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

"HIDALGO DEL PARRAL" G13-5

ESTADOS DE CHIHUAHUA Y DURANGO

ESCALA 1:250 000

TEXTO GUÍA

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

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

I.1.- INTRODUCCIÓN

I.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

I.3.- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO

I.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS

I.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA MAGNÉTICA

CAPÍTULO II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

CAPÍTULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

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 directa las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo que conlleven a seleccionar nuevas zonas prospectivas en la búsqueda de nuevos depósitos de yacimientos minerales.

La carta magnética Hidalgo del Parral G13-5, a escala 1:250 000, con formato cartográfico del INEGI, cubre la porción suroriental del estado de Chihuahua y la región norte del estado de Durango.

Los datos aeromagnéticos fueron obtenidos de los levantamientos realizados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), en el año de 1981; en vuelos a 120 m de altura promedio sobre la superficie del terreno con líneas de exploración de rumbo N-S y separación de 800 m y por el Consejo de Recursos Minerales (CRM), en el año de 1998, en vuelos de contorno a 300 m de altura, con líneas de exploración de rumbo N-S y separación de 800 m.

La interpretación litoestructural que se realizó sobre la carta magnética de campo total, es de tipo cualitativo y regional, se definieron 5 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 magnéticos que reflejan las principales fallas de origen profundo.

La interpretación litoestructural que se realizó sobre la carta magnética de campo total, es de tipo cualitativo y regional, en donde se definen 5 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 magnéticos que reflejan las principales fallas de origen profundo.

La interpretación junto con el marco geológico estructural permitieron seleccionar 4 zonas prospectivas, con características geológico- mineras y geofísicas favorables para explorar por yacimientos polimetálicos y preciosos, asociados a los dominios magnéticos A_1 y A_2, así como a los curvolineamientos y lineamientos magnéticos detectados.

Se detectaron lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE que delimitan al paleoelemento conocido como Mar Mexicano, separándolo al nororiente de la Isla de Coauila y al oeste de la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

Con la finalidad de obtener una estimación del espesor del paquete sedimentario en la porción SE de la carta se obtuvo el espectro de potencia de ese sector, definiéndose un espesor promedio máximo de 4.48 Km.

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES

I.1.- INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de los yacimientos minerales ocultos en el subsuelo, hace necesario el empleo de técnicas indirectas de exploración, como son geofísica, geoquímica e imágenes de satélite, las cuales representan valiosas herramientas, que deben utilizarse 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 en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Hidalgo del Parral G13-5, 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.

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 ígneas, sedimentarias y metamórficas, contactos litológicos ocultos y zonas de fallas profundas.

1.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la elaboración de esta carta, se utilizaron datos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por Petróleos Mexicanos (Pemex) en el año de 1981 y por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en el año de 1998. Los datos del vuelo de Pemex corresponden al proyecto denominado El Palmito y se entregaron al CRM en forma digital grabada en cintas, con lo que se obtuvo el cubrimiento total de la hoja Hidalgo del Parral.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de distintas cartas temáticas de INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1979).

I.3.- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO

El levantamiento realizado por Pemex en el año de 1981, consistió en vuelos aeromagnéticos a 120 m de altura sobre el nivel del terreno, con líneas de rumbo N-S y separación entre líneas de 800 m. La identificación de las trayectorias de vuelo, se llevó a cabo mediante el sistema de navegación Doppler Bendix DRA-12. Para la realización de los vuelos se empleó un avión Douglas DC-3, equipado con un magnetómetro Flux Gate de campo total, Gulf MK-III con sensibilidad de 0.5 nT (nanoteslas).

El levantamiento efectuado por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1998 consistió en vuelos de contorno a 300 m de altura, con líneas de rumbo N-S y separación de 1000 m. 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.

Este levantamiento se realizó con un avión bimotor Islander BN2-B27, equipado con un magnetómetro marca Scintrex con sensor

magnético fijo de vapor de cesio, el cual tiene una resolución de 0.001 nT.

1.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS.

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

a) Integración de la información magnética.

La información digital de los vuelos aeromagnéticos se integraron y procesaron mediante el software Geosoft, generándose una rejilla de datos con un tamaño de celda de 500 x 500 m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II, con disco duro de 4.2 Gb, 262 Mb de memoria RAM y velocidad de 300 Mhz.

b) Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético.

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

En el caso de la hoja Hidalgo del Parral G13-5, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del IGRF (International Geomagnetic Reference Field) tomando en cuenta la posición geográfica del área, la fecha del levantamiento y la altura de vuelo. Esta corrección se realizó utilizando los coeficientes del IGRF adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, Division V, Working Group 8,1992), aplicando para la información de Pemex los coeficientes del IGRF 1975 y para la información del CRM los coeficientes del IGRF 1995.

c) 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 Briggs (1974) de mínima curvatura. La generación de curvas de contorno se realizó con el software Arc-Info, empleando un tamaño de celda en la rejilla de 50 x 50 m. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Sparc 10, con disco duro de 8.3 Gb, 128 Mb de RAM y velocidad de 51 Mhz.

d) Graficación

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de inyección de tinta Hewlett Packard 755CM. 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 MAGNÉTICA

La información magnética contenida en la carta Hidalgo del Parral G13-5, escala 1:250,000 con formato cartográfico INEGI, comprende una superficie de 22 075 km^2 y cubre una parte de la porción suroriental del estado de Chihuahua y la región norte del estado de Durango (Figura 1).

La edición cartográfica se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 30 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los

altos en tonos rojos como se indica en el espectro de valores de la carta, con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos. Las curvas de contornos se graficaron a cada 10 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).

CAPÍTULO 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 Hidalgo del Parral, (CRM, 1999, en preparación), 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.

El marco geológico pertenece a dos grandes provincias fisiográficas, la Provincia Sierra Madre Occidental al oeste y la Provincia de Cuencas y Sierras al este (E. Raisz, 1964).

La columna estratigráfica está constituida por rocas metamórficas regionales del Precámbrico y Paleozoico, representadas por las unidades del Gneis granulítico de anfibolita y hornblenda PC (?) Gn-Af y la unidad de Mica esquistos y Paragneis **Pds-cmE-Gn,** esta última denominada como Formación Gran Tesoro. En el Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Titoniano) se presenta el batolito granítico-diorítico del Cuarenta y Rancho la Parrita, en el Cretácico (Cenomaniano) se tiene el emplazamiento de tonalitas, dioritas y granodioritas en forma de troncos.

Las rocas sedimentarias están constituidas por las siguientes formaciones que corresponden a la porción Occidental del Mar Mexicano, iniciándose en el Triásico-Jurásico Medio: **La Formación Nazas** constituida por depósitos continentales terrígenos afectados por intensa actividad volcánica que interestratificó derrames andesíticos; en el Oxfordiano se deposita la **Formación La Gloria** en facies litorales neríticas predominando los terrígenos y calizas de alta energía, para el Kimmeridgiano-Titoniano se deposita la **Formación La Casita** en facies litorales presentando sedimentos finos lutitas y calizas arcillosas, en ambos casos la fuente de aporte se tuvo en la costa de la Península de Coahuila.

En el Neocomiano y Aptiano Inferior hubo sedimentación de carbonatos y terrígenos finos de la **Formación Taraises**, la litología y la fauna indican un ambiente de plataforma somera, bajo similares condiciones de la **Formación Tamaulipas** Inferior se deposita en el Neocomiano; la **Formación Cupido** marca un ambiente arrecifal para el Hauteriviano-Barremiano, sedimentos clásticos y arcillosos proveniente de la Península de Coahuila dan origen a la **Formación Las Vigas.**

Los ambientes de mar abierto son los que presentan mayor distribución en la carta Hidalgo del Parral, ocupando la porción central, con una orientación noroeste-sureste donde la **Formación Mezcalera** es la de mayor influencia, la constituyen sedimentos de aguas marinas relativamente profundas formando rocas de origen trubíditico calcáreas, arcillosas y con aporte de terrígenos provenientes del Arco volcánico Tarahumara, estos últimos presentan mayor influencia hacia la zona de Parral, mientas que en la porción central entre Parral, Chih. y Canutillo, Dgo., las rocas tienen mayor influencia de carbonatos y más al sur de Canutillo predominan terrígenos sobre carbonatos; continuando con el aporte de sedimentos arcillo-

calcáreos, limosos y arcillosos que depositan en una cuenca de aguas más profundas y con microfauna del Aptiano Medio-Superior interpretándose, como un cambio de facies hacia la **Formación La Peña.**

En el Albiano Medio-Superior, a medida que la Península se hundía se produjo sobre ella el desarrollo de facies de plataforma semirestringida suscitándose condiciones para el depósito de rocas calcáreas de la **Formación Aurora** y posteriormente en el Albiano-Cenomaniano el depósito de la **Formación Cuesta del Cura**.

Las Formaciones Indidura y Caracol se inician con el depósito de sedimentos calcáreo-arcillosos, arcillosos y arenosos de ambiente de mar profundo que se depositaron sobre las plataformas calcáreas, estas formaciones hacia el occidente cambian de facies con la **Formación Mezcalera**; con un cambio de los ambientes sedimentarios, estos progradan hacia el este pasando de cuenca a plataforma abierta, de plataforma a litoral y de litoral a fluvial deltáico, donde se deposita la **Formación San Carlos** con mayor aporte de terrígenos, esta formación cierra el ciclo sedimentario del Cretácico Superior en el área de estudio.

Durante el Terciario se tiene el evento volcánico más importante se desarrolla durante el Eoceno-Oligoceno agrupándose en dos series, la serie o **Complejo Volcánico Inferior (CVI)** y la serie o **Supergrupo Volcánico Superior (SVS)**, la primera serie está constituida por derrames andesíticos, basálticos y brechas de composición intermedia.

La segunda serie la conforma el paquete ácido constituido en forma general por derrames riolíticos, depósitos semihorizontales de tobas riolíticas e ígnimbritas de caída libre, ambos grupos conforman la Sierra Madre Occidental (extremo oeste de la Carta).

Como último evento volcánico se tienen en menor proporción rocas basalticas y andesíticas del Mioceno y Cuaternario. En el Eoceno tenemos depósitos de clástos calcáreos con volcánicos de la **Formación Ahuichila**, para el Mioceno se presenta rellenando fosas y semifosas el conglomerado **Santa Inés**.

El Cuaternario se caracteriza por una serie de depósitos hacia los valles y cuencas de conglomerados policmíticos además de suelos de aluvión, lacustres y eólicos.

Por lo que respecta a las rocas ígneas intrusivas como generadoras de yacimientos metálicos y no metálicos son de importancia y se ha interpretado que, los pórfidos monzoníticos y granodioriticos del Eoceno, en la zona de Hidalgo del Parral y Talamantes presentan interés para la prospección minera, ya que su emplazamiento en rocas sedimentarias de la Formación Mezcalera y en el área Loma La Cruz y Ceniceros desarrolla zonas de metamorfismo y metasomatismo de contacto, con mineralización diseminada de sulfuros de fierro y cobre, al igual que en Cerros Colorados, al noreste de Coronado.

En Sierra Bahues se tienen Bancos de mármol producto del metamorfismo de la Caliza Aurora, otra zona con metasomatismo de contacto es en el área de Vicente Guerrero donde hay presencia de skarn de epidota y trazas con mineralización de cobre en rocas volcánosedimentarias del Eoceno.

Las fases tectónicas de la carta son complejas pudiendo establecer tres eventos:

El primer evento tectónico ocurrido fue probablemente en el Paleozoico, representado como una fase de

deformación durante el Carbonífero para dar origen a rocas metamórficas provenientes de rocas pelíticas de la Formación Gran Tesoro, donde se definen al menos dos fases de deformación la primera presenta una esquistosidad NW-SE con vergencias opuestas, la segunda fase corresponde a la orientación de las vergencias NE-SW que indican un microplegamiento posterior.

El segundo evento tectónico se manifiesta por el emplazamiento de cuerpos intrusivos, como el "Batolito de La Parrita - El Cuarenta" que es consecuencia de la zona de subducción en el Océano Pacífico durante el Jurásico Superior.

Un tercer evento tectónico deformacional se atribuye a la denominada "Orogenia Laramide" que actuó desde el Cretácico Tardío hasta el Eoceno Tardío. (Tovar, 1981) en donde, este fenómeno compresivo origina un intenso plegamiento en la parte central y occidente de la carta, la secuencia sedimentaria de la Formación Mezcalera es deformada y fallada más intensamente que las rocas carbonatadas, desarrollando una serie de pliegues anticlinales y sinclinales en su mayoría tipo "Chevron" con rumbos de plano axial NW 40º - 55º SE, esto sugiere que los esfuerzos de compresivos hayan actuado de suroeste a noreste.

Otro evento tectónico presente en la carta, es referido a la Cabalgadura de San Felipe y Sierra de Atotonilco, la deformación del área es compleja; en las Sierras de San Felipe, Agua Puerca y Cañada Honda se tienen pliegues angostos y alargados de orientación NW-SE, con planos axiales casi horizontales, acompañados por fallas inversas, se reconstruye un anticlinorio recostado al NE, que corresponde al frente de la Cabalgadura de San Felipe, en el área existen ventanas tectónicas donde rocas Jurásicas cabalgan a rocas del Cretácico Inferior y Superior, los planos de falla son subhorizontales, con una zona milonitizada.

La Sierra de Atotonilco presenta dos secciones, la occidental presenta un pliegue anticlinal recostado al SW abierto en cima de la Caliza Aurora, la sección oriental es la ladera de un pliegue abierto de las Formaciones Nazas y Gloria, en contacto tectónico sobre rocas de la Caliza Aurora.

El tiempo en el que ocurrió esta deformación probablemente fue Laramídico y quizá simultáneo con la "Napa de Parras".

En el Eoceno Tardio (?) culmina la Orogenia Laramíde con lo cual finaliza la deformación de las rocas depositadas en la Cuenca del Mar Mexicano.

Después del evento tectónico Laramídico siguió una fase distensiva que afecta a las rocas cenozoicas formando una serie de fosas y semifosas y pilares (márgenes del Río Sixtín Nazas) asociados a fallas normales de orientación NW-SE, con el emplazamiento de cuerpos intrusivos que levantan a rocas preexistentes.

Yacimientos Minerales.

Se presentan 24 zonas mineralizadas de las cuales se distinguen por su importante producción y trascendencia histórica los distritos mineros de Parral y Sta. Barbara - San Francisco del Oro, ambos caracterizados por su alta producción de oro, plata, zinc y cobre.

En el distrito Parral los yacimientos minerales son originados por soluciones hidrotermales ascendentes, clasificados como epigenéticos, de las zonas epitermal y mesotermal (CRM, 1994), normalmente se presentan emplazados en vetas falla que cortan a las rocas volcánicas.

En este distrito se tiene una unidad basal de lutitas del Cretácico Inferior, sobre la que descansa una cubierta de rocas volcánicas

del Terciario Medio. Un tronco de monzonita cuarcífera intrusiona a las unidades anteriores junto con potentes diques de pórfidos riolíticos.

Se han propuesto cuatro zonas mineralizadas bien definidas con centro en el intrusivo monzonítico (CRM, op. cit.):

Zona A (próxima al intrusivo): presenta vetas con alto contenido de sílice, pirita aurífera y bajo contenido de plomo - zinc.

Zona B (zona de metales básicos): vetas con alta ley de plomo - zinc y menos pirita.

Zona C (zona argentífera): disminuyen los metales básicos y es casi nulo el contenido de oro. El principal valor es la plata.

Zona D (zona externa): vetas estériles con abundante barita y carbonatos.

En el distrito minero de Sta. Barbara - San Francisco del Oro los yacimientos minerales son originados por soluciones hidrotermales de temperatura media a alta, clasificándose como un yacimiento epigenético transicional entre las zonas mesotermal e hipotermal (CRM, op. cit.).

La mineralización en este distrito se presenta en forma de vetas emplazadas en estructuras de falla, la roca encajonante de la mineralización es una secuencia de lutitas calcáreas y carbonaceas, con un espesor conocido de aproximadamente 1000 m.

Se tiene identificada la superposición de dos sistemas hidrotermales que evolucionaron bajo condiciones diferentes de emplazamiento, separados por un intervalo de tiempo desconocido. El primer sistema depositó sulfuros masivos ricos en plata, plomo, y zinc, sugiriéndose alguna relación con la emisión de rocas volcánicas (32 m a). El segundo sistema hidrotermal depositó cobre, plata y oro (CRM, op. cit.).

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 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 en base al contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado éste 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 mas 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

escalas 1:50,000 ó 1:20,000, donde se seleccionarán sucesivamente áreas mas reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

Dominios Magnéticos

Se identificaron cinco 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 intrusivas de composición félsica a intermedia y se caracteriza por una respuesta con monopolos y dipolos magnéticos, así como un gradiente moderado, presenta una intensidad que varía de -140 a +40 nT (nanoteslas).

Este dominio magnético se detectó en ocho localidades distribuidas principalmente en las porciones Norte y Centro - Oriente de la carta.

Uno de estos dominios se ubica al NE de la ciudad de Hidalgo del Parral, en donde se interpreta que la respuesta magnética corresponde a un posible cuerpo intrusivo, el cual no aflora y que fue emplazado en una zona de debilidad de rumbo NE-SW; en superficie se correlaciona con unidades sedimentarias cretácicas, así como con conglomerados terciarios.

Otro dominio A_1 asociado a un lineamiento magnético, se localiza a 20 km al SE del poblado de Valle de Allende, este dominio al igual que el anterior se interpreta como un cuerpo intrusivo que se emplazó en una amplia zona de debilidad, en donde también permitió el emplazamiento de cuerpos más magnéticos (dominios A_2).

Un dominio A_1 de amplia extensión se detectó en la porción central de la carta, aproximadamente a 30 km al NE del poblado de Las Nieves, en las inmediaciones de la ranchería Guadalupe de Bahues. Este dominio se puede interpretar de dos formas: la primera como un cuerpo intrusivo de dimensiones batolíticas, en donde los afloramientos dioríticos cretácicos que se presentan al NE (en la Sierra de Bahues) pueden corresponder a pequeños apófisis de este cuerpo; la segunda posibilidad de interpretación es que esta respuesta magnética tan amplia pueda estar relacionada con una zona de levantamiento del basamento, cuyo borde al oriente se refleja mediante un fallamiento profundo de rumbo N-S (representado por un lineamiento magnético).

Este dominio se correlaciona en superficie con una unidad de conglomerados del terciario, así como con rocas sedimentarias de la Formación Mezcalera.

La ubicación, así como la correlación superficial de los 5 dominios A_1 restantes se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1 DOMINIOS MAGNÉTICOS A_1

Localización	***Descripción***	***Correlación Geológica***
15 km al NE de la ciudad de Parral, Chih.	Respuesta magnética: monopolo. Aproximadamente 5 km de diámetro. Intensidad máxima de: -60 nT.	Calizas, lutitas y areniscas cretácicas (Formación Mezcalera)
5 km al NW del poblado de Villa Hidalgo	Respuesta magnética: monopolo. Aproximadamente 5 km de diámetro. Intensidad máxima de: -110 nT.	Calizas, lutitas y areniscas cretácicas (Formación Mezcalera)
20 km al SW del poblado de Ceballos, en las inmediaciones de la ranchería de San Agustín	Respuesta magnética: dipolo. Aproximadamente 8 km de diámetro. Intensidad máxima de: -120 nT.	Conglomerados terciarios y aluvión.
5 km al Norte de la ranchería de las Glorias. (sector NE de la carta)	Respuesta magnética: dipolo. Aproximadamente 5 km de diámetro. Intensidad máxima de: -120 nT. Este dominio se continúa en la carta Tlahualilo.	Conglomerados terciarios y aluvión.
15 km al Norte de la ranchería de las Glorias.	Respuesta magnética: dipolo. Forma irregular. Intensidad máxima de: -120 nT. Este dominio se continúa en las cartas Cd. Camargo y Tlahualilo.	Aluvión (dentro de la presente carta)

Los dominios magnéticos A_1 detectados dentro de la carta no se encuentran aflorando, sin embargo se pueden considerar como posibles blancos para una primera etapa de exploración, de donde se podrían obtener evidencias de campo que

permitan sustentar estudios a mayor detalle.

Dominio Magnético A_2

Los dominios magnéticos A_2 se atribuyen a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y se manifiestan por presentar anomalías magnéticas monopolares y dipolares de alto gradiente y alta intensidad, la cual varía de -300 a 600 nT.

Se definieron 25 dominios A_2 dentro de la carta, en la mayoría de los casos se manifiestan como troncos aislados, y en ocasiones se presentan alineados respecto a lineamientos magnéticos, indicando con esto que su emplazamiento se efectuó a lo largo de zonas de debilidad.

En el cuadrante NE de la carta se detectaron 10 dominios A_2, esta situación resulta de particular importancia debido a que en esa porción del plano se localizan los principales distritos mineros como: Parral, San Francisco del Oro y Santa Barbara. Algunos de los dominios magnéticos detectados se describen a continuación:

Al poniente del poblado de Villa Matamoros se detectó un dominio A_2, el cual se correlaciona en superficie con un cuerpo intrusivo granítico, por lo que se considera que el dominio detectado representa el comportamiento del cuerpo intrusivo a profundidad, observándose además, evidencias de mineralización de plata en el contacto marginal interpretado.

Otro dominio A_2 se localiza a 10 km al surponiente del mismo poblado de Villa Matamoros, la correlación geológica que presenta es con rocas riolíticas y tobas ácidas terciarias. Por lo que la respuesta magnética dipolar obtenida indica la presencia de un cuerpo intrusivo bajo la cubierta volcánica. Ligeramente al NW del cuerpo interpretado se tienen evidencias de mineralización de oro y plata, muy probablemente relacionadas con el emplazamiento del cuerpo intrusivo.

Algunos de los dominios A_2 se correlacionan con lineamientos magnéticos de rumbo NE-SW, tal es el caso de los tres dominios localizados al sur del poblado de Valle de Allende, en donde se interpretó la respuesta de tres troncos intrusivos que se emplazaron en una zona de debilidad profunda. Asociada al cuerpo que se localiza mas al norte se tienen evidencias de mineralización de oro y plomo. Los cuerpos interpretados se correlacionan en superficie con rocas sedimentarias de la formación Mezcalera, conglomerados terciarios y con rocas volcánicas ácidas terciarias.

Otros tres dominios A_2 asociados a lineamientos magnéticos NE-SW, se detectaron al oriente de Valle de Allende, se correlacionan en superficie con unidades sedimentarias pertenecientes a la formación Mezcalera, así como con un conglomerado terciario y aluvión. El dominio que se localiza mas al norte se continúa en la carta Cd. Camargo, en donde se observan afloramientos de un tronco granítico terciario, lo que hace suponer que los otros dominios detectados corresponden a cuerpos intrusivos similares.

En el cuadrante suroriente de la carta, aproximadamente a 10 km al SE del poblado de San Fermín, se detectaron otros tres dominios A_2, asociados a lineamientos magnéticos NE-SW, de los cuales el que se ubica mas al oriente, se correlaciona perfectamente con el afloramiento de un cuerpo terciario tonalítico (INEGI, 1992), por lo que se interpreta a las otras dos unidades como cuerpos de composición similar que se emplazaron a lo largo de un fallamiento profundo. Dicho fallamiento se refleja como un lineamiento magnético que se continúa con el mismo rumbo en dirección al SW en donde (20 km al sur del poblado de Revolución) aflora otro tronco tonalítico(?), lo que apoya la interpretación realizada.

Inmediatamente al norte del poblado de San Fermín se detectaron dos dominios A_2 asociados a un lineamiento de rumbo N-S, estos dominios se correlacionan geológicamente con un conglomerado terciario y con areniscas del Jurásico Superior (INEGI, op. cit.), por lo que se considera la presencia de dos troncos intrusivos bajo las unidades sedimentarias

La ubicación de los dominios A_2 restantes, así como su correlación geológica se presenta en la Tabla 2.

TATABLA 2 DOMINIOS MAGNÉTICOS A_2

Localización	***Descripción***	***Correlación Geológica***
15 km al NW de San Francisco del Oro.	Respuesta magnética: monopolo. Forma Irregular. Intensidad máxima de: -10 nT. Este dominio se continúa en la carta Cd. Camargo	Dioritas y tobas ácidas terciarias.
10 km al NNE de San Francisco del Oro.	Respuesta magnética: monopolo. Aproximadamente 3 km de diámetro. Intensidad máxima de: 10 nT.	Conglomerados terciarios
10 km al E de Revolución.	Respuesta magnética: dipolo. Forma elíptica. Intensidad máxima de: 180 nT.	Cuerpo intrusivo Tonalítico y rocas sedimentarias de la formación Mezcalera.
Porción Norte de la Carta, a 30 km al Este de Coronado.	Respuesta magnética: dipolo. Aproximadamente 5 km de diámetro. Intensidad máxima de: 50 nT.	Conglomerados terciarios y aluvión.
37 km al Este de Coronado.	Respuesta magnética: monopolo. Aproximadamente 6 km de diámetro. Intensidad máxima de: 600 nT.	Aluvión, Calizas y Conglomerados Terciarios
35 km al WNW de Ceballos.	Respuesta magnética: dipolo. Forma irregular. Intensidad máxima de: 10 nT.	Aluvión, Calizas Aurora y conglomerados Terciarios.
17 km al W de Ceballos.	Respuesta magnética: dipolo. Aproximadamente 4 km de diámetro. Intensidad máxima de: -30 nT.	Aluvión.
8 km al SE de Ceballos.	Respuesta magnética: dipolo. Aproximadamente 3 km de diámetro. Intensidad máxima de: 90 nT.	Aluvión.
25 km al Norte de Ceballos.	Respuesta magnética: monopolo. Aproximadamente 6 km de diámetro. Intensidad máxima de: 50 nT.	Aluvión, conglomerados Terciarios, tobas ácidas y riolítas terciarias.
25 km al NNW de Escalón.	Respuesta magnética: monopolo. Forma Irregular. Intensidad máxima de: 600 nT. Este dominio se continúa en la carta Cd. Camargo.	Intrusivo diorítico y Andesitas Terciarias
26 km al NNE de Escalón.	Respuesta magnética: monopolo. Forma Irregular. Intensidad máxima de: 290 nT. Este dominio se continúa en la carta Cd. Camargo.	Aluvión.
40 km al NE de Coronado.	Respuesta magnética: monopolo. Forma Irregular. Intensidad máxima de: -30 nT.	Aluvión.

Dominio Magnético B_1

El dominio magnético B_1 se atribuye a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por distorsiones, altos y bajos magnéticos que se agrupan formando zonas de bajo gradiente y baja intensidad magnética (-300 a –60 nT.).

Dentro de la carta se detectó cubriendo grandes extensiones de terreno, principalmente en la porción poniente, correlacionándose con afloramientos de rocas volcánicas de composición félsica a intermedia (riolitas y tobas ácidas) que fueron emitidas como producto de la tectónica distensiva. Esta secuencia forma parte del Supergrupo Volcánico Superior, de edad Oligoceno-Mioceno (Mc. Dowell y Clabaugh, 1979).

Dominio Magnético B_2

El dominio magnético B_2 se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, representada por monopolos y dipolos magnéticos distribuidos en forma caótica, con intensidades que varían de –400 a 600 nT, presentan pequeña distancia dipolar, formando zonas de alto gradiente.

Este dominio se detectó al poniente y nororiente, se correlaciona en el primer caso con rocas volcánicas terciarias (andesitas, riolitas y tobas ácidas), y en el segundo caso con rocas del Terciario Superior y Cuaternario (andesitas, basaltos y tobas intermedias).

Dentro de este dominio se detectaron curvolineamientos magnéticos que muy probablemente reflejan los conductos de emisión de las rocas volcánicas, resultando de particular interés las evidencias de domos riolíticos (INEGI, 1992) que se correlaciona con el curvolineamiento localizado al norte del poblado de Las Nieves.

Dominio Magnético C

El dominio magnético C esta representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de bajo gradiente. Presenta intensidades que varían de –300 a 30 nT. Se atribuye principalmente a rocas sedimentarias y metasedimentarias.

Este dominio se detectó ampliamente al centro-oriente y suroriente, correlacionándose con las unidades sedimentarias de la formación Mezcalera (Araujo y Arenas, 1986), así como con las formaciones Cupido, Aurora y Cuesta del Cura.

Afectando al dominio C se detectaron lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE, los cuales se interpretan como fallas profundas que delimitan parte del paleoelemento conocido como Mar Mexicano (Cantú et al, 1985), separándolo al nororiente de la Isla de Coahuila y al oeste de la Sierra Madre Occidental.

El dominio magnético C se encuentra afectado también por cuerpos intrusivos (dominios A_2) que constituyen troncos emplazados principalmente en zonas de falla.

Con la finalidad de obtener una estimación del espesor del paquete sedimentario, en la porción SE de la carta se consideró una ventana definida por las siguientes coordenadas geográficas 26º 02´a 26º29´ latitud norte y 104º11´a 104º39´ longitud oeste, en donde se obtuvo su espectro de potencia (figura 3), el cual indica un espesor promedio máximo aproximado de 4.48 km.

Lo cual permite suponer un movimiento relativo de bloques respecto a la porción poniente de la carta, ya que aproximadamente a 90 km al oeste del centro de la ventana calculada existen afloramientos de basamento Paleozoico.

Lineamientos y Curvolineamientos Magnéticos.

Los lineamientos magnéticos están representados por líneas interrumpidas y se atribuyen en algunos casos a zonas de debilidad o fallas de origen profundo, cuya manifestación superficial no es evidente en la mayoría de los casos.

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

Los lineamientos de rumbo N-S se observan principalmente en la porción central y poniente de la carta, los primeros se atribuyen a un fallamiento profundo que puede corresponder a la megafalla transcurrente de Juárez, propuesta por Eguiluz (1984), la cual probablemente controló el hundimiento que dio origen al mar Mexicano, al poniente de la isla de Coahuila, durante el Jurásico Superior (Araujo y Arenas, 1986). Asociados a los lineamientos N-S, se detectó la presencia de cuerpos intrusivos (A_2), lo que confirma la existencia de una zona de debilidad en esta porción de la carta.

Los lineamientos de rumbo NW-SE y NE-SW se presentan distribuidos en toda la superficie de la carta, observándose en algunos casos buena correlación con la presencia de riolitas, andesitas y basaltos (Dominios B_1 y B_2) lo que sugiere que la emisión de las rocas volcánicas fue controlada en gran medida por fallamientos que sufrieron reactivación en diferentes épocas.

En la porción central de la carta se observan lineamientos de rumbo NW-SE, uno de ellos de aproximadamente 50 km de longitud se presenta afectando a unidades sedimentarias y corresponde parcialmente con la cabalgadura de San Felipe (CRM, 1993).

Por otra parte, se definieron también tres curvolineamientos magnéticos; el primero se localiza en la porción sureste de la carta, a 15 km al poniente del poblado de Cinco de Julio, presenta un diámetro de aproximadamente 20 km, continuándose hacia el sur, en la carta Santiago Papasquiaro a escala 1:250,000. En superficie se correlaciona con rocas volcánicas terciarias, presentando además en las cercanías a este curvolineamiento, evidencias de mineralización de mercurio (mina Alemana) y fluorita (mina Colquida; INEGI, 1992), indicando la presencia de soluciones alcalinas ascendentes.

El segundo curvolineamiento se localiza al norte del poblado de Las Nieves y corresponde a un lineamiento anular de aproximadamente 15 km de diámetro, se correlaciona en superficie con unidades de riolitas y tobas ácidas del terciario (dominios magnéticos B_1 y B_2), de donde se interpreta como un posible conducto de emisión de las rocas extrusivas.

Al oriente de la carta, aproximadamente a 18 km al NE del poblado de Ceballos se ubica el tercer curvolineamiento interpretado, se detectó con un diámetro cercano a los 10 km, continuándose hacia el oriente, dentro de la carta Tlahualilo a escala 1:250 000, este curvolineamiento se correlaciona en superficie con afloramientos de rocas andesíticas y basálticas del Terciario Superior (INEGI, 1992).

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 0.1 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 4).

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 altas frecuencias que son correlacionables con las fuentes magnéticas más someras, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales más superficiales (Figura 5).

Zonas Prospectivas

En base a los resultados de la interpretación regional de la carta magnética, se definieron 4 amplias zonas prospectivas por mineralización polimetálica que se asocian a los dominios A_1 y A_2, así como a los lineamientos y curvolineamientos detectados, cuyo contexto geológico y evidencias superficiales de mineralización, los señalan como zonas de interés geológico-minero con posibilidades de ser prospectadas (Figura 6).

Al oriente del distrito minero de Santa Bárbara, los 3 dominios magnéticos A_2, interpretados como cuerpos intrusivos emplazados en una zona de falla, muy posiblemente sean los generadores de las evidencias de mineralización de oro y plomo localizados en el contacto marginal del cuerpo que se ubica más al norte. Considerando que los otros 2 cuerpos interpretados pueden presentar mineralización similar, se define una franja de 30 X 7 km con interés para ser explorada.

El dominio magnético A_2 localizado a 20 km al SE de Santa Bárbara representa otro blanco de exploración, debido a que muy próximo al cuerpo intrusivo interpretado se tienen evidencias de mineralización de oro y plata. Además, constituye un perfecto alineamiento NW respecto a los distritos mineros de Santa Bárbara y San Francisco del Oro.

En el curvolineamiento detectado al SW de la carta se considera con posibilidades de ser prospectado debido a que se tienen evidencias de mineralización de Hg asociada a dicho curvolineamiento, así como por su cercanía con el distrito minero de Guanaceví (dentro de la carta Santiago Papasquiaro) y la región minera de El Carmen.

El curvolineamiento localizado al norte del poblado de Las Nieves presenta particular interés debido a la presencia de domos riolíticos asociados a la estructura anular

detectada, a pesar de que no se tienen evidencias de mineralización en forma superficial, no se descarta la posibilidad de se pueda tratar de un ambiente de caldera.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.- Mapa de localización

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural

Figura 3.- Espectro de Potencia

Figura 4.- Mapa de Estructuras Profundas Filtro Pasa-Bajas del CMT reducido al polo

Figura 5.- Mapa de Rasgos Superficiales Primera derivada vertical del C.M.T. reducido al polo

Figura 6.- Zonas prospectivas a partir de la interpretación magnética litoestructural

Tabla 1.- Dominios Magnéticos A_1

Tabla 2.- Dominios Magnéticos A_2

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo M. J., Arenas P. R., 1986. Estudio Tectónico-Sedimentario en el mar mexicano estados de Chihuahua y Durango, Sociedad Geológica Mexicana Bol. Tomo XLVII, Vol. 2 p. 43-88.

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

Cantú Chapa C. M., Sandoval S. R. y Arenas P. R., 1985. Evolución sedimentaria del cretácico inferior en el norte de México. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, V. 17 Núm. 2 p. 14-37.

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

Consejo de Recursos Minerales, 1993. Monografía Geológico - Minera del Estado de Durango. SEMIP Publicación M-10e, 204 p.

Consejo de Recursos Minerales, 1999. Texto explicativo de la Carta Geológico-Minera y Geoquímica Hidalgo del Parral (en preparación).

Córdoba Diego A. y Silva Mora L., 1989. Marco geológico del área de Revolución - Puerta de Cabrera, estado de Durango. UNAM, revista del Instituto de geología, vol. 8, núm. 2, p. 111 – 122.

Eguiluz, A. S., 1984. Fallas transcurrentes en el norte de México: VII Convención Nacional. Sociedad Geológica Mexicana, Memorias p.60 – 74.

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

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1979. Carta Topográfica Hidalgo del Parral G13 - 5. Escala 1:250 000. 1ª Impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Carta Geológica Hidalgo del Parral G13 - 5. Escala 1:250 000. 1ª Impresión.

McDowell y W. Clabaugh S. E., 1979. Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of Western Mexico, in ash flow tuffs. Edited by Charles E. Chapin and Wolfaugh E. Elsston, Geological Society of America. Special paper 180 p. 1479-1487.

Raisz E, 1964. Landforms of México. Cabridge, Mass, U.S. office of Naval Reserach, Geography Branch, Text with map esc 1:3,000 000 2nd. Edition.

Tovar R. J. C., 1981.Provincias con posibilidades petroleras en el distrito de Chihuahua: Asociación Mexicana de geólogos petroleros Boletín, v. 33 p. 25-51.

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

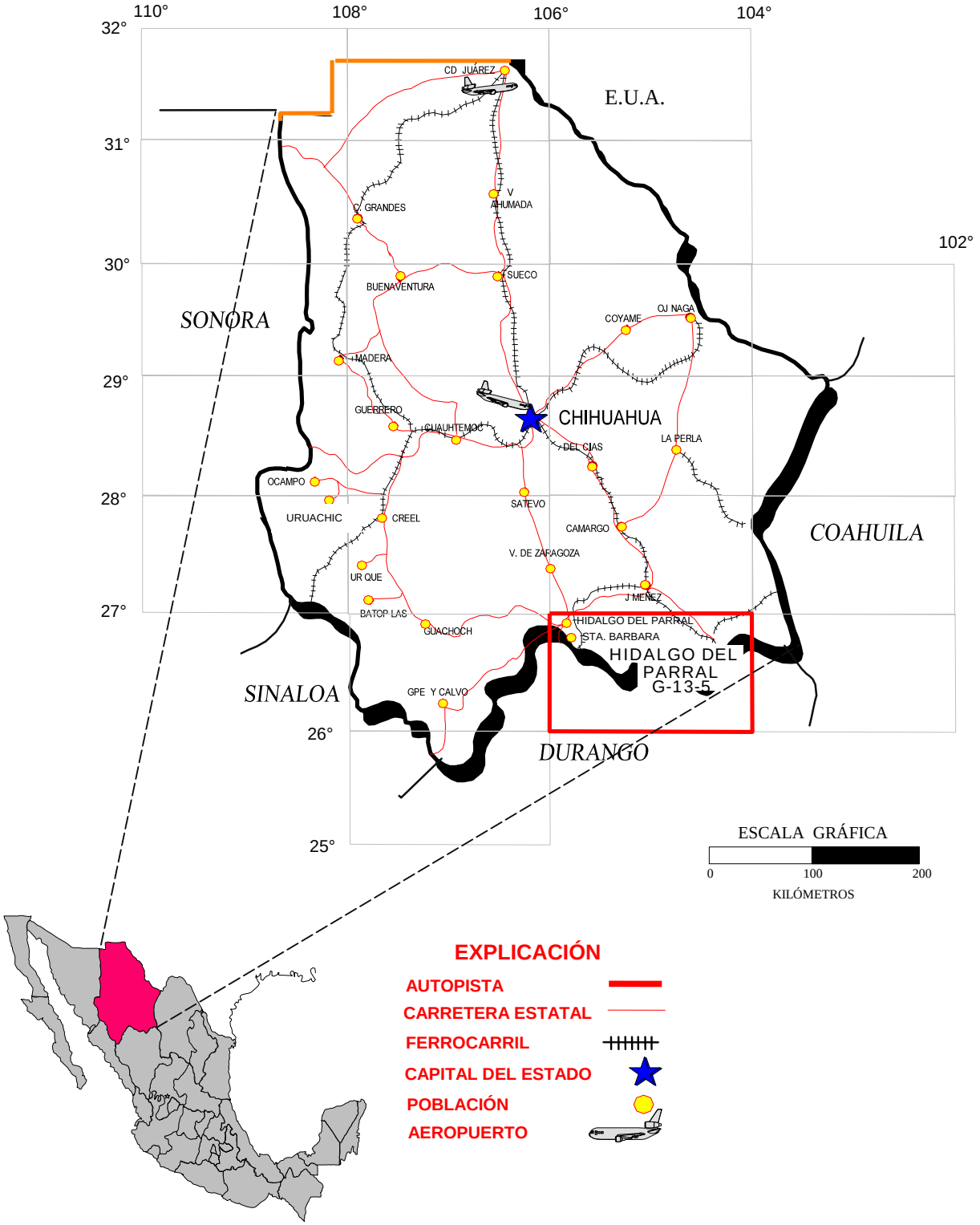
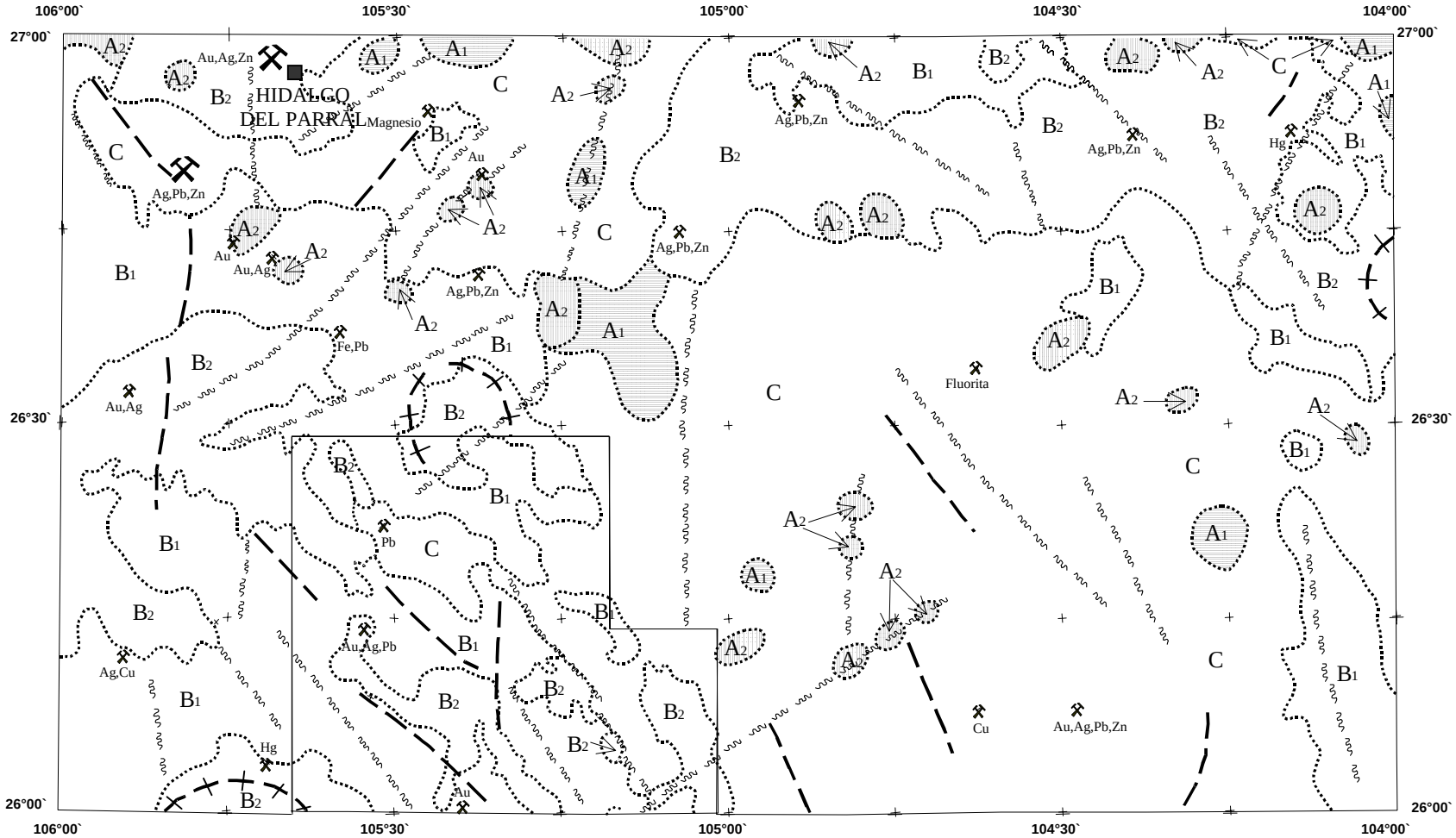


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACIÓN

HIDALGO DEL PARRAL G13-5



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

Dominio magnético (A1)

Dominio magnético (A2)

Lineamiento Magnético indefinido

Probable falla profunda

Curvolineamiento magnético

Localidad minera y sustancia — Au

Distrito minero y sustancia — Au

NOTA:
Localidades y distritos mineros tomados de las monografías geológico-mineras de los estados Chihuahua y Durango CRM.

ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

DOMINIOS MAGNÉTICOS

A1.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición félsica a intermedia

A2.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición intermedia amáfica

B1.- Rocas volcánicas de composición félsica (Riolitas e Ignimbritas)

B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia amáfica (Andesitas basálticas y basaltos)

C.- Rocas sedimentarias marinas, (Calizas,Lutitas y Areniscas) y metasedimentarias.

