CONSEJO DE RECURSOS MINERALES¡Error! Marcador no definido.

TEXTO GUÍA

CARTA MAGNÉTICA "MADERA" H12-9

ESCALA 1:250,000

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

SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

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

ÍNDICE

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

I.4.- Características de la carta magnética 3

II.-SÍNTESIS GEOLÓGICA 3

III.-DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 7

III.1.-Dominios magnéticos 7

III.1.1.-Dominio magnético A_1 8

III.1.2.-Dominio magnético A_2 8

III.1.3.-Dominio magnético B_1 12

III.1.4.-Dominio magnético B_2 12

III.2.-Lineamientos y curvolineamientos magnéticos 13

III.3.-Procesos analíticos realizados 13

III.3.1.-mapa de estructuras profundas 13

III.3.2.-mapa de estructuras superficiales 13

III.4.-Zonas prospectivas 14

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 15

LISTA DE FIGURAS Y TABLA

Página

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

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural ..... entre 7 y 8

Figura 3.- Mapa de estructuras profundas
Filtro pasabajas del CMT reducido al polo ..... entre 13 y 14

Figura 4.- Mapa de rasgos superficiales
Primera derivada vertical del CMT
reducido al polo ..... entre 13 y 14

Figura 5.- Zonas prospectivas a partir de la
interpretación magnética litoestructural ..... entre 14 y 15

Tabla No 1. Dominios magnéticos A_2 9

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales, realiza el programa de infraestructura geológico-minera dentro del cual se llevó 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.

Dentro de este programa se llevó a cabo el levantamiento aeromagnético de la carta magnética Madera H12-9 a escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, se localiza en las porciones centro oriental y centro occidental de los estados de Sonora y Chihuahua respectivamente, cubre una superficie de 21,500 Km^2.

El levantamiento aeromagnético de contorno, fue realizado por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en los años de 1977, 1982, 1983 y 1999. En 1977 la altura promedio sobre la superficie del terreno fue de 450 m, y de 300m los años de 1982, 1983 y 1999, con líneas de exploración de rumbo NE-SW y N-S y la separación entre líneas fue de 1000m en ambos períodos. Los datos del levantamiento se presentan en la carta magnética Madera H12-9 publicada por el CRM, como curvas de contorno de isovalores del campo magnético total corregido por IGRF, indicando su intensidad en contrastes de color

En el año de 1999, el Consejo de Recursos Minerales publicó la carta Geológico-Minera y Geoquímica Madera H12-9, elaborada por los ingenieros: García, C.A., Guzmán, E.J., Mancillas, G.A., García, D.R. y Salazar, V.R.. En ella se establece que el basamento del Proterozoico Superior (900 m.a.), está constituido por una secuencia sedimentaria afectada por metamorfismo regional, la cual está intrusionada por rocas graníticas cretácicas y rocas porfídicas terciarias, sobre dichas unidades se depositaron una serie de rocas sedimentarias mesozoicas y volcánicas terciarias, afectadas por intrusiones cretácicas y terciarias.

En la superficie que comprende esta carta se presentan manifestaciones de diferentes eventos tectónicos, como resultado de procesos geodinámicos que afectaron la región, entre los que se mencionan: Orogenias Paleozoicas; Orogenia Mesocretácica; Orogenia Laramide; un episodio de distensión durante el Terciario Medio-Tardío y la Neotectónica de distensión en tiempos recientes.

La mineralización dentro de la carta, está representada por vetas, depósitos de contacto, brechas hidrotermales, mantos y cuerpos diseminados que genéticamente están asociados a los intrusivos (dominios A_1 y A_2). Estas zonas mineralizadas se agrupan en 6 regiones: La región de Cumobabi, se caracteriza por la mineralización tipo pórfido cuprífero asociadas a intrusivos graníticos cretácicos y a zonas de alteración; la región de Moctezuma se identifica por depósitos de reemplazamiento y mantos en el contacto intrusivo-caliza y los elementos metálicos son Zn y Pb. La región de Lampazos se distingue por la abundancia de estructuras vetiformes de relleno de fisuras, encajonadas en el intrusivo diorítico y calizas-lutitas donde la mineralización es de Au, Ag, Pb y Cu; la región de Zahuaripa es importante por la abundancia de mineralización auroargentífera y Pb de origen hidrotermal, en estructuras vetiformes (fisuras y fallas) y Cu, W y Fe tipo skarn en el contacto caliza-intrusivo; la región de Guaynopa se caracteriza por sus estructuras en vetas de cuarzo con mineralización de Ag, Pb y Cu. Finalmente la región de Bacadehuachi con estructuras vetiformes de Pb, Zn, Cu y Ag encajonadas en intrusiones granítica-granodirítica cretácicas.

En la interpretación cualitativa de carácter regional que se presenta en este texto, se definieron 4 grupos de dominios magnéticos (A_1, A_2, B_1, y B_2) que indican la distribución de las principales unidades geológicas aflorantes y/o sepultadas, así mismo se definieron 3 sistemas de lineamientos magnéticos, los cuales presentan rumbos NW-SE, NE-SW y E-W, que reflejan las principales fallas de origen profundo, que posiblemente sirvieron

de conducto hacía la superficie a unidades volcánicas y a cuerpos ígneos intrusivos en esta porción del noroeste de México.

Como resultado de la interpretación del mapa aeromagnético, se seleccionaron 5 zonas con posibilidades de contener mineralización polimetálica y preciosa, asociadas a los dominios magnéticos A_1 y A_2 Estas zonas se ubican sobre y en la periferia de anomalías que se interpretaron como: cuerpos intrusivos sepultados o como la extensión lateral en el subsuelo de troncos intrusivos que afloran parcialmente, los cuales pueden o no contener evidencias de mineralización.

Las zonas marcadas como de interés para prospecciones de detalle que se indican en la carta con los números 1, 2, 4 y 5 se ubican dentro de una amplia zona de bajos magnéticos con rumbo NW-SE con dimensiones de 90 km de longitud y 50 km de ancho, se interpretan como la extensión oriental del cinturón de pórfidos cupríferos. Estas 4 zonas de interés, se puede interpretar como una amplia zona de cizallamiento regional, donde existe relación entre los procesos geológicos de fallamiento, magmatismo y mineralización.

Finalmente la zona de interés 3 se localiza en la porción norte de la carta, está asociada al dominio magnético $A_{2\text{-}3}$ interpretado como la respuesta de un cuerpo intrusivo magnético mayormente sepultado por rocas volcánicas, la anomalía se correlaciona parcialmente con un pequeño intrusivo granitíco-granodiorítico.

INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de 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 en conjunto para lograr exitosas campañas de exploración que conduzcan a encontrar yacimientos minerales de rendimiento económico.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene entre sus funciones, la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas de las zonas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Madera H12-9, a 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 información magnética contenida en la carta Madera H12-9, escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, comprende una superficie de 21 500 Km^2 y se ubica en las porciones centro oriental y centro occidental de los estados de Sonora y Chihuahua respectivamente (Figura No.1).

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

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1 Fuentes de información

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales los años de 1977, 1982, 1983 y 1999.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1980).

La información aerogeofísica obtenida antes del año 1999, se compiló mediante un proceso analógico para generar mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000. La información obtenida durante el año de 1999, se procesó directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

I.2.- Parámetros y equipo utilizado en el levantamiento

Los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales durante los años de 1977, 1982 y 1983 se efectuaron siguiendo vuelos de contorno con altura de 450m promedio sobre el terreno en 1977 y de 300m, los años de 1982 y 1983 con líneas de rumbo NE-SW y una separación de 1000m en ambos períodos. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo, mediante el sistema de navegación visual. En el año de 1999 se realizó un vuelo complementario para cubrir las áreas faltantes en la carta Madera, con líneas de rumbo N-S, separación de 1000 m y altura de vuelo de 300m

En los años de 1982 y 1983 el vuelo se realizó con un avión Islander BN2-B27, utilizando un magnetómetro Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nT (nanoteslas). Para el posicionamiento de las líneas de vuelo se utilizó la cámara fotográfica Automax G-2 (35mm) y la altura fue controlada mediante el radar altímetro Collins ALT-50.

Para el levantamiento realizado en 1999 se utilizó el mismo avión utilizando un sensor magnético de vapor de cesio de marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT con sensor

fijo. El posicionamiento de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS), utilizando el módulo PNAV 2001 y procesador Novatel.

