de composición andesítica. La que se presenta en forma de colada lávica que aflora en la cima del Cerro Huichol, al WSW del poblado San Martín de Bolaños.

El Mioceno Superior se manifiesta por la presencia de una toba riolítica la cual se encuentra aflorando al SE de la ciudad de Aguascalientes.

Los basaltos del Mioceno Superior, están representados por una serie de coladas distribuidas en la porción centro-sur de la carta.

Durante el Neógeno se depositan rellenando fosas tectónicas (Graben de Aguascalientes y Tlaltenango); una serie de areniscas arcillosas y capas conglomeráticas y tobas líticas de color blanco cuyos fragmentos se encuentran en forma caótica; los horizontes de gravas son empacados por arenas gruesas y medianas que representan materiales disgregados y transportadas, así como cenizas; se le estima un espesor superior a 200 metros.

Entre Moyahua de Estrada y Tabasco Zac. existe un paquete sedimentario continental depositado cómo relleno de fosa de edad Plioceno que consta de calizas, lutitas, areniscas y lentes de conglomerado de hasta 200 metros de espesor; las calizas contienen gasterópodos (camino Pálmarejo-Atecajete al sur de Moyahua y en el arroyo del Laurel, antes de desembocar al río Juchipila). Al surponiente de Huanusco en las cercanías del poblado de Guatemala se encontró mastofauna en las areniscas de esta unidad.

Posteriormente a esta secuencia se tiene una unidad de conglomerados oligomicticos y polimicticos del Plioceno Medio, sobre los que descansan (porción surponiente de la carta) unos derrames basálticos del Plioceno que a su vez son cubiertos por tobas basálticas. Los eventos volcánicos se manifestaron hasta el Plio-Cuaternario, siendo definida esta edad por dataciones radiométricas realizadas por Nieto (y otros, 1985) y Moore (y otros, 1994), que reportan edades entre 3.19 a 3.77 m.a.

Durante el Pleistoceno-Holoceno se depositaron cenizas riolíticas y lapilli, de estratificación masiva y arena finas con estratificación cruzada, presenta restos de vertebrados datados con paleontología; a esta unidad se le ha denominado toba Aguascalientes.

Rellenando las depresiones topográficas se encuentra material de aluvión el cual es transportado por los ríos y arroyos, constituido principalmente por gravas, arenas y limos, localizado al norte de la ciudad de Aguascalientes.

Por último las rocas ígneas intrusivas que cortan la secuencia volcánica terciaria afloran en localidades restringidas en forma de granito, granodiorita y diorita. En algunas partes se observa la presencia de cuerpos intrusivos de tipo pórfido andesítico y pórfido dacítico, que afectaron este paquete volcánico y a los que se atribuye la mineralización de algunas localidades como Mezquital del Oro, Las Caballerías al sureste de Jalpa y Aréchiga.

Los principales lineamientos estructurales de primer orden, representan un fallamiento normal en forma escalonada, produciendo así el modelo

de fosas y pilares que caracteriza la región. Las fosas presentan un rumbo general NE 10°- 20° SW, con un ancho de 12 km, como son el de Bolaños, Tlaltenango, Jalpa, Calvillo y Aguascalientes, en la fosa de Jalpa están alojadas las calderas de Jalpa y Juchipila. Los lineamientos de segundo orden corresponden a fallamientos de rumbo N-S, también se tienen lineamientos de tercer orden con rumbo NW-SE, que se ubican en la porción noreste y centro de la carta respectivamente.

En el pilar tectónico de Sierra de Morones existen conos volcánicos que originaron unos curvolineamientos de entre 15 y 20 kilómetros de diámetro; existen otros curvolineamientos paralelos que pueden deberse a calderas sepultadas las cuales muestran fallamiento radial de rumbo N 20° E.

Las fases de deformación de la región, se relacionan con eventos comprensivos, ocurridos durante el Mesozoico, y Cenozoico y fases distensivos evidenciados por el fallamiento normal y el emplazamiento plutónico Cretácico-Terciario así como el volcanismo Cenozoico.

Los yacimientos minerales de mayor importancia localizados en la carta, se distribuyen principalmente en distritos mineros y zonas mineralizadas:

Distrito minero de Bolaños. Se localiza en la porción noroeste de la carta y consta de una secuencia riolítica del Oligoceno que encajona a la mineralización, la que se presenta en vetas argentíferas epitermales que contienen plata nativa, anglesita, hemimorfita, fluorita y pirita asociada a óxidos de fierro y manganeso.

Ex-distrito minero de Cinco Minas (San Pedro Analco). Se localiza en la porción surponiente de la carta, consiste de un conjunto de vetas-falla que se emplazan en el paquete andesítico que representa el horizonte de mayor interés geológico-minero, presentando un rumbo general de N45°W y echado al suroeste con una longitud de 2 a 3 kilómetros y espesor que varía de 0.40 a 1.0 m. La mineralización está caracterizada por galena, blenda, calcopirita, pirolusita y malaquita.

Zona mineralizada de Mezquital del Oro. Se localiza en la porción centro-sur de la carta, la geología está representada por una secuencia volcánica de tobas, brechas riolíticas, ignimbritas, andesitas y basaltos. Las estructuras mineralizadas son vetas con rumbos que van de N30°-80°E a N60°-75°W, el origen de los yacimientos es de tipo epitermal con mineralización de oro nativo, cerargirita, argentita, pirolusita y cuarzo.