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

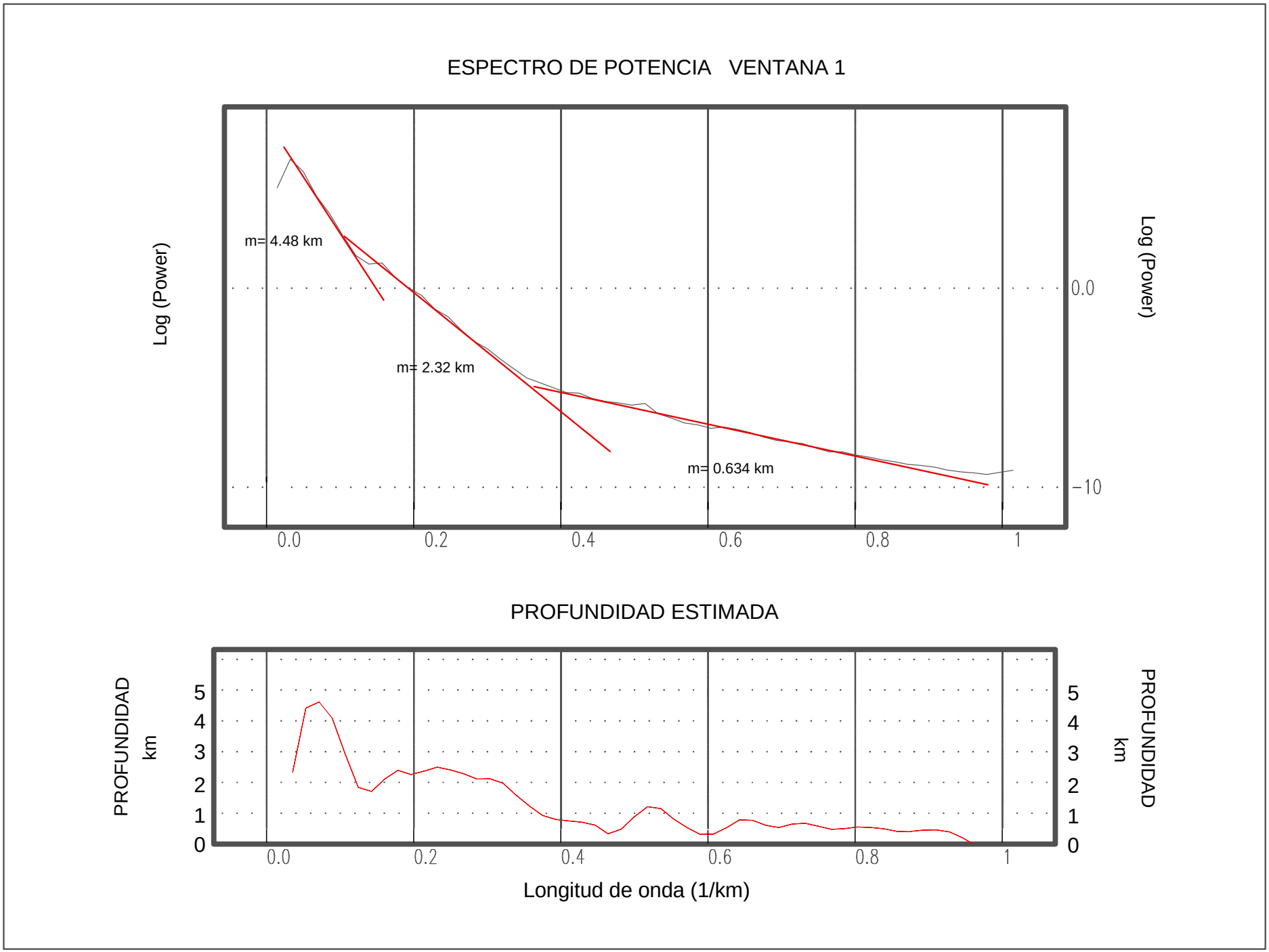
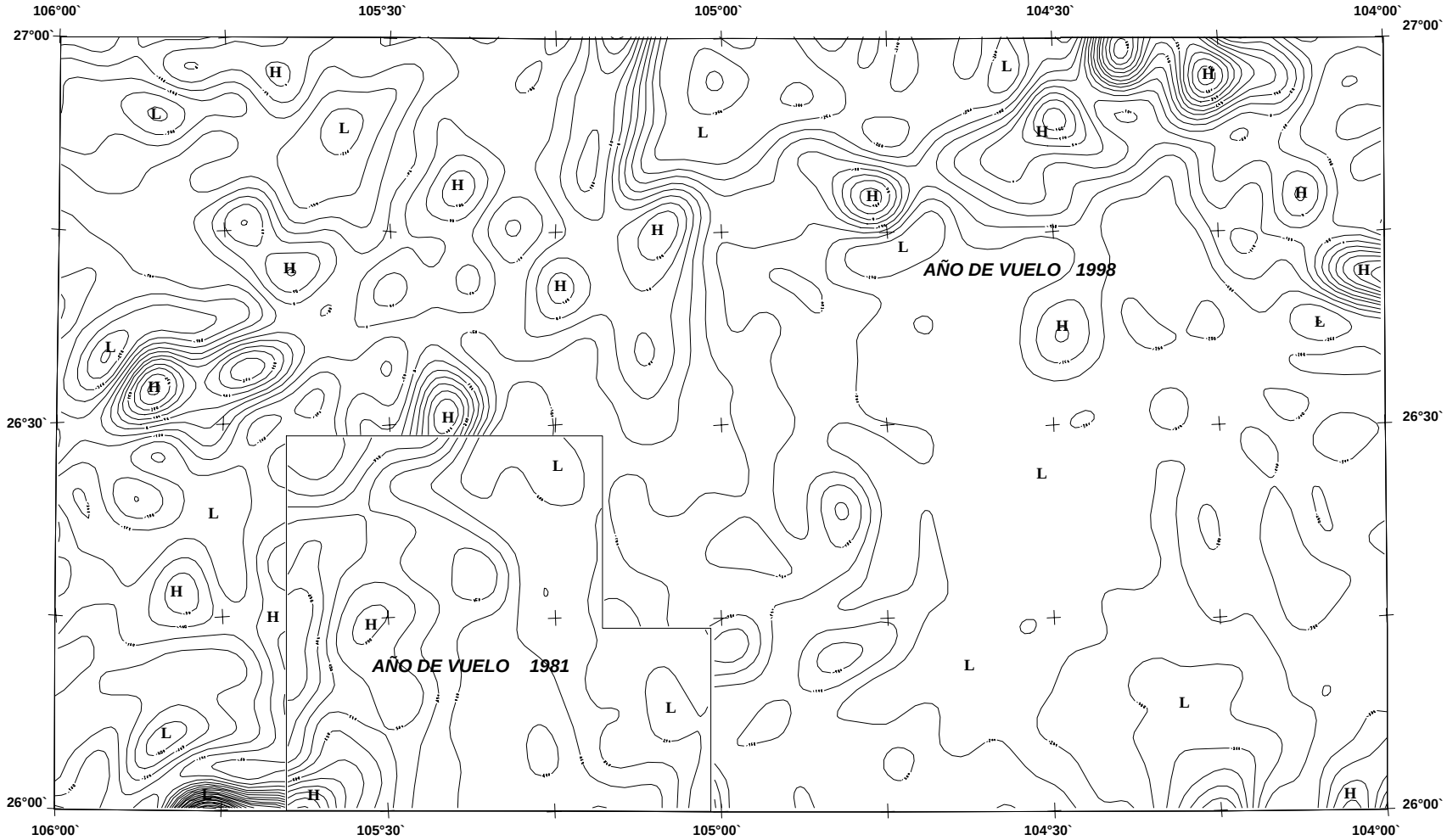


FIGURA 3.- ESPECTRO DE POTENCIA

HIDALGO DEL PARRAL G13-5



Curvas de contorno cada 50 nT.

Alto Magnético (H)

Bajo magnético (L)

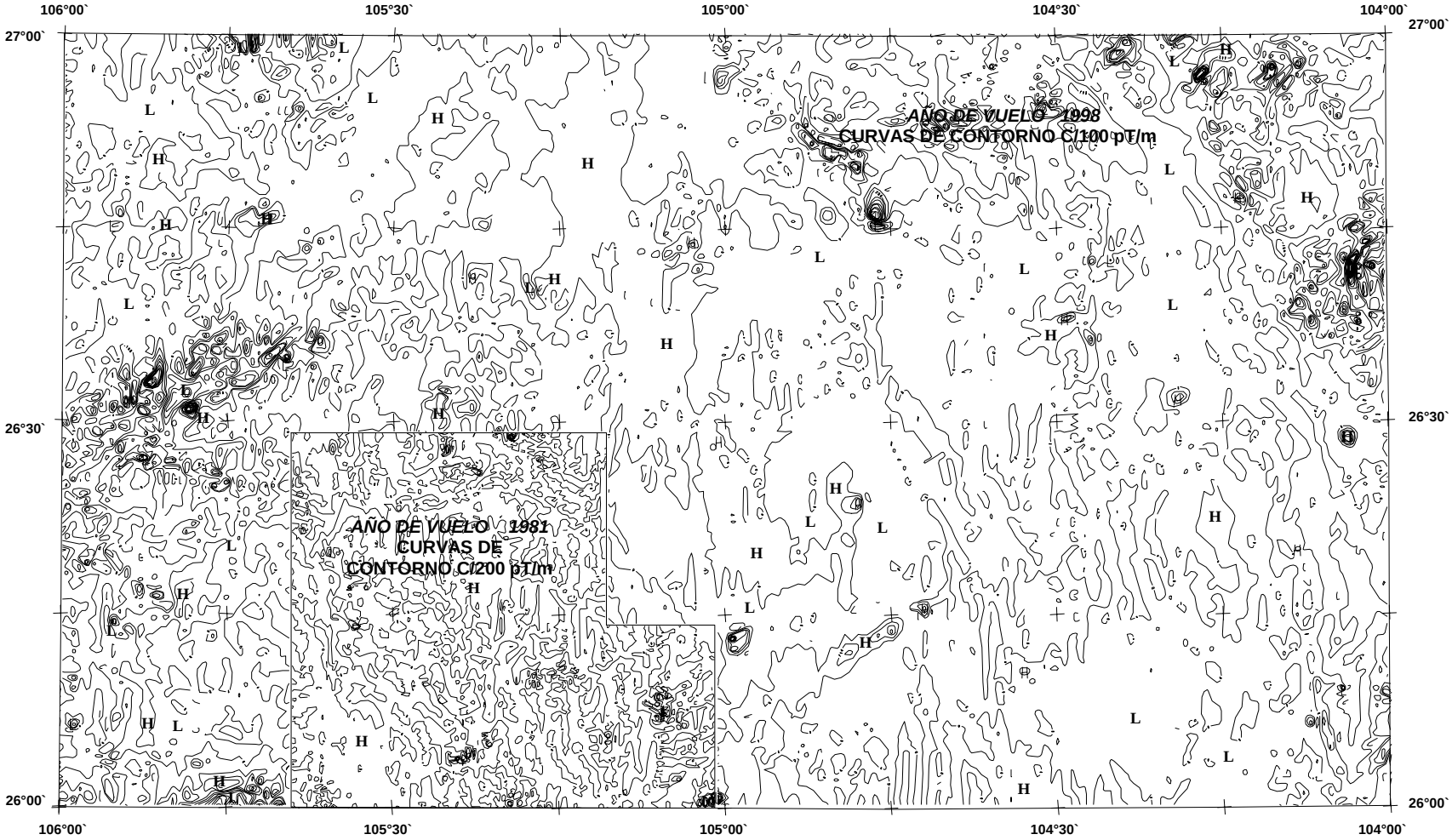
ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS (FILTRO PASABAJAS DEL C.M.T. REDUCIDO AL POLO)

HIDALGO DEL PARRAL G13-5



Alto Magnético (H) Bajo magnético (L)

ESCALA GRÁFICA

0 25 50

KILÓMETROS

FIGURA 5.- MAPA DE RASGOS SUPERFICIALES (PRIMERA DERIVADA VERTICAL DEL C.M.T. REDUCIDO ALPOLO)

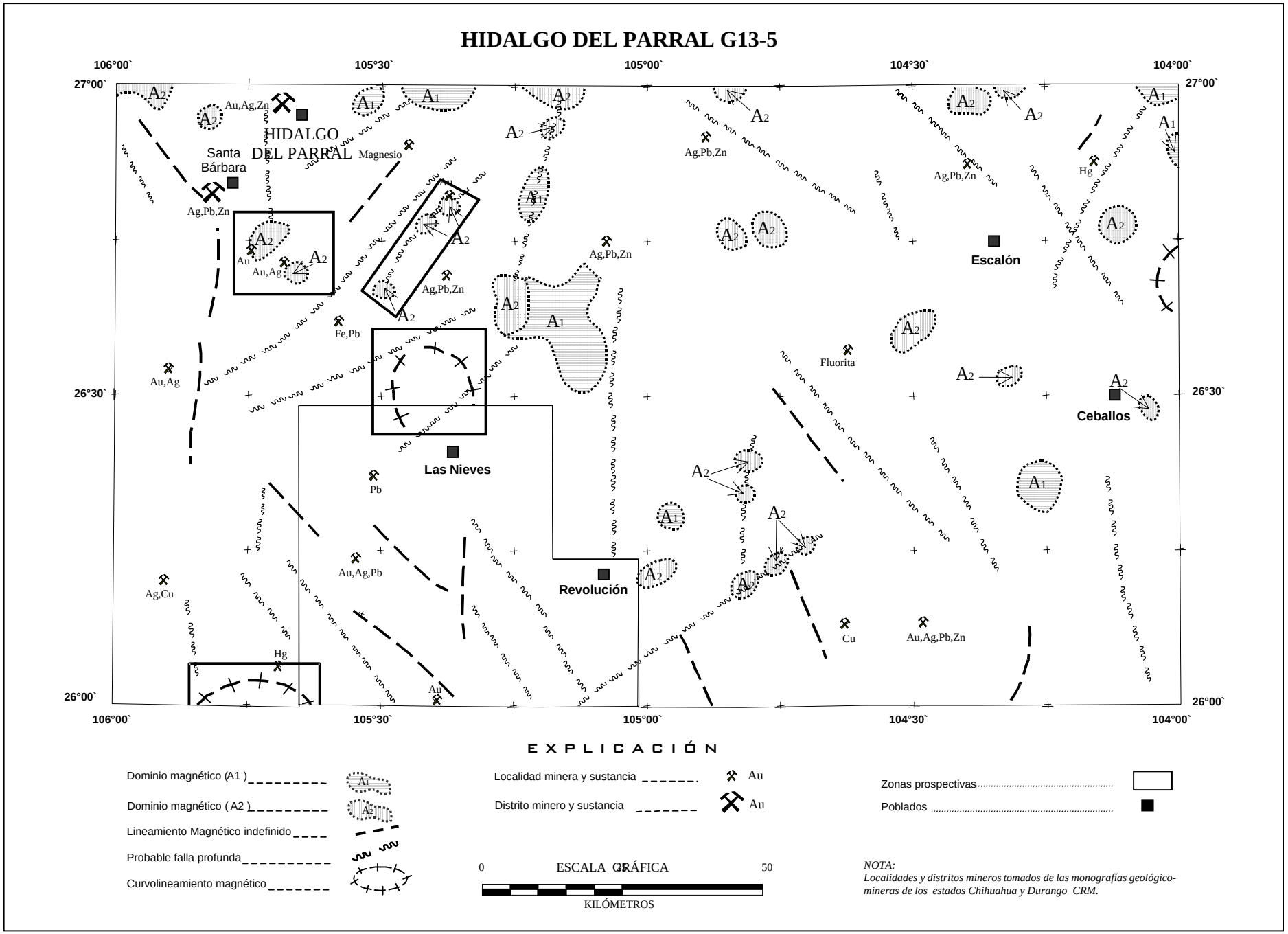


FIGURA 6.- ZONAS PROSPECTIVAS A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL