CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

C A R T A M A G N É T I C A

“ SAN JUANITO G13-1”

ESTADO DE CHIHUAHUA

Escala 1:250,000

Texto Guía

Por: Ings. Julio Vélez López
Israel Hernández Pérez
Raucel Pascacio Toledo

México, 1999

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

** Editada por el Consejo de Recursos Minerales © Primera Edición 1999. Derechos Reservados.*

ÍNDICE

RESUMEN

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN
1.2 FUENTES DE INFORMACIÓN
1.3 PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO
1.4 PROCESAMIENTO DE DATOS
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA

CAPÍTULO II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

CAPÍTULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

ÍNDICE DE FIGURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 objeto de proporcionar al usuario la información que permita estudiar en forma indirecta las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo que conlleven a seleccionar zonas prospectivas, en la búsqueda de nuevos depósitos de yacimientos minerales.

La carta magnética San Juanito G13-1 a escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, se localiza en la porción surponiente del estado de Chihuahua y abarca una superficie de 21,910 Km^2.

Los datos aeromagnéticos fueron obtenidos de los levantamientos realizados por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1999, en vuelos de contorno a 300 m de altura promedio sobre la superficie del terreno, con líneas de exploración de rumbo N-S y separación de 1,000 m.

Los datos del levantamiento se presentan en la carta magnética como curvas de contorno de isovalores del campo magnético total, indicando su intensidad en contrastes de color.

En la interpretación cualitativa de carácter regional se definieron 5 grupos de dominios magnéticos (A_1, A_2, B_1, B_2 y C) que indican la distribución de las principales unidades geológicas, así como varios lineamientos y curvolineamientos magnéticos que reflejan las principales fallas de origen profundo y estructuras tipo caldera.

Esta es una de las cartas de cuya interpretación magnetométrica se obtuvo un mayor número de zonas de interés geológico.minero para exploración futura.

Se obtuvo como resultado la selección de 8 zonas prospectivas por mineralización polimetálica y preciosa que se asocian con los dominios magnéticos A_1 y A_2, así como con los lineamientos y curvolineamientos magnéticos detectados con base en su contexto geológico y a la presencia de 5 diferentes tipos de mineralización representados por depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos, diseminados auríferos, metasomáticos de contacto (skarn), vetas hidrotermales y pórfidos cupríferos.

En la porción oriente de la carta, se seleccionaron 2 zonas prospectivas que abarcan una superficie total de 4,600 Km^2, se encuentran ubicadas dentro de un ambiente de rocas sedimentarias y volcanosedimentarias, intrusionadas por cuerpos magnéticos (dominios A_1 y A_2) aflorantes y sepultados y que están asociados con mineralización polimetálica y preciosa tipos, skarn, volcanogénica y desiminada, es de interés la exploración en el subsuelo de toda la periferia de los dominios magnéticos interpretados, así como de las zonas de intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE, NE-SW y NNE-SSW, con el propósito de localizar nuevas áreas mineralizadas.

En las porciones centro, poniente y nororiente de la carta, se seleccionaron 6 zonas prospectivas que abarcan una superficie total de 4,300 Km^2, se encuentran ubicadas dentro del ambiente volcánico de la Sierra Madre Occidental. Se interpretaron 6 dominios magnéticos A_1, 2 dominios magnéticos A_2 y 6 curvolineamientos magnéticos relacionados a las zonas de intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE, NE-SW y NNE-SSW, los cuales conforman una morfología de pilares y fosas tectónicas.

Existe mineralización polimetálica y preciosa tipos, vetas hidrotermales y pórfidos cupríferos asociada a cuerpos magnéticos intrusivos y a estructuras tipo caldera. Se recomienda la exploración en el subsuelo de la periferia de los dominios magnéticos A_1 y A_2 atribuibles a rocas intrusivas generadoras de mineralización y de los curvolineamientos magnéticos interpretados, con el propósito de comprobar la existencia de domos riolíticos y andesíticos y de intrusivos subvolcánicos que permitan identificar estructuras tipo caldera resurgente asociadas a mineralización tipos vetas hidrotermales y pórfido cuprífero.

Capítulo 1.- Generalidades

I.1.- Introducción

En virtud de la dificultad cada vez mayor para la localización de los yacimientos minerales ocultos en el subsuelo, surge la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración, como son: geofísica, geoquímica e imágenes de satélite; las cuales representan valiosas herramientas, que deben utilizarse en conjunto para lograr exitosas campañas que conduzcan a encontrar yacimientos minerales susceptibles de ser explotados.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética San Juanito G13-1, escala 1:250,000, forma parte de una serie de publicaciones dentro de este programa, las cuales aportan información básica que permita fundamentar futuras exploraciones.

Esta carta corresponde a un mapa de intensidad magnética total corregido por IGRF, obtenido a partir de los vuelos aerogeofísicos realizados durante el año de 1999.

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

1.2.- Fuentes de Información

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.) en el año de 1999.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992).

1.3.- Parámetros y equipo utilizado en los levantamientos

Este levantamiento efectuado por el CRM, consistió en vuelos a 300 m de altura con líneas de rumbo N-S y separación de 1,000 m con líneas de control a cada 10,000 m. El posicionamiento de trayectorias de vuelo se llevo a cabo mediante el Sistema de navegación por satélite (GPS) Ashtech y Sistema Glonass

Para este levantamiento se empleó un avión Islander bimotor BN2-B27 y un sensor magnético fijo de vapor de cesio marca Scintrex CS-2 con resolución de 0.001 nT.

1.4.- Procesamiento de datos

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

a) Procesamiento de datos en campo

La información digital de los vuelos aeromagnéticos se integraron y procesaron en campo 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, líneas de control y corrección por movimiento del avión (compensación magnética).

b) Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, Mex., obtenidos para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en este lapso aproximadamente 48.07 nT (Nanoteslas) 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 nuestro caso, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del campo geomagnético tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas de levantamiento y altura de vuelo.

Esta corrección se realizó utilizando el valor de IGRF95 (Internacional Geomagnetic Reference Field) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

En esta etapa mediante desplegados gráficos del mapa, se revisó que el procesamiento de los datos fuera el correcto.

c) Generación del mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250,000, los datos se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z. Se utilizó el algoritmo de interpolación por mínima curvatura (Briggs, 1974), para la generación de curvas de contorno cada 25 nT, se utilizó un software Arc/Info y una estación de trabajo Sun Ultrasparc II, con disco duro de 4.2 Gb, 262 Mb de RAM y velocidad de 300 Mhz.

d) Graficación

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

1.5.- Características de la carta

La información magnética contenida en la carta San Juanito G13-1, escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, comprende una superficie de 21,910 Km^2 y abarca la porción surponiente del estado de Chihuahua (Figura 1).

La edición cartográfica se efectúo con el paquete Arc/Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos azul y verde y altos magnéticos en tonos rojos como se indica en el espectro de valores de la carta; esto es con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos.

En la interpretación cualitativa de carácter regional se indican con línea punteada los límites de los dominios litomagnéticos, con líneas onduladas los lineamientos magnéticos asociados a fallas profundas y con líneas interrumpidas los lineamientos magnéticos indefinidos.

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).

Capítulo II.- Síntesis Geológica

La síntesis geológica que se presenta a continuación, se tomó del resumen del texto explicativo de la carta geológico-minera San Juanito (Maldonado y otros, 1998), por lo que de requerir mayor detalle de la información expuesta, se recomienda consultar directamente dicho texto en donde se ha desarrollado ampliamente la geología regional de la carta.

El estudio geológico se realizó mediante un convenio entre el Servicio Geológico de Francia (BRGM) y el Consejo de Recursos Minerales.

La estratigrafía muestra unidades litológicas que van del Paleozoico Superior al Holoceno.

El basamento es una unidad volcanosedimentaria metamorfizada, compuesta por esquistos de

sericita, metalutitas y metandesitas. Su edad no ha sido determinada. Por su grado de metamorfismo y relación con la Formación Gran Tesoro se le ha ubicado tentativamente en el Paleozoico Superior (?). Aflora en la Sierra Los Olivos, se ubica al suroriente de la carta pudiendo corresponder esta unidad al subterreno Parral.