Zona mineralizada de Jalpa. Se localiza en la porción central de la carta, la geología está representada por una secuencia volcánica formada por tobas y derrames riolíticos con horizontes de basaltos que originaron a las Sierras de Tlachichila y Morones, al sur de Jalpa se presentan apófisis de dioritas en afloramientos pequeños. En la zonas predomina la fluorita y en menor proporción manganeso y calcita, además de presentar estructuras con contenidos de oro. Así mismo la mina La Leonera es conocida en la región por su producción de plata, plomo y zinc.

Zona mineralizada de Apozolco. Se ubica en la porción centro-norte de la carta, la geología está caracterizada por derrames de riolitas, aglomerados riolíticos, ignimbritas, tobas riolíticas con intercalaciones de basaltos. La mineralización en superficie es pobre observándose óxidos de manganeso emplazados en vetillas y la incipiente presencia de fluorita, galena, marmatita y calcita.

Zona Estañífera de Teocaltiche-Villa Hidalgo. Se ubica en la porción central de la carta, un paquete ignimbrítico-riolítico encajona las estructuras con mineralización de estaño, las que se presentan en forma de: vetas de juntas, stockwork, brechas y mineral de placer; aunque la mineralización en superficie no es muy evidente, existe el antecedente de la explotación de estaño en tiempo pasado.

Con respecto a yacimientos de minerales no metálicos, se cuenta con la presencia de depósitos de caolín, arenas sílicas, calizas con posibilidades de ser explotadas en la producción de cal y/o cemento (Jalpa) y algunos bancos de grava en las cercanías de la población de Encarnación de Díaz y Villa Hidalgo. Además existen bancos de cantera de interés para la industria de la construcción (Yahualica de González Gallo, San Julián, San Miguel el Alto y Jesús María).

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información aeromagnética contenida en la carta, tiene un alcance de carácter regional, debido a la escala del mapa (1:250,000), en donde a partir de los datos aeromagnéticos se interpretaron indirectamente rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución y naturaleza de las rocas ocultas, tales como rocas sedimentarias y metamórficas, rocas volcánicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales, rasgos obtenidos en base al contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado éste, por la composición mineralógica de las rocas.

La interpretación cualitativa de la carta Aguascalientes, es de carácter regional en donde se indican los rasgos magnéticos principales, estos resultados están sujetos a discusión y se proporcionan como una base para análisis más profundos, de acuerdo con el objetivo y el uso de la información.

Para obtener información con más detalle en áreas específicas de interés seleccionadas en esta carta, resulta necesario llevar a cabo una interpretación cuantitativa, realizando cálculos y modelos que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, trabajando en mapas a escalas 1:50 000 ó 1:20 000, donde se seleccionarán sucesivamente áreas más reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

III.1.- Dominios Magnéticos

En la carta magnética Aguascalientes F13-9, se identificaron 3 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras B_1, B_2 y C, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura 2).

Es importante mencionar que el amplio volcanismo que se presenta en la carta, dificulta la identificación de posibles cuerpos ígneos intrusivos (que pudieran encontrarse sepultados a profundidad). Esto es debido a la mayor susceptibilidad magnética que presentan las unidades volcánicas, por lo que no se indicaron en la presente interpretación dominios magnéticos que se atribuyan a cuerpos intrusivos.

III.1.1.- Dominio Magnético B_1

El dominio magnético B_1, se atribuye generalmente a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por presentar distorsiones, altos y bajos magnéticos que se agrupan formando zonas de bajo gradiente y baja intensidad magnética (-300 a 0 nT).

Este dominio se encuentra distribuido en toda la carta, manifestándose como un dominio magnético de fondo debido a su gran extensión. Se correlaciona en superficie principalmente con riolitas e ignimbritas terciarias, así como con pequeños cuerpos de basaltos tanto terciarios como cuaternarios. Este dominio también se correlaciona parcialmente con la unidad de meta-arenisca y meta-andesita que aflora en los alrededores del poblado de La Tomatina.

El amplio dominio detectado se puede interpretar como parte del área de influencia del volcanismo félsico que caracteriza a la Sierra Madre Occidental. Las diferentes unidades con las que se correlaciona el dominio magnético B_1, debieron ser extruidas mediante diferentes mecanismos, tales como las calderas de Jalpa y Juchipila, propuestas por Webber K.L. y otros (1994), así como a través de zonas de falla profundas o fisuras, asociadas a movimientos tectónicos extensivos similares a los que se presentan en la zona del graben de Villa de Reyes (Tristán, 1987) al oriente de la carta.

En la porción central de la carta se encuentra la zona estañífera de Tecoaltiche - Villa Hidalgo, en donde la mineralización se presenta encajonada en ignimbritas, riolítas y brechas riolíticas (Sánchez G. A. y otros, 1999). De manera similar, en el campo volcánico de San Luis Potosí (al NE de la carta), existen afloramientos de riolitas estañíferas en donde la mineralización se presenta asociada a los centros o conductos volcánicos de rocas félsicas (Aguillón R. A. y otros, 1994).

Lo expuesto anteriormente ratifica la interpretación realizada sobre éste dominio magnético, en el sentido de que la respuesta magnética se atribuye a un predominio de rocas de composición félsica a intermedia. No se descarta la presencia de volcanismo básico en menor proporción, ya sea en cuerpos de pequeñas dimensiones, poco espesor o que las unidades más básicas se presenten a mayor profundidad.

