



CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CARTA MAGNÉTICA "DURANGO G13-11" ESTADO DE DURANGO ESCALA 1:250,000

TEXTO GUÍA

Por: Ings. Amancio Reyes Salazar 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

CAPÍTULO II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

CAPÍTULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLA

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

La carta magnética Durango G13-11, a escala 1:250,000, con formato cartográfico del INEGI, se ubica en la porción central del estado de Durango y abarca una superficie de 22,436 Km².

Los datos aeromagnéticos fueron obtenidos de los levantamientos realizados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), en los años de 1980 y 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 los años de 1997 y 1998, en vuelos a 305 m de altura sobre la superficie del terreno, con líneas de exploración de rumbo N-S y separación de 1,000 m.

Los datos del levantamiento se presentan (en la carta magnética), como curvas de contorno de isovalores del Campo Magnético Total (CTM) corregido por IGRF, indicando su intensidad en contrastes de color. La interpretación litológica y estructural, se explica en el presente texto.

La interpretación cualitativa de carácter regional define 5 dominios magnéticos (A₁, A₂, B₁ B₂ 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 minero estructural permitieron seleccionar 8 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 .

Se consideran de interés exploratorio por depósitos tipo skarn polimetálico las 3 zonas prospectivas localizadas al oriente de la carta, ya que delimitan la extensión en el subsuelo de los cuerpos intrusivos de Peñón Blanco, de Cerro Minitas y de Ignacio Ramírez.

Se seleccionaron 5 zonas prospectivas para explorar por depósitos de origen hidrotermal en forma de vetas (Au, Ag, Cu, Pb, Zn), encajonadas principalmente en las rocas andesíticas terciarias del Complejo Volcánico Inferior, se localizan al norte, nororiente, norponiente y surponiente de a carta, en las inmediaciones de los poblados de José Ma. Patoní, Melchor Ocampo, San José de Morillos, Patio de Flores, El Nuevo Porvenir, Santa Lucia y Nueva Patria. Las 5 zonas prospectivas están relacionadas a cuerpos magnéticos intrusivos sepultados, emplazados en la zona de intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

Al oriente de la carta se interpretó una amplia franja de lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE que abarca desde el extremo suroriente hasta el norponiente del poblado de Nuevo Ideal, al norte de la carta, en una extensión de 70 Km.

Dentro de esta franja se localizan los distritos mineros de Cerro de las Minitas, San José de Avino, San Lucas de Ocampo, Sierra de la Silla y Coneto de Comonfort.

Los lineamientos anteriormente citados parecen definir el límite entre los terrenos tectonoestratigráficos Tahué (Surponiente) y Tepehuano (Nororiente).

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES

I.1.- INTRODUCCIÓN

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

El Consejo de Recursos Minerales, tiene la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Durango G13-11, 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.

Esta carta corresponde a un mapa de intensidad magnética total corregido por IGRF, obtenido a partir de los vuelos aerogeofísicos realizados durante los años de 1980 y 1981 por Pemex y en 1997 y 1998 por el CRM.

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

1.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por Petróleos Mexicanos (Pemex) en los años de 1980 y 1981, y por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en los años de 1997 y

1998. Los datos del vuelo de Pemex de las áreas denominadas Yerbanis y El Palmito fueron entregados al CRM como información digital grabada en cintas, con lo cual éste último organismo contó con el cubrimiento aeromagnético total de la Hoja Durango.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de distintas cartas temáticas de INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1980).

I.3.- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN LOS LEVANTAMIENTOS

El levantamiento realizado por Pemex en los años de 1980 y 1981, en las áreas El Palmito y Yerbanis dentro de la hoja Durango, consistió en vuelos aeromagnéticos a 120 m de altura promedio sobre el terreno, en líneas con rumbo N-S y separación de 800 m. La identificación de las trayectorias de vuelo, se llevó a cabo mediante el sistema de navegación Doppler Bendix DRA-12.

En esta etapa se empleó un avión Douglas DC-3, y un magnetómetro Flux Gate de campo total, Gulf MK-III con sensibilidad de 0.5 nT (nanoteslas).

En los años de 1997 y 1998, los levantamientos efectuados por el CRM consistieron en vuelos a 300 m de altura con líneas de rumbo N-S y separación de 1000 m. El posicionamiento de 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 empleando un avión Islander bimotor BN2-B27, y un sensor magnético fijo de vapor de Cesio marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT.

1.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS

1

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

a).- Adquisición de datos aerogeofísicos

Para los vuelos realizados en la superficie de esta carta, la información se tomó en forma digital con el equipo y características antes mencionadas y se exportó a la estación de trabajo SUN Sparc 10 para su procesamiento e integración mediante el software Geosoft; generándose archivos X, Y y Z por línea de vuelo y rejilla de 500 por 500 m. Para los datos magnéticos obtenidos por Pemex, en una etapa previa se validó la información en campo revisándose línea por línea, así como el registro de la estación monitora.

b).- Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético

Según los datos del observatorio de Teoloyucan. Méx., obtenidos para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en este lapso aproximadamente 48.07 nT (nanoteslas) por año (Urrutia y Campos, 1993), lo que nos da una idea de la magnitud del cambio en el campo geomagnético que debe corregirse.

En nuestro caso, a los datos aeromagnéticos se les substrajo el valor del campo geomagnético tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas de levantamiento y altura de vuelo.

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

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

c).- Generación del mapa

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250,000, los datos se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z, y se utilizó el algoritmo de interpolación por mínima curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno cada 20 nT.

d).- Graficación

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

1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA

La información magnética contenida en la carta Durango G13-11 escala 1:250,000 con formato cartográfico INEGI, comprende una superficie de 22 436 km² y abarca la porción central del estado de Durango (Figura 1).

La edición cartográfica se efectuó con el paquete 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 magnéticos en tonos rojos como se indica en el espectro de valores de la carta; esto es con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos.

En la interpretación cualitativa de carácter regional, se indica con línea punteada los límites de los dominios litomagnéticos y con línea interrumpida los lineamientos magnéticos asociados a fallas.

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 porción oriental de la hoja se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, dentro de la subprovincia de Sierras Transversas, formadas por rocas sedimentarias marinas mesozoicas plegadas y rocas volcánicas (Raisz, 1964).

Por su parte, el sector occidental de la carta comprendido en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental (Raisz, op cit.), dentro de las subprovincias: Altiplanicie con Bolsones, constituida por sierras y mesetas separadas por cuencas y subcuencas intermontañosas que forman mesetas y grabens de rumbo NW-SE (Río Santiago - Río Chico y Laguna de Santiaguillo); Meseta Lávica formada por prominencias montañosas constituidas por carpeta de ignimbrita gruesa subhorizontal afallada y disectada por profundos cañones. Esta última es conocida localmente como zona de Barrancas 1980). (Carrasco, representada principalmente por el Río Piaxtla en Tayoltita y el Río los Remedios, en San José de Bacis.

