CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

TEXTO GUÍA
CARTA MAGNÉTICA
"LÁZARO CÁRDENAS" E13-6-9

ESCALA 1:250,000

Ings. Israel Hernández Pérez
Julio Vélez López
Alejandro Cuevas Covarrubias

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editada por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 1994. © Derechos Reservados. Segunda Impresión 2001.*

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN 1

I GENERALIDADES 1

I.1 Fuentes de información 1

I.2 Parámetros del levantamiento 1

I.3 Procesamiento de datos 2

I.4 Características de la carta 3

II SÍNTESIS GEOLÓGICA 3

III DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 9

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.- Mapa de localización ..... entre 3 y 4

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural ..... entre 5 y 6

Figura 3.- Continuación de campo magnético a 2000 m ..... entre 7 y 8

INTRODUCCIÓN

El Consejo de Recursos Minerales está elaborando un inventario geológico-minero del territorio nacional, mediante la elaboración de cartas básicas geológico-mineras por estados, cartas geofísicas aeromagnéticas y el inventario minero por sustancias, con base en la compilación de trabajos que este mismo Organismo ha realizado, dicho material se está integrando para hacerlo del dominio público con el propósito de apoyar al desarrollo minero nacional.

En virtud de la dificultad cada vez mayor en la localización de los yacimientos minerales por encontrarse estos ocultos, el explorador enfrenta la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración como son geofísica, geoquímica, imágenes de satélite y otras, que representan valiosas herramientas que deben utilizarse en conjunción para lograr exitosas campañas que conduzcan a encontrar yacimientos minerales susceptibles de ser explotados, así como investigar y evaluar minerales de utilización futura cuyo potencial es actualmente desconocido en el país.

Con ésta finalidad se da a conocer la información aeromagnética que ha venido obteniendo el Consejo de Recursos Minerales desde el año de 1974; donde la presente carta a escala 1:250,000 con formato cartográfico internacional del INEGI, forma parte de una serie de publicaciones de éste tipo y aportará información básica que permita fundamentar futuras exploraciones.

La carta magnética Lázaro Cárdenas (E13-6-9) contiene información en una superficie de 17,895 km² y corresponde a un mapa de intensidad magnética total corregido por IGRF y obtenido a partir de los mapas de intensidad magnética total a escala 1:50,000 y de los levantamientos aeromagnéticos complementarios.

En una interpretación cualitativa de la presente carta se pudieron enmarcar a nivel regional las expresiones magnéticas más obvias como son: la distribución y configuración de las rocas intrusivas sepultadas, rocas metamórficas y volcanosedimentarias, estructuras y zonas de falla.

I GENERALIDADES

I.1 Fuentes de información

En la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1963 dentro del programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, explorando por mineral de fierro y como un método auxiliar en la exploración sistemática por minerales polimetálicos y preciosos; en el año de 1983 dentro del proyecto Batolito Jalisco, y en 1994 para complementar las áreas faltantes.

Esta información se compiló en su tiempo mediante un proceso analógico para obtener mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000.

La información cartográfica fue proporcionada por el Instituto de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

I.2 Parámetros de los levantamientos

Para los objetivos mineros a los cuales nuestro Organismo está dedicado se programaron durante los años sesenta, levantamientos aeromagnéticos de contorno con una altura promedio de 300 m, las líneas se levantaron con rumbo N-S y separación de 1000 m. En los vuelos realizados en 1983, se utilizaron los mismos parámetros a excepción del rumbo N28°E de las líneas de exploración. En el año 1994 se llevó a cabo un vuelo complementario para cubrir las áreas faltantes de la carta magnética Lázaro Cárdenas (E13-6-9), con líneas N-S, altura promedio de 450 m y la misma separación de líneas. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo, en los años sesenta y ochenta, mediante el sistema de navegación visual; en 1994 la identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo

mediante el módulo de navegación por satélite (GPS), PNAV 2001.

El equipo utilizado en el levantamiento de los años sesenta consistió de un magnetómetro de tipo Flux Gate "Gulf Mark III", un radioaltímetro RT7/APN-1 y una cámara de toma continúa de 35 mm, estos instrumentos estuvieron instalados en un avión Twin Pioneer.

En el año 1983, el levantamiento se realizó con un avión Islander BNA-8, utilizando un magnetómetro Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nT (gammas); en el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó una cámara de cuadro fijo de 35 mm y la altura de vuelo se controló con un radioaltímetro Sperry. En 1994, el levantamiento se realizó con el mismo avión utilizando un sensor magnético de Cesio marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT y una tarjeta procesadora marca Picodas (magnetómetro).

En los vuelos realizados en los años sesenta y ochenta se utilizó un sensor móvil y en los vuelos de 1994 se utilizó un sensor fijo (stinger).

Debido a que se utilizaron 3 magnetómetros de características diferentes, fue necesario nivelar la información para llevarla al nivel obtenido con el magnetómetro Geometrics G803, es decir, a toda la información obtenida con el magnetómetro Gulf Mark III., se le restaron 900 nT (gammas), dicho valor magnético se obtuvo por medios estadísticos y se verificó gráficamente. A la información obtenida con el magnetómetro Scintrex (1994) se le realizó una continuación descendente 150 m abajo de la altura de vuelo original, utilizando el algoritmo de continuación de campos potenciales entre superficies arbitrarias (Hansen y Miyazaki, 1984).

I.3 Procesamiento de datos

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

a) Digitalización

En éste caso, la integración de la información se realizó a partir de mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000, siendo necesario digitalizar los vuelos realizados en los años sesenta y ochenta, siguiendo las trayectorias de vuelo para capturar las coordenadas UTM y el valor del campo magnético.

Para los vuelos realizados en el año 1994, la información se tomó directamente de la grabación realizada en disco duro del equipo aerogeofísico. La información se exportó a la estación de trabajo Sun Spark 10 donde fue procesada e integrada con los vuelos de los años anteriores.

b) Formación de Archivos

La información quedó almacenada a lo largo de las líneas de vuelo, constituyendo la unidad básica del banco de datos magnéticos. En ésta etapa, mediante desplegados gráficos del mapa se revisó que la digitalización fuera correcta.

c) Obtención de Datos Corregidos por el Campo Geomagnético

Según los datos del Observatorio de Teoloyucan, Mex., obtenidos en el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en ese período aproximadamente 48.07 nt por año (Urrutia y Campos, 1991), lo que nos da una idea de la magnitud del cambio en el campo geomagnético que debe corregirse.

En nuestro caso, a los datos se les substrajo el valor del campo geomagnético tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas de levantamiento y la altura de vuelo. Esta corrección se realizó utilizando el valor del IGRF (International Geomagnetic Reference Field) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo. (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

d) Generación del Mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000, los datos de la carta Lázaro Cárdenas se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z, y se utilizó el algoritmo de interpolación de Mínima Curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno cada 50 nanoteslas (nT). El equipo utilizado fue una computadora AST CPU80486 a 33 MHz, 4MbRAM y disco duro de 220 Mb.

e) Gaficación

El desplegado gráfico previo a la interpretación se realizó en un graficador Wild modelo TA10 utilizando una plumilla de 0.05mm de espesor. Este mapa preliminar se utilizó para la interpretación y revisión de los valores magnéticos, previos a la edición e impresión final.

I.4 Características de la carta

La carta Lázaro Cárdenas (E13-6-9) a escala 1:250 000 con formato cartográfico del INEGI contiene información aeromagnética que abarca una superficie de 17,895 km² (Figura 1).

Los intervalos de color, al igual que las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50 nanoteslas (nT), indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los altos magnéticos en tonos rojo como se indica en la gamma de valores para visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos.

Con color sepia claro se indica la interpretación cualitativa de carácter regional propuesta en donde se presentan los límites de las unidades litomagnéticas con trazos punteados, los lineamientos magnéticos asociados a fallas con líneas interrumpidas y los lineamientos magnéticos asociados a estructuras con doble línea interrumpida.

II SÍNTESIS GEOLÓGICA

La carta magnética Lázaro Cárdenas (E13-6-9), comprende la porción surponiente del estado de Michoacán, el extremo oriente del estado de Colima y el extremo surponiente del estado de Guerrero.

Las unidades litológicas que afloran en la superficie de la carta están representadas por: el basamento metamórfico del Terreno Guerrero constituido por los Esquistos Arteaga de edad Triásica y la migmatita de edad Jurásica, secuencias volcanosedimentarias del Cretácico Inferior, Medio y Superior, rocas ígneas intrusivas del Jurásico Superior al Terciario Inferior, rocas piroclásticas, lavas de composición ácida y sedimentos clásticos continentales del Oligoceno-Mioceno, y rocas volcánicas de composición intermedia a básica así como depósitos continentales del Terciario Superior y Cuaternario (INEGI, 1983; Ortega, 1992).

Los Esquistos Arteaga de edad Triásica constituyen el basamento metamórfico y están constituidos por rocas metasedimentarias y metavolcánicas de la facies metamórfica de “Esquistos Verdes”, que son características de una secuencia volcanosedimentaria de origen marino (Campa et al., 1982; Grajales et al, 1993). Cerca del poblado de Las Juntas al nororiente de Arteaga, Mich., en la porción suroriental de la carta, se reportan migmatitas que corresponden a rocas gnéisicas con abundante hornblenda (Barba, et al. 1988); las determinaciones geocronométricas las ubican en el Jurásico con edades mínimas de 163 m.a. (Grajales, et al, 1993). Estas rocas metamórficas se encuentran bastante plegadas e intrusionadas por rocas ígneas de composición ácida a intermedia y ocupan la mayor parte de la porción suroriental de la carta.

Las secuencias volcanosedimentarias del Cretácico Inferior, Medio y Superior sobreyacen en discordancia al basamento metamórfico, y están constituidas por rocas volcánicas andesíticas, calizas interestratificadas, lutitas, areniscas y conglomerados; existen localmente

(Playa Azul, Mich.), capas rojas con huellas de dinosaurio (Ferrusquía, 1978). La secuencia se presenta deformada y con metamorfismo incipiente, aparece en toda la porción central y sus afloramientos abarcan la mayor extensión dentro de la carta.

Las rocas intrusivas se presentan en forma de troncos complejos que posiblemente conforman a profundidad un cuerpo de dimensiones batolíticas (Castro., 1984). Su composición en general es de tipo granodiorítico con variaciones a diorita, tonalita, granito y monzonita. Estas rocas se encuentran ampliamente distribuidas en la superficie de la carta, los principales troncos intrusivos conocidos se ubican en Arteaga, La Mira, Punta San Telmo, Caleta de Campos, Tumbiscatio de Ruíz, Los Pozos y El Jovero, en el estado de Michoacán.

El Cenozoico está representado por rocas volcanosedimentarias continentales depositadas en cuencas tensionales (Ortega, et al., 1992). Afloran principalmente en la porción oriental de la carta y están constituidas por andesitas, traquitas, tobas riolíticas, riodacitas, basaltos, areniscas y conglomerados con intercalaciones lacustres que forman parte de la Cordillera Neovolcánica Transmexicana.

El Cuaternario está representado por los depósitos no consolidados que afloran principalmente en los poblados de Tecomán, Col. Y Lázaro Cárdenas, Mich., en los extremos norponiente y suroriente de la carta.

Estructuralmente la región está afectada por tres sistemas de fallamiento principal, un sistema con rumbo NW 40°-60°SE, otro sistema con rumbo NE 60°-80° SW y un sistema de fallamiento circular, semicircular y elíptico (Librado y Núñez, 1993).

La mayoría de los yacimientos de fierro, oro y cobre, así como el emplazamiento de los intrusivos localizados en la carta, están asociados con fallas regionales con rumbo NW-SE, que son paralelas a la línea de costa y están directamente relacionadas a la zona de subducción que bordea el continente, así mismo, existe mineralización aurífera asociada a un cabalgamiento de dimensiones considerables, del orden de 30 km con rumbo regional NE-SW, el cual sobrepone el basamento metamórfico sobre la secuencia volcanosedimentaria de edad cretácica en la región del Ahijadero-Arteaga-Tumbiscatío de Ruíz, localizada en la porción centro-sur de la carta (Librado y Nuñez, 1993).

Las principales regiones mineras que se localizan en la carta están representadas por los yacimientos de fierro de las Truchas, Los Pozos, La Guayabera, norte de Coalcomán, El Jovero y el Río Guagua-Playitas los cuales se ubican en la porción central de la carta y se presentan siguiendo un rumbo regional NW-SE.

La mineralización cuprífera se presenta asociada con la mineralización ferrífera y con la zona de hidrotermalismo de la Cordillera Neovolcánica Transmexicana localizada en la porción nororiental de la carta.

III DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

Por la escala a la que se presenta la carta, la información obtenida tiene alcance de carácter regional en la cual, a partir de la información aeromagnética se obtienen indirectamente rasgos geológicos del subsuelo infiriendo la distribución y naturaleza de las rocas ocultas como intrusivos, rocas sedimentarias, rocas volcánicas ácidas y básicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales; rasgos obtenidos con base en el contraste de magnetización de los materiales del subsuelo, originado a su vez por su composición mineralógica.

En la presente carta se realizó una interpretación de carácter regional en donde se indican los rasgos magnéticos principales. Estos resultados están a discusión y se proporcionan como una base para análisis más profundos, de acuerdo con el objeto y el uso de la información.

Para obtener una información con más detalle en áreas específicas de interés que hayan sido seleccionadas de esta carta, se requiere llevar a cabo una interpretación más cualitativa, realizando cálculos y modelado que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, trabajando a escala 1:50 000 ó 1:20 000 seleccionando sucesivamente áreas más reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

Con la finalidad de simplificar el análisis de la información aeromagnética, en ésta carta Lázaro Cárdenas (E13-6-9) se identificaron cinco grupos de dominios magnéticos, indicados con las letras A_2, A_3, B_4, B_5 y C; diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético, amplitud dipolar y forma de las anomalías; la distribución y características geofísicas de estas unidades se explican a continuación (figura 2).

La nomenclatura para la clasificación de los dominios magnéticos interpretados se basa en las utilizadas en las cartas magnéticas ya publicadas, de manera que a unidades con características magnéticas diferentes se les está denominando con nomenclaturas sucesivas (ejemplo: B_4 y B_5).

El dominio magnético A_2 tiene una respuesta monopolar positiva dentro del cual se encuentran altos magnéticos mayores en ocasiones acompañados de sus polos negativos. Sus intensidades magnéticas van de 50 a 300 nT predominando los valores de 50 a 150 nT. Este dominio magnético se presenta en zonas amplias con diámetros mayores a 20 km y zonas de menor extensión con diámetros de 4 a 5 km.

El dominio A_2 se interpretó como la respuesta magnética de rocas intrusivas de composición intermedia que intrusionan a las rocas metamórficas y volcanosedimentarias. Se encuentran presentes en toda el área y en ocasiones rodean al dominio magnético A_3, su distribución y forma sugieren una tendencia NW-SE de los intrusivos interpretados.

Los dominios magnéticos A_2 que quedan abiertos en el extremo norponiente de la carta, se ubican en rocas calcáreas y depósitos aluviales; sin embargo, existen afloramientos de intrusivos hacia el NW y N fuera de la carta, indicando estos dominios A_2 interpretados la extensión de los intrusivos en el subsuelo.

El pequeño dominio dipolar A_2 ubicado al sur del poblado de Tecomán se correlaciona con un afloramiento conspicuo de sienita, reportado por Bandy (1992).

En el poblado de Cerro de Ortega también se reporta un pequeño afloramiento de intrusivo que se ubica dentro del dominio A_2 que se presenta en esa localidad.

El dominio magnético A_2 de forma alargada con orientación N-S que se localiza en la desembocadura del río Coalcomán se extiende hacia el norte por unos 40 km, en esta zona predominan rocas sedimentarias, volcanosedimentarias y metamórficas; la interpretación sugiere la presencia de un intrusivo oculto. Existe un pequeño afloramiento de intrusivo granodiorítico en el extremo sur del dominio A_2 y otro afloramiento de intrusivo diorítico en el extremo norte, alrededor de este último se encuentran los depósitos de fierro de La Guayabera, Mich.

El dominio A_2 que se presenta en el poblado de Coalcomán se alinea con otros anomalías de este dominio, presente hacia el sur-oriente. Un alineamiento de unidades con rumbo S45° E parte del poblado de Coalcomán y se extiende hacia la costa, correlacionándose con rocas sedimentarias y volcanosedimentarias reportadas por INEGI (1983); estas anomalías sugieren un alineamiento de intrusivos ocultos, uno de los cuales estaría asociado directamente con los prospectos ferríferos Playitas-Río Guagua. Los prospectos ferríferos que se ubican al NW del poblado de Coalcomán también aparecen rodeados en sus porciones poniente y sur por los dominios A_2 y A_3 interpretados.

El dominio magnético A_2 ubicada al N 30°W del poblado de Tumbiscatío se presenta en

esquistos con un pequeño afloramiento de roca intrusiva, según información de INEGI (1983).

El dominio magnético A_2 más extenso se ubica al poniente del poblado de Arteaga y se correlaciona con la porción diorítica del intrusivo de Arteaga de edad terciaria (Grajales, et al, 1993); la porción oriental de este intrusivo no presenta anomalía magnética, esto puede deberse a que por ser este intrusivo de edad prelaramídica ha sufrido procesos de migmatización y alteración de sus minerales ferromagnesianos.

Dentro de éste dominio A_2, se presentan anomalías dipolares de poca extensión y de hasta 600 nT de intensidad, dispuestas con orientación E-W, las cuales se atribuyen a cuerpos de mineral de fierro alojados en las rocas sobreyacientes al intrusivo interpretado, siendo el más conocido de estos depósitos, el de Los Pozos, Municipio de Arteaga, Mich.

El dominio magnético A_3 está formado por anomalías monopolares y dipolos normales de alta intensidad magnética siendo el dominio más anómalo obtenido en la carta, con intensidades del orden de -300 a 500 nT, a excepción del dominio que se ubica en la porción centro-sur cuyos valores van de –1000 a 1500 nT. La forma de estos dominios magnéticos es irregular con tendencia general NW-SE, algunos dominios A_3 tienen longitudes de varias decenas de kilómetros.

Estos dominios magnéticos se interpretan como la respuesta de rocas intrusivas de composición básica a ultrabásica, es decir que por su intensidad estas rocas tienen un mayor contenido de minerales magnéticos que las rocas del dominio A_2. También pueden existir zonas en que las rocas del dominio A_2 tengan la misma composición mineralógica que las del dominio A_3, solo que por la profundidad mayor a la que los primeros se encuentran, el avión registró una respuesta de intensidad magnética más baja.

El dominio magnético A_3 que más resalta por su intensidad se localiza en la porción centro-sur de la carta. Por las dimensiones de la parte más anómala (6 a 8 km de diámetro), se puede pensar que corresponde a la presencia de un tronco intrusivo de composición ultrabásica, sin embargo pequeños altos dentro del dominio magnético A_3, pueden reflejar la presencia de depósitos de fierro similares a las anomalías originadas por los depósitos de Las Truchas, Los Pozos, La Guayabera y El Jovero que son claramente identificables aún a la escala de la presente carta.

El dominio magnético A_3 ubicado en la porción central de la carta y al sur del poblado de Aguililla, Mich. tiene forma alargada con tendencia NW-SE y longitud de 30 km, se presenta como un gran dique de composición básica probablemente inyectado en una zona de debilidad a lo largo del plegamiento y ruptura de las rocas sedimentarias y metamórficas. Dentro de éste dominio se presenta en su porción sur-oriental, una clara correlación con prospectos ferríferos de El Jovero, Mich. (figura 2) siguiendo un control estructural del mismo rumbo que el del intrusivo; hacia la porción nor-occidental marginada por una falla se sugiere, dentro de éste dominio A_3, otro control estructural similar al primero, con posibilidades de contener también depósitos de fierro.

El dominio magnético A_3 ubicado hacia la porción centro-poniente próxima al poblado de Coahuayana, Mich., se correlaciona con un intrusivo básico presentándose los yacimientos ferríferos de Colomera y Aquila en el contacto marginal del intrusivo interpretado, con posibilidades de existir otros depósitos de este mineral en dicho contacto, así como en el dominio A_3 de menores dimensiones que se presenta inmediatamente al sur-oriente de éste último.

Uno de los dominios A_3 más extensos se ubica hacia el extremo nor-oriente de la carta. Este presenta una forma alargada con orientación NW-SE, su respuesta está afectada por anomalías magnéticas de alto gradiente probablemente originadas por horizontes volcanosedimentarios altamente magnéticos que descansan sobre un intrusivo básico oculto, inyectado éste en una zona de debilidad

originada por una falla regional de rumbo NW 60°SE. Otra posibilidad es que la respuesta magnética en éste dominio A_3 sea originada por basaltos fisurales inyectados a lo largo de la falla propuesta.

En ambos casos éste dominio magnético parece estar relacionada a una falla cortical (Falla Tepalcatepec) que delimita al Terreno tectonoestratigráfico Zihuatanejo al sur-poniente, del Terreno Huetamo al norte. Esta estructura tectónica también parece definir el límite de la zona ferrífera.

En general se puede decir que las manifestaciones ferríferas están encajonadas en las rocas metamórficas (dominio C) y volcanosedimentarias (dominio B_4), pero siempre asociadas con los intrusivos ocultos interpretados como A_3 y en menor coincidencia con los A_2; por lo que se infiere que estos intrusivos han actuado como concentradores, removilizadores y aportadores de mineralización (Corona, 1993).

Para apoyar la interpretación de los dominios A_2 y A_3 como intrusivos magnéticos, a los datos magnetométricos se les realizó una continuación de campo a 2000 m sobre la altura de vuelo normal para eliminar la respuesta magnética de las capas superficiales de rocas volcánicas y volcanosedimentarias, dando por resultado la coincidencia de las anomalías magnéticas de la continuación de campo, que refleja cuerpos magnéticos a profundidad; con los intrusivos interpretados y detallados anteriormente (figura 3). En ésta figura 3 se puede observar que en algunos casos se han integrado los efectos de dos o más anomalías por tener un tronco común, también se observa que las anomalías pequeñas desaparecen lo que manifiesta que no tienen extensión en profundidad.

Los dominios magnéticos B_4 y B_5 se atribuyen a rocas de origen volcánico marino dentro de la secuencia volcanosedimentaria, diferenciándose entre ellos por su intensidad magnética y forma de las anomalías involucradas en estos dominios, en función de la cantidad de minerales magnéticos presentes en la roca.

El dominio magnético B_4 está formado por un agrupamiento de anomalías dipolares con distancia dipolar de 1 a 2 km y anomalías monopolares conformando conjuntos de anomalías pequeñas muy juntas cuyas intensidades van de –300 nT en el polo negativo a 200nT en el polo positivo. Este dominio se presenta en las porciones centro-oriente, sur-oriente, centro-norte y centro-sur de la carta.

El dominio B_4 se interpretó como la respuesta de rocas altamente magnéticas y se atribuye a grandes espesores de rocas volcanosedimentarias mesozoicas que contienen horizontes con alto porcentaje de magnetita (andesitas magnéticas) como son las formaciones Encino y Vallecitos del Cretácico (Pantoja y Estrada, 1986). Dentro de ésta unidad litológica y en contacto con los intrusivos interpretados de los dominios A_3 y A_2, se ubican los depósitos ferríferos más importantes de la región, cuya expresión magnética está representada por dipolos de alta intensidad y distancia dipolar de 1 a 2 km.

El dominio magnético B_5 es el más ampliamente distribuido en toda la carta y representa el nivel de fondo magnético, con una respuesta relativamente baja y poca variación en su intensidad que va de –150 a 50 nT; con distorsiones que pocas veces llegan a formar monopolos y dipolos magnéticos. La respuesta de éste dominio se atribuye a rocas de origen predominantemente volcánico como son andesitas, dacitas y tobas con poco contenido de minerales magnéticos, intercaladas con rocas arcillosas en menor porción. Este dominio se encuentra afectado por los fallamientos regionales interpretados con rumbo NW-SE y NE-SW.

Cabe mencionar que el intrusivo terciario que se ubica en la región costera de Punta San Telmo, Mich., en el sur-poniente de la carta, presenta una respuesta magnética que se confunde en intensidad con este dominio B_5 apenas apreciable por las distorsiones de alta frecuencia con intensidad de ±50 nT que se presentan en ésta zona. Un caso similar se observa con parte del intrusivo de Las Truchas, Mich.

El dominio magnético C se caracteriza por ser el dominio de los valores más negativos cuya intensidad va de –300 a –150 nT, presentándose zonas de bajos de hasta –500 nT. La interpretación de estas zonas sugiere que las respuestas magnéticas pueden corresponder a unidades de rocas predominantemente sedimentarias y metamórficas en grandes espesores. Esta rocas no magnéticas estarían formadas por esquistos, calizas, lutitas, areniscas y conglomerados.

Los dominios magnéticos C se presentan en amplias zonas en la porción centro-norte. Son de forma alargada con orientación NW-SE siguiendo el eje de los plegamientos anticlinales en estas localidades.

Una pequeño dominio C se presenta al sur-oriente correlacionádose con parte del intrusivo de Las Truchas, cuya respuesta magnética del intrusivo no es clara, sin embargo, en la continuación de campo de la figura 3 se manifiesta claramente la respuesta de intrusivo.

Otro dominio C de forma alargada y angosta con orientación NE 45° SW se presenta en el extremo nor-oriente, la cual se ha interpretado como un graben alojado en la zona de fallamiento profundo (Falla Tepalcatepec), dicha estructura queda abierta hacia el oriente de la carta.

En la superficie que comprende esta carta se interpretaron dos sistemas de lineamientos magnéticos atribuibles a fallas profundas que no siempre tienen manifestación superficial.

Los lineamientos magnéticos de rumbo NW 40° - 50° SE más consistentes, se presentan en 3 zonas. En el extremo nor-oriente se presenta un lineamiento de fallas con rumbo NW 45°SE asociado a una intrusión básica que probablemente no aflora. Esta intrusión interpretada, por su forma angosta y alargada sugiere una inyección magmática en la zona de debilidad originada por una falla cortical que delimita los terrenos tectonoestratigráficos Zihuatanejo y Huetamo.

A ésta estructura también se asocia un graben interpretado con el mismo rumbo, que refleja la continuación al sur-oriente de la falla regional (Falla Tepalcatepec); dicha estructura también parece delimitar la zona de depósitos de fierro hacia el sur-poniente y la zona de pórfidos cupríferos hacia el nor-oriente, correspondiendo ésta última a la zona más alejada de la línea de costa.

Un intenso fracturamiento de este sistema se presenta en la porción central, al oriente del poblado de Tumbiscatío, Mich., originado por plegamientos y ruptura de las rocas volcanosedimentarias, una intrusión interpretada (dominio A_3) se emplazó siguiendo este patrón estructural. Al extremo nor-poniente tres lineamientos magnéticos débiles reflejan en profundidad la respuesta de las fallas conocidas como Coahuayana y Jala, el tronco intrusivo básico de Aquila se ubica a rumbo con la falla Jala.

Los intrusivos magnéticos más jóvenes parecen seguir un control relacionado con este sistema; por lo menos en las porciones occidental, central y nor-oriental de la costa.

Con respecto a los lineamientos de rumbo NE-SW, en el extremo nor-poniente, a la altura del poblado de Coahuayana de Hidalgo, se interpretó un fallamiento con este rumbo, el cual se interpreta como el límite oriental de la fosa de Colima (CRM, 1994). Otros fallamientos más locales parecen afectar a todas las unidades litológicas presentes incluyendo a los intrusivos.

No es clara la relación de los fallamientos interpretados con la mineralización de fierro, más bien ésta parece estar relacionada directamente con los intrusivos magnéticos (dominios A_2 y A_3) en contacto con la roca receptora (dominios B_4 y B_5), y en el caso de los minerales polimetálicos con el dominio C.

Varios lineamientos de anomalías magnéticas dipolares de diferentes intensidades parecen representar un control estructural para la depositación de los cuerpos de fierro (figura 2).

El lineamiento con orientación NE 60° SW, ubicado en la porción centro-oriente, asocia los depósitos ferríferos de Los Pozos en su extremo sur-occidental, con el Higueral y Ordeña Vieja en su extremo nor-oriental, a lo largo de este lineamiento de 50 km de longitud es posible encontrar otros depósitos de fierro.

En el distrito ferrífero de las Truchas, en el extremo sur-oriente de la carta, las anomalías originadas por los cuerpos de fierro siguen una orientación E-W desplazados por fallas con rumbo NW-SE. En este lineamiento magnético de 45 km de longitud se ubican los depósitos ferríferos de la Aparecida, Las Truchas, La Mira, El Bordón, Las Higueras, Marmolejo y otros. Este lineamiento se intersecta con otro de rumbo NW 50°SE en el cual se ubican los depósitos de fierro de Agua del Monte, Plutón, Meca y Titán, en el estado de Guerrero.

Otros dos lineamientos de menor longitud se relacionan con el intrusivo interpretado (dominio A_3) localizado al sur del poblado de Aguililla, Mich., uno de estos se asocia con los cuerpos ferríferos de El Jovero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bandy W. L., Mortera G. C. A. y Urrutia F. J., 1993 Gravity Field of the southern Colima Graben, México. Geofísica Internacional, Vol. 32 No. 4 p. 561-567.

Briggs, Ian C., 1974. Machine contouring using minimun curvature (spline). Geophysics Vol. 39 No. 1 p. 34-42.

Barba, L. I. M., Gallo P. I. Y López, I. M., 1988. Complejo metamórfico en el macizo de Arteaga, Mich. Correlacionable con Xolapa, Sociedad Geológica Mexicana Convención Geológica Nacional –9, México, D.F., resumenes p. 28-29.

Campa, M. F. Y Coney, P. J., 1983. Tectonostratigraphic terranes and mineral resource distributions in México. Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 20, p. 1040-1051.

Campa, M. F., Ramirez Joel y D. Bloome Claire, 1982. La secuencia volcánico-sedimentaria metamorfizada del Triásico (Ladiniano-Cárnico) de la región de Tumbiscatio, Mich. Sociedad Geológica Mexicana 6, México, D.F. resúmenes, p. 48.

Castro, M. R. F., 1984. Análisis estratigráfico y evolución tectónica de la hoja Playa Azul, estado de Michoacán. Sociedad Geológica Mexicana 7, México, D. F. resumenes, p. 36-36.

Corona, E. R., 1993. Modelo de yacimientos de Hierro y minerales asociados de Ag, Pb, Zn, Cu y Au en la porción sur-occidental de México. Memorias de la XX Convención de la AIMMGM, p.105-111.

Ferrusquía, V. I., Applegate, P.S. y Espinosa, A. L., 1978. Rocas volcanosedimentarias mesozoicas y huellas de dinosaurios en la región sur occidental pacífica de México. Revista del Instituto de Geología, UNAM vol. 2, num. 2. p. 150-162.

Grajales, N. M. J., López Infanzón, M. y Torres Vargas R., 1993. Geology and Potassium-Argon data of the igneous and metamorphic rocks in the western portion of the Guerrero Terrane, Jalisco, Colima and Michoacán states, México. Proceedings of the first Circum-Pacific and Circuito Atlantic Terrane Conference. Instituto de Geología, UAM, p. 56-57.

Hansen, R. O. y Miyazaki, 1984. Continuation of Potenial Fields between arbitrary surfaces. Geophysics, Vol. 49 No. 6, p. 785-795.

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

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1993. Carta Geológica Lázaro Cárdenas (E-13-6-9) escala 1:250,000.

Librado, F.J. y Nuñez E. J., 1993. El cabalgamiento Ahijadero-Los Pozos-Tumbiscatío y su potencial minero. Memorias de la XX Convención de la AIMMGM, p. 130-146.

Ortega, G.F., 1981, Metamorphic belts of southern México and their Tectonic significance, Geofisica International Vol. 20 No. 3 Instituto de Geofísica UNAM, p. 177-202.

Ortega, G.F., Mitre. Salazar, L. M., Roldán-Quintana, J., Aranda-Gómez, J. J., Morán-Zenteno, D., Alanis-Alvarez S.A. y Nieto-Samaniego, A.F., 1992. Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana, escala 1:200,000, SEMIP-CRM y UNAM-Instituto de Geología, p. 74.

Pantoja, J.A. y Estrada, B. S., 1986. Estratigrafía de los alrededores de la Mina de Fierro el Encino, Jalisco Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo XLVII, No. 1 p. 1-15.

Urrutia, F. J. y Campos-Enriquez, J.Q., 1991. Geomagnetic Secular Variation Central México since 1923 and comparision with 1945-1990 IGRF models, Instituto de Geofísica UNAM.

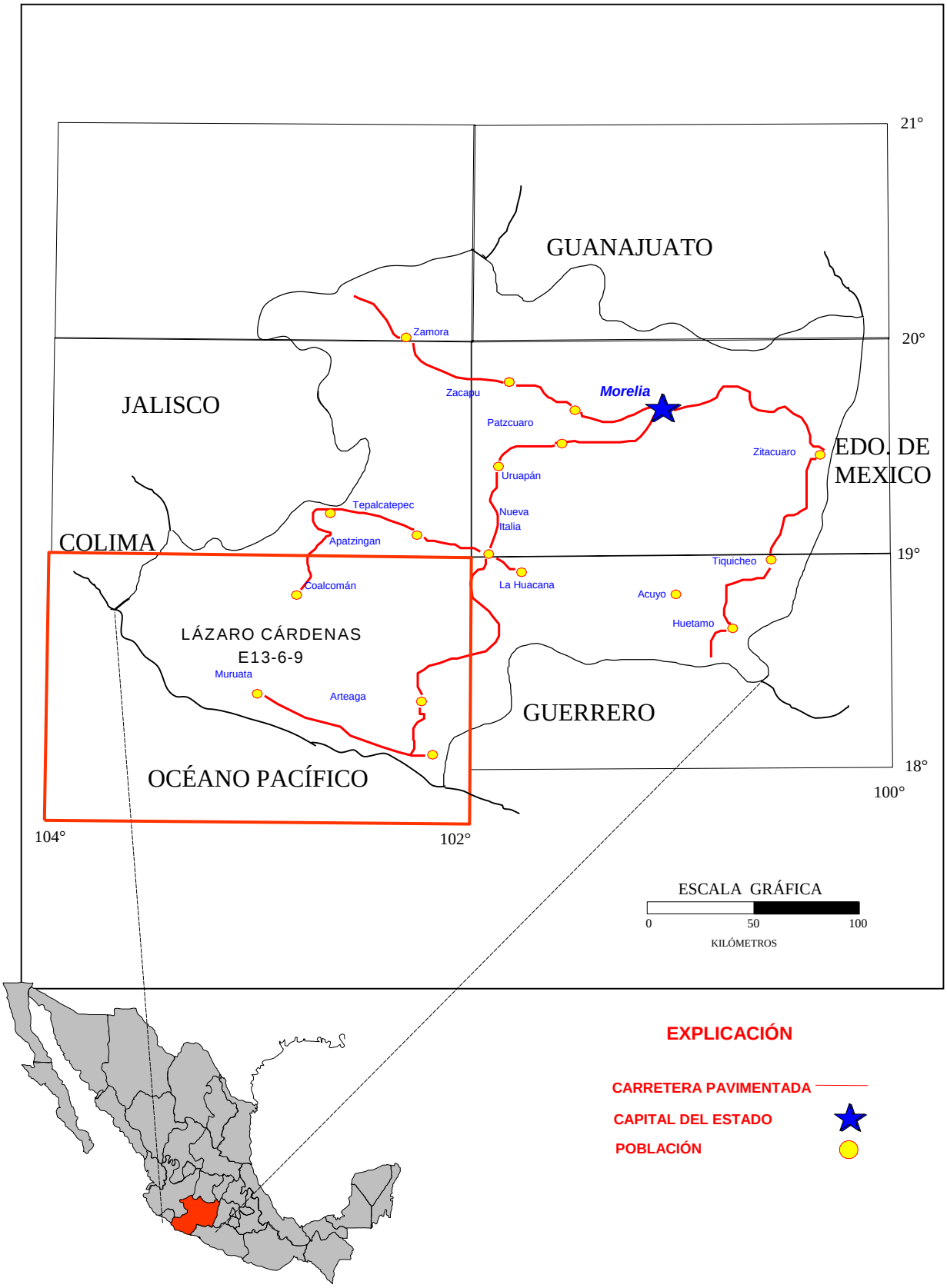
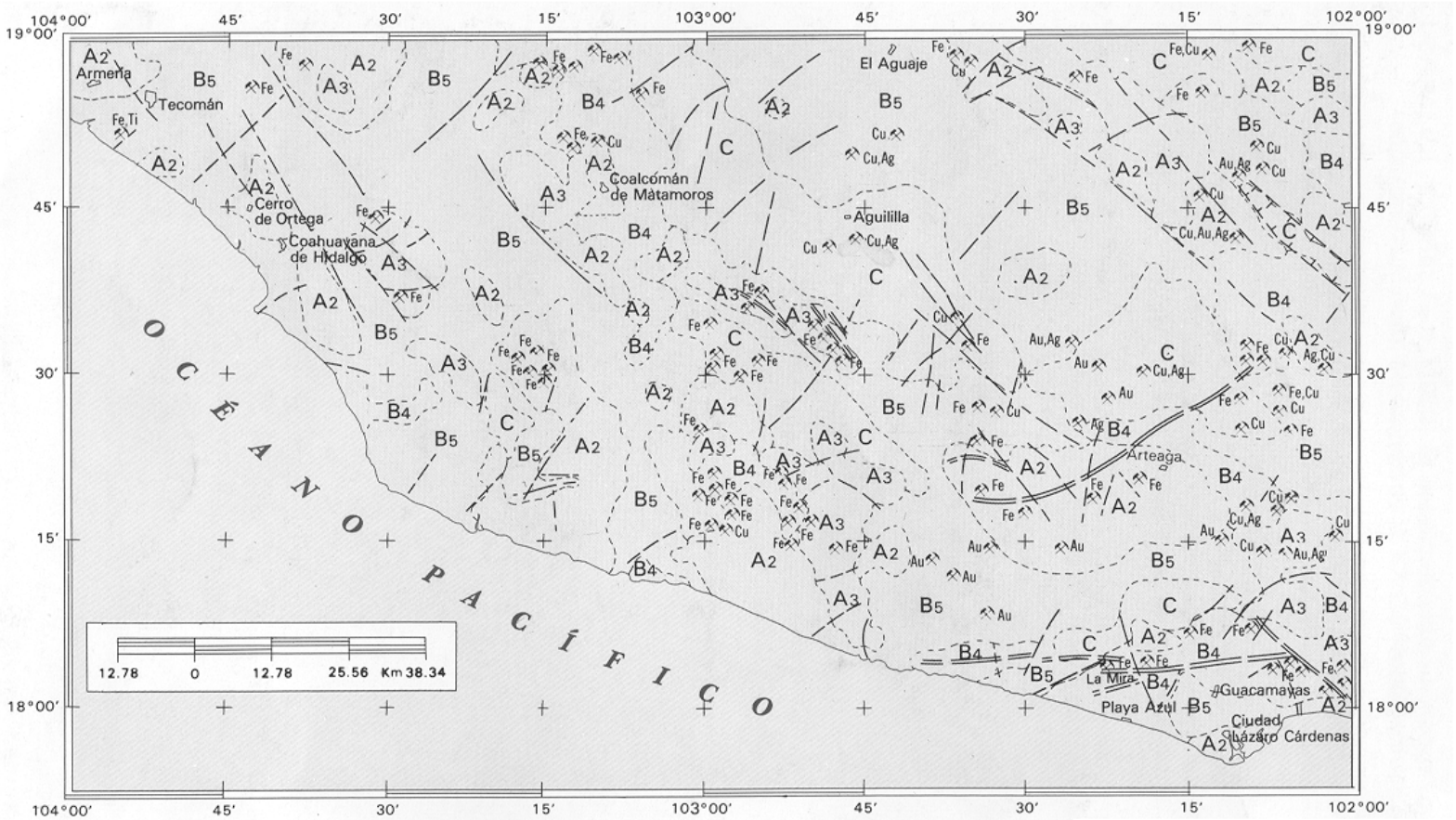


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN



INTERPRETACIÓN DE CARÁCTER REGIONAL

LÍMITE DE UNIDADES LITOMAGNÉTICAS..... B2

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A FALLAS.....

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A ESTRUCTURAS.....

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A PROBABLE CONTROL DE DEPÓSITOS DE FIERRO..

A2.- INTERMEDIAS A BÁSICAS
A3.- BÁSICAS
} ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

B4.- ROCAS VOLCANOSEDIMENTARIAS CON ALTO CONTENIDO DE MAGNETITA.
B5.- ROCAS VOLCANOSEDIMENTARIAS ÁCIDAS
} ROCAS VOLCÁNICAS

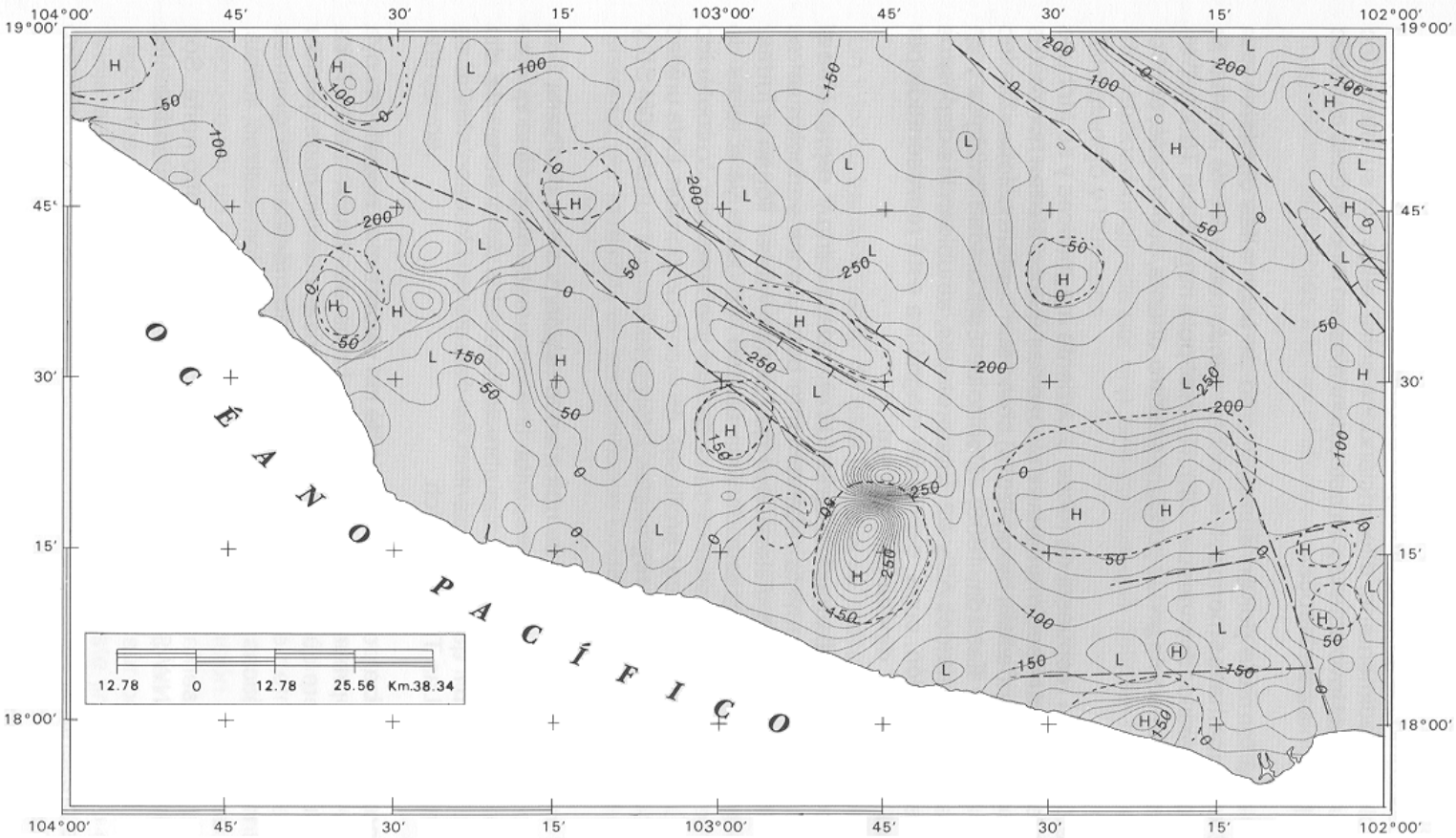
C .- ROCAS SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL

LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9

FIGURA 2



EXPLICACIÓN

CURVAS DE CONTORNO CADA 50 nT

ALTO MAGNÉTICO

BAJO MAGNÉTICO

CUERPO INTRUSIVO INTERPRETADO

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A ESTRUCTURAS

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A FALLAS PROFUNDAS

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CONTINUACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO
HACIA ARRIBA A 2000 m

LÁZARO CÁRDENAS E13-6-9

FIGURA 3