III.1.2.- Dominio Magnético B_2

El dominio magnético B_2 se atribuye generalmente a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, está representado por monopolos y dipolos magnéticos, distribuidos en forma caótica, con intensidades que varían de –1500 a 1600 nT; presentan pequeña distancia dipolar y forman zonas de alto gradiente.

Este dominio se detectó distribuido en toda la carta, correlacionándose en superficie principalmente con rocas volcánicas terciarias de composición basáltica, andesítica y riolítica, así como rocas basálticas del cuaternario.

Algunos de estos dominios se describen a continuación:

En la porción centro poniente de la carta, aproximadamente a 20 km al oriente del poblado de San Martín de Bolaños, se detectó un dominio magnético B_2, el cual presenta la mayor intensidad magnética de toda la carta, alcanzando valores de hasta 1600 nT, asociado a este dominio, se detectó un curvolineamiento magnético bordeando la porción norte del mismo. La correlación geológica que presenta en superficie es principalmente con rocas riolíticas e ignimbríticas.

Se ubica dentro de una zona de levantamiento relativo, delimitado al poniente por una de las fallas principales que constituyen el graben de Bolaños y al oriente por un fallamiento que delimita al graben de Tlaltenango. La respuesta magnética obtenida se interpreta que corresponde a un amplio centro volcánico, a través del cual fueron extruídas las unidades volcánicas características de esta zona.

Otro dominio magnético B_2, se detectó aproximadamente a 20 km al norponiente del poblado de García de la Cadena, este dominio se caracteriza por presentar forma irregular, así como un intenso gradiente magnético. Se correlaciona en superficie con rocas riolíticas e ignimbríticas y se sitúa, al igual que el anterior dentro de una zona de levantamiento relativo. La respuesta magnética de alta intensidad que presenta este dominio se interpreta que corresponde a un amplio centro volcánico, el cual podría asociarse al Eje Neovolcánico

En la porción sur de la carta, en las inmediaciones de los poblados de García de la Cadena y Yahualica de González Gallo, se

detectó un amplio dominio magnético B_2, el cual presenta forma irregular y se correlaciona principalmente con afloramientos de rocas basálticas del Mioceno Superior (Sánchez y otros, 1998). La respuesta magnética que presenta este dominio se considera que corresponde a las unidades volcánicas básicas que constituyen el Eje Neovolcánico.

En la porción surponiente de la carta, se detectó un amplio dominio magnético B_2, el cual se correlaciona en superficie con pequeños afloramientos de cuerpos intrusivos de composición diorítica y granodiorítica del Oligoceno, ignimbritas del Mioceno pertenecientes a la Sierra Madre Occidental y basaltos del Plioceno que corresponden al Eje Neovolcánico (Nieto y otros, 1985).

En este caso las unidades intrusivas no reflejan una respuesta magnética definida que permita diferenciarlas de las unidades volcánicas, esto es debido a la mayor susceptibilidad magnética que presentan las rocas volcánicas, lo que ocasiona un enmascaramiento de la respuesta magnética de las rocas intrusivas .

III.1.3.- Dominio Magnético C

El dominio magnético C está representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de bajo gradiente, presenta intensidades que varían de -300 a –100 nT. Se atribuye en general a rocas sedimentarias y metamórficas.

Dentro de la superficie de la carta se detectaron 3 dominios magnéticos C, ubicándose principalmente en la porción norte de la carta. Estos dominios se presentan asociados a los grabens de Aguascalientes, Jalpa y Tlaltenango.

El más extenso de estos dominios se localiza en la porción nororiente de la carta, detectándose con una tendencia predominantemente N-S desde el norte de la ciudad de Aguascalientes a lo largo de 70 km. La correlación geológica que presenta este dominio es con conglomerados y areniscas de edad terciaria, unidades riolíticas e ignimbríticas, así como un pequeño afloramiento de metacalizas de la Formación El Varal.

El segundo dominio magnético C se localiza al norte del poblado de Jalpa y se correlaciona en superficie con unidades de conglomerados, calizas y lutitas, así como ignimbritas y riolitas.

El tercer dominio magnético C, se ubica en las inmediaciones del poblado de Tlaltenango y presenta una correlación geológica superficial con areniscas, conglomerados, tobas riolíticas, ignimbritas y riolitas.

En los tres dominios detectados se considera que la respuesta magnética es debida al grueso espesor de las unidades sedimentarias que se presentan asociadas a las fosas tectónicas de Aguascalientes, Jalpa y Tlaltenango. En las porciones en donde la correlación geológica es con rocas volcánicas, se estima que éstas pueden encontrarse alteradas en sus minerales ferromagnéticos ó son de poco espesor.

III.2.- Lineamientos Magnéticos

Los lineamientos magnéticos se representan en la figura 2 con líneas interrumpidas y se atribuyen a zonas de debilidad o fallas de origen profundo, cuya manifestación superficial no es evidente en la mayoría de los casos, así como a contactos litológicos en algunas ocasiones.

Se detectaron cuatro sistemas principales de lineamientos magnéticos, los cuales presentan una orientación general NW-SE, NE-SW, E-W y N-S.