Participó en el levantamiento aeromagnético, así como en el procesamiento de la presente carta magnética, el siguiente personal de campo:

- Ing. Carlos Anaya Renovato.
- Ing. Justino Escamilla Orta.
- Cap. Carlos Morales Mendoza.
- Cap. Hugo Martínez Sánchez.
- Cap. Jorge Peña Guerrero.
- Operador Pas. David Berrocal H.
- Operador Luis Daniel Escorza Oliver.
- Operador Miguel Angel Rangel Valdéz.
- Mec. Jaime Guerrero.
- Mec. Misael Vital.
- Mec. Delfino Canseco.
- Procesador Pas. Marcos Gaona Mota.

I.3.- Procesamiento de datos

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

I.3.1.-Integración de la información magnética.

En el caso de la información aeromagnética de los años 1977, 1982 y 1983 fue necesario digitalizar los datos de mapas aeromagnéticos, siguiendo las trayectorias de vuelo para capturar las coordenadas UTM y el valor del campo magnético.

Para los vuelos realizados en 1999, la información se transfirió directamente de la grabación digital del equipo aerogeofísico.

La información digital se integró y procesó 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 y líneas de control, corrección por movimiento del avión (compensación magnética) y micronivelación.

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

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

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México, obtenidos para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético de la República Mexicana, ha decrecido en ese período aproximadamente 48.07 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.

Esta corrección se realizó utilizando el valor de IGRF 95 (Campo Geomagnético de Referencia Internacional) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

Dichos modelos del IGRF han sido valorados para la República Mexicana en el período de 1990 (Campos y otros, 1994); en donde se concluye que proporcionan un campo geomagnético de referencia satisfactorio para nuestro país.

En el caso de la carta Madera H12-9, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del campo geomagnético, tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas de los levantamientos y la altura de vuelo.

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,Z,

empleándose el algoritmo de interpolación de mínima curvatura (Briggs, 1974).

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 50m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II.

I.3.4. Graficación.

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

I.4.- Características de la carta magnética

La edición cartográfica se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 40 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 contorno 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 Madera H12-9, elaborada por los ingenieros: García C. J., Guzmán E. J., Mancillas G. A., García D. R. y Salazar V. R. y publicada por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1999, por lo que si 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 carta Madera H12-9 se localiza en las porciones centro oriental y centro occidental de los estados de Sonora y Chihuahua respectivamente.

Dentro de la superficie de la carta afloran unidades litológicas que varían del Precámbrico Superior al Holoceno, representadas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

El basamento está compuesto por una secuencia de areniscas de cuarzo, dolomías, calizas, areniscas calcáreas y lutitas que afloran en la Sierra El Chiltepin; en (1993) Stewart y Amaya (en García y otros, 1999) describen una columna de más de 2,000m, del Proterozoico Superior (900 ma).

Afloran rocas sedimentarias del Cámbrico Inferior, afectadas por metamorfismo regional. Consisten en metareniscas y metacalizas que afloran en la porción surponiente de la carta al poniente de la Presa Plutarco Elías Calles; al suroriente de la presa consisten de cuarcitas afectadas por intrusivos graníticos cretácicos y pórfidos de composición riolítica y monzonítica.

El contacto inferior no fué observado y podría ser que tenga otro basamento. Una secuencia paleozoica sedimentaria las sobreyace discordantemente y aflora en la porción surponiente de la carta, está constituida por calizas y areniscas depositadas en ambiente de plataforma.

En la Sierra Agua Verde se han reconocido los Grupos San José, de edad cámbrica fuera de la carta (Cirett y Aguilar, 1989 en García y otros 1999) y Agua Verde del Ordovícico al Pérmico Temprano (Ochoa y Sosa, en García y otros 1999), en cada grupo se han reconocido dentro de la carta, cinco formaciones que por la escala no están diferenciadas.

Las rocas mesozoicas inician su depósito a fines del Jurásico Superior, después de un hiatus del Pérmico Superior al Jurásico Superior.

El Conglomerado Glance, reconocido como la unidad basal del Grupo Bisbee, sobreyace discordantemente a rocas paleozoicas, consiste de conglomerado polimíctico y arenisca de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior como producto de la denudación detrítica de las rocas Prejurásicas, aflora en la Sierra Agua Verde y Cerro San Pedro en la porción surponiente de la carta, donde subyace concordantemente a rocas marinas del Cetácico Inferior, constituidas por lutitas y areniscas, y correlacionables con el Grupo Bisbee del sur de Arizona.

Sobreyaciendo concordantemente a la secuencia anterior, afloran dos secuencias una de calizas y lutitas y otra con calizas y areniscas con edades Cretácico Inferior indiferenciado y Aptiano-Albiano. Las rocas del Cretácico Superior están representadas por una secuencia volcanosedimentaria discordante, definida como Formación Tarahumara (Wilson y Rocha, 1949 en García y otros, 1999) consiste de andesitas, areniscas, tobas andesíticas y algunos horizontes de lutitas y calizas que afloran en la porción centro surponiente de la carta.

Distribuidas en la misma región y sobreyaciendo discordantemente a esta formación, aflora una secuencia de andesitas y traquiandesitas consideradas dentro del mismo evento volcánico. Sobreyaciendo concordantemente a estas rocas, aflora una secuencia de andesitas y tobas andesíticas del Cretácico (Cenomaniano); se distribuyen ampliamente en la porción centro poniente de la carta.

Del Cretácico Superior al Oligoceno las rocas preexistentes fueron afectadas por cuerpos intrusivos granítico-granodioríticos de grandes dimensiones, así como por pequeños troncos granodiorítico-dioríticos, pórfidos de composición monzonítica, cuarzomonzonítica, andesítica, riolítica y traquítica.

Durante el Paleoceno-Eoceno se deposita discordantemente una secuencia de rocas volcánicas compuesta por riolitas y tobas riolíticas que afloran principalmente en la porción norponiente de la carta.

Sobreyaciendo discordantemente afloran tobas riolíticas, e ignimbritas del Oligoceno que cubren grandes extensiones de orientación NW-SE con ligeros buzamientos hacia el NW y SW, distribuida ampliamente en la porción centro occidental de la carta.

En las etapas finales del volcanismo ácido y por un cambio de régimen tectónico, se depositaron concordantemente importantes paquetes de rocas intermedias y principalmente básicas del Oligoceno Tardío, constituidas por andesitas basálticas y basalto, se distribuyen ampliamente en la porción centro suroriente de la carta.

Contemporáneamente y ligadas íntimamente con la etapa de distensión, se encuentran los depósitos correspondientes a la Formación Báucarit del Mioceno, compuesta de conglomerados polimícticos y areniscas y conglomerados polimícticos con basaltos intercalados que afloran ampliamente en la porción central de la carta.

Una generación de basaltos y tobas riolíticas de poco espesor y gran extensión ocurrida a fines del Mioceno aflora concordantemente sobre el Conglomerado Báucarit y se distribuye ampliamente en la porción centro suroriente de la carta.

Durante el Pleistoceno se depositaron conglomerados polimícticos y se marca el final del volcanismo basáltico fisural. Finalmente se depositaron sobre las rocas preexistentes materiales de tipo aluvial como gravas, arenas y limos.

Dentro de la carta la característica geomorfológica más conspicua es un sucesión de sierras alargadas afectadas por grandes fallas regionales de rumbo preferencial NW-SE y truncadas por fallas de orientación NE-SW y ocasionalmente por fallas casi E-W, esta orientación es típica en esta región y es atribuida al último régimen distensivo del Terciario que dislocó las unidades preterciarias borrando gran parte de los eventos tectónicos anteriores.

Entre los cuales aún se pueden reconocer a: La deformación laramídica cuyas manifestaciones mas importantes son la intrusión de los batolitos Cretácico-Terciario, plegamientos de gran radio de curvatura en las secuencias volcanosedimentarias y volcanoclásticas del Cretácico Superior y la cabalgadura de las secuencias sedimentarias del Precámbrico y del Cretácico Inferior sobre la secuencia volcanosedimentaria de la Formación Tarahumara, como se observa en la Sierra de El Chiltepin en la porción surponiente de la carta.

Así como la deformación mesocretácica cuyas evidencias en la carta son un plegamiento cerrado y paralelo de las secuencias marinas del Cretácico Inferior, como se observa en el área de Lampazos en la porción SW de la carta así como la discordancia que presentan los contactos de las rocas del Cretácico Inferior y Superior.