El Cretácico Inferior comprende depósitos calcáreos de plataforma marina interna a externa: formaciones La Peña (Aptiano), Aurora (Albiano), y con aportes de terrígenos Grupo Wachita (Albiano-Cenoaniano). Estas unidades se encuentran afectadas por tectónica flexible de dirección oeste-suroeste a este-noroeste que forman parte de la Orogenia Laramide dando origen a pliegues y estructuras anticlinales y sinclinales con dirección de ejes hacia el NW-SE.

En un cambio de facies a cuenca se tiene el depósito de una secuencia tipo flysch formada por areniscas, lutitas y calizas (Formación Mezcalera) la cual cubre discordantemente a las rocas paleozoicas (?).

En la esquina surponiente de la carta aflora un conglomerado polimíctico bien cementado, con fracturamiento y fallamiento normal, de dirección NE-SW. Presenta deformación en sus componentes expresadas por formas de boudinage. Forma parte de una secuencia volcanosedimentaria de arco, denominada informalmente en la carta Guachochi como secuencia San Francisco, la cual podría correlacionarse con las secuencias metavolcánicas del Arco de Sinaloa y su cobertura mesozoica (Aptiano-Albiano) descritas en la zona de Bacurato y Pericos (Servais 1982).

El Cretácico Superior-Paleoceno está representado por un volcanismo andesítico continental denominado Complejo Volcánico Inferior compuesto por derrames andesíticos, brechas y dacitas, con sedimentos detríticos intercalados. Hacia la cima de esta unidad se tiene una fase de erosión, representada por brechas y que aparentemente separa el evento volcánico andesítico, del volcánico ácido o riolítico. La unidad andesítica se encuentra intrusionada por cuerpos de granodiorita (68.3, 80.8-85.0 m.a. Bagby 1979), y microcuarzodiorita (50.0 m.a. Bagby 1979).

Hacia la porción central y oriente de la carta aflora una secuencia andesítica que se presenta en forma de derrames. Subyace discordantemente al paquete ácido del Supergrupo Volcánico Superior y se piensa que posiblemente forme parte del mismo evento volcánico regional, representando esta unidad la parte superior del Complejo Volcánico Inferior, se correlaciona con las andesitas que afloran en el distrito minero Parral las cuales fueron fechadas del Eoceno Superior (36.85-39.04 m.a. BRGM). Dentro de este volcanismo continental ocurre una fase de erosión que da lugar a la formación de conglomerados de probable edad Eoceno Inferior, encontrándose estos hacia la base de los derrames andesíticos.

Del Cretácico Superior al Oligoceno se tiene un importante plutonísmo granítico, granodiorítico, diorítico y cuerpos subvolcánicos (pórfido) los cuales están intimamente relacionados a la mineralización de Au - Ag en vetas, Pb – Zn- Cu en cuerpos metasomáticos y Au en forma diseminada. Estos cuerpos intrusionan a la Formación Mezcalera (Neocomiano – Albiano), a la Caliza Aurora (Albiano), a las andesitas del Complejo Volcánico Inferior (Cretácico Superior – Paleoceno), y a la base del Supergrupo Volcánico Superior (Oligoceno).

En el Oligoceno se manifiesta un volcanismo bimodal principalmente de tipo piroclástico conformado por tobas riolíticas, ignimbritas, riolitas, derrames andesíticos intercalados y basaltos, que conforman el Supergrupo Volcánico Superior, esta unidad fue datada en el área de Batopilas al poniente de Casas Coloradas obteniendo una edad de 28.3 m.a. (Bagby 1979).

En el Mioceno Inferior – Plioceno ocurren localmente depósitos de ambiente lacustre con sedimentación de calizas y areniscas, y tobas

riolíticas, las primeras se correlacionan con la Formación Boquilla que aflora en la carta Camargo a escala 1:250,000.

Durante la mayor parte del Mioceno se efectuó una sedimentación molásica (conglomerados polimícticos de 300 m de espesor) los cuales rellenan fosas tectónicas de orientación NW-SE.

Estas fosas fueron formadas por la tectónica distensiva del Mioceno Inferior – Medio. La edad de estos conglomerados se deduce por los derrames basálticos que le sobreyacen y que fueron datados en las cartas Guachochi y Camargo por el BRGM dando una edad de 7.58 y 12.80 m.a.

El Cuaternario se encuentra con mayor desarrollo hacia el extremo oriente de la carta, y está representado por el depósito de conglomerados, que afloran principalmente en los valles, piamontes y aluviones recientes de río formados por arenas, limos, arcillas y depositados sobre todas las rocas descritas anteriormente.

Las áreas mineralizadas en la carta, se localizan principalmente en dos zonas:

La primera zona se ubica en la porción poniente de la carta, misma que se relaciona directamente con depósitos tipo porfídico (Cu) acompañados por metales preciosos (Au-Ag), fierro y metales base (Pb – Zn –Cu), incluyendo vetas – fisura, contacto metasomático y diseminados.

Los distritos mineros más importantes son: Maguarichic, Urique, Batopilas, La Bufa, las zonas mineralizadas Piedras Verdes y El Sauzal. Los yacimientos forman parte de un sistema de mayor ampliación que puede englobar pórfidos y brechas cupríferas en zonas de mayor profundidad, así como yacimientos epitermales en pisos superiores y periféricos.

La segunda zona se localiza en la porción oriente de la carta, y se caracteriza por depósitos metasomáticos (Pb, Zn, Ag, Cu) relacionados con intrusivos para formar un depósito de tipo skarn, yacimientos de sulfuros masivos (volcanogénico) polimetálico (Pb, Zn, Cu), así como yacimientos de oro relacionados a pórfidos riolíticos (diseminados). Se tiene la presencia también de vetas de fisura (Pb, Ag, Mn y F_2 Ca). Aquí se encuentran las zonas mineralizadas de San José del Sitio, Los Olivos y El Navegante.

En los distritos Maguarichic, La Bufa, Batopilas y Urique las estructuras mineralizadas se encuentran encajonadas en tobas y derrames de composición andesítica en estructuras tipo veta-falla con rumbo general N 20º – 65º E y N 20º – 55º W con longitudes máximas de 300 m y espesores de 0.60 m. La mineralización principal es de oro y plata. Existe una relación genética con un sistema pórfido cuprífero en el distrito minero de Batopilas (Corralitos).

En la zona mineralizada de Piedras Verdes la mineralización se encuentra en calizas marmolizadas con intercalaciones de hornfels, provocado por un cuerpo intrusivo granodiorítico y formando cuerpos de skarn y tátitas. Presentan longitudes de 80 a 3.0 Km por 30 m de ancho. La mina Bolívar es donde se encuentra el cuerpo principal con leyes de Ag 150 a 200 g/ton, Zn 35%, Cu 3 a 5%.

En la zona mineralizada de El Sauzal la mineralización es de oro libre en forma de granos y dentro de una matriz silícea junto con esfalerita y pirita diseminados, en derrames, tobas y brechas de composición andesítica y dacítica. El yacimiento es de tipo epitermal sulfato ácido de alta sulfuración. La zona mineralizada se presenta en una longitud de 1,400 m con 600 m de ancho aproximadamente y se reconoce hasta una profundidad de 160 m (barrenación), esta zona se encuentra en etapa de evaluación por la Cía. Alta Pimeria, la cual considera que el yacimiento tiene reservas por 3.5 millones de onzas de oro (Goodell y otros, 1997).

En la zona mineralizada de San José del Sitio existen yacimientos de Pb-Zn (Santa Teresa y Santa Rita) tipo skarn, encajonados en calizas

marmolizadas de la Formación Aurora, presenta longitudes de 100 a 250 m y 3.5 a 1.20 m.