Es importante señalar que en la presente carta, convergen la Provincia Fisiográfica de La Mesa Central, con sistemas principales de fallas NE, NW, así como N-S en su porción meridional (Nieto S. A. y otros, 1997); La Sierra Madre Occidental con fallamientos de rumbo NE y NW

(Aranda G. J. J. , 1989); y el Eje Neovolcánico con rumbos aproximadamente E-W en forma general (Alaniz y otros, 1997) y NW-SE en la zona de San Pedro Analco en la porción surponiente de la carta. Por lo que resulta comprensible la amplia variedad de lineamientos magnéticos detectados, en donde incluso se observaron cambios en el rumbo de algunos de éstos.

Los lineamientos que se presentan más ampliamente distribuidos son los de rumbo NW-SE, detectándose en longitudes de hasta 50 km, estos lineamientos resultan de importancia debido a que reflejan (en algunos casos) parte de la geomorfología de la región, como sucede en la porción surponiente de la carta, en donde uno de estos lineamientos se correlaciona con parte de la trayectoria del río Grande de Santiago.

Los lineamientos de rumbo NE-SW se presentan principalmente en las porciones centro y poniente de la carta, algunos de ellos se definen claramente como fallamientos y se reflejan en parte de la traza de los ríos Juchipíla y Calvillo.

Los lineamientos de rumbo N-S se detectaron principalmente en la porción central de la carta, observándose cierto paralelismo con el fallamiento oriente del graben de Tlaltenango. Los lineamientos de rumbo E-W se detectaron en la porción central de la carta y al norte del poblado de San Martín de Bolaños

Por otra parte, uno de los rasgos estructurales mas importantes, se detectó en la porción centro - oriente de la carta, en donde lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE definen una depresión magnética, la cual se detectó desde las inmediaciones del poblado de Tlaltenango, (atravesando prácticamente todo el resto de la carta), con aproximadamente 130 km de longitud, continuándose en la carta Guanajuato. Se observan además, cambios de rumbo en los lineamientos que delimitan el extenso bajo magnético, esto puede deberse a la amplia actividad tectónica que afectó a la región.

La depresión magnética detectada se interpreta que puede corresponder al límite a profundidad entre la Mesa Central y la Sierra Madre Occidental, resultando muy probablemente la continuación hacia el norponiente de la Falla El Bajío, definida por Aranda y colaboradores (1989), para la porción suroccidental de la Sierra de Guanajuato.

III.3.- Procesos Analíticos Realizados

Con la finalidad de realzar la información contenida en el mapa de Campo Magnético Total (CMT), se aplicaron algunos procesos analíticos a los datos aeromagnéticos, estos procesos consistieron en: reducción al polo, aplicación de un filtro pasabajas y primera derivada vertical; a partir de los cuales se generaron los siguientes mapas:

III.3.1.- Mapa de Estructuras Profundas

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo, considerando una frecuencia de corte de 0.05 ciclos/Km.

En este mapa se han eliminado las respuestas de alta frecuencia que son producidas por fuentes magnéticas superficiales, lo que permite visualizar la señal correspondiente a las bajas frecuencias, que son típicamente atribuidas a estructuras y cuerpos intrusivos profundos; por lo que es posible identificar levantamientos, depresiones y fallamientos del basamento magnético (Figura 3).

Se observa con mejor definición la depresión magnética señalada anteriormente, indicada por lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE en la figura 2 (interpretación magnética litoestructural), con lo cual se corrobora que a profundidad corresponde con un rasgo litoestructural mayor.

De igual manera, en este mapa es posible observar más claramente, altos magnéticos que sugieren una posible correlación con centros volcánicos, considerando que, en general las mayores intensidades (detectadas en la porción sur de la carta), pueden corresponder al Eje Neovolcánico.

III.3.2.- Mapa de Estructuras Superficiales

Se generó aplicando un filtro de primera derivada vertical al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo.

En este mapa se resaltan las altas frecuencias que son correlacionables con las fuentes magnéticas más someras, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales más superficiales (Figura 4).

En la porción norte de la carta, se detectaron lineamientos magnéticos que se correlacionan parcialmente con los fallamientos que delimitan las fosas tectónicas de Tlaltenango, Jalpa, Calvillo y Aguascalientes. Dichas fosas se caracterizan por presentar un gradiente magnético menos variable; mientras que en el extremo sur de la carta no se define la continuidad de estas estructuras, al estar enmascaradas por el volcanismo reciente del Eje Volcánico Transmexicano. En las porciones centro y sur, se definen otros lineamientos, los cuales se encuentran asociados principalmente a zonas de falla y contactos geológicos. El intenso volcanismo presente en la carta se observa como una respuesta de alto gradiente.

III.4.- Zonas Prospectivas

De acuerdo con la interpretación regional del mapa aeromagnético, no se encontró una relación definida entre las respuestas magnéticas obtenidas y la mineralización conocida dentro de la carta. Por tal motivo, no se seleccionaron zonas específicas que se consideren prospectivas en el presente trabajo.

Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que puedan existir yacimientos minerales ocultos, que representen blancos de interés económico, ya que el intenso volcanismo presente en las porciones centro y poniente de la carta, así como los eventos de la tectónica extensiva que caracterizan la región, constituyen un ambiente propicio para la generación de mineralización de origen hidrotermal, similar a la que se produjo en los distritos mineros de Bolaños y Cinco Minas (CRM, 1992).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguillón R. A., Aranda G.J., Solorio M. J., 1994. Geología y tectónica de un conjunto de domos riolíticos del Oligoceno Medio en el sur del Edo. de San Luis Potosí, México. Rev. Mex. de Ciencias Geológicas, vol. 11, núm. 1, p. 29-42.

Alaniz A. S., Nieto S. A., Ferrari L., 1997. Relación entre la reactivación de estructuras y el estilo del volcanismo en la Faja Volcánica Transmexicana. Segunda Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Geología, UNAM, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra UNAH, (Resumen en formato digital).

Aranda Gómez J.J., 1989. Geología Preliminar del Graben de Aguascalientes. UNAM, Inst. de Geología, revista, vol. 8, núm. 1, p. 22 - 32.

Aranda Gómez J. J., Aranda Gómez J. M., Nieto Samaniego A. F., 1989. Consideraciones acerca de la evolución tectónica durante el Cenozoico en la Sierra de Guanajuato y la parte meridional de la Mesa Central. UNAM, Inst. de Geología, revista, vol. 8, núm. 1, p. 33 - 46.

Briggs, I. C. 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline), Geophysics. Vol. 39, No. 1, p. 32-42.

Consejo de Recursos Minerales, 1992. Monografía Geológico-Minera del Estado de Jalisco. SECOFI, Publicación M-5e.

Damon P. E., Shafiqullah M., Clark K. F., 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis. UNAM, Inst. de Geología, vol. 5, núm. 2, p. 223 - 238.

IAGA, División V, Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992, International Geomagnetic Reference Field, Revisión 1991: Geophysics, v. 57 Núm. 57, p. 956-959.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 1991. Carta Topográfica Aguascalientes F13-9, escala 1:250,000, 5ª impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 1983. Carta Geológica Aguascalientes F13-9, escala 1:250,000, 1ª impresión.

McDowell F. W., Clabaugh S. E., 1979. Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of Western Mexico. Geological Society of America, Special paper 180, p. 113-124.

McDowell F. W. and Keizer R. P., 1977. Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan. Mexico. Geol. Soc. of America Bull., v. 88, p. 1479 - 1487.

Moore G., Marone C., Carmichael I. S. E. and Renne P., 1994. Basaltic volcanism and extension near the intersection of the Sierra Madre Volcanic province and the Mexican Volcanic Belt. Geological Society of America Bulletin, v. 106, p. 383 - 394.

Nieto O.J., Delgado A. L., Damon P. E., 1985. Geochoronologic, Petrologic, and structural data related to large morphologic features between the Sierra Madre Occidental and the Mexican Volcanic Belt. Geofísica Internacional, vol. 24-4, p. 623-663.

Nieto S. A., Alaniz A. S., Ferrari L., 1997. Volcanismo y extensión en la provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental. Segunda Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Geología, UNAM, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra UNAH, (Resumen en formato digital).

Roesler A. T., Fernández A. L. and Enciso de la V. S., 1994. Geology and Stratigraphy of the Tepechitlan area, Zacatecas, Mexico., Bol. Depto. geol. Uni-Son., vol. 11, núm. 1, p. 31-62.

Sánchez G. A., Vázquez T. R., Romo R. J., De la Calleja M., Guerrero A. A., 1998. Resumen de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica Aguascalientes F13-9. Escala 1:250 000. CRM, SECOFI.

Sánchez G. A., Vázquez T. R., Romo R. J., De la Calleja M., Guerrero A. A., 1999. Informe final complementario a la cartografía Geológico-Minera y Geoquímica Aguascalientes F13-9, Escala 1:250 000, Gerencia de Geología y Geoquímica. CRM, SECOFI, 89 p.

Tristán G. M., 1987. Estratigrafía y tectónica del Graben de Villa de Reyes en los estados de San Luis Potosí y Guanajuato, México. UNAM, Instituto de Geología, Simposio sobre la Geología de la Sierra de Guanajuato, Gto., programa de resúmenes y guía de excursión, p. 14 - 16.

Urrutia F.J. and Campos E.J.O., 1993. Geomagnetic secular variation central Mexico since 1923 and comparision with 1945-1990. Models, Journal Geomag. Geoelect, v. 45, p. 1-7.

Webber K. L., Fernández L. A., Simmons Wm. B., 1994. Geochemistry and mineralogy of the Eocene-Oligocene volcanic sequence, southern Sierra Madre Occidental, Juchipila, Zacatecas, México. Geofísica internacional, vol. 33, núm 1, p. 77 - 89.

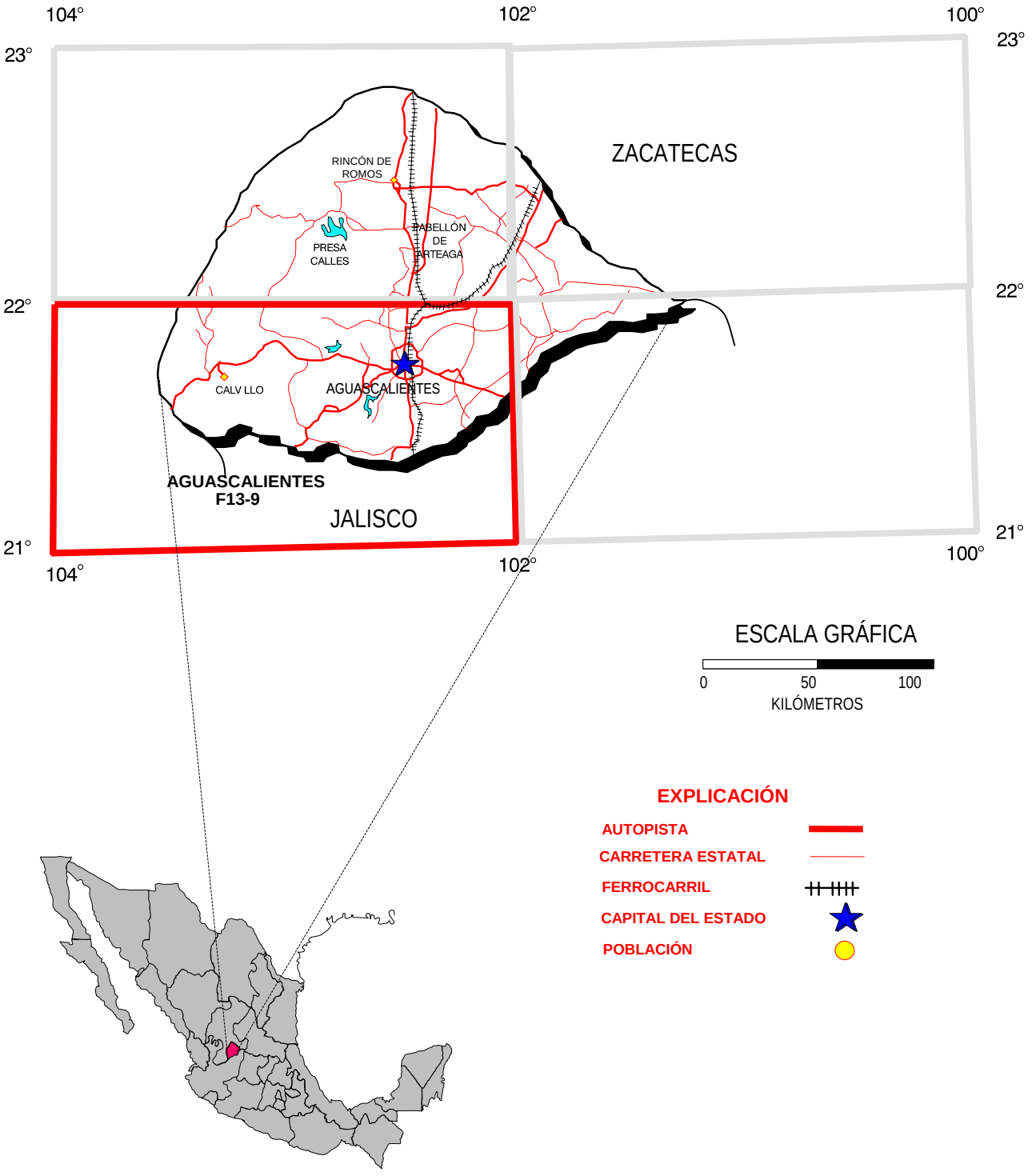
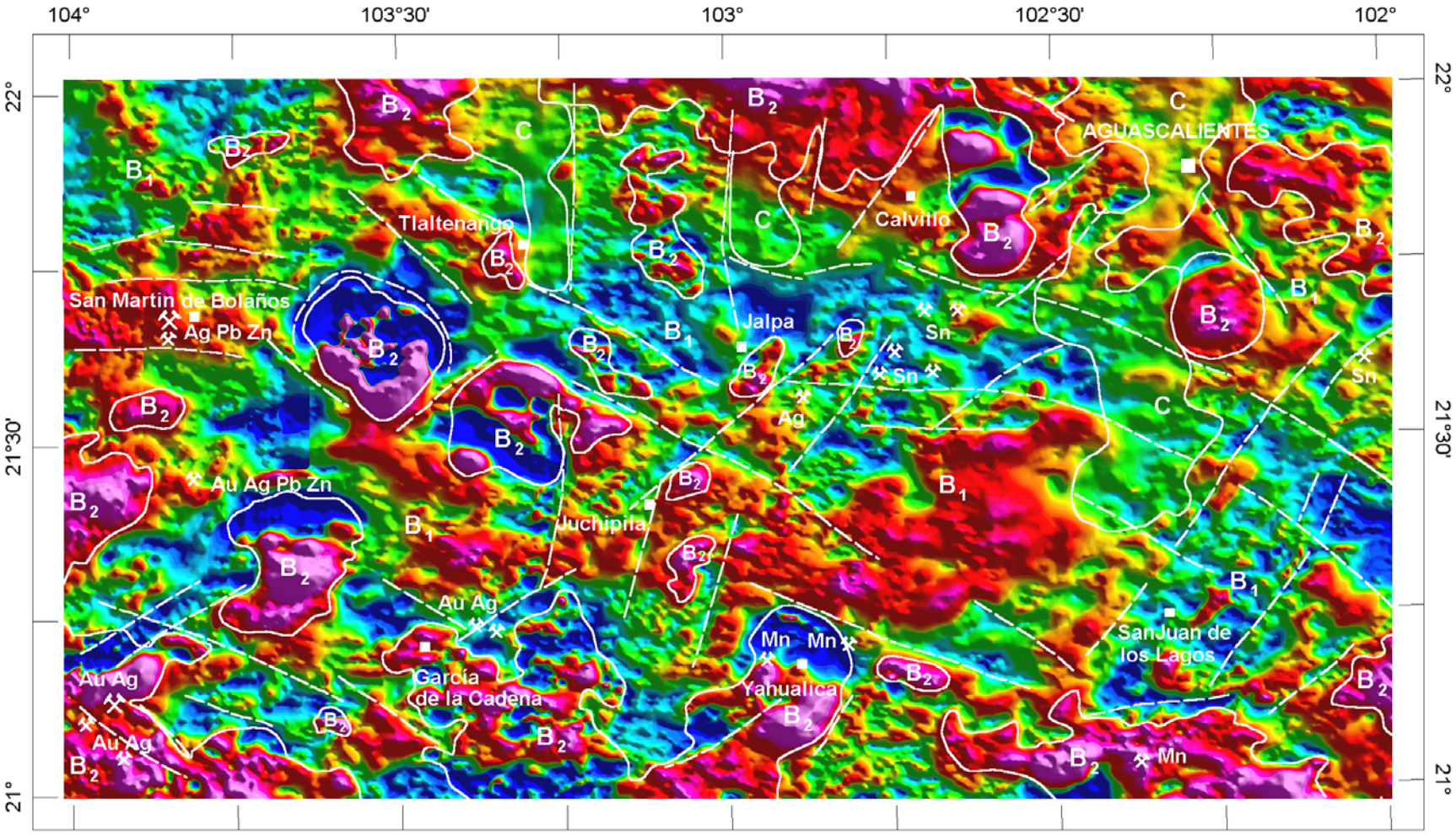


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACIÓN

locali~1.prs/ 2-junio-99



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Lineamiento magnético

Distrito minero y sustancia — Au

Localidad minera y sustancia — Au

Nota: Distritos mineros tomados de la carta Geológico - Minera Aguascalientes F13-9

DOMINIOS MAGNÉTICOS

B1.- Rocas volcánicas de composición félsica a intermedia

B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia a máfica

C.- Rocas sedimentarias, metasedimentarias y metavolcánicas

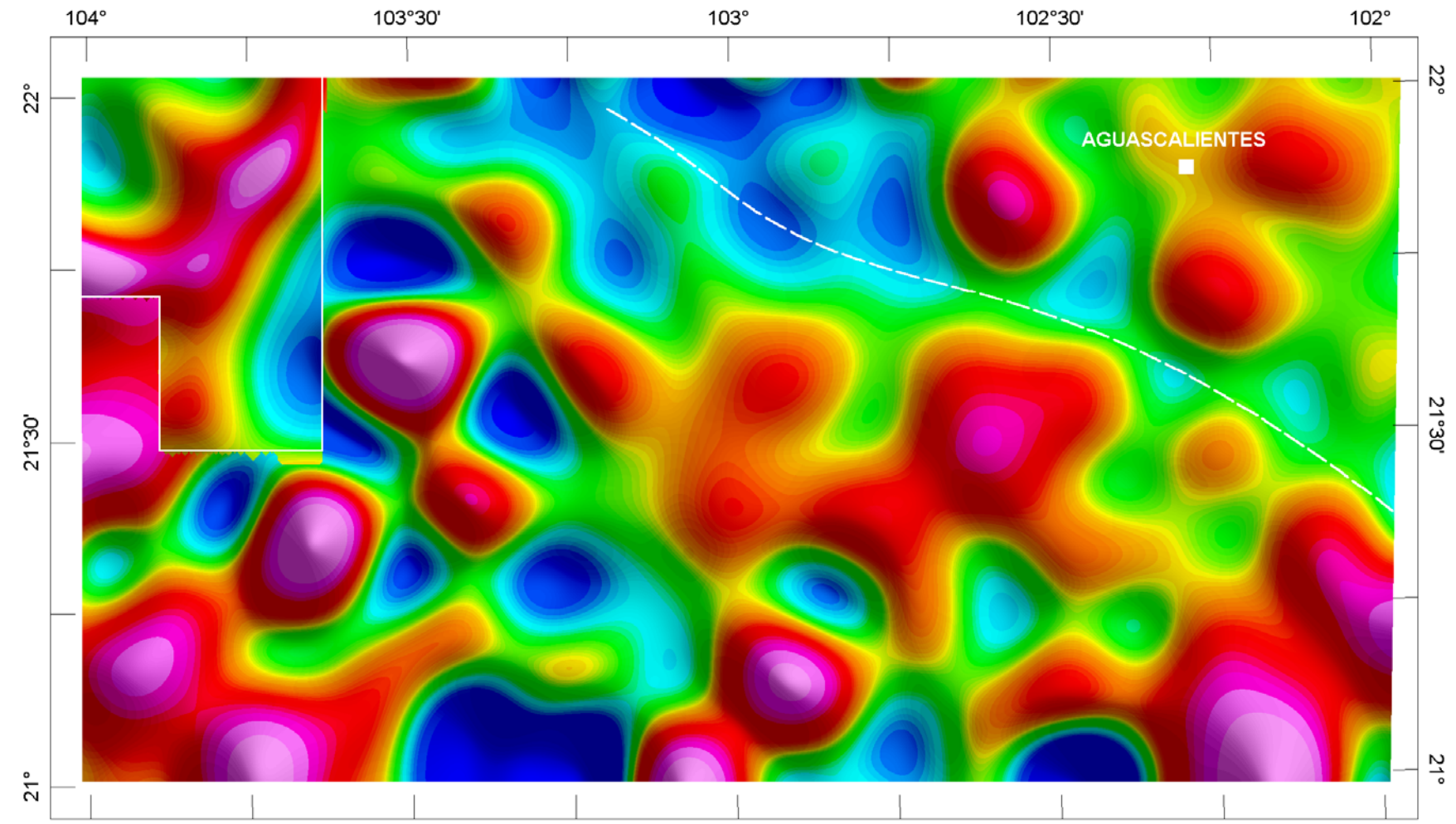
nanoteslas: -300, -200, -100, 0, 100

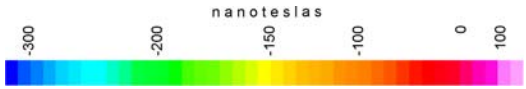
0 10 20 30 40 Kilómetros

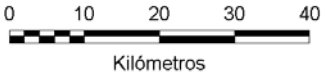
AGUASCALIENTES F13-9

Campo Magnético Total

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL







LÍMITE DE VUELO

AÑO: 1995
ALTURA DE VUELO 450m

AÑO: 1998
ALTURA DE VUELO 300m

Límite litoestructural Interpretado

AGUASCALIENTES F13-9

Filtro PASABAJAS del CMT Reducido al Polo frecuencia de corte 0.05 ciclos/km

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

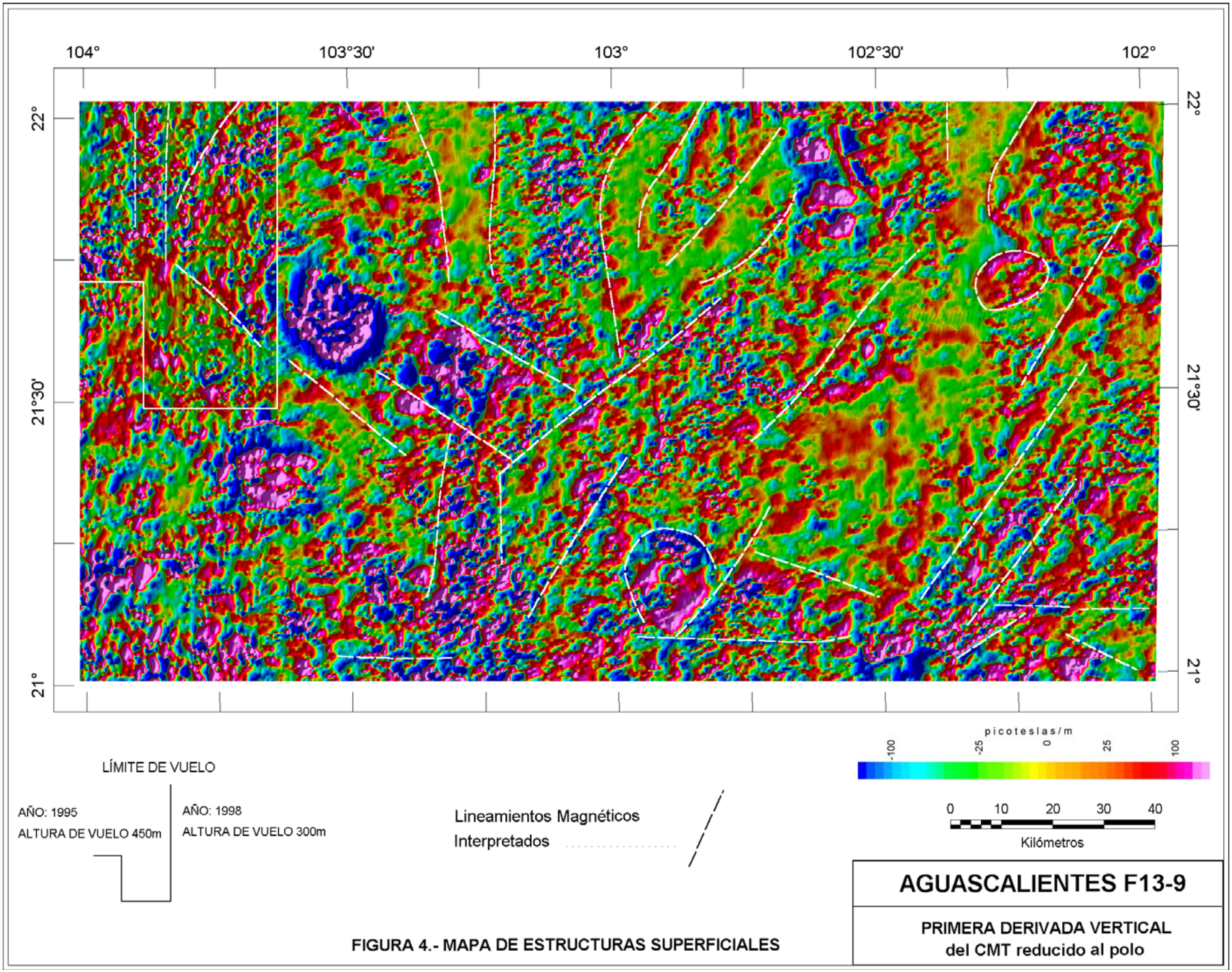


FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS SUPERFICIALES