Los principales eventos tectónicos que han afectado a la región, se inician en el Proterozoico Tardío con la depositación de la secuencia carbonatada-clástica de la Sierra El Chiltepin.

Durante el Paleozoico existió una estabilidad tectónica que permite el depósito de rocas de facies de plataforma que se presentan en la Sierra de Agua Verde.

Durante el Cretácico Inferior, se presenta una transgresión, y aguas provenientes del Golfo de México cubren gran parte de Sonora, generándose el depósito de rocas carbonatadas con gran contenido faunístico, en la denominada Cuenca de Chihuahua-Bisbee (Bilodeau, 1983, en García y otros 1999). Posteriormente, se inicia una regresión marina que da lugar a la depositación de sedimentos clásticos continentales representados por areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados.

Durante el Cretácico Superior se inicia la denominada Orogenia Laramide, la cual se extiende hasta el Terciario Inferior, caracterizándose por una fase de compresión que se manifiesta por una serie de plegamientos amplios y fallamiento inverso poco desarrollado, originando magmatismo representado por un intrusivo de dimensiones batolíticas seguido por eventos de menor magnitud que generan apófisis y stocks de diferente composición.

Durante el Terciario Medio se emplazan rocas volcánicas félsicas, en la fase final de la subducción de las placas Farallón y Norteamericana. Este evento volcánico, es seguido por el último período de extensión tectónica terciaria que ocasionó la formación de innumerables fallas normales, conformando bloques levantados y escalonados, dando origen a la morfología de sierras y valles elongados, principalmente de rumbo noroeste-sureste.

En la fase extensiva del "Basin and Range" se tiene un adelgazamiento de la corteza, una fusión parcial y la producción de un magma basáltico que llega a la superficie a través de las fallas normales activas, dando lugar a un volcanismo de tipo fisural.

En la carta existe una gran variedad de yacimientos minerales tanto metálicos como no metálicos. En lo concerniente a los depósitos de minerales metálicos, se tienen áreas mineralizadas relacionadas a estructuras circulares y lineamientos estructurales con diversas características genéticas.

De esta manera destacan los depósitos de tipos pórfido cuprífero, skarn, vetiforme y los detríticos representados por placeres auríferos.

Los depósitos relacionados con sistemas tipo pórfido cuprífero, se presentan en la porción norponiente de la carta, en forma de brechas, vetas, diseminados y zonas de stockworks, asociados por lo general a cuerpos hipabisales y troncos granodioríticos, estando representados por la zona mineralizada de Cumobabi, en la parte norponiente de la carta, en la que hace algunos años se explotaron importantes depósitos de molibdeno-cobre como Cumobabi (San Judas, La Verde y Transvaal), existen otros cuerpos de interés como Cobre Rico y El Archipiélago entre otros.

En las porciones surponiente y centro-norte de la carta, se tienen los ambientes más propicios para contener depósitos tipo skarn, los cuales se presentan de forma irregular, en forma de mantos, o de forma lenticular generalmente relacionados a zonas de contacto entre rocas sedimentarias carbonatadas, y cuerpos intrusivos.

En algunos de los skarns la mineralización está representada por metales base como plata, plomo y zinc, como es el caso de Todos Santos, El Mezquite, Victoria, Pepe y Los Nogales.

Mientras que en otras la mineralización principal consiste de fierro y cobre con valores de oro y en ocasiones de plata, como es el caso de los Pericos, La Pirinola, San Lucas, Arroyo Coronado, La Guadalupana, Chinoverachi, La Loma Verde, San Antonio I y La Gloria; teniéndose así mismo algunos skarns de tungsteno como la Colmena.

En la porción poniente de la carta, se tiene una gran incidencia de depósitos vetiformes epitermales y mesotermales asociados por lo general a fallas y fracturas emplazadas principalmente en rocas andesíticas y calcáreas.

Los depósitos epitermales presentan como mineralización principal oro y plata y algunos de los más representativos son: El Progreso, La Colorada, La Cresta, Igualama y Zaragoza, ubicadas en la región de San Pedro de la Cueva; Los Fieles Difuntos y Montecristo, en la región de Moctezuma; así como La Perdida y La Escondida, localizados en la zona montañosa de la Sierra Madre Occidental, al oriente de la Mesa El Yerbanis.

Las vetas mesotermales presentan como mineralización principal plata, plomo y zinc, y en algunos de ellas es común la asociación con cobre y oro, siendo algunas de las más representativas las estructuras de Lampazos, Buenavista, La Plomosa, La Gloria y El Chino Gordo, localizado al suroriente de Tepache.

La Escuadra, El Rey y La Reina e Inés, al nororiente de Tepache, Guatamo, El Tebón, 10 Hermanos, El Chilicote, La Plomosita, La Catalana, La Marquesa y La Bota, en la porcion surponiente de la carta; y La Batalla, La Mesa Rica y El Vampiro, al oriente-nororiente de Zahuaripa.

En lo que respecta a los depósitos detríticos, representados por oro de placer, el área más favorable se localiza en las margenes del Río Yaqui, en la porción surponiente de la carta, donde se tienen las localidades de El Raspadero, Carol, Esteban Rafael y Buenavista entre otros.

En prácticamente toda la carta; existen condiciones favorables para la localización de

depósitos de zeolitas, perlita, talco, sulfato de sodio, palygorskita, yeso y mármol entre otros.

El prospecto Oro Blanco se localiza al norte dentro de la carta en la región de Bacadehuachi, contiene mineralización de thenardita; los prospectos de zeolitas La Palma y Al Chapo II, en las porciones norponiente y surponiente de la carta respectivamente.

Los prospectos El Saucito, con palygorskita y El Halcón, con yeso en la región de Huasabas; el prospecto de perlita El Fito, en la porción surponiente de la carta, y localidades de talco, mármol y otras rocas dimensionables en la porción surponiente de la carta, lo anterior es indicativo del potencial que presenta la carta para este tipo de minerales.

Por lo anterior, se considera que dentro de la superficie que comprende la carta, se tienen varias áreas de interés tanto de minerales metálicos como de no metálicos, entre las que podemos mencionar las siguientes: Cumobabi, Moctezuma, Lampazos, San Pedro de la Cueva, Villa Pesqueira, Santa Teresa, Zahuaripa, Huasabas, Bacadehuachi y Guaynopa, entre otras, que representan localidades propicias para realizar estudios de mayor detalle que permitan definir la importancia económica de los prospectos existentes.

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 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.

La interpretación cualitativa de carácter regional de la carta Madera H12-9, 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 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.

III.1.- Dominios magnéticos

En la carta magnética de campo total Madera H12-9, se identificaron 4 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_1, A_2, B_1, y B_2, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura No. 2).

Es importante mencionar que el amplio volcanismo que se presenta en la carta, dificulta la identificación de posibles cuerpos intrusivos, que pudieran encontrarse sepultados a profundidad. Esto es debido a la mayor susceptibilidad magnética que presentan las unidades volcánicas, por lo que en la presente interpretación se definió un número reducido de dominios magnéticos que se atribuyan a cuerpos intrusivos.

III.1.1.-Dominio magnético A_1

El domino magnético A_1 se atribuye a rocas ígneas intrusivas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por respuestas de tipos monopolar y dipolar de suave gradiente y baja intensidad magnética que varían de -150 a 120 nT.

En esta carta se detectaron dos localidades definidas como dominios A_1 (A_{1-1} y A_{1-2}) que se localizan en las porciones centro y poniente de la carta respectivamente.

El dominio magnético A_{1-1} localizado en la porción central de la carta, está definido por anomalías monopolares y dipolares de moderada intensidad, forma irregular y orientación general este-oeste. Este dominio se puede interpretar como la respuesta magnética de un posible cuerpo intrusivo parcialmente sepultado por rocas dolomíticas, calizas, lutitas, andesitas, tobas andesíticas y areniscas y rocas volcánicas de composición riolítica e ignimbrítica.

Parte de esta respuesta magnética se correlaciona con pequeños afloramientos de intrusivos de composición granodiorítica-diorítica y granítica del Cretácico Superior. Existe en la porción centro-poniente de este dominio el Distrito Minero de Lampazos con mineralización de Au, Ag, Cu, Pb y Zn (CRM, 1992).