En la zona mineralizada de Los Olivos existen yacimientos de sulfuros masivos polimetálicos, así como óxidos de cobre lixiviados de los sulfuros masivos y redepositados en los planos de estratificación. También existen evidencias de un yacimiento de oro de gran volumen relacionado a pórfidos riolíticos. El rumbo general de los sulfuros masivos (Rosario) es N 10º E, con longitudes de 10 m y espesor de 1.0 m, para el cobre lixiviado (Magistral y La Armanda), el rumbo de las estructuras es N 42º E y N 80º E respectivamente con longitudes de 10 a 40 m y espesores de 10 cm a 0.80 m.

La zona mineralizada de El Navegante, tiene estructuras brechadas de hábito tabular encajonadas en derrames y tobas de composición riolítica con mineralización de Ag, Cu y Zn, el rumbo de las estructuras es N 20º -–60º E con longitudes de hasta 300 m y espesor de 1.50 m promedio.

Con base en las características geológicas, aspectos estructurales, manifestaciones de mineralización y alteraciones hidrotermales se seleccionaron 6 áreas de interés: El Gatuñal, Los Charcos, El Vallecito, Babureachi, Temochocate y Chaconeña.

Los minerales no metálicos en la carta están muy restringidos y se presentan hacia el oriente, dentro de la zona mineralizada de San José del Sitio. Consiste en manganeso (San Luis y San Javier) contenido en veta-falla de rumbo N 20º W y N 65º – 70º W respectivamente encajonados en rocas andesíticas con longitudes de 200 m y espesor de 1.0 m. En esta misma zona se tiene mineralizaron de barita encajonada en andesitas en vetas de rumbo N 85º E con una longitud de 300 m y espesor de 2.0 m.

En la zona mineralizada de El Navegante se encuentra una estructura de fluorita (Eva) encajonada en tobas y derrames de composición andesíticas, en veta-falla de rumbo general N 16º – 20º E con una longitud de 100 m y espesor de 2.0 m.

Otro mineral no metálico y que tuvo su importancia en la década de los 40, es la calcita óptica la cual se encuentra en la zona de barrancas. (El Porvenir, El Caimán). La roca encajonante de la mineralización son tobas y derrames de composición riolítica. El rumbo de las estructuras es N 20º – 60º W.

Dentro de la carta existen también gran variedad de rocas que por sus características pudieran tener importancia como rocas dimensionables (Diorita San José del Sitio), así como canteras para el desarrollo de la construcción (San Juanito, Pito Real y Samachique).

Capítulo III.- Discusión de la Interpretación Regional

La información aeromagnética contenida en la presente carta, tiene un alcance de carácter regional debido a la escala de la carta (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 intrusivos, rocas sedimentarias y metamórficas, rocas volcánicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales rasgos obtenidos con base al contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado este por la presencia de óxidos y/o sulfuros de fierro dispersos en pequeñas cantidades en la matriz de las rocas.

Se realizó una interpretación cualitativa 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 modelados que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, trabajando en mapas a escala 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.

Dominios Magnéticos

Se identificaron 5 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_1, A_2, B_1, B_2 y C, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura 2).

Dominio Magnético A_1

El dominio magnético A_1 se atribuye a rocas ígneas intrusivas de composición félsica a intermedia y se caracteriza por una respuesta en forma de monopolos y pequeños dipolos magnéticos cuya intensidad varía de –350 a +250 nT. La mayoría de las veces la respuesta magnética está distorsionada por el efecto de las rocas volcánicas terciarias (Figuras 2 y 5).

Dentro de la superficie de la carta se presentaron 11 dominios magnéticos A_1, los cuales se distribuyen en las porciones suroriente, nororiente, norponiente y surponiente de la carta; se ubican en ambiente de rocas volcánicas, sedimentarias y volcanosedimentarias de las provincias morfotectónicas de la Sierra Madre Occidental y de Cuencas y Sierras (Sedlock y otros, 1993).

Los 5 dominios magnéticos A_1 localizados en la porción suroriente de la carta están definidos principalmente como anomalías monopolares con intensidades de +50 a +250 nT.

Los 2 dominios A_1 que se detectaron en la porción surponiente de la carta, entre las poblaciones de San José de Sitio y San Miguel, juntos dan una forma semicircular y se extienden por unos 80 Km con 15 Km de ancho promedio. Estos dominios A_1 se pueden interpretar de dos formas: La primera como un cuerpo intrusivo de dimensiones batolíticas, en donde los afloramientos de intrusivos terciarios de composición diorítica y granodiorítica que afloran al nororiente de San José del Sitio, constituyen apófisis de este cuerpo batolítico que se emplazó dentro de una zona de debilidad de la corteza con rumbo NW-SE y que fue fraccionado en pilares y fosas tectónicas por fallamientos con rumbo NE-SW.

La segunda posibilidad de interpretación es que estos amplios dominios A_1 estén relacionados a un levantamiento del basamento constituido por rocas paleozoicas y mesozoicas (Volcanosedimentarias Metamorfizadas) afectadas por intrusivos terciarios y que se correlaciona con el alto estructural de la Sierra de Olivos, pudiendo corresponder al Terreno Parral (Gastelum, 1997).

Existe mineralización polimetálica y preciosa asociada a este amplio dominio A_1 en San José del Sitio, haciendo notar la presencia de barita y manganeso.

Se interpretaron 3 dominios magnéticos A_1 en la porción surponiente de la carta, los cuales circundan al Valle de Los Olivos, tienen forma monopolar y su extensión varia de 10 a 20 Km; están cubiertos por rocas sedimentarias cretácicas, sedimentos clásticos continentales terciarios, cuartenarios y rocas volcánicas terciarias, se interpretaron como intrusivos sepultados emplazados en fallamientos regionales con rumbo NW-SE, que constituyen bloques levantados y que se correlacionan en superficie con el tronco intrusivo de Sierra de Olivos (Gastelum, 1997).

Se detectó otro dominio magnético A_1, en el extremo nororiente de la carta, que se interpretó

un posible cuerpo intrusivo cubierto por rocas sedimentarias cretácicas, clásticos continentales terciarios, cuaternarios y rocas volcánicas terciarias, tienen forma monopolar alargada en dirección NE-SW en una extensión mayor de 20 Km, la que continua en la carta Chihuahua localizada al norte.

El cuerpo intrusivo magnético interpretado fue emplazado en una zona de fallamiento profundo representado por un lineamiento magnético con rumbo N 30º E. Se ubica en el límite de las Provincias de la Sierra Madre Occidental y de Cuencas y Sierras. El intrusivo interpretado tiene mineralización asociada de plata, plomo y zinc en la porción sur de la carta Chihuahua.

En la porción norponiente, se detectaron 3 dominios magnéticos A_1, que tienen forma dipolar y monopolar. Se interpretaron como cuerpos intrusivos sepultados por rocas volcánicas terciarias. En el extremo norponiente de la carta, uno de los dominios A_1 con 9 Km de diámetro, corresponde con el distrito minero de Maguarichic con mineralización epitermal auroargentífera emplazada en tobas y derrames de composición andesítica del Terciario Inferior, otro dominio A_1 se localiza a unos 10 Km al norponiente de Creel, se interpretó como un cuerpo magnético sepultado que refleja una estructura circular emplazado dentro de una zona de intersección de lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW, no existe mineralización asociada.

El dominio A_1, representado por un dipolo magnético y localizado al norte del poblado de Sisoguichi, en la porción norponiente de la carta, se interpretó como un cuerpo intrusivo cubierto por rocas volcánicas de composición andesítica y emplazado en la zona de intersección de lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW, adyacente a un amplio curvolineamiento magnético ubicado al nororiente.

En la porción surponiente de la carta, se localizan 2 dominios magnéticos A_1, que se atribuyen a cuerpos intrusivos cubiertos parcialmente por rocas terciarias y que se correlacionan en superficie con el bloque intrusivo aflorante de Batopilas. Existe mineralización polimetálica y preciosa asociada en éste distrito minero.

Dominio Magnético A_2

El dominio magnético A_2 se atribuye a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y se caracteriza por una respuesta en forma de dipolos y monopolos de alto gradiente y alta intensidad que varían de –500 a mayores de +250 nT (Figuras 2 y 5).

Se detectaron 6 dominios magnéticos A_2 localizados en las porciones oriente, suroriente y surponiente de la carta, la mayoría se ubica en el límite y dentro de la Provincia de Cuencas y Sierras y uno de ellos en la Barranca del Cobre dentro de la Provincia de la Sierra Madre Occidental, la mayoría están emplazados a lo largo de lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE.

En la porción oriente de la carta, se detectaron 3 dominios magnéticos A_2 que se interpretaron como cuerpos intrusivos, uno de los cuales, localizado al nororiente del poblado de San José del Sitio, se correlaciona con un afloramiento de diorita asociada con mineralización polimetálica tipo skarn. Los otros 2 dominios A_2, representan anomalías monopolares de hasta 10 Km de diámetro, se atribuyen a cuerpos intrusivos sepultados por rocas volcánicas terciarias de composición andesítica y riolítica se ubican en la zona de intersección de lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW, no se reporta mineralización asociada.

En el extremo surponiente de la carta, se presenta un amplio dominio magnético A_2, representado por una anomalía monopolar de alto gradiente que se extiende unos 20 Km en dirección este-oeste, está asociada a lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, y cubierta

parcialmente al poniente por rocas metavolcánicas mesozoicas y volcánicas terciarias (Maldonado y Otros, 1998). Hacia el oriente se correlaciona con afloramientos de granodiorita. Está asociada con mineralización de oro y plata en el Sauzal y cobre y zinc en Piedra Verdes.

Dominio Magnético B_1

El dominio magnético B_1 se atribuye a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por altos y bajos con tendencias magnéticas irregulares con intensidades que varían de –300 a +50 nT con algunas anomalías aisladas de poca extensión y mayor intensidad.

El dominio B_1 se detectó cubriendo grandes extensiones, constituyendo el nivel de fondo en la mayor parte de la carta.

El dominio B_1 se correlaciona con afloramientos de riolitas, ignimbritas, tobas riolíticas, andesitas y conglomerados producto de erosión de estas rocas volcánicas. Esta secuencia forma parte del Supergrupo Volcánico Superior de edad Oligoceno-Mioceno (McDowell y Clabaugh, 1979).

En el extremo norte de la carta, se incluye dentro del dominio B_1, la extensión en el subsuelo de un cuerpo intrusivo de dimensiones batolíticas que fue interpretado en la carta Chihuahua localizada al norte, se encuentra cubierto por rocas volcánicas y conglomerados terciarios y existe mineralización polimetálica asociada en la carta Chihuahua.

Dentro de este dominio B_1 se detectaron curvolineamientos magnéticos en la porción central de la carta, probablemente reflejan los conductos de las rocas volcánicas, particularmente los altos magnéticos alargados que podrían representar domos riolíticos relacionados a estructuras volcánicas tipo caldera.

La amplia distribución del dominio magnético B_1, permite definir, de acuerdo a las zonas de altos y bajos magnéticos, la morfología del basamento magnético conformado por una serie de bloques levantados y hundidos que se localizan principalmente en toda la porción central de la carta y que son detectados por el engrosamiento y adelgazamiento de la cubierta volcánica terciaria.

Dominio Magnético B_2

El dominio magnético B_2 se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, está representado por monopolos y dipolos magnéticos distribuidos en forma caótica que varían de –550 a mayores de +500 nT; presentan pequeña distancia dipolar formando zonas de alto gradiente magnético.

Se detectaron un total de 13 dominios magnéticos B_2, 10 de estos localizados en la mitad occidental de la carta y 3 dominios B_2 ubicados en la mitad oriental de la carta.

Los 10 dominios B_2 localizados en la mitad occidental se correlacionan con afloramientos de las rocas volcánicas producto del intenso volcanismo de la Sierra Madre Occidental, representado por el Complejo Volcánico Inferior y el Supergrupo Volcánico Superior (McDowell y Clabaugh, 1979).

Se detectaron curvolineamientos magnéticos asociados a 4 dominios B_2 interpretados en la mitad occidental de la carta, los que probablemente están asociados a estructuras volcánicas tipo caldera emplazadas en las zonas de intersección de lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

En la mitad oriental de la carta se detectaron 3 dominios magnéticos B_2 de regulares dimensiones, el primero de ellos localizado en la porción nororiental, se correlaciona con afloramientos de rocas riolíticas y basálticas, depositadas en fosas tectónicas rellenas de conglomerados molásicos. Se incluye dentro de este dominio B_2 dos afloramientos de rocas

dioríticas cuya respuesta magnética esta distorsionada por la presencia de las rocas volcánicas terciarias.

El otro dominio B_2 se localiza en el extremo oriente de la carta, abarca una superficie de unos 200 Km^2 y se correlaciona con afloramientos de rocas riolíticas y basálticas, así como con rocas graníticas terciarias cuya respuesta magnética está distorsionada por la presencia de las rocas basálticas.

Por último un pequeño dominio magnético B_2 se localiza en la porción suroriente de la carta y se correlaciona con un pequeño afloramiento de tobas riolíticas terciarias que pueden estar cubriendo a derrames basálticos.

Dominio Magnético C

El dominio magnético C, está representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de bajo gradiente, presenta intensidades que varían de –350 a –50 nT. Se atribuye a rocas sedimentarias cretácicas, clásticas continentales terciarias, cuaternarias y metavolcanosedimentarias (Sierra de Olivos).

Este dominio C se detectó ampliamente en la porción oriental de la carta, se correlaciona con las unidades sedimentarias de las formaciones La Peña, Aurora y Mezcalera (Maldonado y otros, 1998) y las rocas clásticas continentales del terciario y cuaternario. También se incluye las rocas metavolcanosedimentarias de probable edad paleozoica que constituye el alto estructural de la Sierra de Olivos.

El dominio magnético C se encuentra afectado también por cuerpos intrusivos (dominios A_1 y A_2). La presencia de un mayor número de dominios A_1 en la porción surponiente de la carta con respecto al dominio C de la porción nororiental, permite interpretar la presencia de un bloque levantado, tomando en cuenta el alto estructural de rocas del basamento paleozoico (?) de la Sierra de Olivos (Maldonado y otros, 1999).

El bloque magnético hundido de la porción nororiental, está sepultado mayormente por sedimentos clásticos continentales, además de existir rocas calcáreas cretácicas en los poblados de Satevo y Cieneguilla, ubicados en el extremo nororiental de la carta. Dentro de este bloque magnético hundido existe una serie de altos magnéticos orientados NE-SW que se interpretan como cuerpos intrusivos sepultados, relacionados con mineralización de manganeso en San Javier, ubicado al norte del poblado de San José del Sitio.

Dentro de este dominio C, se presentan la mayoría de las fosas tectónicas con orientación NW-SE rellenas de sedimentación molásica (conglomerados) producto de la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras (Maldonado y Otros, 1999).

Lineamientos y Curvolineamientos Magnéticos

Se interpretaron 3 sistemas principales de lineamientos magnéticos con rumbos generales NW-SE, NE-SW y NNE-SSW, los cuales se interpretan como las respuestas de fallas profundas que no siempre tienen manifestación superficial (Figuras 2 y 5).

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE se presentan ampliamente distribuidos en toda la superficie de la carta, tienen longitudes de hasta 100 Km y se les atribuye a fallamiento regional profundo, forman franjas o bloques de 20 a 50 Km de ancho y en la mayoría de los casos controlan el emplazamiento de los cuerpos intrusivos, también presentan el mismo rumbo general NW-SE los valles y partes bajas rellenos con sedimentos molásicos terciarios, producto de la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW se presentan ampliamente distribuidos en las porciones central, nororiente, surponiente y norponiente de la carta, en la Barranca del Cobre, tienen longitudes de hasta 60 Km y se les atribuye a fallamiento regional profundo, forman franjas o

bloques de 20 a 50 Km de ancho y junto con el sistema de lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, constituyen un sistema conjugado de fallas normales casi perpendiculares que delimitan pilares y fosas tectónicas y que de acuerdo a Aranda y otros, 1989; son producto de varios períodos de actividad de la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NNE-SSW se localizan en las porciones centro-poniente, centro y centro-oriente de la carta; tienen longitudes de hasta 100 Km y forman franjas o bloques de 50 Km de ancho.

El lineamiento magnético con rumbo NNE-SSW ubicado en la porción oriente atraviesa prácticamente toda la carta, esta traza sugiere el límite entre dos provincias morfotectónicas (Sedlock y otros, 1993), al poniente la Sierra Madre Occidental caracterizada por el predominio de rocas volcánicas y al oriente, la Provincia de Cuencas y Sierras, en donde prevalecen las rocas sedimentarias.

Se interpretaron 12 curvolineamientos magnéticos los cuales se localizan en toda la mitad occidental de la carta (Figuras 2 y 5).

Todos estos curvolineamientos magnéticos están relacionados a los dominios magnéticos B_2 y B_1, que se correlacionan con grandes espesores de rocas volcánicas terciarias.

El curvolineamiento magnético localizado en el extremo norte de la carta en el poblado de Arroyo del Agua, se propone como una estructura tipo caldera, con un diámetro exterior de 30 Km y un diámetro interior de 10 Km, se asocia con la mineralización auroargentifera tipo veta localizada en la carta Chihuahua ubicada al norte.

El curvolineamiento magnético localizado en la porción norponiente de la carta, al norponiente del Poblado de Creel tiene un diámetro de 14 Km y delimita a un dominio A_1, el cual se interpretó como un cuerpo intrusivo subvolcánico, que pudiera estar relacionado a una caldera resurgente, tomando en cuenta que el curvolineamiento está constituido por bajos magnéticos, esto podría indicar el hundimiento de la caldera original.

En las porciones centro-sur y centro-poniente se interpretaron 8 curvolineamientos magnéticos emplazados en una amplia zona de intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE y NE-SW, unos curvolineamientos pueden corresponder a estructuras tipo caldera y otros a estructuras anulares que se extienden hasta 25 Km y que podrían constituir los conductos de emisión de domos riolíticos y andesíticos relacionados con mineralización. Existe mineralización de cobre conocida en El Elefante, localizada en la periferia de un curvolineamiento magnético de 10 Km de diámetro ubicado en la porción centro-sur de la carta, al surponiente del poblado de Nonoava (Figuras 2 y 5).

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:

Mapa de Estructuras Profundas

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo, considerando una frecuencia de corte de 0.02 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).

Mapa de Rasgos 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).

Zonas Prospectivas

Con base en los resultados de la interpretación regional de la carta magnética, se seleccionaron 8 zonas prospectivas por mineralización polimetálica y preciosa que se asocian con los dominios magnéticos A_1 y A_2, así como con los lineamientos y curvolineamientos detectados (Figura No. 5).

Las 8 zonas prospectivas seleccionadas abarcan una amplia superficie de la carta, siendo una de las cartas magnéticas con un mayor número de zonas de interés geológico-minero para exploración futura.

En la porción oriente de la carta, se seleccionaron 2 zonas prospectivas ubicadas dentro de un ambiente de rocas sedimentarias y volcanosedimentarias intrusionadas por cuerpos magnéticos (dominios A_1 y A_2) aflorantes y sepultados los cuales generaron mineralización polimetálica y preciosa tipos, skarn, volcanogénica y diseminada.

En las porciones centro, poniente y nororiente de la carta, se seleccionaron 6 zonas prospectivas ubicadas dentro del ambiente volcánico de la Sierra Madre Occidental, donde las rocas volcánicas andesíticas magnéticas intrusionadas (dominios A_1 y A_2) y con mineralización polimetálica y preciosa tipos, veta y pórfido cuprífero, están cubiertas por rocas del Supergrupo Volcánico Superior con espesores que varían de 300 a 500 m.

En el extremo suroriental de la carta se seleccionó una amplia zona prospectiva de 4,200 Km^2, se interpretó una serie de bloques magnéticos levantados atribuibles a intrusiones ígneas (dominios A_1 y A_2) y bloques hundidos que se relacionan con las fosas tectónicas terciarias, existe mineralización de sulfuros masivos en las rocas volcanosedimentarias paleozoicas (?) de la Sierra de Olivos (Maldonado y otros, 1998), mineralización aurífera diseminada relacionada a pórfidos riolíticos y emplazada en rocas calcáreas cretácicas en la ranchería El Vallecito y mineralización polimetálica tipo skarn en San José del Sitio. Es de interés la exploración en el subsuelo de toda la periferia de los dominios magnéticos A_1 y A_2 detectados, con el propósito de localizar nuevas áreas mineralizadas.

La segunda zona prospectiva se localiza en el extremo nororiental de la carta, se interpretó un cuerpo magnético sepultado (dominio A_1) que se correlaciona en superficie con rocas calcáreas cretácicas, clásticos continentales y rocas volcánicas terciarias, se asocia con mineralización polimetálica tipo skarn en el Poblado de Cieneguilla. Se recomienda la exploración en el subsuelo del contacto marginal del cuerpo intrusivo sepultado con las rocas sedimentarias calcáreas.

En la porción nororiental de la carta, se seleccionó la tercera zona prospectiva, donde se interpretó un cuerpo magnético intrusivo (dominio A_2), sepultado por las rocas volcánicas terciarias y emplazado en la intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE y NE-SW. Existe mineralización polimetálica tipo veta en La Gavilana (Figuras 2 y 5), por lo que es de interés la exploración en el subsuelo de la zona de

contacto marginal del cuerpo magnético intrusivo sepultado con las rocas calcáreas que subyacen a las rocas volcánicas terciarias, con el propósito de localizar depósitos tipo skarn polimetálico.

La cuarta zona prospectiva abarca una superficie de 1,800 Km^2 y se localiza en la porción centro-norte de la carta en los alrededores del poblado de Arroyo del Agua. Se detectó un amplio curvolineamiento magnético de 30 Km de diámetro el cual contiene otro pequeño curvolineamiento interior, se atribuyen a la presencia de una estructura tipo caldera que está asociada con mineralización auroargentífera en el extremo norte de la caldera, ya dentro de la carta Chihuahua.

Es de interés la exploración de las estructuras anulares representadas por altos magnéticos alargados, y un pequeño dipolo magnético (dominio A_1) los cuales se localizan en los márgenes poniente, suroriente y surponiente de la caldera interpretada.

La verificación de campo de la existencia de domos riolíticos o andesíticos dentro de las estructuras magnéticas anulares aumentaría enormemente las posibilidades mineras de la región.

La quinta zona prospectiva comprende una superficie de 600 Km^2 y se localiza en la porción norponiente de la carta, se detectó un curvolineamiento magnético de 14 Km de diámetro el cual delimita a un dominio A_1 atribuible a un cuerpo intrusivo subvolcánico sepultado por rocas volcánicas terciarias, que pudiera estar relacionado a la resurgencia de una estructura tipo caldera representada por los bajos magnéticos del curvolineamiento que está delimitado por lineamientos magnéticos con rumbos NE-SW y NW-SE, existe mineralización auroargentífera tipo veta a 10 Km al norponiente, en el distrito minero de Maguarichic.

Se recomienda la exploración de toda la superficie de la caldera interpretada con el propósito de localizar evidencias de rocas intrusivas subvolcánicas y mineralización hidrotermal tipo veta, tanto en el centro como en la periferia de la caldera, también es de interés la exploración del contacto marginal del cuerpo intrusivo sepultado del distrito minero de Maguarichic.

La sexta zona prospectiva se localiza en la porción centro-sur de la carta, se interpretó un curvolineamiento magnético de 10 Km de diámetro ubicado en la zona de intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE y NE-SW. Se atribuye a la presencia de una estructura tipo caldera, donde los altos magnéticos alargados del margen poniente del curvolineamiento se interpretan como estructuras anulares asociadas a mineralización de cobre en El Elefante (Figura 5).

Se recomienda la exploración de la periferia del curvolineamiento magnético, con el propósito de verificar en el campo la presencia de domos riolíticos o andesiticos dentro de las estructuras magnéticas anulares.

La séptima zona prospectiva abarca una superficie de 900 Km^2 y se localiza en la porción centro-surponiente de la carta, se detectó la porción sur de un curvolineamiento magnético de 30 Km de diámetro el cual contiene otro curvolineamiento de 10 Km de diámetro, se encuentran emplazados en la intersección de los lineamientos NW-SE, NE-SW y NNE-SSW; en el margen sur del curvolineamiento exterior se detectan altos magnéticos alargados en dirección E-W con extensiones del orden de 25 Km. Se interpreta una estructura tipo caldera que pudiera estar relacionada con mineralización tipo hidrotermal, se recomienda la exploración tanto del margen sur de la caldera como del curvolineamiento de la parte central con el propósito de comprobar en el campo las evidencias de una probable caldera resurgente.

En el extremo surponiente de la carta, se seleccionó la octava zona prospectiva, dentro de una superficie de 1,800 Km^2.

Se detectaron dos dominios (A_1 y A_2) atribuibles a la extensión en el subsuelo de rocas intrusivas generadoras de mineralización emplazadas a lo largo de lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE.

Existen dos tipos de mineralización asociada con los dominios magnéticos A_1 y A_2, en la mina Piedras Verdes existe un pórfido cuprífero y en los distritos mineros de Batopilas y La Bufa, vetas de oro y plata.

Es de interés la exploración de la periferia de los dominios A_1 y A_2 interpretados, además de los dipolos y monopolos magnéticos emplazados dentro de una franja de 20 Km de ancho que forman los lineamientos con rumbo NW-SE, con el propósito de confirmar la presencia de rocas intrusivas o subvolcánicas relacionadas a un sistema hidrotermal tipo pórfido cuprífero.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de localización

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural

Figura 3.- Mapa de estructuras profundas Filtro Pasabajas del CMT reducido al polo

Figura 4.- Mapa de rasgos superficiales
Primera Deriva Vertical del CMT reducido al polo

Figura 5.- Zonas prospectivas a partir de la interpretación magnética litoestructural

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranda G.J.J., Aranda G.M.J., Nieto S.F.A., 1989. Consideraciones acerca de la evolución tectónica durante el Cenozoico de la Sierra de Guanajuato y la parte Meridional de la Mesa Central, UNAM, Instituto 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, 1994. Monografía Geológico-Minera del Estado de Chihuahua, SEMIP, Publicación M-14e, 297 p.

Gastelum, M.G., 1997. Valle de Los Olivos, Chihuahua: Proyecto en Exploración por Sulfuros Masivos Resúmenes. II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Instituto de Geología, UNAM e Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Hidalgo.

Goodell C.P., Sellepack, S., Charest A. 1997. Geologic Framework of the El Sauzal disseminated Gold Prospect, Chihuahua, México; Resúmenes, II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados Instituto de Geología, UNAM e Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Hidalgo.

IAGA, Division V. Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic Reference Field, Revision 1991, Geophysics, Vol. 57, Num. 57, p. 956-959.

Maldonado L.M.J.; Aguilar C.A., Obregón L, G., García P.R.; Bermeo S.G., 1999. Informe de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica San Juanito G13-1, escala 1:250,000 estado de Chihuahua. Publicación del Consejo de Recursos Minerales en Convenio con el BRGM de Francia.

McDowell, F.W., and Clabaugh, S.E., 1979. Ignimbrites of The Sierra Madre Occidental and Their Relation to The Tectonic History of Western Mexico, Geol. Soc. of America, special paper 180, p.

Sedlock, R.L., Ortega, G.F., and Speed, R.C., 1993. Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolucion of Mexico, Geol. Soc. of America, special paper 278, p. 153.

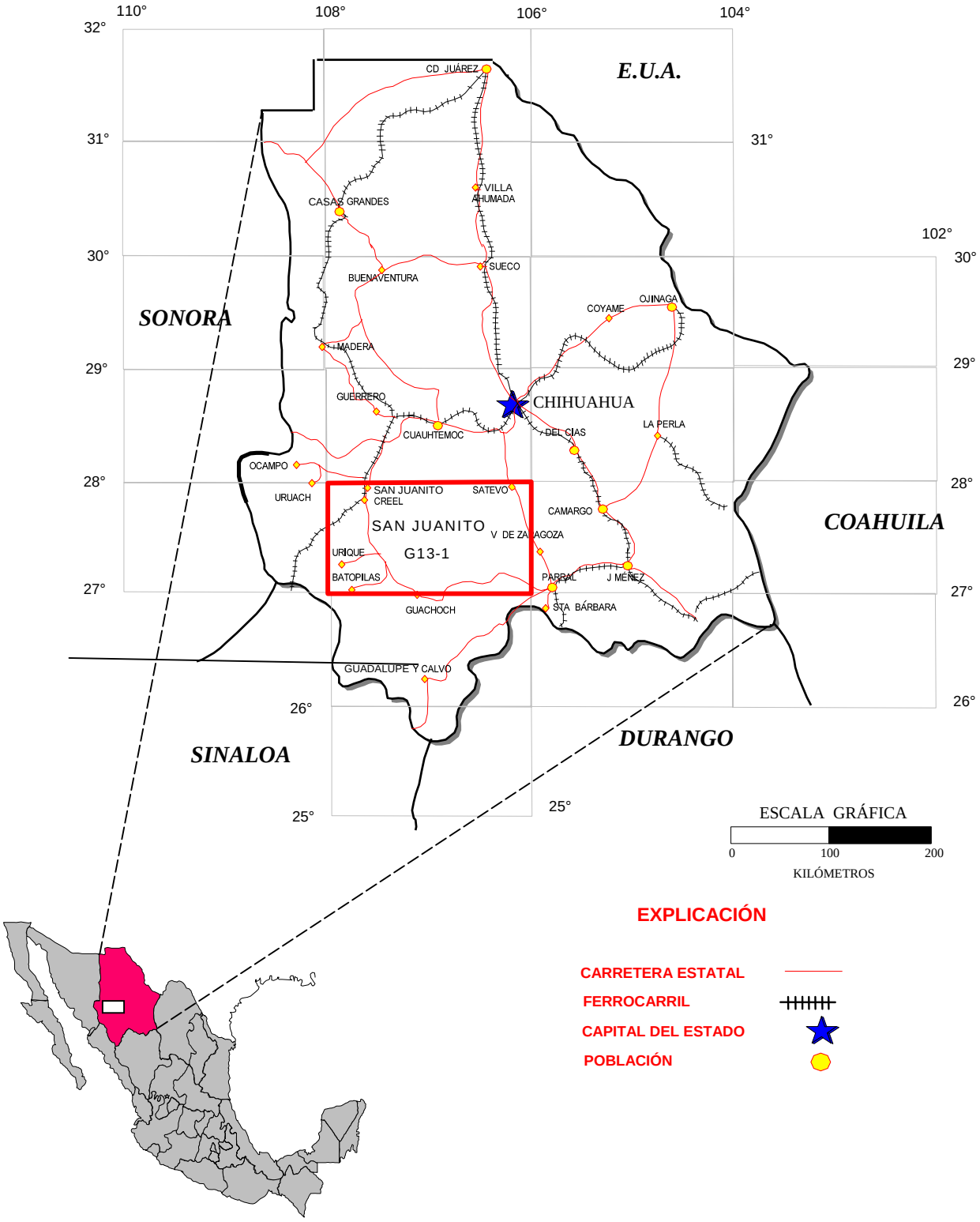


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACIÓN

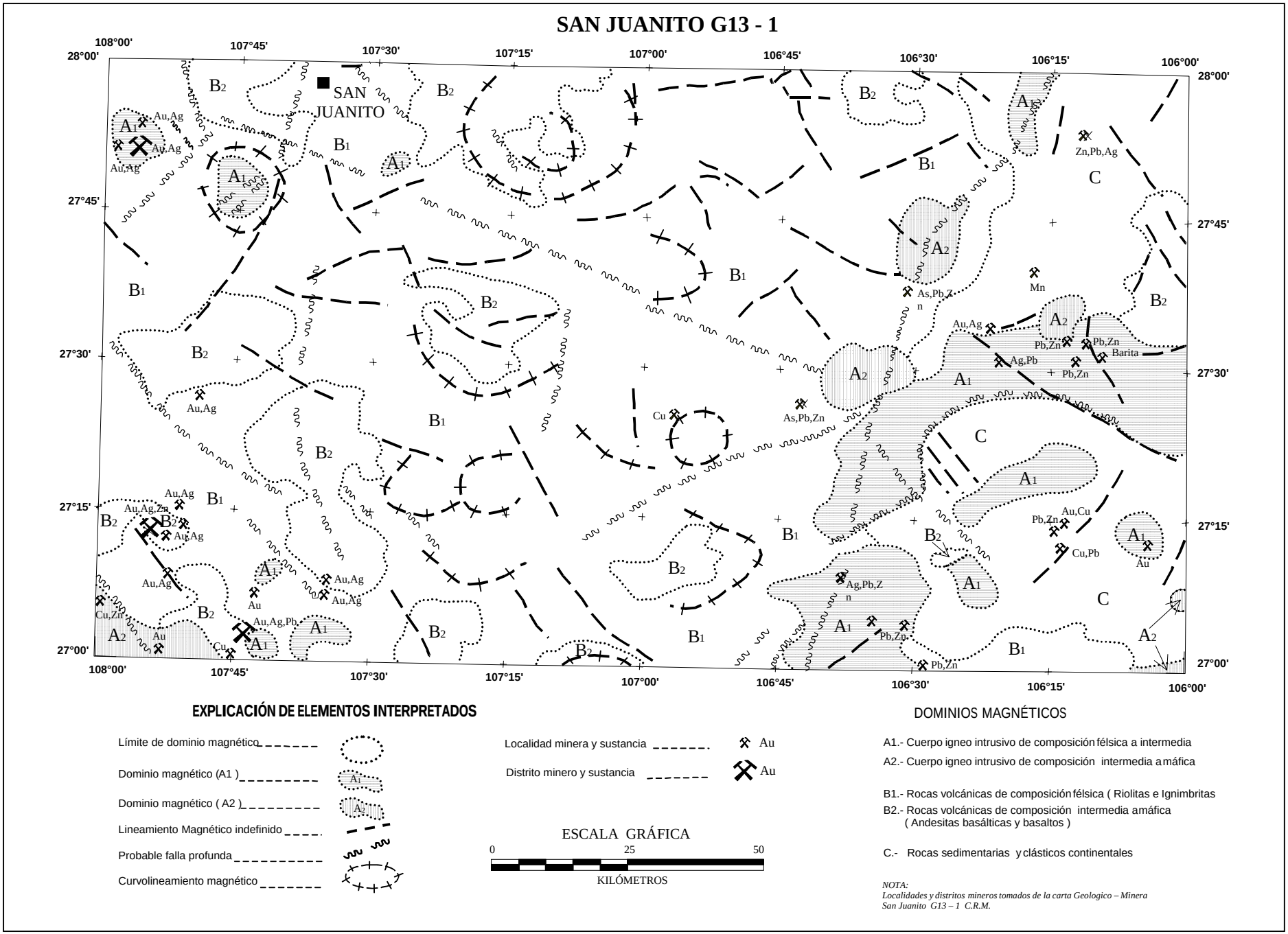
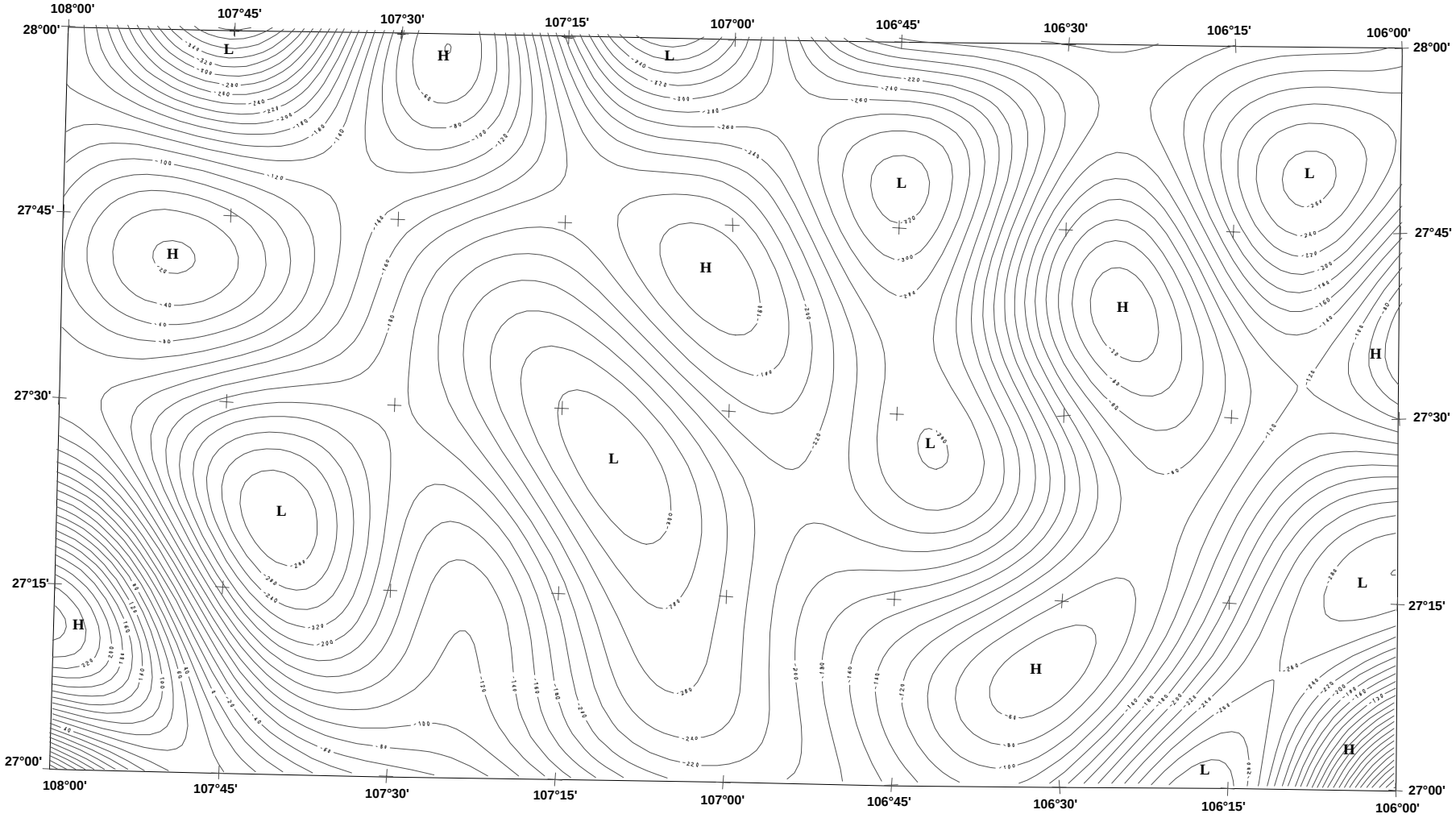


FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

SAN JUANITO G13 - 1



Curvas de contorno cada 20 nT.
Frecuencia de corte 0.02 ciclos / Km

Alto Magnético (H)

Bajo Magnético (L)

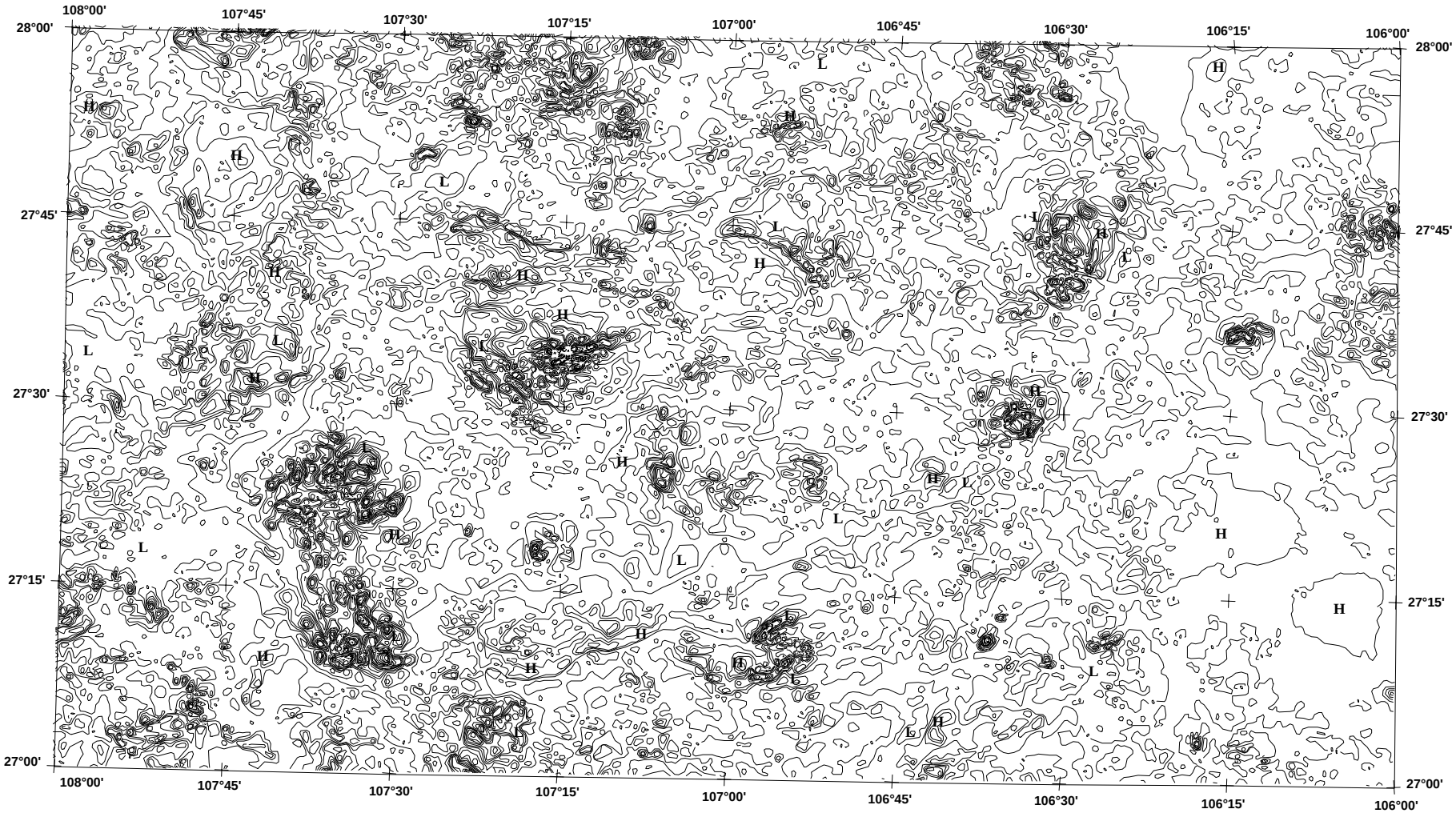
ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS (FILTRO PASABAJAS DEL C.M.T. REDUCIDO AL POLO)

SAN JUANITO G13 - 1



Curvas de contorno cada 100 pT/m.

Alto Magnético (H)

Bajo Magnético (L)

ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 4.- MAPA DE RASGOS SUPERFICIALES (PRIMERA DERIVADA VERTICAL DEL C.M.T. REDUCIDO AL POLO)

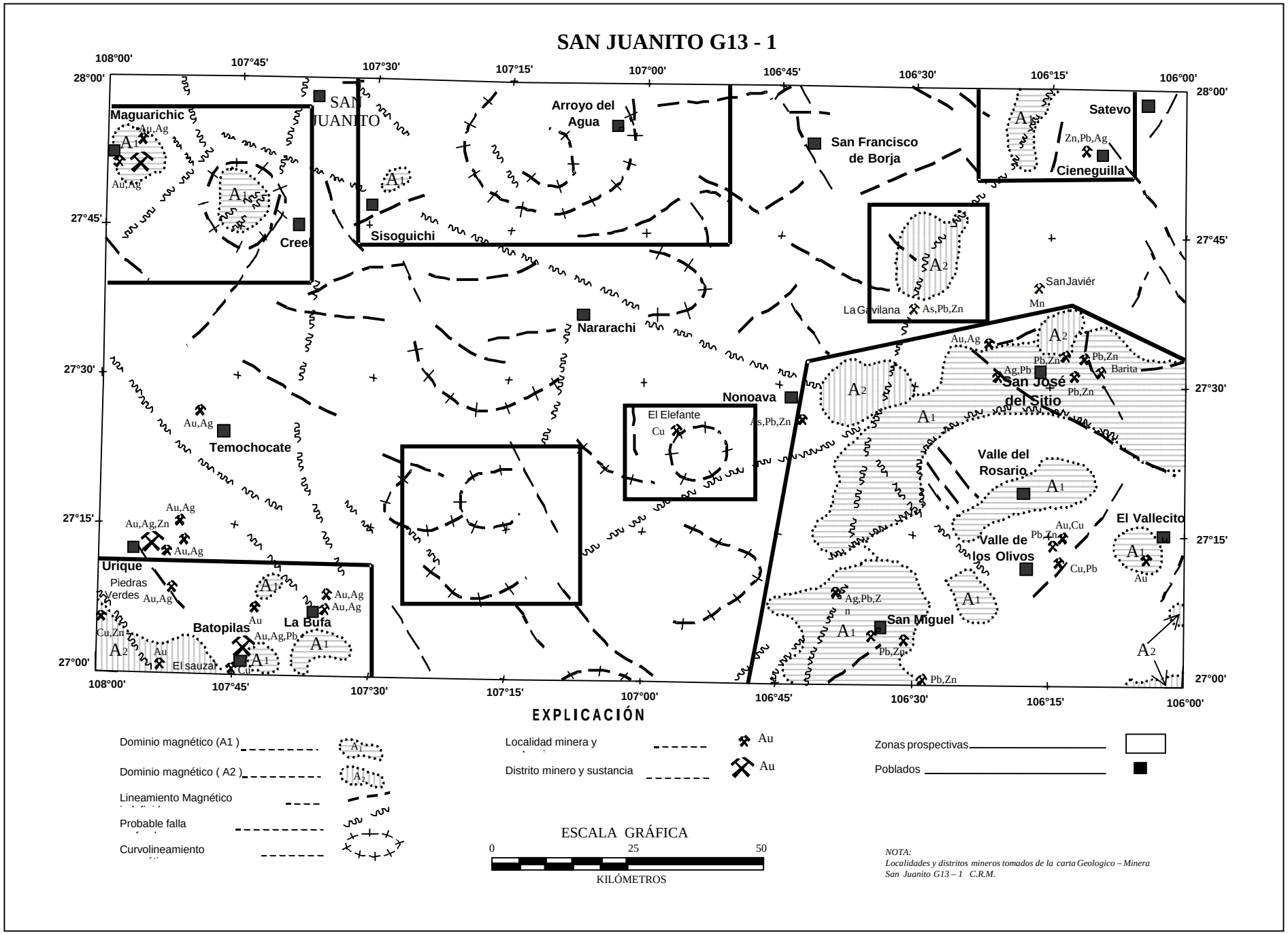


FIGURA 5.- ZONAS PROSPECTIVAS A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL