CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | SE

TEXTO GUÍA
CARTA MAGNÉTICA
"C0NCEPCIÓN DEL ORO" G14-10

ESCALA 1:250,000

Ings. Israel Hernández Pérez
Julio Vélez López
Raucel Pascacio Toledo

.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editado por el Consejo de Recursos Minerales. Primera Edición 1997.* *© Derechos Reservados.*
- *Segunda Impresión 2001.*

Í N D I C E

RESUMEN

Página

INTRODUCCIÓN 1

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA 1

I.1.- Fuentes de información 1

I.2.- Parámetros y equipo utilizado en el levantamiento 1

I.3.- Procesamiento de datos 2
- I.3.1.- Integración de la información magnética 2
- I.3.2.- Obtención de datos corregidos por el campo geomagnético 2
- I.3.3.- Generación del mapa 2
- I.3.4.- Graficación 2

I.4.- Características de la carta magnética 2

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA 3

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL 7

III.1.- Dominios magnéticos 7
- III.1.1.- Dominio magnético A_1 8
- III.1.2.- Dominio magnético A_2 8
- III.1.3.- Dominio magnético B_1 11
- III.1.4.- Dominio magnético B_2 11
- III.1.5.- Dominio magnético C 12

III.2.- Lineamientos magnéticos 12

III.3.- Procesos analíticos realizados 13

III.4.- Zonas prospectivas 14

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 15

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Página

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

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

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

Figura 4.- Mapa de estructuras superficiales
Primera derivada vertical del CMT reducido al polo ..... entre 14 y 15

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

Tabla No. 1.- Dominios magnéticos A_1 9

Tabla No. 2.- Dominios magnéticos A_2 10

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales lleva a cabo el programa nacional de cartografía, geofísica aereomagnética el cual cubrirá la superficie con mayor potencial minero en el territorio nacional, con el objeto de proporcionar al usuario la información que permita estudiar en forma indirecta las condiciones geológicas y estructurales del subsuelo, que conlleven a seleccionar nuevas zonas prospectivas, en la búsqueda de nuevos depósitos de yacimientos minerales.

La carta magnética Concepción del Oro G14-10, a escala 1:250,000, con formato cartográfico de INEGI. Se ubica en el extremo nororiente del estado de Zacatecas, sur de Coahuila, surponiente de Nuevo León y norte de San Luis Potosí, la parte central de la carta se localiza en la unión de estos cuatro estados. Abarca una superficie de 22460 Km^2 (Fig. 1).

El levantamiento aeromagnético se realizó con avión a una altura constante de 450 m sobre la superficie del terreno con líneas de exploración de rumbo N-S y separación de 1000 m. Los datos del levantamiento se presentan como curvas de contorno de isovalores del campo magnético total, indicando su intensidad en contrastes de color. Se indican en la carta la interpretación litológica y estructural, explicando los resultados en el presente texto guía.

En base a un análisis cualitativo de los datos aeromagnéticos, se concluyó que las zonas mineralizadas de mayor importancia se presentan en la porciones central y poniente de la carta, y se relacionan con los dominios magnéticos A_1, A_2, y C

Los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE, constituyen franjas de 30 Km. de longitud y de 5 a 10 Km de ancho. El fallamiento regional NW-SE controla el emplazamiento de los cuerpos intrusivos aflorantes y ocultos que se detectaron con el levantamiento aerogeofísico.

En los distritos mineros de Concepción del Oro y Noche Buena, se detectaron dos anomalías magnéticas dipolares con rumbo NW-SE, su respuesta integrada a profundidad tiene 40 Km. de longitud y 20 Km. de ancho, se encuentra cubierta por rocas sedimentarias mesozoica y sedimentos recientes. Se correlaciona en superficie con varios afloramientos de intrusivos de composición granodiorítica a diorítica. Se recomienda la exploración geofísica y geoquímica en el contorno del contacto marginal interpretado.

En la zona minera de Melchor Ocampo se definió una anomalía magnética dipolar con rumbo NW-SE con las siguientes dimensiones: 17 Km de longitud y 10 Km de ancho, donde su mayor extensión está cubierta por rocas sedimentarias mesozoicas. Esta anomalía magnética se correlaciona con el afloramiento de diorita ubicada en el flanco norte del plegamiento de la Sierra la Caja, donde existe mineralización polimetálica.

En la región minera de Rocamontes se definieron dos anomalías magnéticas dipolares (dominios A_2), que al aplicarles la continuación de campo magnético a 2000 m sobre el nivel del terreno, se interpreta que dichas anomalías se integran a profundidad y corresponden a un mismo cuerpo magnético intrusivo. Este mismo efecto se observa en la zona de minera de Matehuapil -

El Rabioso, donde las anomalías magnéticas se unen a profundidad y se correlacionan con los afloramientos de intrusivo en esta región, parcialmente cubiertos por rocas mesozoicas. Se considera de interés exploratorio toda la zona dentro del contacto marginal interpretado, donde existe mineralización polimetálica.

En la localidad conocida como Cerro El Pedregoso, se definió una anomalía dipolar de alta intensidad (dominio A_2) donde gran parte de su extensión interpretada se encuentra oculta por rocas mesozoicas y clásticas recientes. Existen escasas evidencias de mineralización.

En la zona de Saltillito se definió una anomalía magnética (dominio A_2) la cual se correlaciona con un afloramiento de monzonita, pero mayormente su extensión en el subsuelo esta oculta por rocas mesozoicas. La zona presenta interés exploratorio por las evidencias de mineralización polimetálica.

Existen otras anomalías magnéticas que revisten interés y que se interpretan como la respuesta de cuerpos intrusivos, localizados al poniente de la carta. Los cuerpos interpretados se emplazaron en la traza de la falla San Tiburcio y no alcanzaron a salir a la superficie, por lo que se encuentran sepultados por rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos recientes ubicados en las tres localidades siguientes:

Al surponiente de la Sierra de Guadalupe, en el rancho la Candelaria se interpretó un cuerpo magnético que se correlaciona parcialmente con un pequeño afloramiento de pórfido adesítico, esta mayormente cubierto por rocas sedimentarias mesozoicas en la parte nororiente, donde existen evidencias de mineralización de Ag y Pb, al surponiente las rocas están cubiertas por sedimentos recientes.

Otra anomalía magnética interpretada al norponiente de la carta, se localiza sobre el camino Matamoros-Cedros, el cuerpo anómalo está sepultado por rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos recientes, existe la posibilidad de la ocurrencia de mineralización polimetálica asociada a esta anomalía

Subyaciendo a las estructuras anticlinales de las sierras El Barroso y La Centella y parte sur de la Sierra Santa Rita, se detectó otra anomalía magnética de grandes dimensiones, se interpretó como la respuesta de un cuerpo intrusivo el cual aflora en forma de apófisis en la Sierra de Sta. Rita. La zona anómala se asocia a manifestaciones superficiales de Hg y Au.

En la porción suroriente existen dos anomalías magnéticas (dominio A_1), interpretadas como la respuesta de cuerpos intrusivos emplazados a profundidad, cubiertos por rocas mesozoicas y sedimentos recientes. No se observaron manifestaciones de mineralización, solo se encontraron rodados de cuarzo como una evidencia de actividad hidrotermal.

INTRODUCCIÓN

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

El Consejo de Recursos Minerales, tiene la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con mayor potencial minero en el territorio nacional. La carta magnética Concepción del Oro G14-10, escala 1:250,000, forma parte de una serie de publicaciones dentro de este programa; las cuales aportan información básica que permiten fundamentar futuras exploraciones.

La carta magnética Concepción del Oro contiene información en una superficie de 22,460 Km^2 y corresponde a un mapa de intensidad magnética total corregido por IGRF, obtenido a partir de los vuelos aerogeofísicos realizados durante el año de 1996.

En una 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.

I. INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1.- Fuentes de información

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos del levantamiento aeromagnético realizado por el Consejo de Recursos Minerales en el año de 1996.

La información cartográfica básica fue proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1992).

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

Para los objetos mineros para los cuales el COREMI está dedicado, durante el año 1996 se efectúo el levantamiento aeromagnético, siguiendo vuelos de contorno con una altura promedio sobre el terreno de 450 metros. En líneas con rumbo N-S y separación de 1000 m, con 7 líneas de control separadas a cada 18 Km aproximadamente.

El levantamiento se realizó en un avión Islander bimotor utilizando un sensor magnético de vapor de Cesio marca Scintrex CS-2, un magnetómetro con resolución de 0.001 nT (nanoteslas) con sensor fijo y un sistema de adquisición de datos, marca Picodas 1000; el control de las trayectorias de vuelo se llevo a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS).

I.3 Procesamiento de datos

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

I.3.1.- Integración de la información magnética

Para los vuelos realizados en la superficie de esta carta, la información se tomó con el equipo y características antes mencionadas; en forma digital y se exportó a la estación de trabajo SUN SPARC 10 para su procesamiento e integración mediante el software Terratools, generándose archivos X,

Y y Z por línea de vuelo y rejilla de 500 por 500 m. En la etapa previa se validó la información en campo revisándose línea por línea, así como el registro de la estación monitora.

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

Según los datos del observatorio de Teoloyucan. Mex. , obtenidos por el período de 1923 a 1987; El Campo Geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en este período aproximadamente 48.07 nT (nanotesla) 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.

I.3.3.- Generación del mapa

Con la finalidad de obtener el mapa escala 1:250,000, los datos de la carta magnética Concepción del Oro, se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z, se utilizó el algoritmo de interpolación por mínima curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno cada 5 nT (nanoteslas). El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Sparc 10 con disco duro de 6.3 GB y 128 MB de RAM y velocidad de 51 MHz.

I.3.4.- 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.

I.4.- Características de la carta magnética

La información magnética contenida en la carta Concepción del Oro (G14-10) Escala 1:250,000 con formato cartográfico INEGI. Se localiza en la intersección de los estados de Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y San Luís Potosí. (Figura No. 1) La edición cartográfica se efectúo con el paquete ARC- INFO. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 50nT indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde, 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, con línea continua los diques interpretados.

En la base cartográfica se indican las principales carreteras, ríos y ciudades. La carta está referida a la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

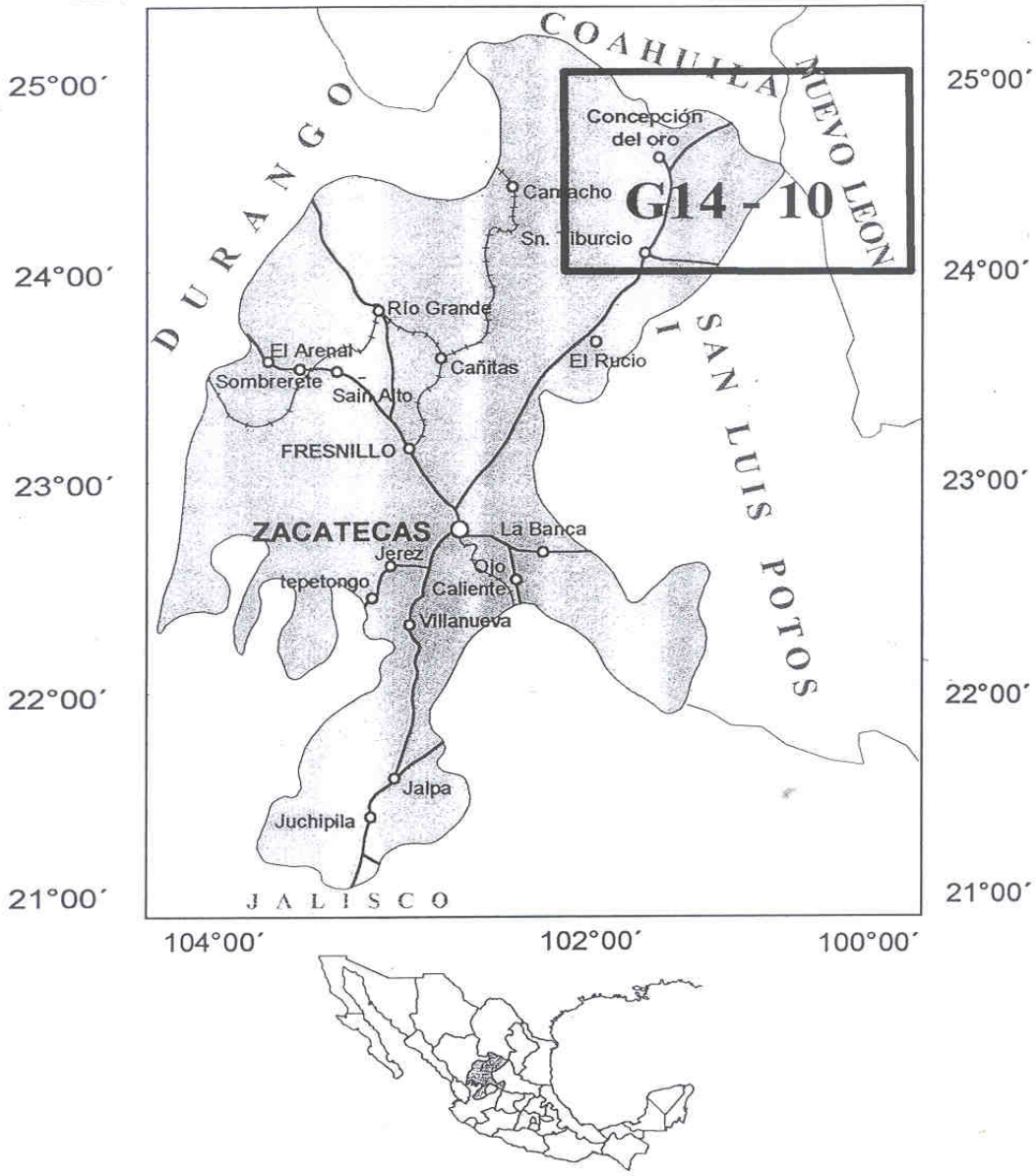


FIGURA No.1 LOCALIZACIÓN DE LA CARTA CONCEPCIÓN DEL ORO G14 - 10

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

La carta Concepción del Oro G14-10 abarca una superficie de 22,460 Km^2 distribuidos en la porción donde se juntan cuatro estados (Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y San Luís Potosí). Se ubica en el flanco poniente de la Sierra Madre Oriental. En esta carta predominan rocas sedimentarias del Mesozoico, formadas en aguas profundas en la porción poniente y rocas carbonatadas y terrígenas hacia el oriente.

Las rocas sedimentarias más antiguas corresponden a depósitos continentales del Triásico Tardío, de la Formación Huizachal reconocidas en el extremo norponiente; al sur del poblado de Galeana, N. L. esta unidad consiste principalmente de lechos rojos, más finos hacia su base y más gruesos hacia la cima (Padilla y Sánchez, 1982).

El Sistema Jurásico está constituido por una secuencia de rocas carbonatadas y evaporíticas. La Formación Zuloaga está constituida por calizas masivas gris oscuras, lutitas grises con intercalaciones de pedernal las cuales subyacen a la formación La Caja, se le ha asignado una edad Oxfordiano Superior. Esta unidad aflora formando el núcleo de la mayoría de las estructuras anticlinales. Hacia la porción oriente de la carta esta formación cambia lateralmente a yeso, caliza y limolita interestratificada que constituye la Formación Olvido descansando discordantemente sobre la Formación Huizachal (Padilla y Sánchez, op cit).

La Formación La Caja está compuesta principalmente por limolita calcárea con estratos delgados de caliza, bandas y nódulos de pedernal (Imlay, 1938). Sobreyace a la Formación Zuloaga y se presenta aflorando en forma similar a la Formación Zuloaga, con espesores de 40 a 150 m. El equivalente de ambiente de Plataforma de esta unidad es la Formación La Casita constituida por lutitas, limolitas, areniscas calcáreas y calizas arcillosas.

Gran parte de las rocas mesozoicas de la hoja corresponden al Sistema Cretácico, con predominancia de carbonatos hacia la base y clásticos hacia la cima, sobreyacen concordantemente a la Formación Zuloaga y La Caja.
El Cretácico Inferior está formado por las siguientes formaciones:

La Formación Taraises (Valanginiano-Hauteriviano) es la unidad cretácica más antigua y aflora en la mayor parte de las sierras que existen en la carta, la constituyen una alternancia de calizas de estratificación gruesa con limolitas. Su espesor es variable y llega a 140 m en el Cañón de Taraises ubicado en la porción norponiente de la carta (Imlay, op cit).

La Formación Cupido está constituida por una caliza másiva microcristalina con lentes y bandas de pedernal negro, horizontes de limolitas y nódulos de pirita. Su edad es del Hauteriviano Temprano al Albiano medio. Aflora en la mayor parte de las sierras de esta carta con espesor promedio de 300 m.

La Formación La Peña, cubre transicionalmente a la Formación Cupido y está constituida por una secuencia calcáreo-arcillosa con abundante pirita diseminada y bandas de pedernal negro con estratificación ondulante. Tiene un espesor máximo de 200 m, su edad es del Aptiano superior.

La Formación Cuesta del Cura (Albiano-Cenomaniano), cubre transicionalmente a la Formación La Peña, consiste de una alternancia de calizas con intercalaciones de arcillas calcáreas con ondulaciones tipo boudinage. Sus afloramientos son abundantes principalmente en la porción poniente de la carta, haciéndose más escasos hacia el

centro y oriente. El espesor medio es de 270 m.

El Cretácico Superior en general consiste de sedimentos tipo flysh constituidos por una alternancia de lutitas, areniscas y calizas arcillosas. Las areniscas contienen abundantes fragmentos de rocas sedimentarias y volcánicas, así como cuarzo de origen metamórfico cuya fuente fue una tierra positiva en la Sierra Madre Occidental llamado Arco Volcánico Tarahumara (Araujo y Arenas, 1986).

Las rocas del Cretácico Superior se extienden en los flancos de las estructuras anticlinales. Las facies de cuenca están representadas por las formaciones Indidura y Caracol que en conjunto llegan a tener espesores de hasta 1000 m.

La Lutita Parras constituida por lutitas calcáreas negras arcillosas sobreyacen a la Formación Caracol y se presentan en afloramientos más reducidos que las formaciones anteriores localizándose en las porciones bajas topográficamente en las regiones del Valle de Bonanza, al oriente de Concepción del Oro.

El Cenozoico está representado por rocas clásticas de origen continental, rocas ígneas plutónicas y volcánicas. Los conglomerados son de clastos gruesos constituidos por fragmentos de rocas volcánicas y material calcáreo.

Las rocas volcánicas terciarias son de composición riolítica, andesítica y basáltica (dominios magnéticos B_1 y B_2), su extensión es reducida restringiéndose a pequeños afloramientos en la porción sur de la carta. Algunos afloramientos de basaltos contienen xenolitos de rocas ultramáficas y xenolitos granulíticos provenientes del manto y de la base de la corteza, los cuales se definen como remanentes del Campo Volcánico Los Encinos (Luhr, 1991; Aranda et al. , 1993).

Rocas Igneas Intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas afloran en forma de troncos, diquestratos y diques en la porción poniente de la carta. En el Terciario Medio y Tardío se desarrollaron varios episodios de actividad magmática, donde numerosos cuerpos hipabisales fueron formados y algunos de estos rompieron la superficie en los ejes de los anticlinales mayores.

La mayor ocurrencia de las rocas intrusivas se presenta en la Sierra de Zuloaga, Sierra de La Caja, Sierra de Concepción del Oro, Sierra Las Bocas, y Sierra de Sta. Rita en la porción poniente; mientras que los afloramientos de las sierras El Pedregoso, Astilleros y Papagayos se presentan en la parte central y al norponiente de Galeana, Nuevo León.

Se observa en superficie que estos cuerpos están intrusionando a las rocas sedimentarias jurásicas y cretácicas. Generalmente son de composición granodiorítica a diorítica, aunque en las cercanías del contacto gradúan a tonalita con afinidad alcalina en el oriente a calcoalcalina al poniente (Roger, et al. , 1963).

Las rocas intrusivas de la regiones mineras de Concepción del Oro, Providencia y Noche Buena, consisten de troncos, diques y diquestratos de composición granodiorítica. Estos cuerpos forman una aureola de metamorfismo de contacto con las rocas mesozoicas y son importantes por su relación con la mineralización polimetálica que se presenta en forma de vetas, chimeneas y cuerpos irregulares con producción de metales base y preciosos.

En la región sur de la Sierra de Sta. Rita, el tronco intrusivo es de composición granodiorítica, cuya edad de emplazamiento

es del Terciario Medio a Tardío, y está asociado a evidencias de mineralización de Hg y Au (Roger, op cit).

Al norte de la Sierra de Astilleros los intrusivos de Rocamontes de composición granodiorítica a monzonítica han producido una aureola de metamorfismo de contacto con las calizas; se consideran de gran importancia por su relación con la mineralización de metales preciosos de Au y Ag que se conocen en superficie.

Los afloramientos de intrusivos granodioríticos a monzoníticos en la región de Matehuapil-El Rabioso representados por troncos y diques han producido metamorfismo de contacto donde existe mineralización de Au, Ag, Zn y Cu, así como vetas radiales de Pb-Zn.
En la Sierra Papagayo los afloramientos de intrusivos en forma de troncos de composición granodiorítica han provocado mineralización de Au y Ag.

El afloramiento de intrusivo cuarzomonzonítico en forma de tronco, ubicado en Cerro Peñuelos (El Pedregoso), presenta escasa mineralización polimetálica aunque existen varios prospectos, se desconoce su importancia geológica minera (Roger, op cit).

Geología estructural

El aspecto estructural predominante en la carta está dado por el efecto de los esfuerzos compresivos de la Orogenia Laramide sobre los sedimentos mesozoicos y cenozoicos y las etapas de fallamientos distensivos durante el Período Terciario, donde las estructuras de las Islas de Coahuila, de San Carlos y la Península de Tamaulipas se mantuvieron como cratones y actuaron como contrafuertes de los esfuerzos en esta etapa que influyeron en gran medida en el estilo de deformación de las estructuras.

La secuencia sedimentaria mesozoica de la carta presenta un intenso plegamiento y fallamiento debido a la orogenia ya mencionada, produciendo una serie de anticlinales y sinclinales, los cuales presentan flexiones importantes en su estructura presentándose dichas estructuras al nororiente y oriente, con rumbos NW-SE al centro y oriente, mientras que al poniente estas estructuras se hacen E-W principalmente al sur de Concepción del Oro, presentando la flexión al centro de la carta (Padilla y Sánchez, 1982).

La forma arqueada de los pliegues fue generada durante la Orogenia Laramide cuando las rocas del mesozoico se deslizaron hacia el nororiente sobre las evaporitas y lutitas del Mesozoico Inferior que fueron plegadas y cabalgadas contra y sobre las Islas de Coahuila y San Carlos, produciéndose así una vergencia general de las estructuras hacia el norte y nororiente (Padilla y Sánchez, op cit).

Otro rasgo estructural muy importante dentro de la carta es la falla de San Tiburcio que cruza desde el surponiente y hacia el norponiente de la carta. Esta se ubica en forma diagonal con un rumbo NW-SE, en una longitud aproximada de 100 Km y tiene un desplazamiento lateral siniestro definido en la Sierra La Centella ubicada al surponiente de la carta (Mitre, 1989).

Evolución tectónica

La historia geológica del nororiente de México es compleja, se cree que principia en el Permo-carbonifero, del cual existen cuatro localidades ubicadas fuera de la carta: Placeres de Guadalupe, en la parte central de Chihuahua, Las Delicias y Acatita en el surponiente del estado de Coahuila a 150 Km al NW de la carta y en la región centro-poniente de Ciudad Victoria en el

estado de Tamaulipas, se interpreta la existencia de rocas metamórficas del Paleozoico que se extienden con rumbo NW-SE y que llegaron a cubrir el norte y nororiente de México.

Por otro lado la secuencia sedimentaria del Mesozoico en el nororiente de México, principia con las capas de lechos rojos de la Formación Huizachal de edad Triásico Tardío (Imlay, 1948; López-Infanzón, 1986), la cual subyace a la Formación Zuloaga y que aflora en la parte oriental de la carta.

Hacia la porción poniente las capas rojas definidas como parte de la Formación Nazas, están constituidas por granos finos de rocas sedimentarias con algunos conglomerados e interestratificación de riolitas y riodacitas, dacitas y una unidad volcánica andesítica. De Cserna, en 1956 las consideró contemporáneas a la Formación Huizachal. Sin embargo, estudios petrográficos más recientes sobre esta secuencia volcanosedimentaria continental, reveló que fue depositada durante el Jurásico Medio (López-Infanzón, 1986).

Por otro lado, la presencia de xenolitos granulíticos en las rocas basálticas alcalinas cuaternarias ubicadas al sur de la carta, indica la existencia de un basamento Precámbrico en el subsuelo, de acuerdo a los datos isotópicos de estos xenolitos (Ruiz, et al. , 1988).

La evolución de la región prácticamente se inicia en el Triásico Tardío, sobre una corteza continental en un ambiente inestable con subsidencia progresiva depositándose en las fosas tectónicas los lechos rojos de la Formación Huizachal cuyas evidencias se observan al SW de Galeana, Nuevo León; en el extremo oriental de la carta.

Mientras que al poniente se depositaban la Formación Rodeo constituida por una secuencia de metasedimentos; así como la Formación Nazas que es una secuencia volcanosedimentaria continental del Jurásico Medio y que tiene sus evidencias en el Rancho la Candelaria y en el anticlinal de San Julián (Anderson, et al, 1991).

La Cuenca Mesozoica del centro de México estuvo limitada por el macizo de Tamaulipas al oriente, la isla de Coahuila al norte y el terreno positivo del Paleozoico así como el Arco Volcánico Tarahumara al poniente; en esta cuenca se depositaron rocas sedimentarias marinas con predominancia de rocas calcáreas arcillosas. En su conjunto se estima que su espesor promedio sea de 4000 m(López Ramos, 1982).

La mayor parte de la carta se encuentra en el flanco poniente de la Sierra Madre Oriental, en la porción de la Curvatura de Monterrey (Padilla, 1985). Las rocas mesozoicas se encuentran plegadas con vergencias al norte y nororiente con algunas cabalgamientos en estas mismas direcciones, los cuales fueron producto de los esfuerzos laramídicos que deslizaron regionalmente hacía el norponiente las rocas mesozoicas durante el Paleoceno Tardio-Eoceno Temprano, comprimiéndolos hacía los contrafuertes positivos de las islas de San Carlos, Tamaulipas y Coahuila (Padilla, op cit).

La etapa distensiva del Cenozoico Medio a Tardío dio origen a fosas tectónicas de gran extensión en la carta, estos tienen una orientación N-S a NW 45°, ubicándose en las siguientes localidades: nororiente de la Sierra de Guadalupe y se asocia con la continuación al norte de la falla de San Tiburcio de desplazamiento lateral; Tanque de San Carlos y Guadalupe Garzaron al nororiente de Concepción del Oro; surponiente de la Sierra del Jabalí y Sierra de las Mazmorras teniéndose en su parte central el intrusivo el Pedregoso en la confluencia de límites

estatales; al sur del poblado de El Salado se interpreta otra estructura con orientación N-S. Las manifestaciones de rocas basálticas alcalinas presentes en el extremo sur de la carta parecen estar relacionadas a esta tectónica de Sierras y Valles, como erupciones típicas de Rift Intraplaca (Henry y Aranda, 1992).

Yacimientos minerales

Los principales depósitos de mineralización polimetálica en esta carta, ocurren en los distritos de Concepción del Oro, Providencia, Melchor Ocampo y Noche Buena, donde las grandes minas son de tipo skarn ó de metamorfismo de contacto. Estos se presentan en forma de vetas, chimeneas, cuerpos estratiformes, tabulares y mantos.

En el distrito minero de Concepción del Oro se presentan los yacimientos tipo skarn de Ag, Pb, Zn, Cu y Au. Los yacimientos tipo skarn del distrito de Providencia se presentan en forma de chimeneas con mineralización de Pb, Zn y Ag. Existen también cuerpos irregulares de Cu en el skarn. Estos se hallan dentro de la Caliza Zuloaga a lo largo del contacto

En el distrito de Melchor Ocampo, existen yacimientos de Au, Ag, Cu y barita; siendo los de mayor importancia económica los que se hallan asociados a los diques y apófisis de composición intermedia. Estos yacimientos se presentan en forma de vetas, chimeneas, mantos y cuerpos irregulares. La mineralización de este distrito es principalmente de galena argentífera, esfalerita, calcopirita, pirita-cerusita, malaquita, limolita, cuarzo y calcita.

Los yacimientos del distrito de Nochebuena se presentan dentro de la aureola de metamorfismo en cuerpos estratiformes y tabulares originados por relleno de fisuras. La mineralización de Au y Ag se presenta en una matriz de cuarzo y calcita.

En la Sierra de Rocamontes, al sur del estado de Coahuila en los límites con el estado de Zacatecas la mineralización de Cu, Au y Ag se presenta rellenando fracturas tanto en el intrusivo como en el contacto (CRM, 1993).

Al sur del distrito de Concepción del Oro en la Sierra la Centella, existe mineralización de Hg rellenando fracturas en rocas calcáreas.

La mineralización de Au, Ag, Pb, Zn y Cu en la Sierra Rodríguez se presenta rellenando fracturas. Al sur de Galeana Nuevo León en las rocas sedimentarias localizadas al nororiente de la carta, hacía el extremo oriental en la región de San José de Raíces, se tiene evidencia de mineralización de Fe, Pb y Zn de origen hidrotermal.

Al sur de Tanque Nuevo, en la Sierra de Saltillito existe mineralización de Au y Ag en vetas y rellenando fracturas principalmente en la zona de contacto.

III.- DISCUCIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información aereomagnética contenida en la carta Concepción del Oro G14-10 tiene alcance de carácter regional por la escala del mapa; en el cuál es posible la interpretación indirecta de rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución de las rocas ocultas 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 en el subsuelo, originado éste por el contenido en su composición mineralógica de óxidos y/o sulfuros de fierro dispersos en pequeñas porciones en la matriz de las rocas.

Se presenta una interpretación cualitativa de los rasgos magnéticos más obvios, 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 especificas 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 sobreyacentes, en mapas a escala 1:50,000 ó 1:20,000, donde se seleccionen áreas más reducidas en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos y geofísicos a detalle.

III.1.- Dominios magnéticos

En la carta Concepción del Oro (G14-10) se identificaron 5 dominios magnéticos indicados con las letras: A_1, A_2, B_1, B_2 y C; diferenciados en base a sus características de intensidad, magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar, así como forma y tamaño (Figura 2).

Para la identificación y descripción de la respuesta magnetométrica en algunas localidades que presentaron ambigüedades en la interpretación de gabinete; se realizó la verificación en campo. Del análisis de los datos aeromagnéticos y la verificación de campo, se explican los siguientes rasgos geológicos interpretados:

Los dominios magnéticos identificados como A_1 y A_2 se atribuyen a rocas intrusivas de composición félsica y de composición intermedia a máfica respectivamente.

II.1.1.- Dominio magnético A_1

El dominio A_1 se caracteriza por una respuesta magnética en forma de dipolos que varían de -35 a + 20 nT y monopolos con intensidad de -40 a -15 nT. Dentro de la superficie que cubre la carta se presentan nueve unidades magnéticas A_1, cinco en la porción poniente, dos en la parte centro - norponiente y dos hacia el suroriente.

De gran interés por su cercanía a zonas mineralizadas son las anomalías magnéticas dipolares A_1 que se presentan al poniente de la carta, alineadas con rumbo NW-SE y ubicadas en el rancho la Candelaria, al oriente de Tecolotes y al norte de Vergel. Estas anomalías se atribuyen a la respuesta de cuerpos intrusivos de poca intensidad magnética y de pequeñas dimensiones, cubiertos por rocas sedimentarias.

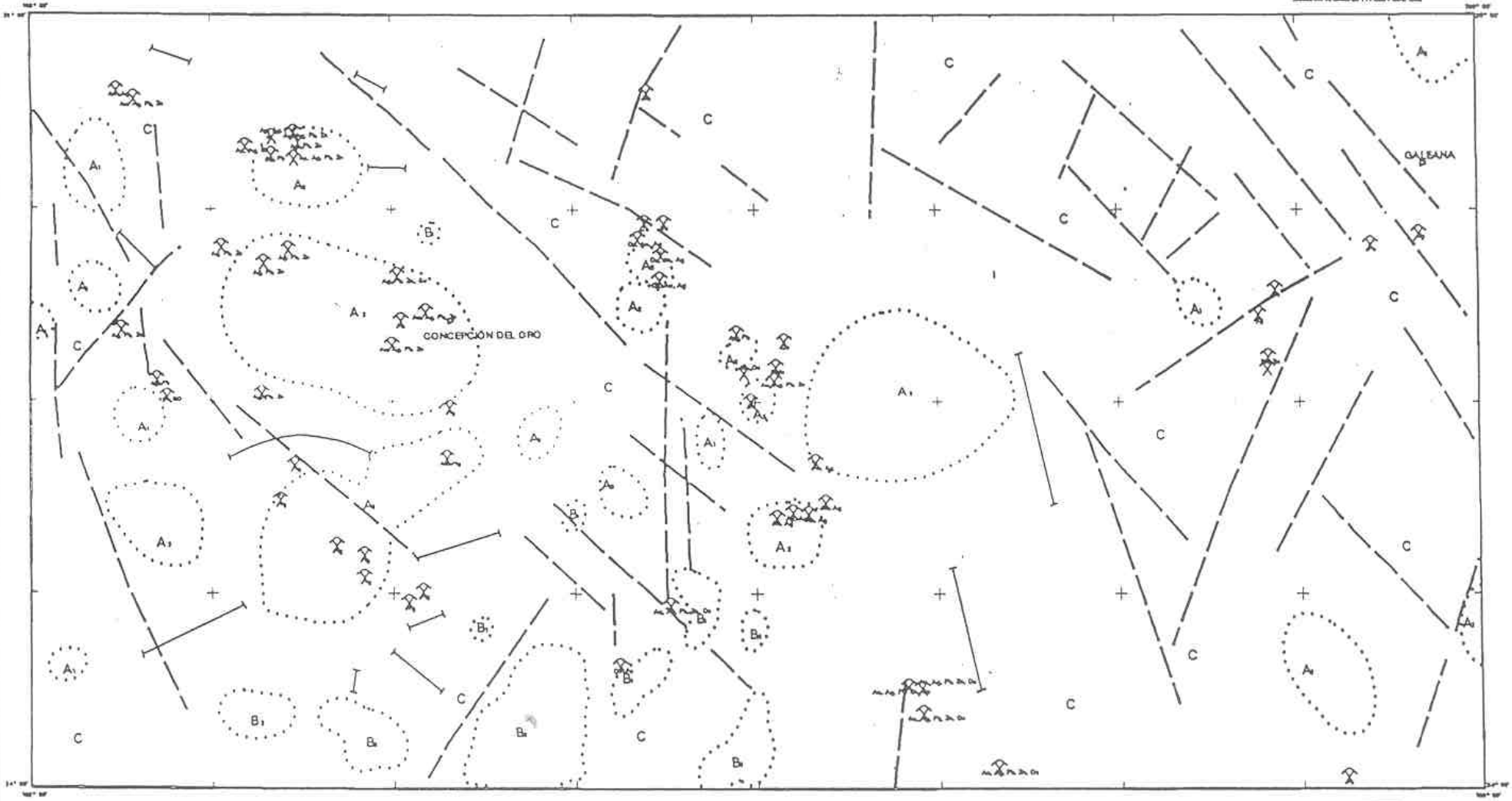
En la porción central de la carta se presenta una anomalía magnética monopolar A_1 de baja intensidad, localizada en el rancho El Progreso, la cual se ha interpretado como la respuesta producida por un cuerpo intrusivo cubierto por sedimentos clásticos recientes y probablemente por rocas sedimentarias. Este cuerpo interpretado parece ser una extensión del intrusivo de Matehuapil.

En el extremo suroriente de la carta, se tienen dos anomalías magnéticas A_1 de baja intensidad, la primera definida como un monopolo localizado en el rancho de Santa Rosa, su respuesta se atribuye a un cuerpo intrusivo que está sepultado en su mayor parte por sedimentos clásticos recientes y en las porciones norte y sur por rocas sedimentarias del Mesozoico; se considera de interés exploratorio la superficie dentro del contacto marginal interpretado, principalmente en sus porciones norte y sur.

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CONCEPCIÓN DEL ORO G14 - 10

SECOFI



LÍMITE DE UNIDADES LITOMAGNÉTICAS

LINEAMIENTO MAGNÉTICO ASOCIADO A FALLAMIENTOS PROFUNDOS DEL BASAMENTO MAGNÉTICO

DIQUE MAGNÉTICO INTERPRETADO

LOCALIDAD MINERA

ESCALA GRÁFICA

0 8 16 27 36

KILÓMETROS

A1.- CUERPOS INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN FÉLSICA

A2.- CUERPOS INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA A MÁFICA

} ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

B1.- ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN FÉLSICA

B2.- ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA A MÁFICA

} ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS

C.- ROCAS SEDIMENTARIAS MESOZOICAS

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN A PARTIR DE DATOS MAGNETOMÉTRICOS

La otra anomalía magnética A_1 está representada por un dipolo de - 30 nT de

intensidad, ubicada al borde de la carta y al oriente del rancho Sandia la Victoria, su respuesta magnética se atribuye a un cuerpo intrusivo que está sepultado por rocas sedimentarias mesozoicas, la mayor parte de este cuerpo queda fuera de la hoja.

La anomalía A_1, localizada en la porción nororiente de la carta, se interpreta como una respuesta magnética producto del levantamiento del basamento ígneo o metamórfico que constituye parte del terreno positivo de la isla de Tamaulipas, (Padilla y Sánchez, 1985).

III.1.2.-Dominio magnético A_2

El dominio magnético A_2, está representado por 14 anomalías aeromagnéticas dipolares bien definidas, con intensidades que varían de -450 a +1100 nT. Se ubican al centro y poniente de la carta, mismas que pueden ser clasificadas en tres grupos:

Grupo 1: Localizado al poniente de la carta, comprende 6 anomalías aeromagnéticas dipolares de alta intensidad, estas anomalías se interpretan como las respuestas producidas por cuerpos intrusivos magnéticos, mismas que se correlacionan con los afloramientos parciales de los cuerpos intrusivos de Melchor Ocampo, Noche Buena, Concepción del Oro, y Sierra Santa Rita. Otras anomalías de intrusivos que no afloran se presentan en la Sierra la Centella y el Cardito, cubiertos por rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos recientes. Los principales yacimientos minerales asociados a estos intrusivos se ubican en Concepción del Oro, Melchor Ocampo y Noche Buena con gran historial minero; por lo que se considera de interés estas anomalías en toda la superficie dentro del contorno marginal interpretado con aerogeofísica.

Grupo 2: Este grupo ubicado en la parte central está, formado por 7 anomalías magnéticas dipolares A_2 de mediana intensidad localizadas en la parte central de la carta, estas anomalías son producidas por cuerpos intrusivos magnéticos , ya que cuatro de ellas se correlacionan en superficie con rocas intrusivas en las localidades conocidas como Rocamontes, Guadalupe Garzarón, Matehuapil y El Rabioso, en las dos anomalías restantes no se observan afloramientos sin embargo existen varias zonas de oxidación de fierro (INEGI,1988) y en otra anomalía localizada al oriente de Pozo Colorado, el cuerpo magnético se encuentra sepultado por material clástico.

Grupo 3: Está formado por dos anomalías magnéticas dipolares A_2, localizadas en la parte centro-oriente de la carta, estas anomalías se interpretan como las respuestas producidas por cuerpos intrusivos magnéticos que se correlacionan parcialmente con los afloramientos en la localidad conocida como Sierra de Papagayos (Saltillito), donde se tiene evidencias de mineralización de Au y Ag, así como en el Cerro el Pedregoso, con mineralización pobre, aunque existen numerosos prospectos y pequeñas minas que han producido poco cobre y otros metales (Roger, op cit).

Los dominios magnéticos B_1 y B_2 se atribuyen a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia e intermedia a máfica respectivamente, estos dominios B_1 y B_2 son escasos, se tienen pequeños afloramientos al poniente de Sierra las Bocas en el rancho las Mesas y en la parte centro sur de la carta, en Tanque de Guadalupe y rancho El Conejo.

III.1.3.- Dominio magnético B_1

El dominio B_1 está representado por altos, bajos y tendencias magnéticas irregulares con intensidades que varían de -50 a -10 nT; este dominio se localiza en la porción centro sur de la carta, en la localidad de el rancho Los Encinos; su respuesta magnética se correlaciona geológicamente con los afloramientos de rocas volcánicas terciarias de composición basáltica (INEGI, 1988), la extensión de las anomalías es más grande que los afloramientos, infiriéndose que parte de éstas rocas están ocultas por sedimentos recientes.

III.1.4.- Dominio magnético B_2

El dominio magnético B_2 se caracteriza por un agrupamiento de pequeñas anomalías dipolares y monopolares, de mediana intensidad y pequeñas dimensiones, con intensidades magnéticas que varían de -90 a + 30 nT.

Los dominios magnéticos B_2 se presentan distribuidos en la porción sur poniente de la carta, se asocian a afloramientos de rocas basálticas, localizados en el rancho Tanque de Guadalupe, rancho el Conejo y Llano el Coyote; se correlacionan con cuellos volcánicos y pequeñas mesetas de basaltos, (INEGI, 1988).

III.1.5.- Dominio magnético C

El dominio magnético C se caracteriza por respuestas magnetométricas de bajo gradiente y gran extensión, las intensidades magnéticas varían de -70 a -20 nT. Este dominio tiene una amplia distribución en toda la carta, principalmente en las partes altas representadas por estructuras anticlinales.

Este dominio magnético C se correlaciona con potentes espesores de rocas sedimentarias mesozoicas y en los valles con potentes espesores de sedimentos detríticos que rellenan las depresiones Plio-cuaternarias, producto de la tectónica distensiva de Sierras y Valles.

Mapa de continuación de campo magnético a 2000 m s. n. t.

Para apoyar la interpretación de los cuerpos magnéticos A_1 y A_2, a los datos aeromagnéticos se les realizó una continuación de campo a 2000 m. sobre el nivel del terreno (m. s. n. t); con esto se eliminó la respuesta magnética de cuerpos superficiales, integrando las anomalías magnéticas a profundidad; La respuesta se correlaciona con la interpretación del mapa original, lo que confirma la interpretación (Figura No. 3).

La continuación de campo magnético a 2000 m permite definir a profundidad tres grandes dominios magnéticos, uno situado al poniente, otro al centro poniente y el tercero en el centro de la carta, correspondiendo a los grupos 1, 2 y 3 descritos anteriormente.

El basamento magnético correspondiente a la porción oriental, está constituido por dos altos magnéticos, el del extremo nororiente se asocia a la respuesta del macizo de la isla de Tamaulipas. El del extremo nororiental es aislado y se interpreta como un intrusivo ligeramente magnético.

El dominio magnético A_2, localizado sobre los intrusivos de Matehuapil y el Rabioso, definidos por dos dipolos magnéticos en el proceso de continuación de campo a 2000 m, refleja que los afloramientos de intrusivo con los cuales se correlacionan dichas anomalías se unen a profundidad, indicando que dichos afloramientos corresponden a un mismo cuerpo a profundidad. Se observa este mismo efecto en las dos anomalías dipolares A_2, ubicadas en Rocamontes, al Norte de la

Sierra El Astillero, donde la mineralización es principalmente aurífera.

Los dominios magnéticos A_1 situados al poniente de la carta, con el proceso de continuación de campo desaparecieron, lo que indica que los cuerpos intrusivos interpretados en el mapa de campo magnético normal, son de pequeños diámetros y no tienen raíz a profundidad. Mientras que la anomalía A_1 localizada en el rancho Santa Rosa al suroriente de la carta tiene una definición clara, lo que indica que el cuerpo magnético interpretado es consistente a profundidad.

III.2.- Lineamientos magnéticos

Se interpretaron tres sistemas de lineamientos magnéticos principales con rumbo NW-SE, NE-SW y N-S, los cuales atribuyen a fallas de origen profundo que no siempre tienen manifestación superficial.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, se localizan principalmente en las porciones nororiental, centro y poniente de la carta, con extensiones que varían de 20 a 70 Km formando franjas de 10 a 20 Km de ancho, controlan el emplazamiento de cuerpos intrusivos magnéticos aflorantes y sepultados

Estos lineamientos magnéticos localizados al poniente de la carta, sirvieron como zonas de emplazamiento de cuerpos intrusivos magnéticos sepultados en varias localidades, como son los definidos por los dominios A_2 y A_1 del lineamiento que inicia en el rancho el Cardito, pasando por el rancho Candelaria hasta llegar al dominio A_1, localizado en el rancho el Vergel, en la porción norponiente de la carta.

Los lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW son menos abundantes, se localizan en la porción suroriente de la carta, su extensión varía de 15 a 70 Km y de 5 a 10 Km de ancho.

Un lineamiento magnético de rumbo NE-SW, inicia en el rancho Tecolotes pasa por San José de Raíces y choca con el anticlinal el Potosí, en el estado de Nuevo León; se interpreta como la respuesta magnética de una falla emplazada a profundidad, o como el límite de una estructura que tiende a profundizar a partir de la traza de esta falla (Carrillo, 1982).

Otro lineamiento con este mismo rumbo, es el que se localiza en la porción suroriente de la carta, a la altura del rancho Sandia la Victoria, N. L. Este lineamiento se interpreta como el límite poniente de una estructura levantada.

Hacía la parte nororiente de esta carta se definen dos bajos magnéticos con rumbo NW-SE, de los cuales uno de ellos es de poca extensión y tiene una intensidad de -50 nT, localizado en el rancho San Roberto; en cambio el otro bajo se sale de esta carta, prolongándose hacía el NW con intensidad de -65 nT, que indica un gran espesor de rocas sedimentarías las cuales se encuentran levantadas, ubicadas en el Cerro el Potosí (Padilla y Sánchez, 1982).

Los lineamientos N-S se representan en la porción central y se considera que están asociados a bloque fallados de desplazamiento vertical, originando volcanismo alcalino relacionado con la unidades B_1 y B_2 de la porción sur y surponiente de la carta (tectónica de Sierras y Valles, Henry y Aranda, 1992).

III.4.- Zonas de interés geologíco- minero

Con base en la interpretación aeromagnética de la carta Concepción del Oro; existen anomalías A_2 que geológicamente se correlacionan con cuerpos intrusivos que

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

CONCEPCIÓN DEL ORO G14 - 10

SECOFI

INTRUSIVO OCULTO

LINEAMIENTO MAGNÉTICO

ESCALA GRÁFICA

0 9 18 27 36

KILÓMETROS

CURVAS DE CONTORNO CADA 10 nT.

ALTO MAGNÉTICO (H)

BAJO MAGNÉTICO (L)

LOCALIDAD MINERA Au,Ag

FIGURA 3.- REDUCCIÓN AL POLO Y CONTINUACIÓN ASCENDENTE DEL CAMPO MAGNÉTICO A 2000 m.

afloran parcialmente, pero existen también anomalías A_2 y A_1 que se han interpretado como cuerpos intrusivos que no alcanzaron a salir a la superficie; por la asociación de la mineralización con los cuerpos intrusivos, estos resultan ser de interés exploratorio y en este sentido es importante conocer la zona marginal interpretada con geofísica; con el propósito de investigar su potencial minero con este nuevo enfoque.

Se identifican como zonas de interes exploratorio las anomalías A_2 de la Sierra de Rodríguez y Sierra la Reforma localizadas al suroriente de Concepción del Oro, así como en la Sierra la Centella en el extremo poniente de la carta donde gran parte de esta anomalía falta por explorar, principalmente lo que se ha interpretado como la superficie limitada por el contacto marginal del intrusivo emplazado a profundidad.

La anomalía A_2 al suroriente de el rancho El Cardito también presenta interés, ya que se localiza en el límite marginal del intrusivo interpretado.

En la zona de Matehuapil también se considera de interés exploratorio la anomalía A_2 lo que se interpretó como el límite del contacto marginal del intrusivo en contacto con rocas mesozoicas, con evidencias de mineralización de Au, Ag, Pb, Zn y Cu. La misma condición se presenta en las anomalías ubicadas en la Sierra de Rocamontes.

Las principales zonas favorables para la ocurrencia de mineralización polimetálica, definidas a partir de la presente interpretación regional, se correlacionan con los dominios magnéticos A_1 y A_2, ubicados en las porciones central y poniente de la carta.

En los distritos y regiones mineras de Melchor Ocampo, Noche Buena y Concepción del Oro la mineralización polimetálica está asociada a los cuerpos intrusivos en contacto con las rocas sedimentarias. La extensión interpretada de estos cuerpos en el subsuelo proporciona nuevas zonas de interes exploratorio y en este sentido es de interés conocer la importancia minera dentro de los límites interpretados a partir de la información aeromagnética.

Otra anomalía de interés que puede estar relacionada con mineralización, es la que esta definida por dos dipolos magnéticos (A_2), localizados al poniente de la carta, sobre las sierras El Barroso, La Centella y Santa Rita; principalmente hacia la zona en donde su límite interpretado en el subsuelo, está en contacto con las rocas sedimentarias. El cuerpo magnético interpretado presenta grandes dimensiones (40 Km de largo por 20 Km de ancho), en el cual gran parte de la superficie que éste abarca se encuentra sin explorar, teniéndose evidencias de mineralización de Hg en la Sierra la Centella y Au y Ag en la Sierra Santa Rita.

Las zonas más estudiadas dentro de la carta son Concepción del Oro y Noche Buena, las cuales están definidas por dos dipolos magnéticos de alta intensidad (dominio magnético A_2), donde se ha interpretado un cuerpo intrusivo de grandes dimensiones que involucra las dos áreas. Parte de esta anomalía se correlaciona en superficie con los afloramientos de los intrusivos. Considerando de interés la porción comprendida dentro de lo que se ha interpretado como límite o contacto marginal, para futuros estudios de exploración, donde se tienen los principales depósitos de mineral del tipo Skarn y chimeneas de toda la carta.

Este mismo caso se presenta en el cuerpo magnético (A_2) localizado en la zona minera de Melchor Ocampo, donde dicha anomalía se correlaciona con los afloramientos de intrusivo conocidos y gran parte de éste se

haya oculto por el paquete sedimentario mesozoico; por lo que el área tiene interés exploratorio dentro del contacto marginal interpretado.

La anomalía A_1 localizada en la Sierra Guadalupe (rancho La Candelaria), también presenta interés desde el punto de vista geológico-geofísico, se correlaciona con un pequeño afloramiento de pórfidos andesíticos está mayormente cubierta por rocas sedimentarias jurásicas que son las rocas receptoras de mineralización en la región, las evidencias de mineralización se presente en forma de vetas de Ag y Pb.

En la porción norte del contacto marginal del cuerpo intrusivo magnético interpretado (dominio magnético A_1) que se localiza al norponiente de la carta (sobre el camino que une los ranchos de Matamoros y Cedros), es donde se tiene el ambiente geológico propicio para contener mineral económico

Las porciones norte y sur del contacto marginal interpretado de la anomalía magnética A_1, localizada al suroriente de la carta, en el rancho Santa Rosa, presenta interés geológico-minero, para reconocimientos geológicos ya que en la verificación de campo se encontraron rodados de cuarzo, producto del hidrotermalismo de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, H.T., Mckee, W. J. and Norris W. J.1991. A Northwest trending, jurassic fold nappe, northernmost Zacatecas, Mexico. Tectonics, Vol. 10, Num. 2, p. 383-401

Araujo, M.J. y Arenas, P.R., 1986. Estudio Tectónico-Sedimentario en el Mar Mexicano estados de Chihuahua y Durango:Sociedad Geológica Mexicana, boletín, V.47 (2), p. 43-87

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

Carrillo,B.J. 1982. Exploración petrolera de la Cuenca Mesozoica del centro de México. Bol. Asoc. Méx. de Geologos Petroleros, Vol. 34, Núm. 1, p.21-46

Consejo de Recursos Minerales, 1991. Monografía geológico-minera del estado de Zacatecas. SEMIP. Publicación M-2e, 154 p

Consejo de Recursos Minerales, 1992. Monografía geológico-minera del estado de San Luís Potosí. SEMIP. Publicación M-7e, 218 p.

Consejo de Recursos Minerales, 1993. Monografía geológico-minera del estado de Coahuila. SEMIP. Publicación M-9e, 154 p.

Cserna, Z. 1956.Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México,entre Torreón y Monterrey. XX Congreso Geológico Internacional. P. 1-87.

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

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

Imlay, R.W. 1938. Studies of the Mexican Geosyncline.Geological Society of America. Bolletin, V. 49, p.1651-1694.

Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática (INEGI), 1978. Carta topográfica Concepción del Oro (G14-10), esc. 1:250 000, 1a impresión.

Instituto Nacional de Estadística, Geografia e Informática (INEGI) , 1988. Carta geológica Concepción de Oro (G14-10), esc. 1:250 000 1ª impresión

López, I. M. 1986 Estudio petrogenético de las rocas ígneas en las formaciones Huizachal y Nazas. Soc. Geol. Mexicana. Bol. Tomo XLVII. Vol. 2, p. 1-42

López, R. E. 1982. Geología de México. Tomo II, 3ª Edición. Luhr, J. F. 1991. Crustal contamination in early basin and Range alkalic basalt : Petrology of the Los Encinos volcanic field, Mexico. ESO (Transactions,American Geophysical Union) , V. 72, p 560

Mapes,E. 1961. Geológica y Yacimientos Minerales del distrito de Concepción del Oro, Zacatecas. Boletín 10 E Consejo de Recursos Naturales No Renovables, 148 p.

Mitre, S. L. M. La megafalla laramídica de San Tiburci, estado de Zacatecas. UNAM. Inst. de Geología Revista. Vol. 8, núm. 1, p. 47-51
.

Padilla y Sánchez 1978. Bosquejo geológico estructural de la Sierra Madre Oriental en el área de Linares, Galeana y San Roberto estado de Nuevo León . Inst. de geología; Revista Vol. 2 No. 1. P. 37-40

Padilla y Sánchez 1985. Las estructuras de la Curvatura de Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luís

Potosí. Inst. de Geología; Revista, Vol. 6, Num.1, p. 1-20

Padilla y Sánchez 1986.Post Paleozoic tectonics of northeast Mexico and its role in the evolution of the gulf of the Mexico. Geof. Inst. V 25-1 p. 157-206

Roger, C. L., Cserna, Z., Tavera, A. E. y Ulloa, S. 1957. Geología general y depósitos de fosfatos del distrito de Concepción del Oro, estado de Zacatecas.Bol. Num. 38 del Inst. Nacional para la investigación de recursos minerales. p. 1-129

Roger, C. L., Vloten,V. R., Rivera, O. J.,Tavera, A. E. y Cserna, Z. 1963.Plutonic rocks of northern Zacatecas and adjacent areas, Mexico. Articulo 61, Consejo de Recursos Naturales no Renovables, p. c7-c10.

Roger C. L., Cserna, Z.,Vloten, R. V.,Tavera,A.E. y Ojeda, R. J. 1965. Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luís Potosí. Bol. No. 56 Consejo de Recursos Naturales no Renovables. p. 1-322.

Tardy, M., Ruíz, B. R. 1974. Sobre la observación directa del decollement de la cobertura Mesozoica del sector transversal de Parras, sobre el flanco oriental del anticlinal de San Julian Sierra Madre Oriental, estado de Zacateca. UNAM, Revista Instituto de Geología, p. 31-40

Tardy, M. 1973.Sobre la tectónica de la Sierra Madre Oriental en el sector transversal de Parras, Coahuila. El cabalgamiento de la serie Parrense R.C.P. Soc. Geológica Mexicana, Bol. 1 y 2 p. 63-70

Tardy, M.,Longoria, F. J.,Mitre S., Martínez,R. J., Patiño,A. M.,Padilla y Sánchez, R., y Ramírez,R.C. 1975. Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental: La aloctonia del conjunto cadena alta-altiplano central, entre Torreón, Coah. y San Luís Potosí, S.L.P. México. UNAM., Revista del Inst. de Geología p.1-11.

Tardy, M. 1972.- Sobre la estratigrafía de la Sierra Madre Oriental en el sector Transversal de Parras, Coahuila: distinción de las series Coahuilense y Parrense. Soc. Geológica Mexicana, Bol. 33-2, p.51-50.

Urrutia, F. J., Campos, E. J. O. 1993, Geomagnetic secular. Variation Central Mexico since 1923 AD an Comparison with 1945-1990. IGFR model. Journal Geomag. Geoelect. 45, p. 1-7