Las unidades litoestratigráficas que afloran muestran edades que varían del Paleozoico Superior al Holoceno, y están representadas por rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas intrusivas, extrusivas y subvolcánicas y sedimentos clásticos continentales del Terciario Inferior y del Cuaternario.

Rocas Basales

Las rocas más antiguas en la región se observan en aislados afloramientos. Están representadas una secuencia por volcanosedimentaria en San José de Bacis, y por un complejo metamórfico en las cercanías de Diez de Octubre al nororiente de la carta, los cuales se ubican en el Paleozoico Superior. Sin embargo, aún es objeto de discusión el origen, procedencia y relación de estas unidades constituyen fragmentos de basamento antiguo, con otras unidades antiguas bien estudiadas. El basamento de la región, es más probable que este formado por rocas batolíticas graníticas-dioríticas del Cretácico Tardío-Terciario Inferior, como lo sugieren McDowell y Keizer (1977, in Henry y Fredrikson, 1987), los cuales constituyen la raíz de la Sierra Madre Occidental.

ERA PALEOZOICA

Existen dos unidades que muestran la presencia del Paleozoico en la región, éstas son conocidas como: Unidad Volcanosedimentaria y Complejo Metamórfico.

Unidad Volcanosedimentaria. Aflora en el río Los Remedios, en las inmediaciones del distrito minero de San José de Bacis. Consiste de pizarras negras y filitas con intercalaciones de seudoestratos de rocas volcánicas andesíticas, estratos laminados de arenisca y microconglomerados formados por fragmentos de pizarras y filitas. Por su similitud litológica se correlaciona con la Formación San José de Gracia (Malpica, 1974, *in* CRM, 1998), localizada en el norte de Sinaloa, la cual es considerada de edad Paleozoico Superior.

Es posible también, que se correlacione con secuencia volcanosedimentaria una metamorfizada de edad paleozoica (Pacheco, et al., 1984) que aflora a 1 km al norte de Santa María del Oro, Durango, y aue ambas representen aisladas manifestaciones del Terreno Guerrero (Campa y Coney, 1983). Subyace en discordancia erosional (?) a rocas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior.

Complejo metamórfico. Aflora en el arroyo Medrano en las cercanías del poblado de Diez de Octubre al nororiente de la carta. Está constituido por meta areniscas (cuarcitas), con moscovita y sericita, y meta calizas con fusilínidos y bandas y fracturas rellenas de cuarzo. Muestra metamorfismo de bajo grado, de la facies de esquistos verdes. Se presenta fuertemente formando deformada. un anticlinal recumbente, lo cual ha dificultado medir su espesor. Una datación de K/Ar de Garduño (1983, in CRM, 1998) en esta unidad, dio una edad de 251 ± 20 Ma (Pérmico Medio). Subyace en discordancia angular a una secuencia tipo flysch conocida como Formación Mezcalera.

ERA MESOZOICA

Las rocas mesozoicas están representadas al oriente de la carta por rocas sedimentarias marinas jurásicas - cretácicas de tipo flysch con un cambio lateral de facies y rocas carbonatadas que se extienden en aislados afloramientos de rumbo N-S. Estas rocas señalan la extensión del paleoelemento conocido como Mar Mexicano (Araujo y Arenas, 1986).

Sistema Jurásico Superior - Cretácico Inferior

Formación Mezcalera.- De edad Titoniano-Neocomiano (C.R.M., 1998), se localiza en el arroyo La Mezcalera, al oriente de Valle de Zaragoza, Chihuahua. Fue reconocida al nororiente y oriente de la carta en el Arroyo Medrano y en la Sierra de Yerbanis (CRM, 1998). En la primera localidad consiste de un flysch terrígeno formado por areniscas con intercalaciones de lutitas que aumentan su contenido de material calcáreo hacia la cima, donde se presentan capas delgadas y medianas biomicríticas de calizas intercaladas con arenisca y limolita con

fósiles (berriasellidas). En la Sierra de Yerbanis y al norte de Peñón Blanco, consiste de capas delgadas y medianas de calizas, intercaladas con capas delgadas de margas. En ambas localidades, esta formación se encuentra muy deformada, lo que dificulta estimar su espesor.

Sistema Cretácico Inferior

Formación Cuesta del Cura.- Su localidad tipo se ubica en Cuesta del Cura a 7 Km al poniente de Parras, Coahuila. Dentro de la carta aflora al nororiente, y al norte de Peñón Blanco. Consiste de caliza micrítica a caliza arcillosa de color gris en capas onduladas delgadas, con intercalaciones de capas laminadas arcillosas y bandas y nódulos de pedernal negro. Su espesor varía de 70 a 300 m. Se le asigna una edad del Albiano-Cenomaniano Temprano (Imlay, 1936 y Levich, 1973, in CRM, 1998). Esta formación está intrusionada por rocas graníticasgranodioríticas de 59.2 a 46.1 Ma (Pemex, 1981), que origino la mineralización tipo skarn en el distrito minero de Peñón Blanco. Sobreyacen por cabalgadura a la Formación Mezcalera y subyacen en discordancia angular a las andesitas brechas ٧ andesíticas del Eoceno.

ERA CENOZOICA

Sistema Terciario

Está representado por dos secuencias de rocas: volcánicas félsicas intermedias y máficas y troncos plutónicos, que fueron generadas en dos distintos eventos magmáticos, separadas por un conglomerado continental epiclástico. Estas rocas son cubiertas discordantemente por basaltos alcalinos del Mioceno y por basaltos y gravas cuaternarios.

Complejo Volcánico Inferior (CVI)

El Complejo Volcánico Inferior (McDowell y Keizer, 1977) consiste de rocas volcánicas y plutónicas que constituyen el basamento de la mayor parte de la región (Swanson, et al., 1978).

Predominan las andesitas, aunque en algunos sitios las rocas intermedias y félsicas se presentan en cantidades iguales. Las rocas volcánicas incluyen andesitas y brechas andesíticas de textura afanítica; éstas últimas están conformadas por fragmentos angulosos de andesitas y riolitas.

En algunos lugares la andesita está interestratificada con rocas volcánicas félsicas. Debido a la tectónica y a la erosión esta unidad aflora principalmente en forma de ventanas estructurales en los distritos de Tayoltita, Bacis, El Tejamen, Coneto de Comonfort, San Lucas de Ocampo y San José de Avino. En Tayoltita y Bacis su espesor es hasta de 700 m, en El Tejamen, Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo. El espesor es de 250 m en esta última localidad fue datada con una edad de 38.8 Ma (Damon, 1975, in CRM, 1998).

Al surponiente de Bacis la secuencia volcánica andesítica descansa en discordancia angular sobre rocas sedimentarias cretácicas fuera de la carta.

Subyace también en discordancia a depósitos de sedimentos clásticos continentales, de la Formación Las Palmas en Tayoltita, y a la Secuencia Volcánica Superior, en Tejamen, Alamito, Ratia y Avino.

Supergrupo Volcánico Superior (SVS)

Consiste principalmente de ignimbritas riodacíticas-riolíticas, con cantidades subordinadas de rocas máficas, que forman la Provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental.

En las inmediaciones de la ciudad de Durango está representado por la secuencia Durango, constituida por distintas unidades de rocas volcánicas riolíticas. La mayoría de ellas se relacionan al complejo de la caldera Chupaderos (McDowell y Keizer, 1977), y fueron emitidas entre los 32 y 28 Ma (McDowell y Keizer, op cit.). A 60 km al poniente de la ciudad de Durango el SVS está representado por otra secuencia de riolitas de 1000 m de espesor, conocida como secuencia volcánica Espinazo - El Salto con una edad promedio de 23.3 ± 0.3 Ma (McDowell y Keizer, op cit.). En las zonas de Tayoltita, Bacis y Otáez, donde fue cartografiada por el CRM (1998) con un espesor de 800 m; presenta una edad de 27.9 ± 0.6 Ma (Damon, 1977, in CRM, op cit.). Por otra parte en la Sierra de Gamón Lyons (1975, in Pemex, 1981), definió esta secuencia con un espesor de 1800 m, y Pemex (op cit.) por correlación con las unidades de la caldera Chupaderos, le asignó una edad de 30.8 a 28.8 Ma.

Sistema Cuaternario

Basalto Guadiana.- Esta formación fue definida por Albritton (1958, in Swanson, et al., 1978) en el Valle de Guadiana, al oriente y nororiente de la ciudad de Durango, consiste de extensos flujos de basaltos toleíticos interestratificados con gravas cuaternarias que alcanzan un espesor de hasta 70 m. Valastro (1974, in Swanson, et al., 1978) determinó una edad de 10 000 a 15 000 años para esta unidad. Sobreyace en discordancia a la Formación Baluarte en Francisco Zarco y Cieneguillas, así como también, a la andesita del Eoceno, Grupos Registro y Carpintero, Formación Gamón, y subvace discordantemente a gravas, arenas, arcillas y sedimentos lacustres recientes.

Depósitos lacustres y aluviales.- Los depósitos lacustres consisten de arenas finas, limos y arcillas en láminas delgadas.

Los depósitos aluviales consisten de clásticos que se originaron por la erosión de las formaciones volcánicas terciarias y cuaternarias. Sus espesores son de hasta 100 m en algunos sitios. Se les asigna una edad del Holoceno.

Rocas ígneas intrusivas.

Las rocas intrusivas en la carta existen en forma de cuerpos batolíticos, troncos y cuerpos subvolcánicos de composición granítica-granodiorítica a monzonítica, afloran al poniente, oriente y norte de la carta.

Las rocas plutónicas batolíticas varían en composición de granítica a granodiorítica y monzonítica y constituyen parte del batolito de Sinaloa (Smith, et al., 1982, Henry y Fredrikson, 1987). Son rocas de color claro, de grano fino a medio, de textura fanerítica e incluyen plagioclasas, cuarzo, feldespatos biotita. hornblenda clinopiroxenos. Afloran en Tayoltita y en Bacis, al poniente de la carta. En los alrededores de Tayoltita, distintas dataciones dieron como resultado una edad media de 45 Ma para estas rocas batolíticas (Henry, 1975, in McDowell y Clabaugh, 1981), lo que señala que forman parte del batolito de Sinaloa, cuyo magmatismo estuvo activo de los 102 a los 45 Ma (Henry, 1975, in McDowell, y Clabaugh, op cit.).

En el extremo nororiente de la carta, al norte de Peñón Blanco, aflora un intrusivo granítico que se emplazó en el núcleo de una estructura anticlinal (Pemex, 1981).

Éste intrusiono a las rocas sedimentarias del Cretácico Inferior produciendo una zona de skarn y mineralización polimetálica económica. Su emplazamiento ocurrió en dos periodos de intrusión, seguidos por el emplazamiento de diques tonalíticos que afectan a las calizas.

Al poniente de Ignacio Ramírez, en Cerro de las Minitas, aflora un intrusivo monzonítico emplazado en calizas del Cretácico Inferior y en las ignimbritas del SVS (Pemex, 1981). Este intrusivo se asocia a mineralización de Ag-Pb-Zn en el Cerro de las Minitas. El CRM (1998), sugiere una edad del Oligoceno Temprano para este intrusivo.

En el extremo suroriente de la carta, y al poniente de la Sierra La Pila, se observa un pequeño pórfido riodacítico y diques dacíticos que intrusionan a la Formación Mezcalera, originando una aureola de hornfels, cuarcitas, filitas y skarn en donde se emplazó mineralización (CRM, 1998).

Algunos cuerpos subvolcánicos de composición latítica a traquítica afloran en Cerro de Mercado y se asocian a los cuerpos de mineral de fierro de grandes dimensiones.

Al norte de San Agustín de Ocampo, en la porción norte de la carta, se observa un pórfido riodacítico mineralizado.

Geología Estructural

El patrón estructural es producto de 3 eventos de deformación que afectaron a las rocas terciarias y mesozoicas y originaron la morfología actual de la región.

El evento de deformación más antiguo posiblemente produjo durante se convergencia de las placas Farallón y Norte América durante el Aptiano-Albiano (Henry, originándose 1986), esfuerzos compresión oblicuos cuyas componentes tangenciales produjeron una compresión en dirección N-NW y como consecuencia el desarrollo de fallas de corrimiento a rumbo por un movimiento transpresivo (Henry, op cit).

Una fuerte deformación y levantamiento al poniente de la carta corresponde a la porción oriente de la Sierra Madre Occidental (SMO), ocurrió durante un período que comprende del Cretácico Tardío al Eoceno como

Orogenia producto de la Laramide (McDowell y Clabaugh, 1981). La SMO formada en esta etapa, en condiciones sintectónicas. presenta una estructura homoclinal de suave inclinación de las rocas del Terciario Medio (McDowell Clabaugh,op cit). Hacia los costados. el anticlinal es dislocado por fallas normales mayores y por la fuerte erosión de los ríos Tayoltita y Piaxtla. El fallamiento normal producido en este evento sigue un rumbo preferencial NW 10° a 40° SE (CRM, 1998).

Al poniente de la carta, existen dos sistemas de fallas de corrimiento de rumbo NW-SE y NE-SW posiblemente asociados al sistema anterior (CRM, op cit).

Durante el Oligoceno el cambio de régimen tectónico de compresivo a distensivo, además del fallamiento, dio origen en las inmediaciones de la ciudad de Durango a la estructura de colapso conocida como caldera de Chupaderos (Lyons y Clabaugh, 1972; Lyons, 1975, *in* Swanson, et al., 1978, y Lyons, 1988).

Durante la fase compresiva laramídica al oriente de la carta, se desarrolló en las secuencias sedimentarias mesozoicas un patrón estructural de pliegues y cabalgaduras. En Peñón Blanco, las rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, forman una estructura anticlinal de rumbo NW-SE, limitada por fallas normales (Pemex, 1981).

Tipos de Yacimientos Minerales

En el extremo suroriente de la carta, la secuencia flyschoide del Jurásico Superior-Cretácico Inferior cabalga sobre rocas sedimentarias del Cretácico Inferior.

La Orogenia de Cuencas y Sierras que representa el último y más reciente de los eventos de deformación, traslapó la etapa distensiva laramídica en su etapa final, y produjo un fallamiento normal de rumbo N-NW y NW-SE (Henry y Price, 1986; Henry y Aranda, 1992). Este fallamiento sirvió de conducto para la emisión de basaltos alcalinos con edad de 12 Ma, como los que rellenan el Graben de Río Chico (Basalto Metates), en las cercanías de la ciudad de Durango.

Otras megaestructuras asociadas a este evento de deformación, están representadas por los grabens Laguna de Santiaguillo y Río Santiago; los cuales están limitadas por fallas de rumbo NW-SE.

Quizá la última manifestación de la tectónica distensiva de Cuencas y Sierras en la región corresponda a un fallamiento de rumbo NW-SE que formó un campo volcánico al norte y oriente de la ciudad de Durango (McDowell y Clabaugh, 1981), constituido por lavas basálticas (Basalto Guadiana) y conos cineríticos (Swanson y Keizer, 1978), con edades que varían de 10,000 a 15,000 años.

NP	DISTRITO	TIPOS			ROCA ENCAJONANTE				
		Hidrotermal (vetas)	Volcanogénico (Mantos)	Skarn (Chimeneas y Vetas)	And. CVI	Ignimb.	lgi.	Caliz.	Substancias
1	Cerro de Mercado		Χ			Χ			Fe
2	Cerro de las Minitas			Χ			Χ	Χ	Ag, Pb, Zn
3	Peñón Blanco			Χ		Χ		Χ	Au, Ag, Pb, Zn
4	Tayoltita	Χ			Χ		Χ		Au, Ag, (Pb, Zn Cu)
5	Gavilanes	Χ			Χ				Au, Ag, Pb, Cu
6	Avino	Χ			Χ				Au, Ag, (Pb, Zn)
7	Bacis	Χ			Χ				Au, Ag
8	Coneto de Comonfort	Χ			Χ				Au, Ag, Pb, Zn
9	San Lucas de Ocampo	Χ			Χ				Au, Ag, Pb, Zn
10	Tejamen	Χ			Χ				Au, Ag, Pb, Zn

Tabla No. 1

Yacimientos Minerales

En la tabla No. 1 se muestran los tres tipos de yacimientos minerales reconocidos a la fecha, el tipo hidrotermal con mineralización de Au, Ag, Pb Zn y Cu son los de mayor importancia económica, se localizan al surponiente, poniente y oriente de la carta en los distritos de Tayoltita Gavilanes, Avino, Bacis, Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo, tienen forma de vetas y están encajonados en las rocas andesíticas del CVI.

Los depósitos tipo skarn con mineralización polimetálica se localizan al oriente de la carta en los distritos de Cerro de las Minitas y Peñón Blanco.

El depósito de Fierro de Cerro de Mercado, localizado al sur de la carta, representa el tipo volcanogénico (Lyons, 1988), emplazado en rocas volcánicas ignimbriticas del SVS.

CAPÍTULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información aeromagnética tiene alcance de carácter regional por las características del mapa, donde es posible la interpretación indirecta de rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución de las rocas ocultas

intrusivos, sedimentarias. como rocas metamórficas. rocas volcánicas. profundas y controles estructurales para la presencia de depósitos minerales, rasgos obtenidos en base al contraste 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.

En la presente carta 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 uso de la información.

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

Dominios Magnéticos

Se identificaron 5 dominios magnéticos indicados con las letras: A₁, A₂, B₁, B₂ y C. Estos son diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (Figura 2).

Dominio magnético A₁

Se atribuye a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, conforma monopolos magnéticos de bajo gradiente e intensidad de –200 a 1200 nT.

Se identificaron 11 dominios magnéticos A₁, que se distribuyen al centro-norte, norponiente, surponiente, oriente y nororiente de la carta.

Se detecta un dominio magnético A₁, en el centro-norte de la carta, en el poblado de San José de Morillitos, al poniente de Coneto de Comonfort, se correlaciona parcialmente en superficie con rocas volcánicas ácidas (CRM, 1998, INEGI, 1988) y se interpreta que corresponde a un cuerpo intrusivo magnético emplazado profundidad en el fondo del Graben de Santiaguillo. Al surponiente, en las cercanías del poblado Nueva Patria, se identifica un dominio A₁ que se extiende en dirección E-W y tiene forma semicircular. Se correlaciona en superficie con ignimbritas y tobas riolíticas (CRM, 1998). La interpretación sugiere dos posibilidades:

- Rocas ígneas plutónicas o hipabisales emplazadas en zonas de falla
- Rocas basálticas interestratificadas con ignimbritas y tobas riolíticas producto de volcanismo bimodal

En la porción oriente un dominio A₁, se ubica al poniente del poblado de Ignacio Ramírez y se correlaciona en superficie con un intrusivo cuarzomonzonítico (CRM, 1998), emplazado en rocas calcáreo-arcillosas de la Formación Cuesta del Cura, se interpreta la extensión en el subsuelo hacia el norte del

intrusivo de Cerro de las Minitas. Al suroriente del poblado de Ignacio Ramírez, se interpreta otro dominio A₁ atribuible a un intrusivo sepultado por sedimentos clásticos recientes.

Al norte del poblado de Nuevo Ideal, en el centro-norte de la carta, se detectó un dominio magnético A₁, que se ubica dentro del Graben de Santiaguillo (CRM, 1998), la interpretación sugiere dos posibilidades:

- Un intrusivo sepultado, emplazado en una zona de debilidad cortical
- Relleno de rocas basálticas, asociadas al Graben de Santiaquillo

En el surponiente, en las inmediaciones de los poblados de Tayoltita y San Dimas, se identificó un extenso dominio A_1 , que se atribuye a la extensión en el subsuelo de un batolito granodiorítico que aflora parcialmente (Smith, et al., 1982) y que intrusiona a las rocas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior.

En la porción nororiente, se interpreta un dominio A_1 , que se correlaciona, con un extenso afloramiento de intrusivo granítico (INEGI, 1988, CRM, 1998). Se interpreta su extensión en el subsuelo siguiendo una dirección NW-SE, que coincide a rumbo con el intrusivo de Peñón Blanco, ubicado al suroriente, es posible que ambos intrusivos se unan a profundidad.

El dominio magnético A₁, que se detecta al poniente del poblado de José Ma. Patoni, en la región nororiente de la carta, se correlaciona parcialmente con un pórfido riodacítico mineralizado que está sepultado por ignimbritas, riolitas y tobas piroclásticas (CRM, 1998). Se interpreta como la extensión en el subsuelo de un cuerpo intrusivo.

En el norponiente, en los poblados de El Rincón de San Antonio y El Nuevo Porvenir, se detectan tres dominios magnéticos A₁, uno ubicado en los poblados y los dos

restantes hacia el sur y suroriente. Se correlacionan con afloramientos de derrames y brechas volcánicas andesiticas, ignimbritas y tobas riolíticas, se ubican en el contacto entre las rocas volcánicas del Complejo Volcánico Inferior y el Supergrupo Volcánico Superior, se interpretan como cuerpos intrusivos magnéticos cubiertos por rocas volcánicas.

En el extremo centro norte, al oriente del poblado de Patio de Flores, se detecta un dominio magnético A₁ cubierto por sedimentos clásticos recientes. Se interpreta como un intrusivo magnético sepultado emplazado en el fondo del Graben de Santiaguillo.

Dominio Magnético A₂

El dominio magnético A₂, se presenta en el surponiente de la carta, en las cercanías de los poblados de Santa Lucia y Nueva Patria, está formado por anomalías dipolares de alto gradiente con una intensidad magnética que varía de –200 a + 620 nT.

Este dominio A_2 se atribuye a un cuerpo magnético sepultado por ignimbritas y tobas riolíticas del SVS (CRM, 1998); se interpreta también que los dos pequeños dipolos magnéticos que se ubican al norponiente del dominio A_2 , corresponden a bloques del mismo cuerpo magnético emplazados a mayor profundidad. Existe mineralización de Mn y Fe asociada a estos pequeños dipolos magnéticos.

Dominio magnético B₁

El dominio B_1 se atribuye a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, y se manifiesta por distorsiones, altos y bajos magnéticos, generalmente de pequeñas dimensiones, que se agrupan formando zonas de bajo gradiente y baja intensidad magnética de -1000 a +200 nT.

Los dominios magnéticos B₁ más extensos se distribuyen al poniente, norte y oriente de

la carta, se correlacionan con afloramientos de andesita, ignimbrita-riolita, toba riolítica e ignimbrita del SVS y aluvión (CRM, 1998).

En la parte oriente el dominio B₁ se correlacionó con afloramientos del Basalto Guadiana de 10 000 a 15 000 años (Valastro, 1974, *in* Swanson, et al., 1978).

En la porción poniente de la carta, este dominio se interpreta como la respuesta de las rocas volcánicas félsicas del SVS de poco espesor, las cuales sobreyacen a las andesitas del CVI. Al norte y oriente, los dominios B₁ delimitan áreas donde las rocas del SVS no están presentes, lo que indica un menor espesor de las rocas volcánicas félsicas sobre las rocas del CVI. Esto señala a los dominios B₁ en estos sectores, como zonas donde las rocas son favorables para contener depósitos minerales.

Dominio magnético B₂

Este dominio magnético se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, representado por monopolos y dipolos magnéticos de radio dipolar corto, que se distribuyen caóticamente formando zonas de alto gradiente magnético con intensidades de –1400 a +1200 nT.

El dominio magnético B₂ ocupa la mayor parte de la carta, distribuyéndose en el centro, centro-sur, norponiente y surponiente de la carta. En estos dos últimos, el dominio B₂ se correlaciona con afloramientos de rocas volcánicas del SVS, por lo que se interpreta que en dichos sectores existen algunas coladas de andesíticas basálticas dentro del SVS o bien que el espesor de esta secuencia sea mayor en estas porciones.

Al centro y centro-sur de la carta, el dominio B₂ se correlaciona con toba riolítica-ignimbrita del SVS y con basaltos subalcalinos de la Formación Calera de 29.3 Ma, basaltos alcalinos de la Formación

Metates de 11 Ma (McDowell y Keizer, 1977, in Swanson et al., 1978) y con el Basalto Guadiana de 10 000 a 15 000 años (Valastro, 1974, *in* Swanson, et al., op cit).

Se interpreta que el dominio B₂ en estas porciones es producido por la riolitaignimbrita con intercalaciones de algunas coladas de andesitas basálticas (Wark, 1991), quizá representadas por el Basalto Calera, similar a como lo observó Swanson (et al., 1978), en las vecindades de la ciudad de Durango. Así también, este dominio representa la respuesta magnética del Basalto Guadiana, al norte y oriente de Durango, Basalto Calera, en la Mesa Calera, y Basalto Metates al sur y al poniente de dicha ciudad.

El límite nororiental de estos dominios B₂ se extiende aproximadamente en una línea de rumbo NW-SE desde la Sierra Cieneguillas, en la esquina suroriente de la carta, hasta el Cerro La Lumbre al norponiente de Nuevo Ideal. Esta línea imaginaria define burdamente el límite entre una región de magmatismo calcoalcalino (surponiente) y otra de magmatismo calcoalcalino de elevada alcalinidad (nororiente), como lo sugieren McDowell y Clabaugh (1981). Es posible también, que represente el límite aproximado entre los tectonoestratigráficos Tahue (surponiente) y Tepehuano (nororiente), como lo propone Sedlock (et al., 1993).

Dominio magnético C

El dominio magnético C, se atribuye a espesores importantes de rocas sedimentarias. Está representado por distorsiones magnéticas suaves que forman zonas de muy bajo gradiente magnético, con intensidades de -960 a -40 nT.

El dominio magnético C está distribuido en las porciones nororiente y suroriente de la carta; se correlaciona en superficie con afloramientos de conglomerados de la Formación Ahuichila, aluvión y algunas

coladas de rocas volcánicas félsicas del SVS (PEMEX, 1981). Este dominio se atribuye a una secuencia que incluye: rocas sedimentarias cretácicas en la base y al conglomerado Ahuichila del Terciario Inferior a la cima, cubierto por aluvión y delgadas coladas de rocas volcánicas félsicas.

Lineamientos magnéticos

Se interpretan 2 sistemas de lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW, además de curvolineamientos atribuibles a fallamiento tipo anular (Figura 2).

En el norte y oriente de la carta, predominan los lineamientos con rumbo NW-SE, un fallamiento que afectó a las rocas volcánicas del CVI (CRM, 1998), y que posiblemente haya sido el principal control de la mineralización en los distritos mineros de San José de Avino, Diez de Octubre y Coneto de Comonfort, ubicados dentro de los márgenes de los dominios B₁.

Al centro y centro-sur, se interceptan los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE y NE-SW. La interpretación sugiere que estas zonas de intersección controlaron la emisión de riolitas e ignimbritas con intercalaciones de andesita basáltica (Wark, 1991) en los sitios donde el dominio B₂ es más intenso. Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE delimitan grabens, rellenos por los basaltos alcalinos de la Formación Metates, como es el caso del Graben de Río Chico (Swanson, 1974; *in* Pemex, 1981).

En la porción norte de la carta, lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE delimitan un graben que se extiende desde San Diego de Alcalá hasta San Nicolás de Arriba. Este se formó en rocas volcánicas de composición intermedia a máfica (dominio B₂), y fue rellenado parcialmente por rocas volcánicas félsicas (dominio B₁).

Al surponiente de San Nicolás de Arriba, en el norponiente de la carta, se detectó un curvolineamiento magnético dentro del dominio B₂. Este se atribuye a un fallamiento anular a través del cual posiblemente fueron emitidas rocas máficas, como lo muestra la respuesta magnética B₂, mucho más intensa en el límite del curvolineamiento.

Un curvolineamiento magnético abierto y alargado se interpreta en las cercanías del poblado de Santa Lucía ubicado en el surponiente de la carta, se atribuye a un fallamiento semicircular que posiblemente controló el emplazamiento de cuerpos intrusivos magnéticos (dominios A₁ y A₂) en el límite sur de este curvolineamiento.

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 0.15 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 correspondiente señal а las bajas frecuencias, que son típicamente atribuidas a estructuras y cuerpos intrusivos profundos: Por lo aue es posible identificar levantamientos, depresiones y fallamientos del basamento magnético (Figura 3).

Mapa de Rasgos Superficiales

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

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

Zonas Prospectivas

Se definieron 8 zonas prospectivas con posibilidades para contener minerales polimetálicos y preciosos, asociadas a los dominios magnéticos A_1 y A_2 (Figura 5).

Al extremo nororiente de la carta, en el poblado de Peñón Blanco, un dominio A₁ define la extensión en el subsuelo del intrusivo granodiorítico (PEMEX, 1981) que aflora parcialmente y que da origen a la mineralización de tipo skarn encajonada en calizas cretácicas; resulta de interés la exploración al norponiente y al surponiente de la zona minera conocida, por nuevos depósitos tipo skarn, sepultados por sedimentos recientes.

Las siguientes 5 zonas prospectivas se encuentran dentro de una amplia franja de rumbo NW-SE, la cual se ilustra en la Figura 5 y en donde se encuentran importantes distritos mineros como: Avino, Coneto de Comonfort y Cerro de las Minitas.

En el extremo oriente de la carta, al sur del poblado de Ignacio Ramírez, un dominio magnético A₁ se interpreta como la extensión en el subsuelo, hacia norponiente del intrusivo del Cerro de las Minitas, aumentando así las posibilidades de encontrar nuevos depósitos tipo skarn de Ag, Pb, Zn, encajonados en calizas cretácicas.

Al oriente del poblado de Guadalupe Victoria, en Ignacio Allende, un dominio A₁, atribuible a un cuerpo intrusivo magnético,

está sepultado por depósitos clásticos recientes, por lo que se sugiere una nueva zona prospectiva por mineralización polimetálica.

En la porción nororiente de la carta, al poniente del poblado de José Ma. Patoní, un dominio A₁ delimita la extensión en el subsuelo de un cuerpo intrusivo que se correlaciona en superficie con afloramientos de pórfidos riodacíticos, asociados con mineralización diseminada de Au y Ag emplazada en areniscas lutitas Jurásico-Cretácicas, una nueva zona prospectiva se extiende hacia el nororiente de la localidad minera reconocida.

En la porción norte de la carta, al poniente del pilar tectónico de la Sierra de Coneto de Comonfort, en los poblados de Melchor Ocampo y San José de Morillitos, se interpreta un dominio magnético A₁, ubicado en el Graben de Laguna de Santiaguillo y cubierto por sedimentos clásticos recientes, que constituye una zona prospectiva por Ag y Au relacionada a la intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

Así mismo, en el extremo norte, en el poblado de Patio de Flores, otro dominio A₁, también dentro del Graben de Laguna de Santiaguillo y cubierto por sedimentos clásticos recientes, se define otra zona prospectiva relacionada a la intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

En el norponiente de la carta, en el Poblado de El Nuevo Porvenir, se selecciona una prospectiva, por depósitos tipo epitermal, ya que se detectan 3 dominios A₁ que se atribuyen a cuerpos intrusivos sepultados volcánicas por rocas del Supergrupo Volcánico Superior. cuyo emplazamiento considera está se relacionado a la intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

En las inmediaciones de los poblados de Santa Lucia y Nueva Patria, al surponiente de la carta, un dominio A₂ y un dominio A₁ definen una zona prospectiva por mineralización polimetálica, cubierta por rocas del SVS y relacionada a la intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW.

Se concluye que las 8 zonas prospectivas están relacionadas a cuerpos magnéticos intrusivos sepultados, emplazados la mayoría en la zona de intersección de los lineamientos magnéticos con rumbos NW-SE y NE-SW. Y la mayoría se alinea al oriente de la carta, en una amplia franja de lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, que abarca desde el extremo sur poniente de la carta, hasta el norponiente del poblado de Nuevo Ideal al norte de la carta, en una extensión de 70 Km.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLA

Figura 1. - Mapa de localización

Figura 2. - Interpretación magnética litoestructural

Figura 3. - Mapa de Estructuras Profundas Filtro pasa-bajas del CMT reducido al polo

Figura 4. - Mapa de Rasgos superficiales Primera derivada vertical del CMT reducido al polo

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

Tabla No. 1. - Tipos de Yacimientos Minerales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, M. J. Arenas, P. R., 1986, Estudio Tectónico-Sedimentario en el Mar Mexicano estados de Chihuahua y Durango, Soc. Geol. Mexicana Bol. Tomo XLVII, Vol. 2, p. 43-88.

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

Campa, U. M. F. and Coney, P. J., 1983, Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in México. Canadian Journal Of Earth Sciences, vol. 26, p. 1040-1051.

Carrasco, C. M., 1980, Carta y provincias metalogenéticas del estado de Durango, México, Edos, gobierno del estado y Consejo de Recursos minerales, Pub. 22-E, 59 pags.

Consejo de Recursos Minerales, 1998, Informe final complementario a la cartografía geológico-minera y geoquímica, escala 1:250 000 de la carta Durango G13-11, 154 pags.

Consejo de Recursos Minerales, 1993, Monografía Geológico-Minera del Estado de Durango, SECOFI., 141 p.

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

Henry, C. D. and Price, G. J. J. 1986, Early Basin and Range development in Trans-Pecos Texas adjacent Chihuahua: magmatism and orientation, timing, and style of extension, Journal of Geophysical Research, Vol. 91, p. 6213-6224.

Henry, C. D. and Fredrikson, G., 1987, Geology of part of southern Sinaloa, Mexico adjacent to the Gulf of California, Geological Society of America Map and Chart Series MCHO63,14 pags.

Henry, C. D., 1986, East-northeast-trending structures in western Mexico: Evidence for

oblique convergence in the late Mesozoic, Geology, V. 14, p. 314-317.

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

Instituto Nacional de Estadistica Geografía e Informática (INEGI), 1988, Carta geológica Durango (G13-11), esc. 1:250 000 1a. edición.

Instituto Nacional de Estadistica Geografía e Informática (INEGI), 1996, Carta topográfica Durango (G13-11), esc. 1:250 000 4ª impresión.

Lyons, J. I., 1988, Volcanogenic Iron Oxide Deposits, Cerro de Mercado and Vicinity Durango, Mexico, Econ. Geol., Vol. 83, p. 1886-1906.

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, núm. 2 UNAM, p. 195-206.

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

Pemex, 1981, Geología superficial de reconocimiento del prospecto Yerbanis Norte, Durango, 232 pags.

Raisz. E., 1964, Landforms of México. Cambridge, mass., U.S. office of Naval Research, Geography Branch, Text With Map. esc. 1:3,000 00. 2nd. Edition.

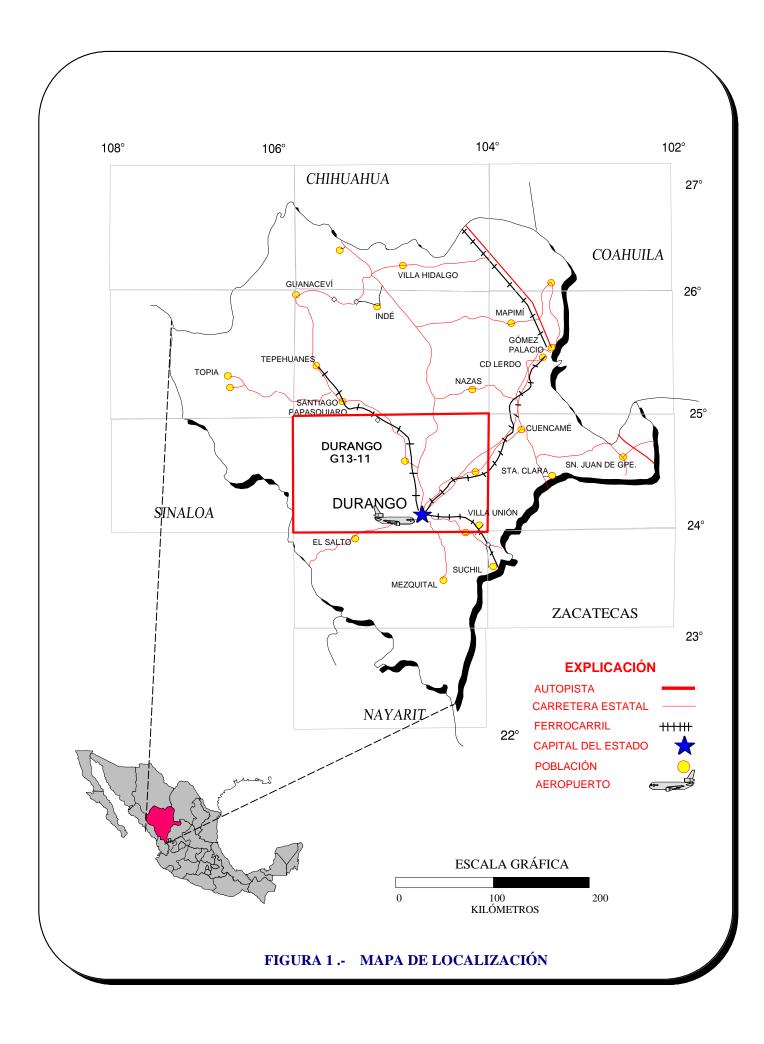
Sedlock, R. L., Ortega, G. F. and Speed, R. C., 1993, Tectonostratigraphic Terranes and tectonic evolutión of México, Geological Society of América Special Paper p. 54-62.

Smith, D., Albinson, T, and Sawkins, F., 1982, Geologic and Fluid Inclusion Studies of the Tayoltita Silver-Gold Vein Deposit, Durango, Mexico, Econ. Geol., Vol. 77, p. 1120-1145.

Swanson, R. E., Keizer, P. R., Lyons, I. J., and Clabaugh, S. E., 1978, Tertiary volcanism and caldera development near Durango City, Sierra Madre Occidental, Mexico, Geological Society of América, Bulletin, V. 89, p. 1000-1012.

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.

Wark, D. A., 1991, Oligocene Ash Flow Volcanism, Northeren Sierra Madre Occidental: Role of Mafic and Intermidiate-Composition Magmas in Rhyolite Genesis, Journal of Geophysical Research, vol. 96, p.13,389-13,411.



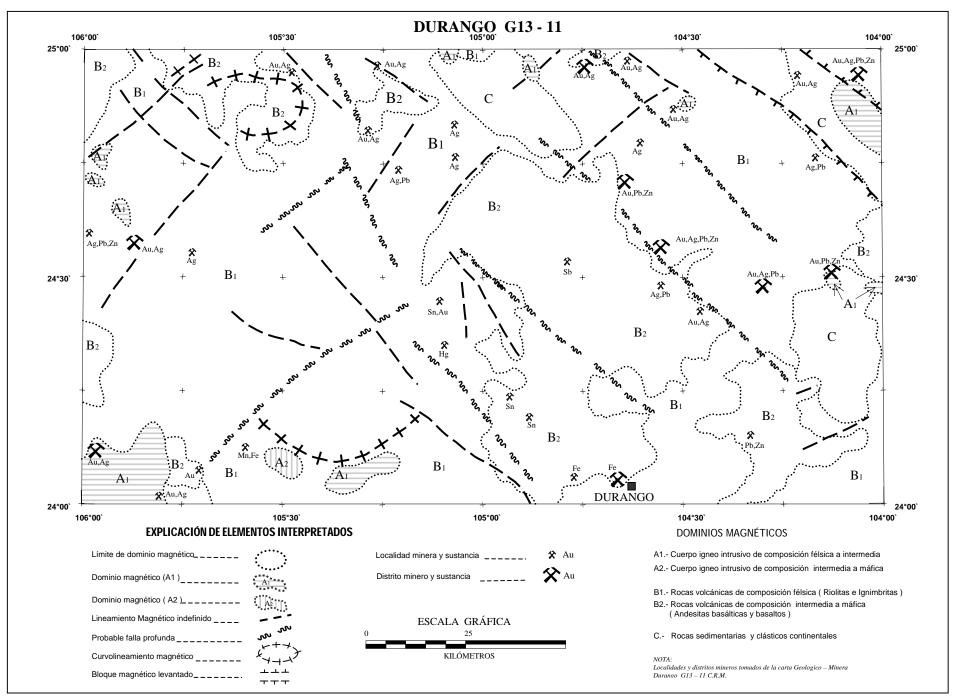
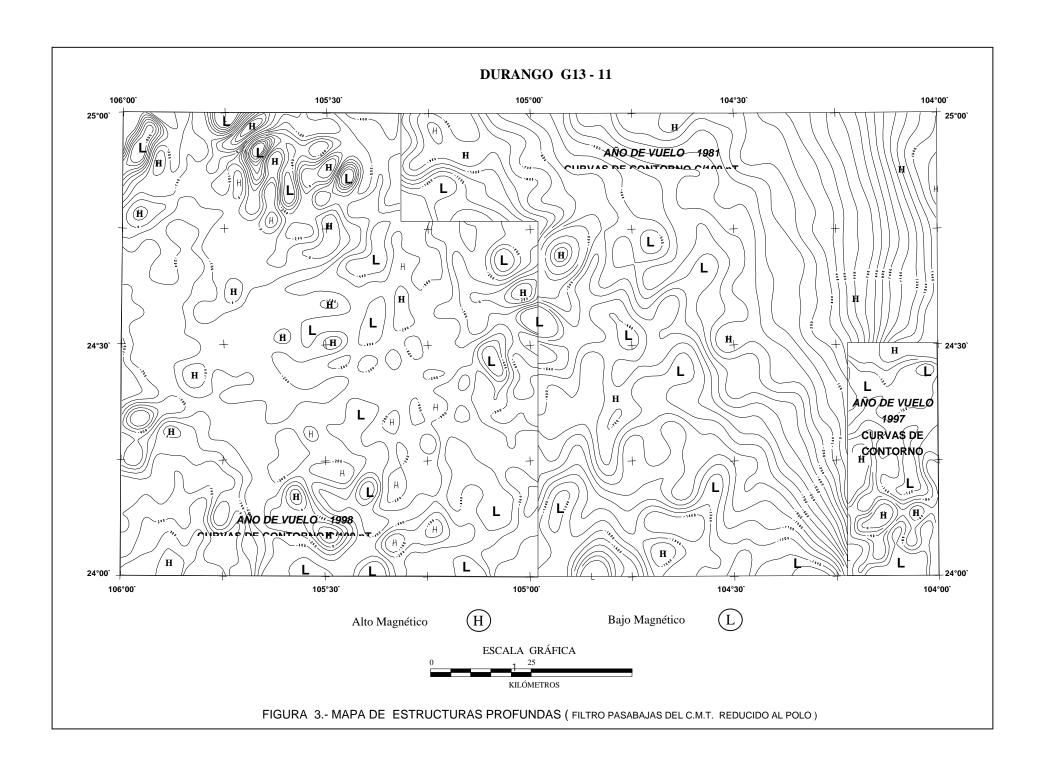
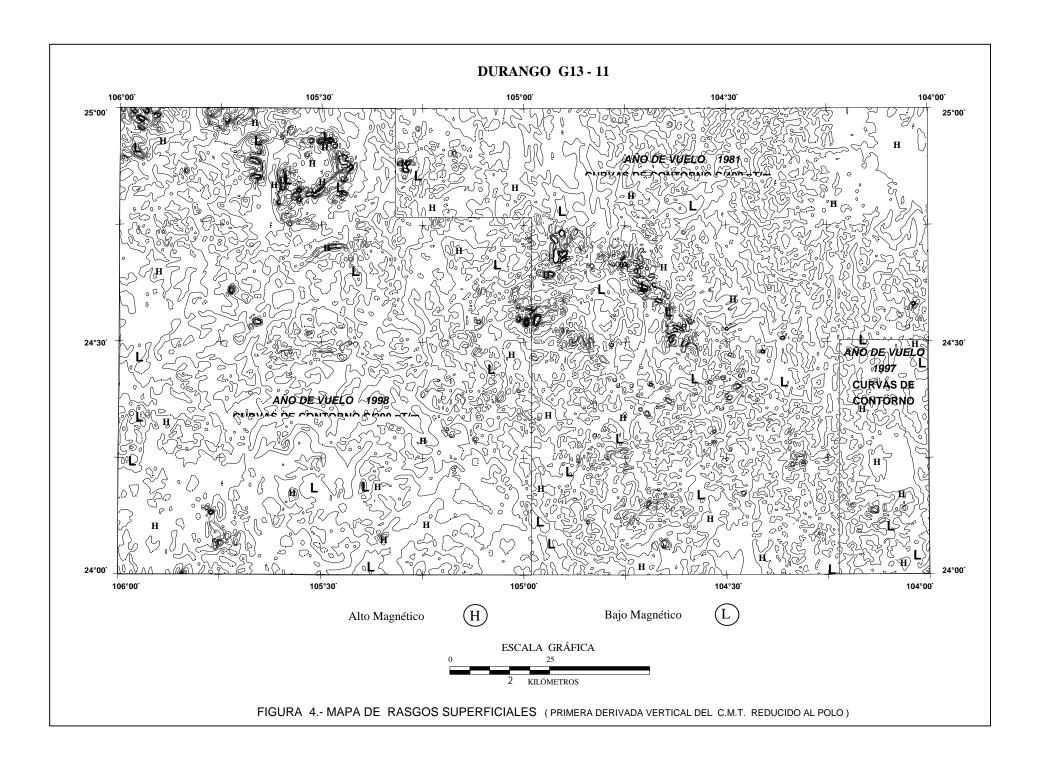


FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL





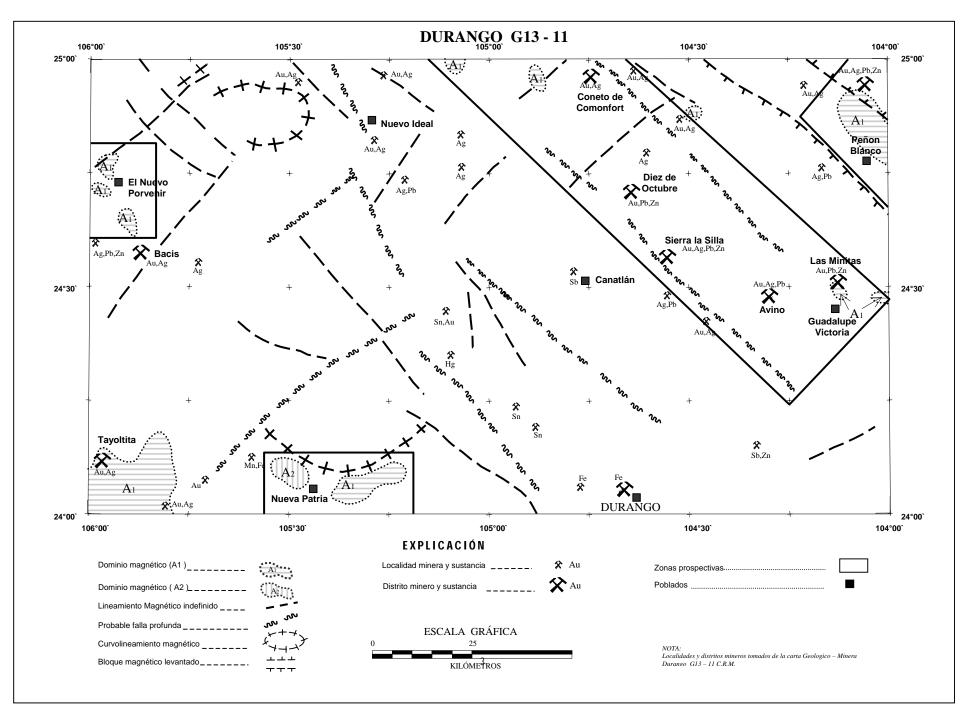


FIGURA 5.- ZONAS PROSPECTIVAS A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN MAGNÉTICA LITOESTRUCTURAL