El dominio magnético A_{1-2} localizado en la porción poniente de la carta y a 50 km al sur del poblado de Moctezuma; está definido por anomalías monopolares de baja intensidad con valores que van de –100 a –40 nT y de forma irregular, respuesta que puede atribuirse a un cuerpo intrusivo sepultado por rocas volcánicas de composición riolítica y conglomerados polimícticos del Neógeno.

III.I.2.- Dominio magnético A_2.

El dominio magnético A_2 se atribuye a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y está representado por anomalías magnéticas monopolares y dipolares con alto gradiente y alta intensidad, que varían de -320 a 440 nT. Está mayormente distribuido en la porción centro-poniente de la carta.

Se seleccionaron un total de 31 dominios A_2, la ubicación, características magnéticas y correlación geológica de estos dominios se muestra en la Tabla No. 1, se describen a continuación algunos de ellos.

En la porción surponiente de la carta se detectó una serie de dominios magnéticos A_2, los cuales conforman dos franjas con orientación casi E-W.

Las dos franjas magnéticas quedan definidas, la primera por los dominios magnéticos A_{2-15}, A_{2-14}, A_{2-13} y A_{2-12}, que se encuentran alineados con una dirección NE-SW y formando un cierto paralelismo con la otra franja formada por los dominios magnéticos A_{2-28}, A_{2-26}, A_{2-24}, A_{2-21}, A_{2-17}, A_{2-18}, A_{2-11} y A_{2-10}. Se localizan en la porción surponiente de la carta, y al poniente del Distrito Minero de Zahuaripa.

Cada una de estas anomalías A_2 se interpretan como la respuesta magnética de posibles cuerpos intrusivos sepultados, mismos que se correlacionan con pequeños afloramientos de intrusivos de composición granítica-granodiorítica del Cretácico Superior y cuerpos subvolcánico del Terciario (Damon P. y otros 1983). y están cubiertos por rocas sedimentarias calizas-areniscas, lutitas-areniscas, riolitas, ignimbritas y conglomerado. Existe mineralización de Au, Ag, Pb, Fe, Zn y Cu. Tipos veta, manto, diseminado y stockwork en el Distrito Minero Zahuaripa,

TABLA No. 1

Dominios Magnéticos A_2

Localización	*Descripción*	*Correlación Geológica **
A_{2-1} Ubicado al norponiente 85 Km del Poblado de Madera, en la porción nororiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: alargada en dirección NW-SE. Intensidad máxima: 350nT.	Rocas volcánicas de composición riolítica, ignimbrítica, dacítica y andesítica del Supergrupo Volcánico Superior y basaltos del Cuaternario.
A_{2-2} Ubicado al sur 10 Km del Poblado de Madera, en la porción suroriente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 220 nT.	Rocas volcánicas del Supergrupo Volcánico Superior de composición riolítica, ignimbrítica y dacítica, conglomerado polimíctico, basaltos y material aluvial del Cuaternario.
A_{2-3} Ubicado en la porción norte de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: alargada en dirección NW-SE. Intensidad máxima: 560 nT.	Intrusivo granodiorítico del Cretácico, rocas volcánicas de composición riolítica-ignimbrítica, andesitas, basaltos y conglomerado polimictico. Existe evidencia de mineralización de Fe y Cu (mina La Gloria).
A_{2-4} Ubicado al poniente 50 km del poblado de Madera, en la porción suroriente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección NW-SE. Intensidad máxima:420 nT.	Rocas volcánicas riolíticas y andesítas basálticas y basaltos. No se observó evidencia de mineralización.
A_{2-5} Ubicado al nororiente 10 km del poblado de Moctezuma, en la porción norponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: alargada en dirección NW-SE. Intensidad máxima: 440 nT.	Afloramiento de intrusivo granítico-granodiorítico del Cretácico Superior, rocas volcánicas riolíticas y con un conglomerado polimíctico del Cuaternario.
A_{2-6} Ubicado al oriente 30km del poblado de Moctezuma, en la porción norponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: elíptica en dirección E-W. Intensidad máxima: 400 nT.	Afloramiento de intrusivo de composición granítica-granodioritica, calizas y lutitas del Cretácico Superior, conglomerado polimíctico, areniscas tobas riolíticas.
A_{2-7} Ubicado en la porción central de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: elíptica en dirección N-S. Intensidad máxima: 360 nT.	Rocas volcánicas de composición riolítica. No se observó mineralización.
A_{2-8} Ubicado en la porción central de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 620 nT.	Tobas riolíticas, conglomerado polimíctico con basaltos, no se observó mineralización.
A_{2-9} Ubicado en la porción sur de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: elíptica en dirección E-W. Intensidad máxima: 420 nT.	Afloramientos de intrusivo tipo pórfido-andesítico, riolítico y andesítas-areniscas del Cretácico Superior.
A_{2-10} Ubicado en la porción sur de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: alargada en dirección E-W. Intensidad máxima: 320 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica, y conglomerado polimíctico del Terciario.
A_{2-11} Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en orientación E-W. Intensidad máxima: 300 nT.	Andesítas basálticas y tobas riolíticas del Terciario.

TABLA No. 1 (Continuación)

Localización	*Descripción*	*Correlación Geológica **
A 2-12 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: elíptica en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 620 nT.	Rocas metamórficas (metareniscas y metacalizas del Cámbrico), andesitas-areniscas del Cretácico Superior y conglomerado polimíctico. Existe evidencia de mineralización de Au, Ag, Pb y Zn.
A2-13 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular dirección NE-SW. Intensidad máxima: 240 nT.	Conglomerado polimíctico del Terciario y una amplia zona de oxidación. No se observó evidencia de mineralización.
A 2-14 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 340 nT.	Calizas y areniscas del Paleozoico y pequeños afloramientos de intrusivo tipo pórfido monzonítico. Existe evidencia de mineralización tipo brecha de Cu y Au.
A 2-15 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: semicircular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 320 nT.	Afloramiento de intrusivo granodiorítico-diorítico del Cretácico Superior, calizas y areniscas del Paleozoico. Existe evidencia de mineralización de Au, Cu, y Fe.
A 2-16 Ubicado al suroriente 50km del poblado de Moctezuma, en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en dirección NW-SE. Intensidad máxima: 280 nT.	Afloramiento de intrusivo granodiorítico-diorítico calizas, lutitas y andesitas del Cretácico Superior.
A 2-17 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 200 nT.	Afloramientos de andesitas-traquitas del Cretácico Superior y tobas riolíticas.
A 2-18 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: elíptica en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 480 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica y basáltica.
A 2-19 Ubicado al sur 30 km del poblado de Moctezuma, en la porción centro-poniente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección N-S. Intensidad máxima: 260 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica del Cretácico Superior y tobas riolíticas.
A 2-20 Ubicado en la porción poniente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: elíptica en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 240 nT.	Rocas volcánicas de composición andesíticas del Cretácico Superior.
A 2-21 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en orientación NE-SW. Intensidad máxima: 320 nT.	Tobas andesiticas-traquiticas del Cretácico Superior. Existe evidencia de mineralización Au, Ag, Pb y Zn. (Mina Los Crestones).
A 2-22 Ubicado al sur 30km del poblado de Moctezuma, en la porción centro-poniente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en dirección E-W. Intensidad máxima: 420 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica-traquítica y tobas andesíticas del Cretácico Superior. No se observó evidencia de mineralización.

TABLA No. 1 (Continuación)

Localización	*Descripción*	*Correlación Geológica **
A 2-23 Ubicado al sur 55km de Moctezuma, en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 580 nT.	Rocas volcánicas de composición riolítica y traquítica.
A 2-24 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección NW-SE. Intensidad máxima: 140 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica del Cretácico Superior.
A 2-25 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: circular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 240 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica del Cretácico Superior.
A 2-26 Ubicado al sur 70 km del poblado de Moctezuma, en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: elíptica en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 400 nT.	Tobas andesíticas del Cretácico Superior y conglomerado polimíctico.
A 2-27 Ubicado en el extremo surponiente de la carta.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 320 nT.	Calizas-areniscas del Paleozoico, y rocas andesíticas, y tobas de la misma composición del Cretácico Superior.
A 2-28 Ubicado en la porción surponiente de la carta.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: alargada en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 280 nT.	Calizas y areniscas del Paleozoico, intrusivo de composición granítica-granodiorítica del Cretácico Superior.
A 2-29 Ubicado en la porción surponiente de la carta, a 30 km. del poblado de Moctezuma.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 500 nT.	Rocas volcánicas de composición andesítica, intrusivo granítico-granodiorítico del Cretácico Superior, conglomerado polimíctico Terciario. Se observa mineralización tipo veta de Au, Ag y Pb (Mina La Palma).
A 2-30 Ubicado en la porción surponiente de la carta, a 30 km de Moctezuma.	Respuesta magnética: monopolar y dipolar. Forma: irregular en dirección NE-SW. Intensidad máxima: 240 nT.	Tobas andesíticas, intrusivo granítico-granodiorítico del Cretácico Superior y rocas volcánicas de composición riolítica .
A 2-31 Ubicado en la porción poniente de la carta, a 22 km del poblado de Moctezuma.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: irregular en dirección E-W. Intensidad máxima: 560 nT.	Rocas riolíticas, ignimbríticas, tobas andesíticas e intrusivos de composición granítica-granodiorítica del Cretácico Superior. No se observó evidencia de mineralización.

* Con base en la geología de la Carta Geológico-Minera a la misma escala, publicada por el CRM.

localizado muy cerca a estas dos franjas magnéticas.

En la porción central de la carta, lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE delimitan una amplia zona que se interpretó como una falla regional de origen profundo que sirvió como conducto para el emplazamiento de intrusivos que son identificados como los dominios magnéticos A_{2-3}, A_{2-4}, A_{2-5}, A_{2-6}, A_{2-7}, A_{2-8}, A_{2-9}, A_{2-10}, A_{2-11}, A_{2-16}, A_{2-17}, A_{2-18}, A_{2-19}, A_{2-22} y A_{2-31} (Figura No. 2 y Tabla No. 1).

Se hace notar que las respuestas magnéticas atribuibles a rocas intrusivas sepultadas estan enmascaradas por las respuestas magnéticas de las rocas volcánicas terciarias (dominio magnético B_2).

III.1.3.- 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 en el campo magnético, llegando a formar zonas de altos y bajos con tendencias magnéticas irregulares e intensidades que varían de -500 a 40 nT.

Este dominio B_1 se encuentra distribuido principalmente en la porción centro-poniente de la carta y cubre pequeñas superficies en las porciones nororiente y sur. Su expresión magnética se manifiesta como una respuesta de moderada intensidad y está representada por altos y bajos magnéticos con rumbo general NW-SE. Se interpretan como la respuesta de las rocas volcánicas terciarias (McDowell y otros 1979).

Dentro del dominio magnético B_1 existen pequeños afloramientos de rocas sedimentarias premesozoicas y mesozoicas de una posible cuenca sedimentaria (Cuenca Chihuahua – Bisbee), cubierta por el amplio volcanismo y afectada por pequeños troncos intrusivos que enmascaran la respuesta magnética de dicha cuenca y que se ha integrado a una sola respuesta denominada y descrita como dominio B_1 (García y otros, 1999).

III.1.4.- Dominio Magnético B_2

El dominio magnético B_2 se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, este dominio está representado por monopolos y dipolos magnéticos de alta intensidad y longitudes de onda corta distribuidos en forma caótica con variación de -760 a 520 nT. Estas anomalías presentan distancias dipolares cortas formando zonas de altos y bajos gradientes magnéticos.

El dominio magnético B_2 está ampliamente distribuido en toda la porción centro-oriental de la carta y en pequeñas regiones hacia el surponiente.

El dominio magnético B_2 ubicado en la porción centro-oriente de la carta, está representada por anomalías que delimitan grandes franjas de alta y baja intensidad magnética, con una orientación NW-SE (Figura No. 2).

La respuesta magnética se atribuye a la suma de los efectos de las rocas del Complejo Volcánico Inferior y del Supergrupo Volcánico Superior, además de la respuesta de basaltos del Neógeno y Cuaternario de origen fisural (McDowell y otros, 1981).

En la porción central de la carta, entre los dominios magnéticos A_{2-3} y A_{2-4}, el dominio magnético B_2, se define como una serie de altos magnéticos de alta intensidad de forma alargada y con rumbo NW-SE, la respuesta que se atribuye al volcanismo básico altamente magnético y posiblemente a la presencia de intrusivos en forma de troncos que pudieron ser emplazados a través de fallas regionales de origen profundo con orientación NW-SE y que están representadas por lineamientos magnéticos.

Debido a la complejidad geológica no es posible diferenciar las respuestas magnéticas propias de los intrusivos y los grandes espesores de las rocas volcánicas y a su elevada susceptibilidad magnética ocasionan un enmascaramiento de las respuestas propias de los cuerpos intrusivos.

III.2.- Lineamientos y curvolineamientos magnéticos

Se interpretaron 3 sistemas de lineamientos magnéticos principales con rumbo NW-SE, NE-SW y E-W los cuales se interpretan como las respuestas de zonas de debilidad o fallas de origen profundo, que en algunas ocasiones no tienen manifestación superficial.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, están distribuidos ampliamente en las porciones centro-poniente y oriente de la carta, son de gran importancia en la región, ya que se correlacionan con extensas fallas regionales del mismo rumbo, por donde posiblemente se han emplazado cuerpos intrusivos, delimitan grandes zonas anómalas de hasta 30km de longitud y 10km de ancho, donde se presentan altos y bajos magnéticos, que se atribuyen a bloques levantados y hundidos respectivamente

En 1983, Campa y Coney ubican en esta zona el posible límite entre los terrenos tectonoestratigráficos Chihuahua y el terreno sobrepuesto de la Sierra Madre Occidental.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW y E-W son de escasa distribución y fueron interpretados en la porción centro-oriente de la carta. Estos lineamientos intersectán y desplazan a los de rumbo NW-SE, se consideran mas recientes y se atribuyen al último régimen distensivo del Terciario (Henry y Aranda 1992) y que dislocó algunas unidades y borró ciertos eventos tectónicos (García y otros 1999).

Se interpretó un curvolineamiento que se localiza en la porción oriente de la carta; la expresión de este curvolineamiento podría corresponder a una estructura tipo caldera que no tiene expresión superficial y está relacionada al dominio magnético B_2, atribuible a las rocas volcánicas terciarias.

III.3.- Procesos analíticos realizados.

Con el propósito de realzar la información contenida en el mapa de Campo Magnético Total (CMT), se aplicaron los siguientes procesos analíticos a los datos aeromagnéticos: Reducción al polo, aplicación de un filtro pasabajas y de primera derivada vertical; teniendo como resultados los siguientes mapas:

III.3.1.- Mapa de estructuras profundas.

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducida 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 No. 3).

IIII.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 someras, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales mas superficiales (Figura No. 4). Se define claramente las porciones cubiertas por rocas

volcánicas en casi toda la carta, y las respuestas de suave gradiente se correlacionan con rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos recientes en la porción oriental de la carta.

III.4.- Zonas prospectivas

Con base a la interpretación cualitativa del mapa aeromagnético se seleccionaron 5 zonas con posibilidades para contener mineralización polimetálica, (Figura No. 5), haciendo notar que las zonas de interés 1, 2, 4 y 5, se localizan dentro de una amplia zona de bajos magnéticos con rumbo general NW-SE y cuyas dimensiones son de 90 km de longitud y 50 km de ancho y dentro de la porción oriental de la zona de pórfidos cupríferos (Palafox y otros 1998). Mientras que la zona de interés 3 se encuentra en el límite oriental de esta zona de bajos magnéticos. Las 5 zonas de interés seleccionadas se describen a continuación.

La primera zona de interés se localiza en la porción norponiente de la carta, está relacionada al dominio magnético A_{2-5} interpretado como la respuesta de un cuerpo intrusivo sepultado, que se correlaciona parcialmente con afloramientos de intrusivo granítico-granodiorítico y rocas volcánicas . Al surponiente de esta zona de interés, se tienen evidencias de mineralización en forma de vetas y mantos de Ag, Cu, Pb, y Zn (zona mineralizada de Moctezuma), encajonada en rocas volcanosedimentarias y asociadas a cuerpos intrusivos aflorantes y/o sepultados. Se recomienda explorar la proyección en superficie, de la zona comprendida dentro del límite marginal del cuerpo magnético interpretado (CRM,1994).

La segunda zona interpretada se localiza en la porción norponiente de la carta a 25 km al oriente del poblado de Moctezuma, se asocia al dominio magnético A_{2-6}, se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo mayormente sepultado, que se correlaciona parcialmente con un intrusivo granítico-granodiorítico y subyace a las rocas calcáreas cretácicas y las rocas volcánicas terciarias .

En la porción poniente de ésta zona existe mineralización de Cu, Ag y Au (minas La Escuadra El Rey y La Reina) de origen mesotermal en forma de vetas. Se recomienda la exploración a detalle en toda la zona de influencia del dominio magnético o A_{2-6}.

La cuarta zona de interés se localiza en la porción central de la carta, está asociada a los dominios magnéticos A_{2-7}, A_{2-8} y A_{1-1}, interpretados como la respuesta de cuerpos intrusivos sepultados, donde los dominios A_{2-7} y A_{2-8} se correlacionan con un intrusivo granítico-granodiorítico y están sepultados por calizas, lutitas y andesitas cretácicas y rocas volcánicas terciarias.

Existen vetas mesotermales con mineralización de Ag, Pb y Zn que en ocasiones están asociadas con Cu y Au (zona mineralizada de Lampazos).

Es recomendable realizar estudios detallados en toda la zona delimitada por los dominios magnéticos A_{2-7}, A_{2-8} y A_{1-1}.

La quinta zona interpretada, se localiza en la porción surponiente de la carta, está asociada con los dominios magnéticos A_{2-10}, A_{2-17} y A_{2-18}, interpretados como la respuesta de cuerpos magnéticos atribuibles a intrusivos sepultados por rocas volcánicas andesíticas.

Existen evidencias de mineralización en estructuras vetiformes auroargentíferas de origen epitermal (zona mineralizada de Lampazos) ubicada al norte de esta zona. Se recomienda realizar estudios complementarios sobre los márgenes de los cuerpos magnéticos interpretados.

La tercera zona de interés, se localiza en la porción norte de la carta y al oriente 60 km del

poblado de Moctezuma, está asociada al dominio magnético A_{2-3}. Se interpreta como la respuesta de un cuerpo magnético mayormente sepultado, que se correlaciona con un afloramiento de intrusivo granítico-granodiorítico y subyace parcialmente a las rocas volcánicas.

Existe evidencia de mineralización de Cu y Fe en forma diseminada e irregular en la zona mineralizada de Bacadehuachi, situada al norte de esta zona. Es de interés explorar a mayor detalle la proyección en superficie de la zona dentro del límite marginal del intrusivo interpretado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Briggs, I.C., 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline). Geophysics, v.39, No.1, pp.34-42.

Campa, U.M.F., and Coney, P.J., 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions of Mexico, Canadian Journal of Earth Sciences, v.20, pp.1040-1051.

Campos, E.J.O.,Hernández, Q.E., Nolasco, Ch.H., Orozco, T.A., Cañón, A.C., Alvarez, G.G. y Urrutia, F.J. 1994. A preliminary assessment of the IGRF-1990 for Mexico: Physics of the earth and planetary interiors, 82. Elsevier Science B.V., p. 105-111.

Consejo de Recursos Minerales, 1994. Monografía Geológico-Minera del Estado de Chihuahua, SEMIP, publicación M-14e, 297 p.

Consejo de Recursos Minerales, 1992. Monografía Geológico-Minera del Estado de Sonora, SEMIP, publicación M-8e, 220 p.

Damon P.E., Shafiqullah M., Roldán Q.J., y Cocheme J.J., 1983. El Batolito Laramide (90-40 ma) de Sonora. Mem. XV. Conv. Nal. AIMMGM, México, p.63-95.

García C.J., Guzmán E.J., Macías G.A., García D.R., y Salazar V.R., 1999. Carta Geológico-Minera Madera H12-9 escala 1: 250 000, estados de Sonora y Chihuahua, Consejo de Recursos Minerales, SECOFI.

Henry, C.D., and Aranda, G.J.J., 1992. The real southern Basin and Range: Mid-to late Cenozoic extension in Mexico, Geology, v.20, p.701-704.

IAGA, Division V. Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic Reference Field, Revision 1991, Geophysics, vol.57, No.57, pp. 956-959.

INEGI, 1980. Carta Topográfica Madera H12-9, escala 1:250 000, 1ª impresión.

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. America, Special Paper 180, p. 113-123.

McDowell, F.W. y Clabaugh, S.E. 1981. The igneous History of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western Mexico. revista del Instituto de Geología, vol.5, No.2, UNAM, pp.195-206.

Palafox R.J., Minjarez S.I., Monreal S.R., Almazán V.E., Morales M.M., Ochoa l.l., Rodríguez T.R., Rivera E.B., Castro E.J. y Zamora T.R., 1998. Informe final complementario a la cartografía Geológico-Minera y Geoquímica, Carta Nacozari H12-6, Escala 1:250 000. Estados de Sonora y Chihuahua, Consejo de Recursos Minerales, SECOFI.

Urrutia, F.J., y Campos, E.J.O., 1993. Geomagnetic secular. Variation Central Mexico since 1923. AD and comparison with 1945-1990. IGRF model. Journal Geomag. Geoelect. 45,

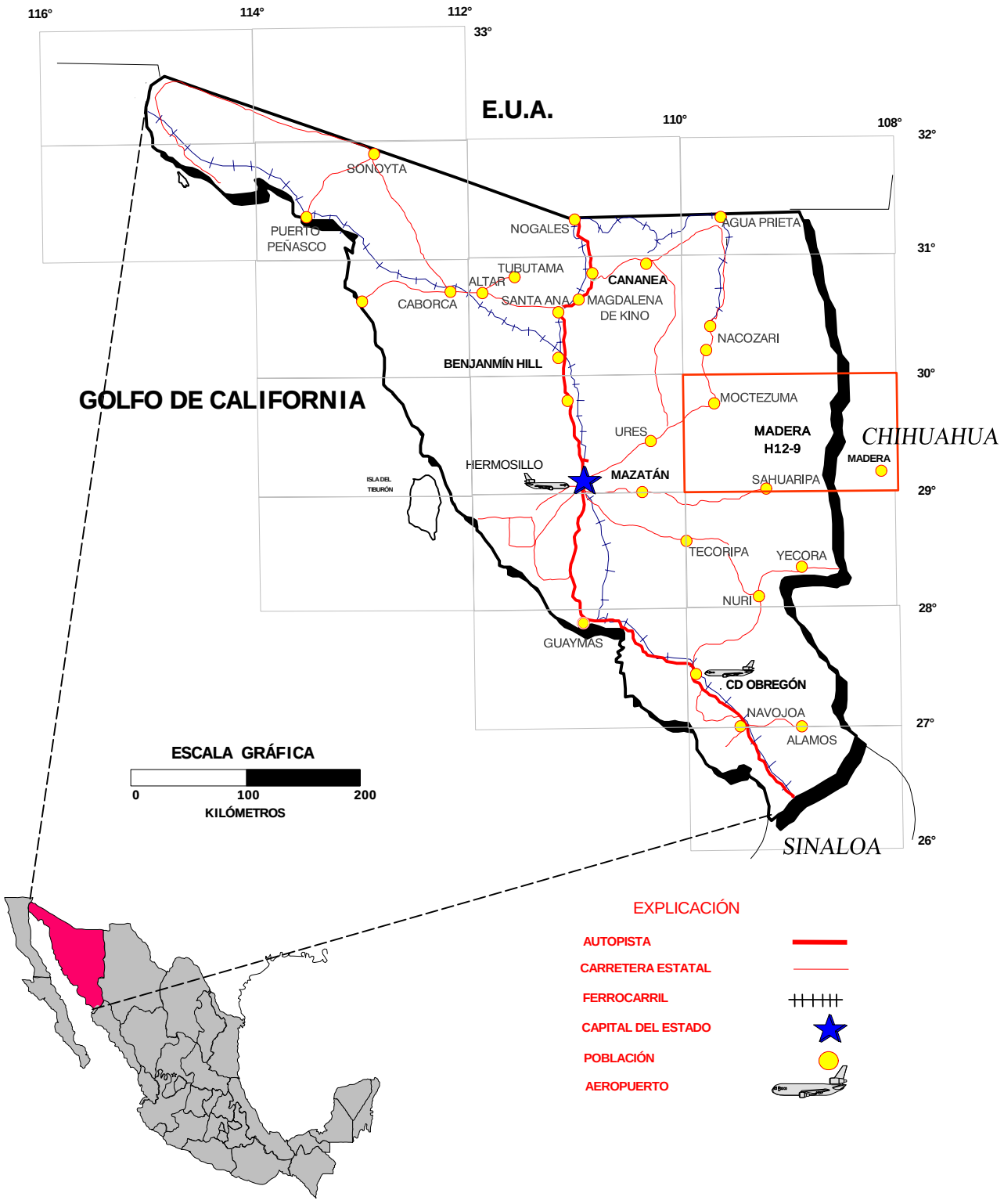
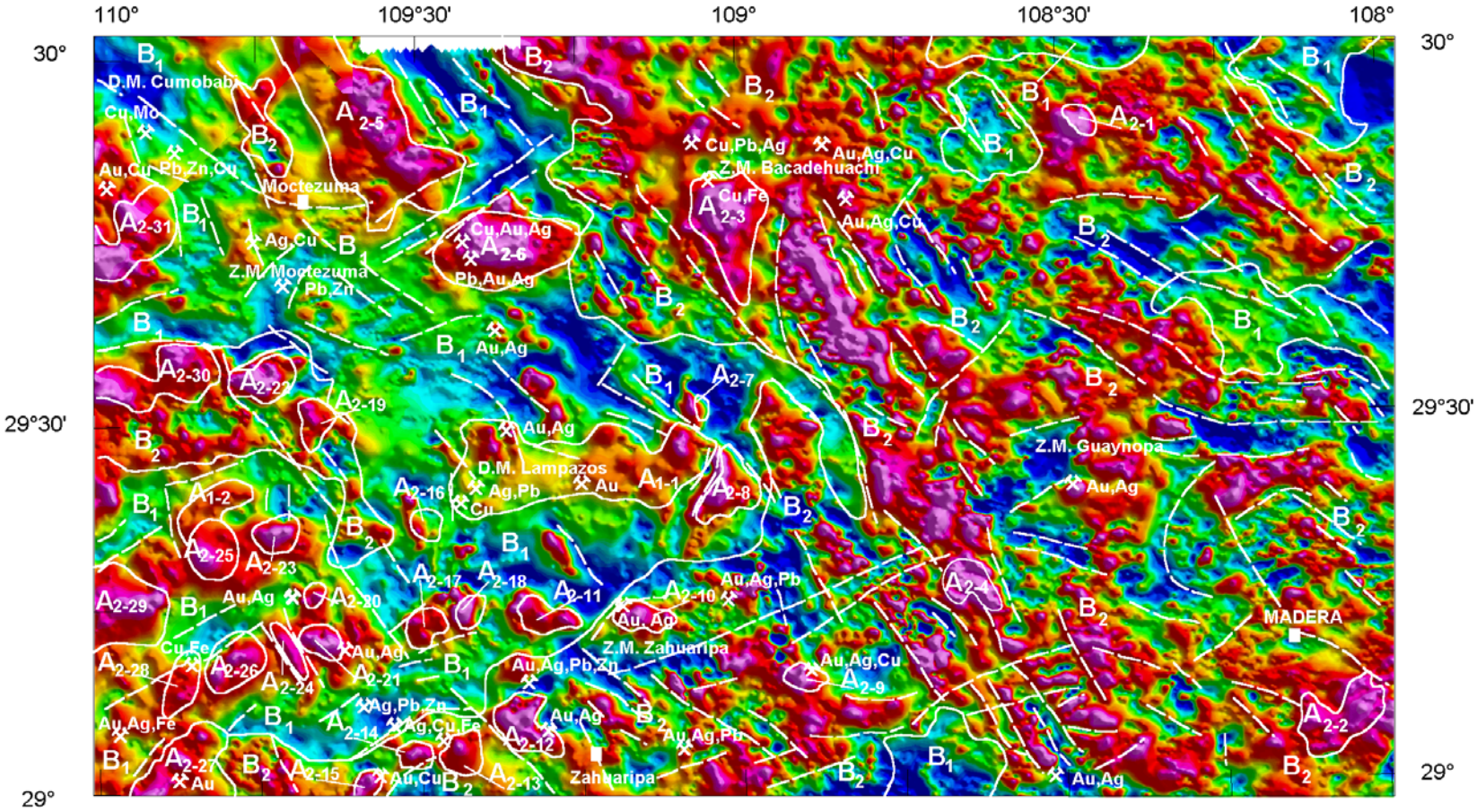


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Lineamiento magnético

Distrito minero y sustancia — Au

Localidad minera y sustancia — Au

DOMINIOS MAGNÉTICOS

A1.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición félsica a intermedia

A2.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición intermedia a máfica

B1.- Rocas volcánicas de composición félsica a intermedia

B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia a máficas

0 10 20 25
Kilómetros

-300 -200 -100 0 100
nanoteslas

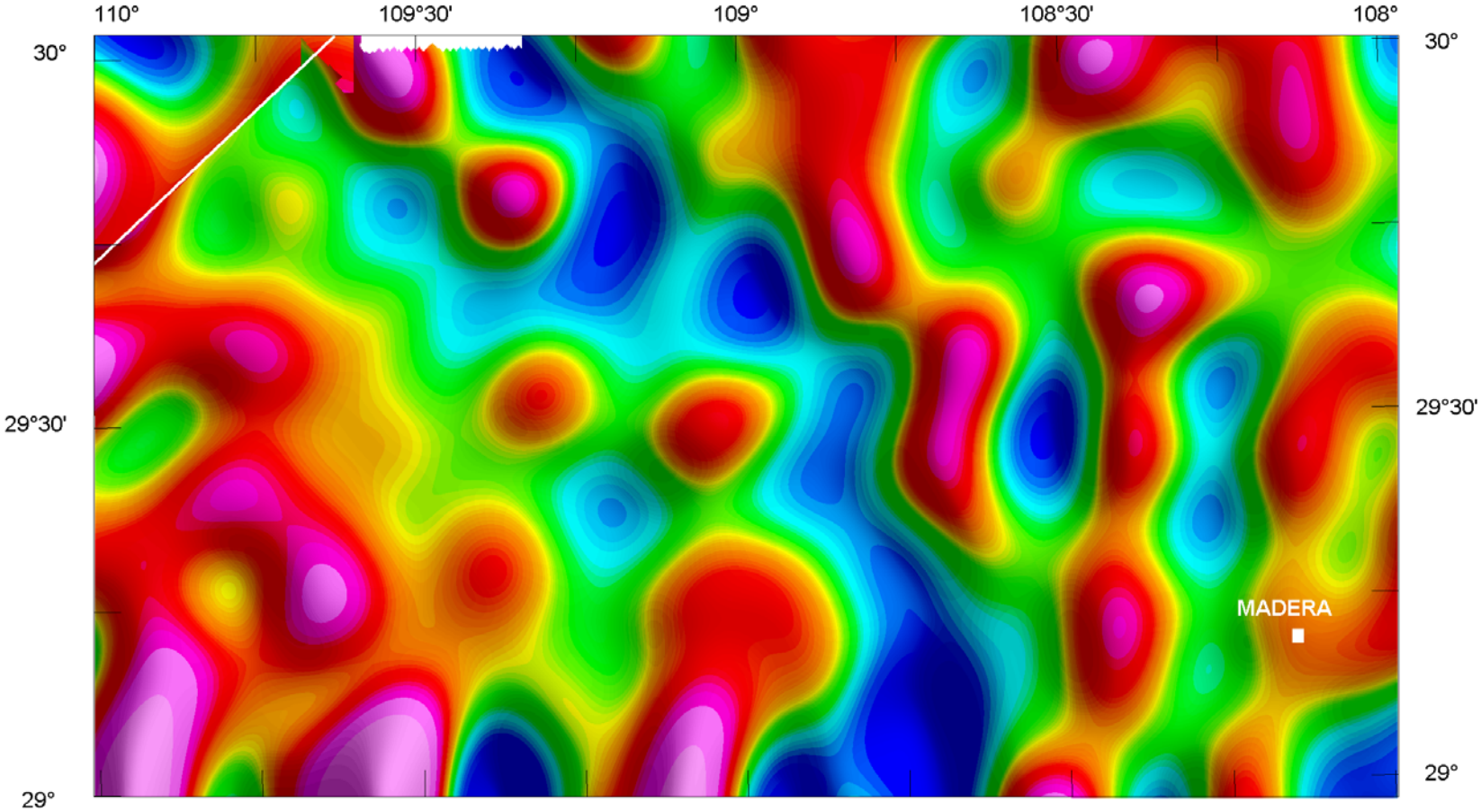
Nota:Distritos y localidades mineras tomados de la carta Geológico-minera Madera H12-9

MADERA H12-9

Carta Magnética de Campo Total

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



año de vuelo
1977

0 10 20 25
Kilómetros

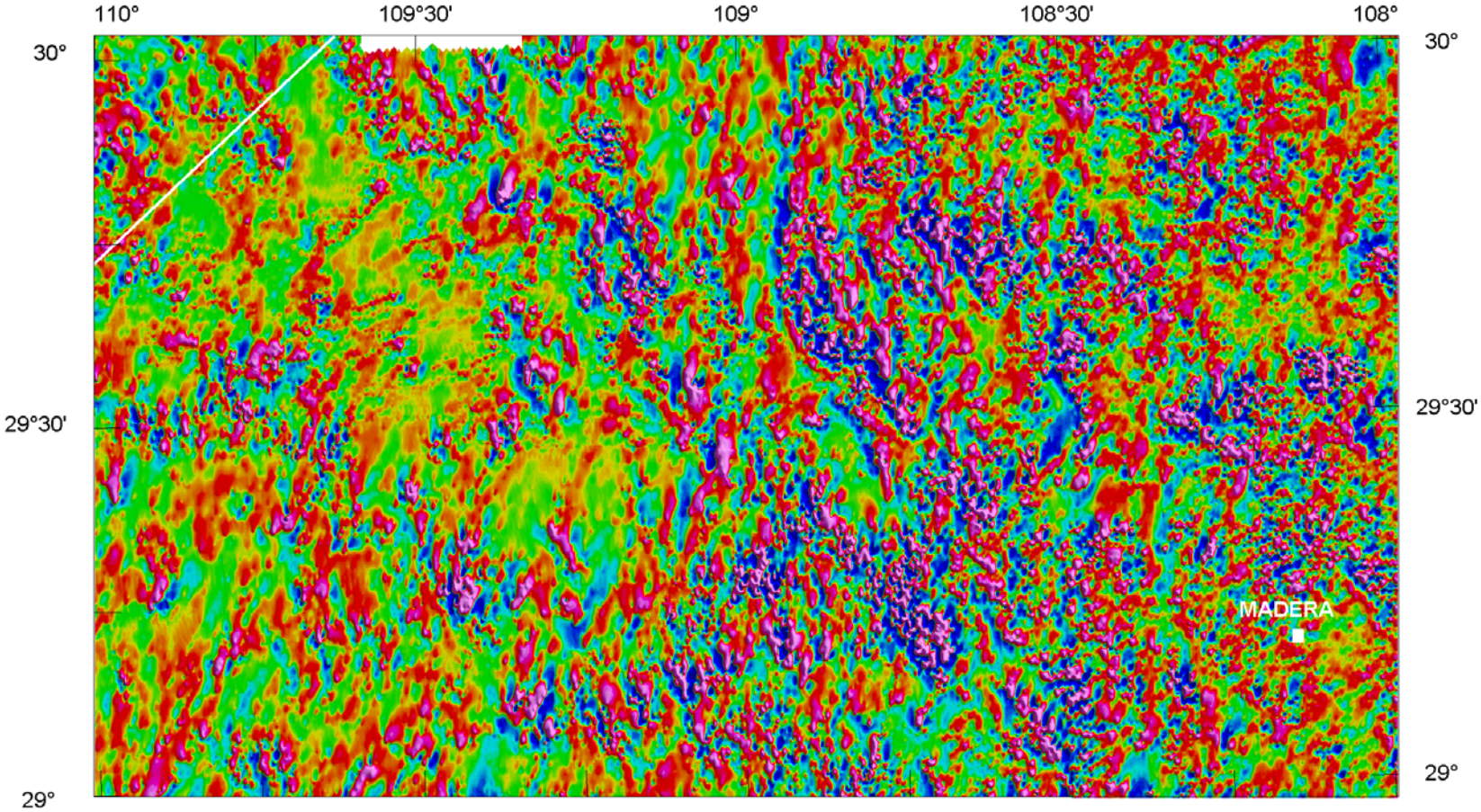
-500 -400 -300 -200 -100 0.0 100
nanoteslas

MADERA H12-9

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

FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



año de vuelo
1977

0 10 20 25
Kilómetros

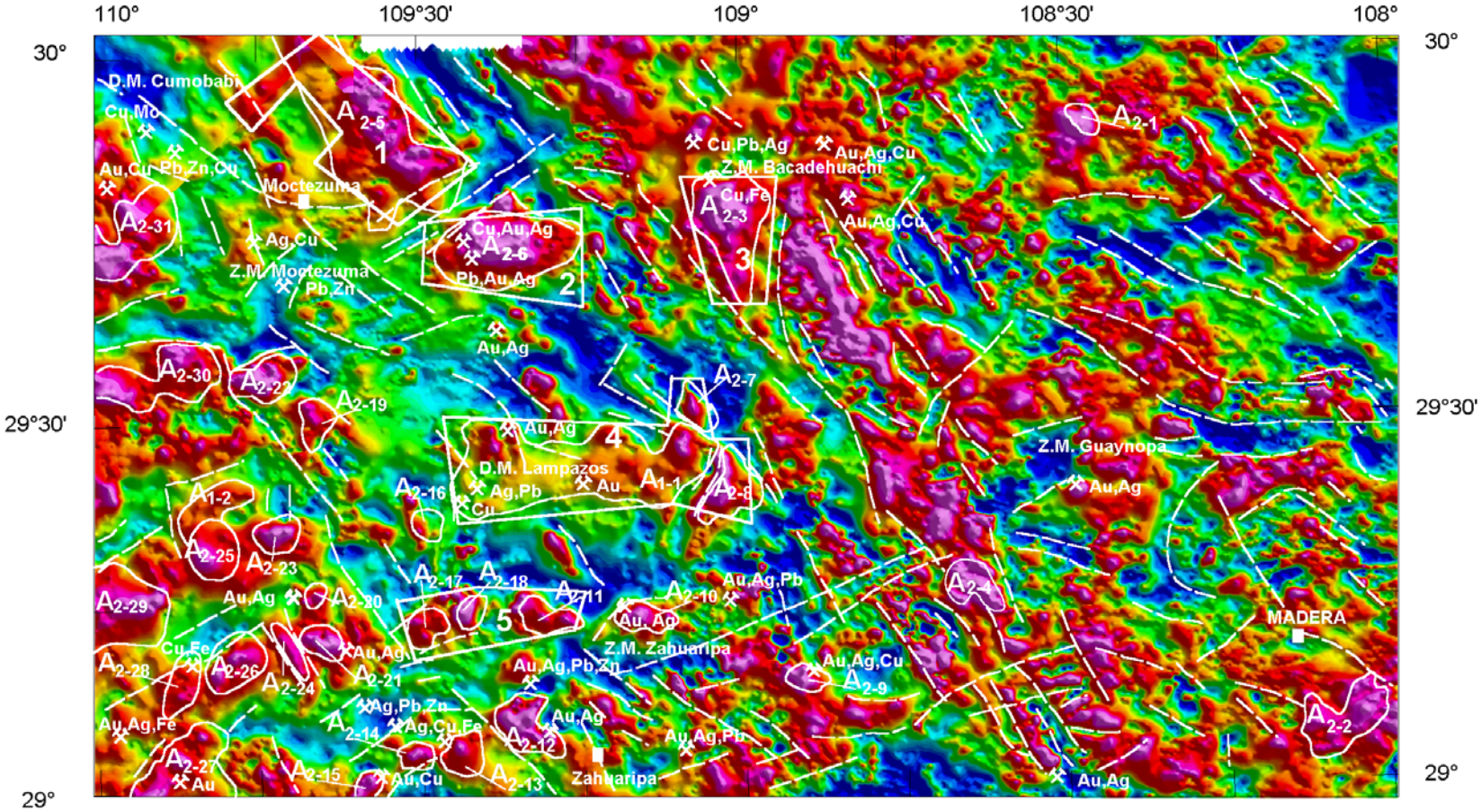
400 -200 -100 0.0 100 200 400
picoteslas/m

MADERA H12-9

PRIMERA DERIVADA VERTICAL
del CMT Reducido al Polo

FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



Límite de dominio magnético

Lineamiento magnético

Zonas prospectivas

Localidad minera y sustancia

Distrito minero y sustancia

Poblados

0 10 20 25

Kilómetros

-300 -200 -100 0 100

nanoteslas

MADERA H12-9

Carta Magnética de Campo Total

FIGURA 5.- ZONAS PROSPECTIVAS APARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL