CONSEJO DE RECURSOS MINERALES

C A R T A M A G N É T I C A
"ESCUINAPA" F13-5
ESCALA 1:250 000
ESTADOS DE NAYARIT, SINALOA, DURANGO, JALISCO Y ZACATECAS

TEXTO GUÍA

POR: Ings. Ramón Mérida Montiel
Fco. Javier Lara Sánchez
Israel Hernández Pérez
Julio Vélez López

MÉXICO, ABRIL 1998

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTCA

1.1- FUENTES DE INFORMACIÓN

1.2- PARÁMETROS Y EQUIPO UTILIZADO EN LOS EVANTAMIENTOS

1.3- PROCESAMIENTO DE DATOS

1.4- CARACTERÍSTICAS DE LA CARTA MAGNÉTICA

II.- SÍNTESIS GEOLÓGICA

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RESUMEN

EL Consejo de Recursos Minerales lleva a cabo el programa nacional de cartografía geofísica aeromagnética, 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, para la selección de nuevas zonas prospectivas en la búsqueda de depósitos de yacimientos minerales.

La carta magnética Escuinapa F13-5 a escala 1-250 000 con formato cartográifico del INEGI, se ubica en la porción norte de Nayarit y sur de Sinaloa. Abarca una superficie de 20,300 km^2 (Figura 1).

El levantamiento aeromagnéfico se realizó con avión a una altura promedio de 300 m sobre la superficie del terreno con líneas de exploración de rumbo N10°E y separación de 1000 m..

Los datos del levantamiento se presentan como curvas de contomo de isovalores del campo magnético total, indicando su intensidad en contrastes de color.

Se indica 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 al poniente de la carta, en los distritos mineros de Mojarra y Mineral de Cucharas, así como en los intrusivos magnéticos interpretados en el Cerro El Yauco y Buenaventura, la mayor parte de las zonas prospectivas se asocia a los dominios magnéticos A_1 y A_2

Los lineamientos magnéticos de rumbo NW-SE de hasta 60 km de longitud se ubican predominantemente en la porción poniente, corresponden geológicamente a fallas normales escalonadas con buzamiento hacia el NE, presentándose el bloque mas levantado hacia el extremo poniente de la carta, el cual como producto de la erosión dejó al descubierto los yacimientos hidrotermales auroargentiféros y polimetálicos.

El dominio magnético B_2 refleja la configuración en el subsuelo de las rocas andesíticas del complejo Volcánico Inferior que constituyen las rocas encajonantes de la mineralización.

En la intersección de los lineamientos magnéticos NW-SE y NE-SW, ubicados en la porción centro-sur de la carta, se presenta una estructura magnética de forma

circular, la cual resulta de interés geológico-minero, si esta estructura corresponde a una caldera resurgente.

Hacia el extremo nororiental, se localiza una zona de bajos magnéticos de 70 km de extensión que se orientan en dirección NW-SE,- la cual se atribuye a una depresión tectónica En el extremo norte de esta zona y dentro del estado de Durango, existe mineralización de estaño en rocas riolíticas terciarias, resultando de interés geológico- minero explorar esta extensa zona de bajos magnéticos.

CAPITULO I.- GENERALIDADES

I.I.- INTRODUCCIÓN

En virtud de la dificultad cada vez mayor para la localización de los yacimientos minerales por encontrarse estos ocultos, el explorador enfrenta la necesidad de auxiliarse con técnicas indirectas de exploración, las cuales representan valiosas herramientas que deben utilizarse conjuntamente para lograr exitosas campañas que conduzcan a encontrar yacimientos minerales susceptibles de ser explotados.

El Consejo de Recursos Minerales tiene la misión de elaborar las cartas geofísicas aeromagnéticas en las áreas con potencial minero dentro del territorio nacional. La carta magnética Escuinapa F13-5 forma parte de este programa, la cual se elaboró en base a los levantamientos aerogeofísicos que se llevaron a cabo por parte del organismo en los años de 1977, 1982 y 1997; estos datos se integraron para hacerlos del dominio público con el propósito de fomentar el aprovechamiento de los recursos minerales del país.

1.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales en los años de 1977, 1982 y 1997.

La información cartográfica básica fue obtenida de la carta topográfica Escuinapa F13-5 escala 1:250 000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1992).

1.3.- PARÁMETROS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS LEVANTAMIENTOS

Para los objetivos mineros a los cuales nuestro organismo está dedicado, durante los años 1977 y 1982 los datos aeromagnéticos se obtuvieron realizando vuelos de contorno con una altura promedio de 300 m, siguiendo líneas de rumbo N 10° E y separación de 1000 m. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación visual. El equipo empleado en estos años fue un avión Islander bimotor BN-2, utilizando un magnetómetro de protón Geometrics G-803 con sensibilidad de 0.25 nanoteslas (gammas) y un sensor móvil; para el posicionamiento de las líneas de vuelo se empleó una cámara fotográfica Automax de cuadro fijo de 35 mm y la altura de vuelo se controló con un radioaltímetro Sperry.

En el año de 1997 se emplearon los mismos parámetros que en 1977 y 1982 a excepción del rumbo N-S de las líneas de exploración; el levantamiento se realizó con el mismo avión utilizando un censor magnético de Cesio marca Scintrex CS-2, con resolución de 0.001 nT y un sistema de adquisición de datos Picodas P1 O1. La identificación de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS), empleando el módulo PNAV 2001 y Procesador Novatel.

1.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la integración de los datos y la generación de la carta Escuinapa, se llevaron a Cabo las siguientes etapas:

a).- INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

La integración de la información obtenida en los años 1977 y 1982 se realizó a partir de la digitalización de los mapas aeromagnéticos de intensidad total a escala 1:50 000, siguiendo las trayectorias de vuelo, para capturar las coordenadas UTM y el valor del campo magnético (z). Posteriormente los datos de los mapas magnetométricos digitalizados y los datos de los vuelos recientes, se exportaron a una estación de trabajo SUN SPARC IO donde fue procesada para obtener el mapa aeromagnético.

La información quedó almacenada por líneas de vuelo, constituyendo la unidad básica del banco de datos magnetométricos. En esta etapa, mediante desplegados gráficos del mapa se revisó que la digitalización fuera correcta.

b).- OBTENCIÓN DE LOS DATOS CORREGIDOS POR EL CAMPO GEOMAGNÉTICO

Según los datos del Observatorio de Teoloyucan, México; obtenidos en el periodo de 1923 a 1987, el Campo geomagnético en la República Mexicana ha decrecido en ese período aproximadamente 48.07 nT por año (Urrutia y Campos, 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 sustrajo el valor del campo geomagnético tomando en cuenta la posición geográfica de la carta, la fecha del levantamiento y la altura de vuelo. Esta corrección se realizó utilizando el valor del IGRF95 (Campo Geomagnético de Referencia Internacional) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V. Working Group 8, 1992).

c).- GENERACIÓN DEL MAPA

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250 000, los datos de la carta magnética Escuinapa se integraron en un archivo de coordenadas X, Y, Z. Se utilizó el algoritmo de interpolación de mínima curvatura (Briggs, 1974) para la generación de curvas de contorno cada 50 nanoteslas (nT). El equipo utilizado fue una estación de trabajo SUN SPARC 10.

d).- GRAFICACIÓN

El desplegado gráfico se realizó en un graficador de plumillas Houston Instruments modelo DMP-162. 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 carta magnética Escuinapa F13-5, escala 1:250 000 con formato cartográfico de INEGI contiene información aeromagnética en una superficie de 20,300 km^2 y se localiza en la porción sur del estado de Sinaloa y norte de Nayarit principalmente. (Figura No. 1).

La edición cartográfica se efectuó con el paquete ARC/INFO; los intervalos de color de los valores de intensidad isomagnética se seleccionaron cada 100 nanoteslas (nT), indicando los bajos magnéticos en tonos 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. La impresión final se realizó en un plotter de inyección de tinta Hewlett Packard, modelo 755CM.

La interpretación cualitativa de carácter regional se indica en la carta en color negro; con trazos punteados los limites de los dominios litomagnéticos y con líneas interrumpidas los lineamientos magnéticos asociados a fallas.

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

CAPITULO II.- CONTEXTO GEOLÓGICO.

La Carta Escuinapa F13-5 tiene una superficie de 20,300 KM2 que comprende en su mayor parte el norte de Nayarit, sur de Sinaloa y Durango, poniente de Zacatecas y norponiente de Jalisco.

Fisiográficamente la carta está formada por las provincias Llanura Costera del Pacifico, al poniente y Sierra Madre Occidental hacia el oriente, esta última a su vez se divide de poniente a oriente, en las subprovincias Pie de la Sierra y Barrancas que comprenden la mitad oriental de la carta (CRM, 1991 y 1994).

En la carta afloran principalmente rocas volcánicas cenozoicas de composición andesítica a riolítica que están afectadas por troncos graníticos y cuerpos subvolcánicos félsicos a intermedios que afloran en la parte occidental de la carta y están relacionados a mineralización económica.

ERA MESOZOICA

SISTEMA JURÁSICO - CRETÁCICO.

Aunque no se han reportado afloramientos de rocas mesozoicas dentro de la superficie de la carta, se considera que las rocas más antiguas y que constituyen el basamento de la región son rocas metamórficas (esquistos y gneises cuarzofeldespáticos) y metasedimentos similares a los que afloran al sur de Nayarit (Pineda y Aguilar, 1975; Gastil, et al., 1978).

Estos metasedimentos se consideran parte de una secuencia metamorfizada de arco similar a la que aflora al noroeste de la carta, en la región de Mazatlán.

Estas rocas en un principio se consideraban paleozoicas (Fredrikson, 1974), pero en base a sus relaciones estratigráficas con intrusivos de edad conocida, ahora se ubican con una edad mínima del Jurásico Superior (Henry y Fredrikson, 1987) y están cubiertos discordantemente por una secuencia volcanosedimentaria de andesitas, tobas andesiticas, areniscas y lutitas cubiertas

por calizas arrecifales de edad Albiano Temprano (Holguin, 1978) que afloran al sur de Nayarit donde están intrusionadas por cuerpos básicos de 97 Ma (Gastil, et al., 1979).

El Cretácico Superior está representado por depósitos marinos y continentales constituidos por areniscas, limolitas, tobas y derrames andesíticos a rioliticos con horizontes de calizas delgadas que afloran al sur de Nayarit, fuera de la carta, en la región de Compostela, Las Varas y Cebadillas, donde están afectadas por intrusiones graníticas del Cretácico Superior y Terciario Inferior (Pineda y Aguilar, 1975).

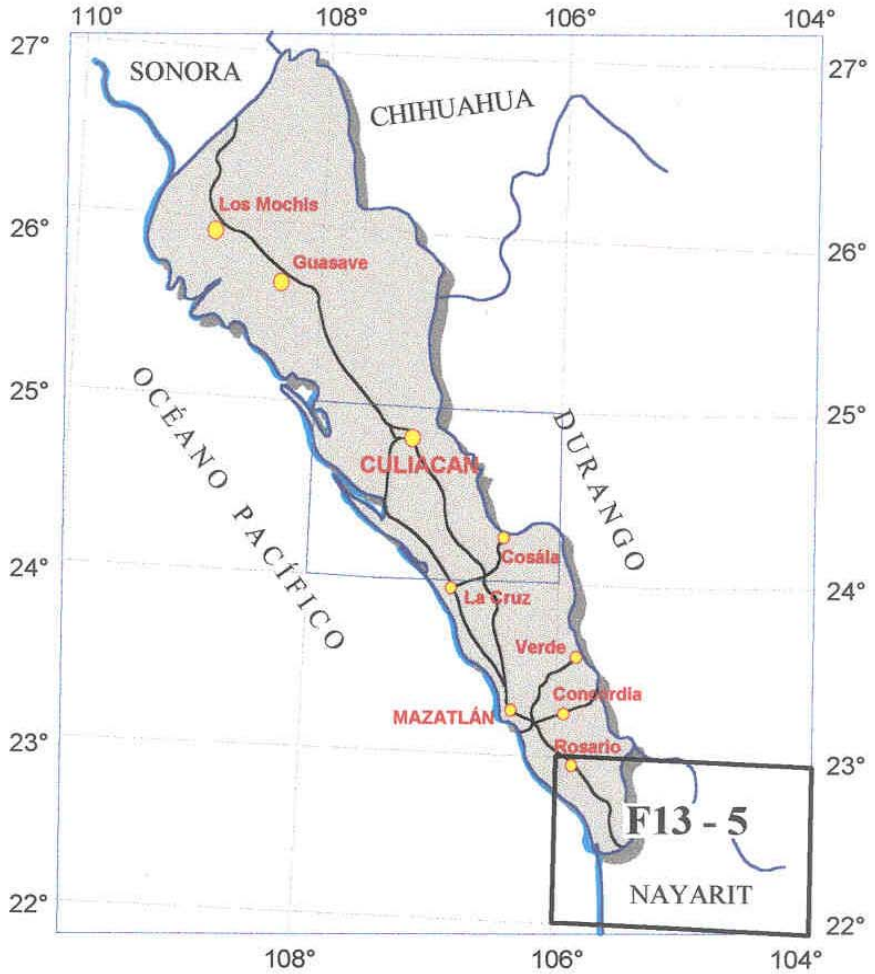

FIGURA No. 1 LOCALIZACIÓNDE LA CARTA ESCUINAPA F13 - 5

ERA CENOZOICA

SISTEMA TERCIARIO.

Está representado fundamentalmente por rocas volcánicas y sedimentos clásticos continentales y en menor proporción intrusivos graníticos.

Las rocas volcánicas terciarias más antiguas son una gruesa secuencia de derrames, tobas y brechas de composición andesítica a dacitica con horizontes de tobas y derrames riolíticos, cortada por pórfidos andesíticos. Se presentan muy fracturadas, inclinadas y afectadas por intrusiones del Paleoceno al Mioceno (60 a 20 Ma) y contienen mineralización epitermal. No se conoce su base pero deben ser discordantes con los sedimentos jurásicos y cretácicos (Henry, 1975; Pineda y Aguilar, 1975; Gastif, et al., 1978).

Estas rocas afloran a lo largo de una franja de rumbo NW-SE al poniente del río San Pedro donde ha sido erosionada la secuencia riolítica que las cubre y alcanzan su mayor distribución en el extremo noroeste de la carta. Se desconoce su espesor total ya que están erosionadas, pero cerca de San Pedro lxcatán, al centro-sur de la carta, se reporta un espesor de 900 m (Castillo, 1996).

Hacia la parte oriental de la carta solo se han reportado afloramientos aislados de estas rocas en Calitique (Clark, et al.,1981) debido principalmente a la falta de estudios detallados, aunque es bastante probable que afloren como ventanas tectónicas en el fondo de algunas barrancas y en la base de bloques levantados como lo sugiere la respuesta magnética al oriente de San Pedro Jicori, Dgo. y al oriente de Picachos, Nay., en la parte central de la carta.

No se tienen datos geocronológicos de éstas rocas dentro de la carta, sin embargo, por sus relaciones estratigráficas se consideran del Eoceno, equivalentes al Complejo Volcánico Inferior (McDowell y Keizer, 1977; Aguirre y McDowell, 1991). Estas rocas andesíticas son las principales rocas encajonantes de la mineralización de Au, Ag, Pb, Zn y Cu en los distritos mineros más importantes dentro de la carta (CRM, 1991 y 1994; Clark, et al., 1979a).

La respuesta magnética de estas rocas se caracteriza por una serie de dipolos de forrna irregular de alta intensidad (Dominio B2) asociados con dipolos aislados de alta intensidad (Dominio A2) que se interpretaron como probables intrusivos.

Las rocas andesíticas están cubiertas discordantemente por una gruesa secuencia de tobas de flujo de cenizas, brechas y derrames riolíticos, horizontes voicanoclásticos lacustres, localmente capas rojas y horizontes interdigitados de andesitas basálticas y basaltos muy magnéticos. Estas rocas son las más abundantes y alcanzan su mayor distribución y espesor (más de 2 000 m) al oriente de la carta en la Mesa del Nayar y Sierra Los Huicholes (Clark, et al., 1981).

Gran parte de las tobas de flujo de cenizas se originaron a partir de erupciones que formaron grandes calderas de colapso (Swanson y McDowell, 1984) y están cortadas por

diques y domos riolíticos con bandeamiento de flujo característico, diques de andesitas basálticas y basaltos alcalinos con edades de 12 y 11 Ma (Damon, et al., 1979) que afloran en la región de San Pedro lxcatán y son equivalentes al basalto Metates de la región de Durango (McDowell y Keizer, 1977).

La secuencia riolítica está sensiblemente inclinada hacia el NE en la parte central de la carta, aunque algunos autores consideran que tiene un débil plegamiento de rumbo NNW, de gran longitud de onda hacia el sureste de la región, fuera de la carta (Damon, et al., 1979; Quintero, et al., 1992). Hacia la cima, la secuencia es casi horizontal y forma mesas y mesetas escalonadas.

La base de la secuencia está cortada por vetas de cuarzo epitermales con mineralización de Au, Ag, Pb, Zn y Cu en San Pedro lxcatán, El Tigre y El Colomo. En la Mesa del Nayar se tienen vetillas con óxidos de Sn, Mn y Fe en las tobas riolíticas caolinizadas (CRM, 1994).

La edad de éstas rocas varía desde 31 Ma en Pueblo Nuevo, Dgo., inmediatamente al norte de la carta (CRM, 1993), hasta 16 Ma (Damon, et al., 1979); ubicándolas dentro del intervalo del Oligoceno Medio al Mioceno Medio, equivalentes al Supergrupo Volcánico Superior que forman la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental (McDowell y Keizer, 1977).

inmediatamente al sur fuera de la carta, en el Río Grande de Santiago, alternan ignimbritas y andesitas basálticas de 19.5 Ma (Damon, et al., 1979); también se han identificado rocas volcánicas que varian desde riolitas hasta basaltos con edades de 16 a 10 Ma (Gastil, et al., 1978).

Las edades de 25, 19 y 16 Ma en tobas riolíticas obtenidas por Damon y otros (1979) en varias localidades de la cima de esta secuencia, confirman el rejuvenecimiento del volcanismo hacia el oriente y sur de la Sierra Madre Occidental (Webber, et al., 1994).

La respuesta magnética de la secuencia riolítica consiste de una serie de dipolos de baja intensidad (Dominio B_I) asociados a los dominios B_2 y A_2 por la presencia de las rocas andesíticas eocénicas, derrames interdigitados de andesitas basáiticas y posibles intrusivos a poca profundidad. Las zonas de caolinización y silicificación, asociadas a los dominios A_2 y B_2, son potencialmente favorables para mineralización económica.

En la región de Chilapa, al centro-sur de la carta, afloran remanentes de andesitas basálticas muy magnéticas, con edades de 12 y 11 Ma relacionadas a la apertura del Protogolfo de California (Gastil,et al., 1978; Clark, et al., 1981). Otros afloramientos de basaltos se localizan en la Mesa Los Sabinos y muy probablemente, en otras localidades aún no reconocidas, como lo sugiere la respuesta magnética.

Por su alta susceptibilidad magnética éstas rocas dan respuestas magnéticas caracterizadas por dipolos de alta intensidad y gran amplitud (Dominio B_2).

En la parte oriental de la carta , en San Rafael de Las Tablas, Zac., y San Juan Peyotán, Nay., aflora una secuencia

volcanoclástica, de ambiente lacustre, a lo largo de los valles de los ríos Atengo y Jesús María, constituida por areniscas tobáceas de estratificación cruzada, horizontes conglomeráticos con fragmentos de tobas y basaltos que alcanzan un máximo de 150 m de espesor.

En San Juan Peyotán también se tienen calizas lacustres en estratos delgados con lutitas y areniscas con fragmentos de basaltos (Clark, et al., 1981). Sedimentos similares a estos últimos han sido interpretados como el relleno de una caldera colapsada en la región de Jalpa y Juchipila, Zac., al sureste de la región (Webber, et al., 1994).

Estos sedimentos volcanoclásticos se depositaron en depresiones tectónicas delimitadas por fallas normales asociadas a volcanismo basáltico relacionado a la apertura del Protogolfo de California (12 Ma), por lo que se consideran del Mioceno Medio a Tardío.
En el extremo centro-oriental de la carta afloran basaltos formando extensas mesetas que cubren discordantemente a la secuencia riolítica; no se tienen edades radiométricas de éstas rocas pero se consideran de edad Plio-cuaternaria.

SISTEMA CUATERNARIO.

El Pleistoceno está representado por una serie de gravas, arenas y arcillas, producto de la erosión de los sistemas fluviales, que se depositan a lo largo de la planicie costera formando extensos depósitos deltaicos y terrazas marinas poco consolidados.

En el Holoceno, la acción regresiva de las aguas marinas forma una serie de barras de arena, esteros y lagunas que caracterizan la planicie costera de la región (Curray y Moore, 1963). Hacia el continente continua la erosión y el depósito de gravas, arenas y arcillas en las laderas de las montañas a lo largo de la planicie costera y rellenando depresiones intermontañas.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS.

Este tipo de rocas tiene poca distribución superficial dentro de la carta y se presentan principalmente en forma de troncos irregulares, posiblemente como apófisis de cuerpos batolíticos a profundidad y cuerpos subvolcánicos en forma de diques y domos que intrusionan a las andesitas eocénicas y también afectan a la secuencia riolítica. La composición de los troncos intrusivos varia de granito a granodiorita, ésta última es la más abundante; los cuerpos subvolcánicos varían desde pórfidos riolíticos a andesíticos.

Las rocas intrusivas afloran principalmente en la parte poniente de la carta. Hacia la parte oriental están cubiertas por la secuencia riolítica. Los principales afloramientos de rocas graníticas son los intrusivos de Rosario, Buenavista, La Tebaira, Cucharas y Huajicori, predominantemente de composición granodiorítica; estos son parte del batolito de Sinaloa cuya edad en la zona se considera del Terciario Inferior (60 a 40 Ma; Henry, 1975).

En la parte centro sur de la carta, en San Juan Bautista, aflora un tronco granodiorítico de forma alargada con

dirección NE-SW, alterado hidrotermalmente y con mineralización en sus alrededores (Pineda y Aguilar, 1975). Este cuerpo intrusivo es el de mayores dimensiones dentro de la carta y afecta a una secuencia de andesitas, presuntamente de edad eocénica; se correlaciona con el intrusivo de Huicicila de 20.4 Ma (Gastil, et al., 1978; Castillo, 1996) y otros intrusivos de edad similar en la región de Mazatlán (Henry, 1975).

Una serie de cuerpos subvolcánicos de composición félsica afloran en la región de San Pedro lxcatán, en la porción centro-sur de la carta, siguiendo una dirección NW-SE, al parecer asociados a la falla Rosario Viejo (Iparrea, et al., 1984); otros cuerpos subvolcánicos también afloran en los distritos mineros de Cucharas, El Tigre, El Indio, Águila de Oro y El Zopilote y están asociados a la mineralización (CRM, 1994).

Se desconoce la edad de estos cuerpos pero un pórfido similar al de Cucharas dio una edad de 18.3 Ma en Compostela (Gastil, et al., 1978) lo que da una edad de Mioceno Medio, congruente con sus relaciones estratigráficas, ya que cortan a las ignimbrítas riolíticas de 19 Ma en la ranchería del Zopilote (Damon, et al., 1979).

Los cuerpos intrusivos graníticos dan respuestas magnéticas definidas por dipolos normales de alta a moderada intensidad (Dominio A_2) de forma alargada sensiblemente al NE y asociados a un dominio regional B_2. Los intrusivos subvolcánicos, por su tamaño reducido, no dan respuestas magnéticas características a esta escala.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

El marco estructural que predomina en la carta es producto de la tectónica extensional del Terciario Medio debido a un reajuste en el límite y movimiento relativo de las placas tectónicas involucradas que dio como resultado un intenso fallamiento normal y basculamiento de las rocas voicánicas cenozoicas que culminó con la apertura del Golfo de California (Henry, 1989; Lonsdale, 1989; Lyle y Ness, 1991).

No se conocen las características del plegamiento sufrido por las rocas del basamento mesozoico, ya que no se han reportado afloramientos de estas rocas dentro de la carta, sin embargo, en la región de Mazatlán el plegamiento tiene un rumbo ENE (Henry y Fredrikson, 1987) similar al que presentan unas pizarras negras en Huicicila y El Mármol de Arrayanes, al sur de Nayarit, fuera de la carta (CRM, 1994).

Las andesitas eocénicas del Complejo Volcánico Inferior no están plegadas, solo intensamente falladas e inclinadas debido al emplazamiento de los intrusivos postectónicos del Terciario Inferior y al fallamiento extensional del Oligoceno-Mioceno (Henry, 1989).

La secuencia riolítica del Grupo Volcánico Superior solo está afectada por fallas normales NW-SE a N-S, de poco desplazamiento, que provoca una ligera inclinación tanto al SW como al NE (CRM, 1994).

Al suroriente de los límites de la carta, han sido reconocidos en las rocas riolíticas amplios pliegues de rumbo NW-SE, de hasta 25 Km de longitud (Damon, et al., 1979; Quintero, et al., 1992). Este

supuesto plegamiento de las ignimbritas, más que debido a esfuerzos de compresión, es el resultado de un asentamiento gravitacional por fallamiento normal del basamento pre-ignimbrítico, que se manifiesta con el desarrollo de fosas tectónicas de rumbo N-S (Clark, et al., 1981) en la parte oriental de la carta.

En base a la interpretación de lineamientos del espaciomapa de la carta (INEGI, 1995), se define que el principal sistema de fracturamiento que afecta a la región y tal vez el más antiguo, es una serie de fallas de rumbo N 10-40° W más notable en la porción poniente de la carta, principalmente la falla Rosario Viejo (Iparrea, et al., 1984) que cruza casi todo el estado de Nayarit con 130 Km de longitud y controla el cauce de los ríos San Pedro y Grande de Santiago, con un movimiento lateral izquierdo a lo largo del río Grande de Santiago (Nieto, et al., 1981). Esta falla constituye un límite tectónico importante que también controló el emplazamiento de varios cuerpos subvolcánicos félsicos (Iparrea, et al., 1984) y junto con otra falla paralela hacia el poniente, falla de la Zona Montañosa de Nayarit (CRM, 1994), limitan un bloque tectónico levantado donde casi toda la secuencia riolítica ha sido completamente erosionada, lo que da una idea del desplazamiento vertical que deben tener estas fallas, aunque el nivel de erosión aún no descubre los grandes batolitos cretácicos que afloran al sur de Sinaloa y Nayarit (Henry y Fredrikson, 1987; Gastil, et al., 1978).

El sistema NW-SE está afectado por un segundo sistema de rumbo N50-75°E, superpuesto ortogonalmente al anterior, formando un sistema de fracturamiento en bloques, el cual es más notorio en la mitad oriental de la carta donde forma depresiones tectónicas de carácter local, como es el caso de la supuesta caldera colapsada de El Nayar (Iparrea, et al., 1984), que para otros constituye una meseta levantada limitada por fallas normales (Delgado, et al., 1978).

Los sistemas NW-SE y NE-SW también controlaron el ascenso de los fluidos hidrotermales que dieron origen a la mineralización epitermal y son los responsables de la geomorfología actual de la región.

El fallamiento normal NW-SE a N-S se produjo debido a esfuerzos extensionales de rumbo ENE a E-W, bien documentado en toda la región noroeste de México (Henry, 1989), y fue posterior al emplazamiento de la secuencia ignimbrítica, ya que está afectada por un sistema de fallas normales, de rumbo N-S, que dio origen a las fosas tectónicas de San Rafael de las Tablas y San Juan Peyotán donde se depositaron sedimentos volcanoclásticos (Clark, et al., 1981).

EVOLUCIÓN TECTÓNICA.

La región de la carta, como parte del Terreno Guerrero (Campa y Coney, 1983) tuvo una evolución tectónica compleja de sedimentación, magmatismo relacionado a subducción y acreción a lo largo del margen suroriente del Cratón de Norteamérica, desde el Paleozoico hasta el Terciario.

El Terreno Guerrero esta constituido por una sede compleja de secuencias volcanosedimentarias de edad Jurásico

Tardío-Cretácico Temprano cuyas características isotópicas le dan una afinidad oceánica (Centeno, et al., 1993) y representan los remanentes de uno o más arcos magmáticos que se desarrollaron sobre fragmentos de corteza continental y corteza oceánica que posteriormente se acrecionaron al cratón hacia el final del Mesozoico en diferentes periodos y por mecanismos poco conocidos (Rangin, 1981; Servais, et al., 1982; Campa y Coney, 1983; Sedlock, et al., 1993 y Tardy, et al., 1994).

La historia geológica de la región prácticamente se inicia en el Jurásico Superior con el depósito de una secuencia clástica sobre un basamento constituido por sedimentos paleozoicos depositados sobre una corteza oceánica (Sedlock, et al., 1993), afectados por intrusivos graníticos fallados que representan el arco magmático Jurásico que actuó en la región, desde Sonora hasta Chiapas (Damon, et al., 1984; Gastil, et al., 1976). Las rocas anteriores fueron deformadas y metamorfizadas por un evento tectónico relacionado a la Orogenia Nevadiana (Mullan, 1978), que dió origen a los metasedimentos (esquistos, filitas y gneises cuarzofeldespáticos) que afloran fuera de la carta, en la región de Mazatlán (Henry y Fredrikson, 1987) y al sur de Nayarit (Gastil, et al., 1978).

En el Cretácico Inferior, en la región se presenta una intensa actividad magmática dando origen a derrames y tobas andesíticas que alternan con areniscas y lutitas cubiertas por calizas arrecifales del Albiano Ternprano cuyos remanentes afloran en la parte centro y norte de Sinaloa (Holguin, 1978) y al sur de Nayarit (Pineda y Aguilar, 1975), fuera de la carta.

Durante el Cenomaniano la región es afectada por un evento compresivo (fase mesocretácica; Rangin, 1981) de dirección NNW que produce un plegamiento con dirección ENE debido a la subducción oblicua de la Placa Farallón (Henry, 1986). Este evento también provoca un metamorfismo regional de bajo grado en las rocas preexistentes asi como el cabalgamiento de una secuencia ofiolítica al norte de Sinaloa (Ortega, et al., 1979; Servais, et al., 1982). El magmatismo asociado genera una serie de intrusiones sintectónicas (Henry y Fredrikson, 1987) que no afloran en la región de la carta.

A fines del Cretácico Superior da inicio la Orogenia Laramide que produce el levantamiento de toda la región y es acompañada de un intenso magmatismo calcoalcalino que migró hacia el oriente y culmina en el Eoceno con un volcanismo andesítico continental (Aguirre y McDowell, 1991) y el emplazamiento de intrusivos graníticos postectónicos asociados a mineralización polimetálica (Clark, et al., 1979b).

Después de un hiatus en la actividad magmática, durante la cual predomina la erosión y el depósito de capas rojas, en el Oligoceno se inicia la gran erupción ignimbrítica, debido al regreso del arco magmático hacia el poniente, que da origen a la Sierra Madre Occidental (McDowell y Keizer, 1977). Este evento representó un cambio en el régimen tectónico, de compresivo a extensivo, lo que genera las altas tasas de erupción de ignimbritas asociadas a calderas,

alimentadas por cámaras magmáticas zonificadas de alto nivel estructural (Swanson y McDowell, 1984; Wark., et al., 1990; Henry y Aranda, 1992).
Durante el Mioceno Temprano a Medio (20 a 18 Ma) un nuevo avance del arco magmático hacia el poniente, provoca el emplazamiento de troncos granodioríticos y cuerpos subvolcánicos félsicos a intermedios, en zonas de debilidad cortical, los cuales estuvieron asociados a sistemas geotermales que propiciaron la formación de yacimientos epitermales de metales base y preciosos (Clark, et al., 1979a). Esta regresión también generó un Arco andesítico de los 22 a 18 Ma, que existió a ambos lados de Io que ahora es el Golfo de California y ha sido identificado en la parte central y NW de Nayarit (Gastil, et al., 1979) traslapándose al volcanismo ignimbrítico de la Sierra Madre Occidental que continúa hasta los 16 Ma en la región (Clark, et al., 1981).

En el Mioceno Medio (16 a 14 Ma) se produce un fallamiento normal asociado a la apertura del Protogolfo de California (Lonsdale, 1989; Stock y Hodges, 1989; Lyle y Ness, 1991).

Un régimen de compresión lateral, de corta duración, provoca el plegamiento débil y fallamiento lateral de las ignimbritas en la porción sur de la carta (Damon, et al., 1985; Quintero, et al., 1992).

En el Mioceno Tardío (12 Ma), cesa la subducción (Lonsdale, 1989) y se inicia un nuevo evento de fallamiento normal acompañado de volcanismo básico alcalino (12 a 10 Ma) dando origen a las fosas y semifosas tectónicas de la porción oriental de la carta y a los extensos derrames alcalinos sobre la Planicie Costera de Nayarit (Gastil, et al., 1979).

En el Mioceno Tardio-Plioceno, la región es sometida a intensa erosión con volcanismo intermitente, que produce el depósito de sedimentos volcanoclásticos y calizas lacustres en las depresiones tectónicas, al oriente y poniente de la carta, al mismo tiempo se forman depósitos de talud y terrazas marinas a Io largo de la planicie costera.

A fines del Plioceno, entre los 5.5 y 3 Ma, (Lonsdale, 1989; Lyle y Ness, 1991) culmina la apertura del moderno Golfo de California y se establecen los complejos sistemas de fallamiento extensional al sur de la región, entre Tepic y Guadalajara, asociados a un intenso volcanismo basáltico de tipo oceánico con rasgos relacionados a subducción (Moore, et al., 1994).

En el Pleistoceno durante un período de bajo nivel del mar, los sistemas fluviales de los ríos San Pedro, Acaponeta y fundamentaimente el del río Grande de Santiago formaron un complejo sistema deltaico sobre la plataforma continental (Curray y Moore, 1963). Al mismo tiempo se produce el último evento volcánico de la región con la expresión de basaltos cubriendo a las ignimbritas, posiblemente relacionado al volcanismo de la Faja Volcánica Transmexicana.

En el Holoceno continúa la intensa erosión de la Sierra Madre Occidental y el depósito de material clástico acarreado por los principales sistemas fluviales sobre la planicie costera donde una transgresión marina desplaza la línea costera tierra adentro. Durante los últimos miles de años la línea de costa

ha sido regresiva formando una serie de barras de arena paralelas con lagunas y marismas, características de una costa en emersión (Curray y Moore, op. cit.).

YACIMIENTOS MINERALES.

Las principales manifestaciones de mineralización dentro de la carta la constituyen vetas hidrotermales de tipo epitermal con mineralización de Au y Ag y en menor proporción Pb, Zn y Cu, emplazadas en la mayoría de los casos en las andesitas eocénicas, rocas granodioríticas y en menor escala, las tobas riolíticas que también presentan mineralización de óxidos de Sn, Mn y Fe en vetillas. También existen evidencias de Mo y W en vetas y brechas de turmalina con cuarzo dentro de rocas graníticas, stockworks con mineralización aurífera en brechas andesíticas y placeres de oro (CRM, 1994).

Casi todos los principales distritos mineros que existen dentro de la carta se ubican al poniente de la falla Rosario Viejo y están asociados a troncos graníticos y cuerpos subvolcánicos félsicos. Por su volumen de producción los más importantes son los que se describen a continuación.

El principal distrito minero de la carta y uno de los más antiguos, es el de Rosario, Sin., ubicado al extremo norponiente de la carta, el cual consiste de una serie de vetas epitermales con mineralización de Au y Ag emplazadas en fisuras dentro de las andesitas eocénicas afectadas por intrusivos terciarios. Las vetas tienen diferentes direcciones y una gran longitud a rumbo con profundidades de hasta 300 m. No se conoce la producción total de este distrito, pero fue intensamente explotado desde su descubrimiento hasta hace pocos años en que se suspendieron las actividades por daños a las instalaciones y problemas laborales, desconociéndose la verdadera magnitud y características del yacimiento, asi como su potencial a profundidad y lateralmente (CRM, 1994).

El distrito minero de Cucharas, Nay., ubicado a 35 km al norte de Acaponeta, está formado por una serie de vetas de cuarzo aurífero con sulfuros de Ag de 1.50 m de espesor, emplazadas en andesitas propilitizadas del Eoceno afectadas por troncos granodioríticos y un pórfido dacítico. Este distrito ha sido explotado a pequeña escala y en toda su historia ha producido más de 30 Ton de Ag y 3 Ton de Au (Pineda y Aguilar, 1975).

Al nororiente de Acaponeta se ubican los distritos mineros de El Tigre y El Indio que presentan características geológicas similares donde afloran varias vetas de cuarzo auroargentíferas, con diferentes rumbos, emplazadas en andesitas eocénicas y tobas riolíticas del Mioceno afectadas por pórfidos dacíticos y andesíticos que también contienen

mineralización. Estos distritos se han explotado a mediana escala (más de 50 000 Ton de mineral en El Indio), desconociéndose su potencial a profundidad (CRM, 1994).

En el distrito minero de Motaje, 15 km al suroriente de Acaponeta, afloran vetas de cuarzo con Au y Ag, emplazadas en andesitas eocénicas y en la base de tobas riolíticas que las cubren. Varias estructuras con buena ley de Au se

trabajaron a nivel de gambusinaje; actualmente está en proceso la exploración y desarrollo de nuevos cuerpos para su explotación (CRM, 1994).

Otro distrito minero importante, eminenternente aurífero es el de Aguila de Oro, ubicado al sur de Acaponeta, donde aflora una secuencia de andesitas eocénicas y riolitas miocénicas afectadas por pórfidos diorítico-andesíticos y posteriormente por pórfidos dacítico-riolíticos. La mineralización consiste de vetas de cuarzo auríferas, de poco espesor y diferentes rumbos, con longitudes de hasta I 000 m, emplazadas principaimente en el pórfido dacítico y en menor proporción en las ignimbritas; que dieron origen a placeres (CRM, 1994). Estas estructuras se han trabajado a nivel de gambusinaje desconociéndose sus características a profundidad aunque, por el gran número de estructuras, existe potencial para contener mineral diseminado de baja ley, susceptible de explotarse a cielo abierto.

Al sur de San Pedro lxcatán fuera del límite sur de la carta, se ubica el distrito minero El Zopilote donde existen varias minas actualmente abandonadas. El distrito consiste de varias vetas con diferentes rumbos y espesores de hasta 2.50 m, 300 m de longitud y 60 m de profundidad, con mineralización de Au, Ag, Pb, Zn y Cu emplazadas en andesitas eocénicas y la parte inferior de la secuencia riolítica de 19 Ma (Clark, et al., 1981). Estas rocas están cortadas por troncos y diques granodioríticos y pórfidos diorítico-andesíticos, estos últimos alterados hidrotermalmente y mineralizados. La mineralización está cortada por diques basálticos de 12 Ma (Clark,,et al., 1981). Varias estructuras de este distrito aún están inexploradas por lo que no se descarta la existencia de cuerpos económicos a profundidad (CRM, 1994).

En el extremo norponiente de la carta, entre Maloya y Pilas de la Estancia, vetas de rumbo NE-SW en stockwork, dieron origen a placeres de oro que fueron explotados en el pasado, actualmente en esta misma localidad se desarrolla una mina a cielo abierto (La Trinidad), donde se explota una brecha con mineralización de Au diseminado en el contacto de andesitas eocénicas con un granito alterado hidrotermalmente. Cerca de esta localidad también existen evidencias de Mo y W en vetillas y brechas hidrotermales de turmalina y cuarzo dentro del mismo intrusivo granítico (CRM, 1991).

Otras zonas mineralizadas de interés son las de Mojarra Pinta, 10 km al oriente de Tierra Generosa; Lázaro Cárdenas, al oriente del poblado del mismo nombre y El Colomo al nororiente de Cucharas, en las cuales existen vetas de cuarzo auroargentíferas con algo de Pb y Zn, de hasta 2.00 m de espesor y 800 m de longitud a rumbo, emplazadas en andesitas eocénicas y en tobas riolíticas las dos últimas. Estas vetas solo han sido trabajadas a nivel de gambusinaje por lo que se desconoce su potencial a profundidad (CRM, 1994).

En la Mesa El Nayar localizada en la porción oriental de la carta, existen varias manifestaciones de óxidos de Sn, Mn y Fe en forma de vetillas, ramaleos, mantos y brechas con estructuras arriñonadas emplazadas en las tobas riolíticas por actividad fumarólica tardia relacionada a las zonas de fuente de las

rocas riolíticas. Estas estructuras son bastante erráticas, de poco volumen y dificil evaluación que solo se pueden explotar a nivel de gambusinaje.
No se tienen datos radiométricos acerca de la edad de la mineralización dentro de la carta, sin embargo, se considera que las vetas epitermales de Ag, Au, Pb, Zn y Cu están íntimamente relacionadas a intrusivos de alto nivel estructural, de 50 a 40 Ma, que afectan a las andesitas eocénicas como en los distritos de Tayoltita, Durango y Rosario, Sinaloa, y comprenden un intervalo de mineralización de 48 a 28 Ma (Clark, et al., 1979a).
La edad de la mineralización de Sn es contemporánea con la edad (25 Ma) de las tobas riolíticas que las contiene (Clark, et al., 1981).

Las vetas epitermales con mineralización principaimente de Au y Ag, están asociadas a un evento magmático más joven debido a la regresión del arco magmático hacia el oeste (Clark, et al., 1982). En el distrito minero El Zopilote la edad de la mineralización está restringida al intervalo entre 19 y 12 Ma, posiblemente relacionada a cuerpos subvolcánicos félsicos de 20 a 18 Ma. Este evento es el más joven identificado en la región (Clark, et al., 1979b).

Respecto a la fuente de los metales, se considera que son lixiviados de las rocas plutónicas y volcánicas del arco magmático y luego introducidos, por aguas meteóricas e hidrotermales en fisuras preexistentes (Clark, et al., 1979a).

CAPITULO III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL

La información aeromagnética contenida en la carta Escuinapa F13-5 escala 1:250 000, tiene alcance de carácter regional debido a su escala. En esta carta, a partir de los datos aeromagnéticos se interpretan indirectamente rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución y naturaleza de las rocas como; son intrusivos, rocas volcánicas félsicas, máficas y rocas sedimentarias, así como fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales. Estos rasgos son obtenidos en base al contraste de magnetización de los materiales del subsuelo, el cual es originado por la composición mineralógica 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 a discusión y se proponen como una base para análisis más profundos, de acuerdo con el objetivo y uso de la información.

Para obtener información a mayor detalle en áreas especificas dentro de esta carta, se requiere llevar a cabo una interpretación cuantitativa, realizando cálculos y modelos que proporcionen datos de profundidad a la cima de los cuerpos magnéticos y espesores de las unidades más importantes, lo que permitirá mayor precisión en la selección de áreas prospectables, en las cuales habrá que realizar trabajos de campo geológicos, geoquímicos, geofísicos, etc..

DOMINIOS MAGNÉTICOS.

En la carta Escuinapa se identificaron cinco, dominios magnéticos de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar; estas unidades se indican en la carta con las letra A_I, A_2, B_1, B_2 Y C Se asume que algunas rocas en esta área se encuentran afectadas por magnetismo remanente, el análisis de este fenómeno no esta dentro del alcance de este trabajo. Además se interpretaron cuatro sistemas de lineamientos magnéticos principales; estos tienen rumbo ENE, NW-SE, NE-SW y NNE- SSW; los cuales se atribuyen a fallas profundas que no siempre tienen manifestaciones, superficiales (figura No. 2).

Para la identificación y discriminación entre las respuestas magnetométricas .

de las rocas ígneas volcánicas e intrusivas, se realizó una verificación de campo en algunas localidades en donde se interpretó la presencia de rocas intrusivas y otras zonas en donde existió ambigüedad en la interpretación de gabinete, con la finalidad de corroborar rasgos litológicos ó evidencias estructurales que indicaron la presencia de cuerpos ígneos intrusivos ocultos ó aflorando parcialmente.

Del análisis de los datos aeromagnéticos y la verificación de campo, se explican los siguientes rasgos geológicos interpretados:

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

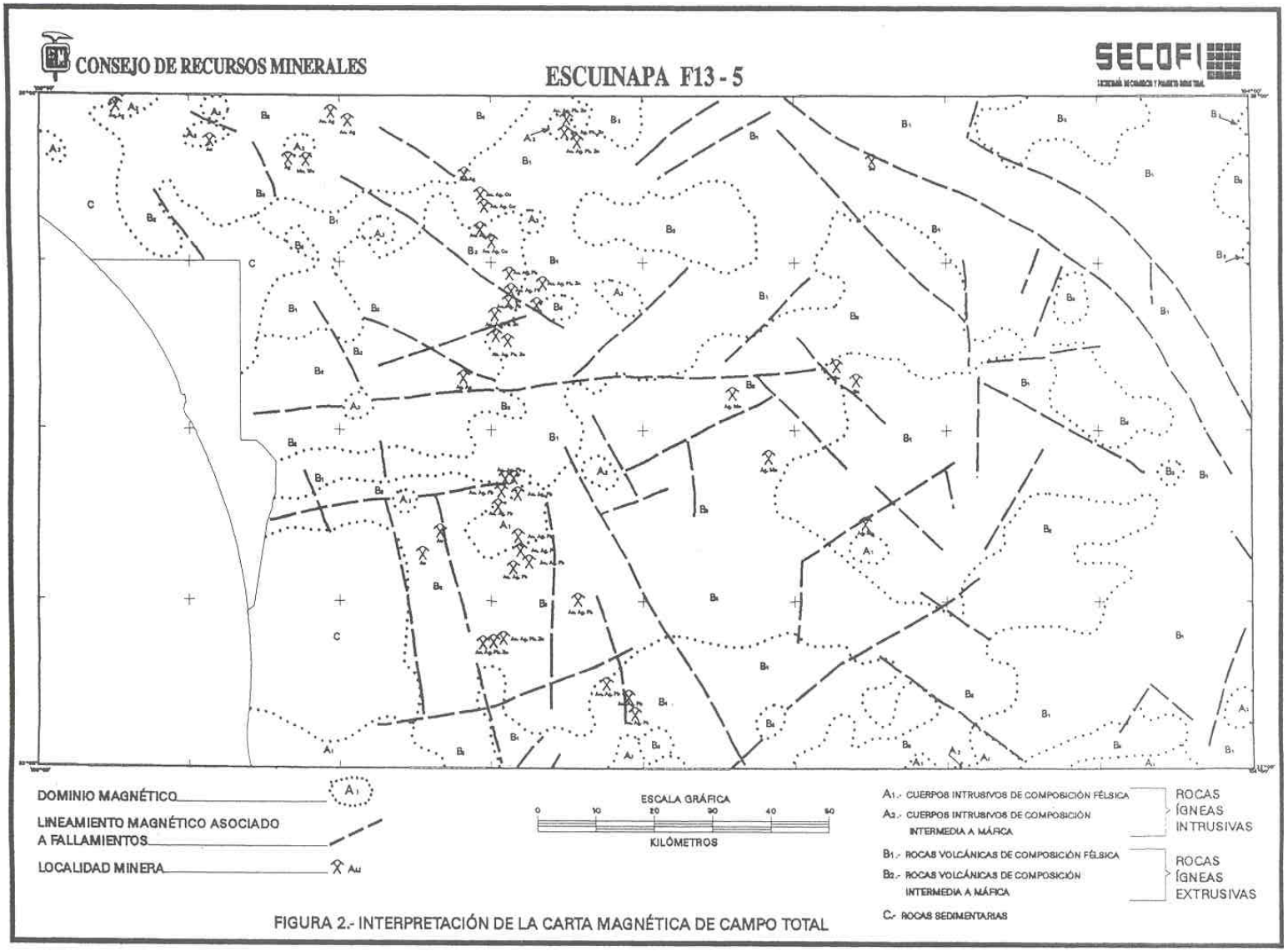

FIGURA 2.- INTERPRETACIÓN DE LA CARTA MAGNÉTICA DE CAMPO TOTAL

DOMINIOS MAGNÉTICOS A_1

El dominio magnético $A_{I,}$ se caracteriza por gradientes suaves y monopolos predominantemente positivos, con una intensidad que varía entre -100 y +200 nT, presentado pequeñas distorsiones magnéticas. Estas anomalías se atribuyen a la respuesta de rocas ígneas intrusivas de composición félsica.

Dentro de la superficie de la carta se interpretaron siete dominios magnéticos A_I. El de mayores dimensiones se localiza en la planicie costera en el limite surponiente de la carta a la altura del poblado de Vicente Guerrero. Este cuerpo continúa hacia el sur en la carta magnética Tepic F13-8. El cuerpo que originó la anomalía esta cubierto por depósitos clásticos recientes.

Un segundo dominio magnético A_1 se localiza al surponente de la carta entre el poblado de San Miguel, la ranchería de San Pedro de Honor y la de Motaje, definido como un monopolo positivo de 8 km de ancho por 13 km de longitud. Se infiere que el cuerpo intrusivo se encuentra cubierto por andesita del Cenozoico y tobas e ignimbritas. Asociado a este intrusivo en sus contactos interpretados norte y sur se ubican las zonas mineras de Motaje y Mojarra Pinta respectivamente, en donde la mineralización se presenta en forma de vetas conteniendo oro y plata encajonadas en andesitas; queda por investigar sus posibilidades mineras en gran parte de su contacto interpretado (CRM, 1994).

En el limite sur-oriente se interpretaron tres dominios magnéticos A_I. Estos dominios se unen en la porción sur (carta Tepic) reflejando un intrusivo de dimensiones batoliticas asociado con la zona minera de Huaynamota (vetas de Au y Ag).

Al surponiente del poblado de San Pedro lxcatán en el límite sur de la Carta, se interpreta otro dominio A_I, el cual se extiende hacia la carta magnética Tepic, no observándose ninguna relación de este intrusivo interpretado con evidencias de mineralización.

Al oriente de la ranchería de San Sebastián en el límite suroriente de la carta, se interpreta la presencia de un dominio magnético A_I de pequeñas dimensiones.

El último dominio magnético A_I interpretado en esta carta se ubica al poniente de la ranchería de El Manguito, dentro de la mesa del Nayar, presentándose de forma semicircular de 5 Km de diámetro. Existen evidencias de mineralización de Ag y Mn cerca del contacto norte interpretado de este intrusivo, las cuales podrían estar relacionadas al emplazamiento del intrusivo.

DOMINIOS MAGNÉTICOS A_2

El dominio magnético A_2 se caracteriza por respuestas dipolares normales con distancias dipolares de 3 km en promedio, siendo estos de mayor intensidad magnética que el dominio A_I. Estas anomalías A_2 se atribuyen a cuerpos intrusivos de composición

intermedia a máfica en forma de troncos de pequeñas dimensiones, definiéndose dentro de esta carta 12 cuerpos con estas características. También se asocian a cuerpos subvolcánicos.

El dominio magnético A_2 que se ubica al nororiente de la carta, en el poblado de

Rosario, Sin., se encuentra asociado con el afloramiento de un cuerpo intrusivo de composición granodiorita y a su vez con la zona minera de Rosario, en donde se tiene mineralización de Au y Ag emplazada en vetas, las cuales se localizan en el contacto marginal poniente del cuerpo intrusivo interpretado.

En el cerro del Yauco se ubican otros dos dominios magnéticos A_2, Ios, cuales están separados por una falla interpretada de rumbo NW - SE, por Io que podría tratarse de un solo cuerpo intrusivo afectado por una falla posterior a su emplazamiento. En el contacto marginal sur interpretado de este cuerpo se tienen evidencias de mineralización de Au, encajonada en rocas andesíticas probablemente del Complejo Volcánico Inferior la cual es la principal roca receptora de mineralización en esta zona.

Al oriente del poblado de Buenavista (norponiente de la carta) se interpreta la presencia de otro dominio magnético A_2, el cual se correlaciona en superficie con un cuerpo intrusivo silicificado que está asociado a la mineralización de oro de la mina La Trinidad, observándose la mineralización en el contacto sur del cuerpo intrusivo con rocas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior.

En el poblado de Agua Verde al norponiente de la carta, se interpreta la presencia de otro dominio magnético A_2, el cual no tiene expresión superficial, pero debido a la respuesta magnética se infiere la presencia de un cuerpo intrusivó sepultado cubierto por sedimentos recientes.

Al nororiente del poblado de la Ciénega en la porción norponiente de la carta se interpreta un dominio magnético A_2, el cual se infiere que es ocasionado por cuerpo intrusivo que está cubierto por rocas volánicas asocidas posiblemente pertenecientes al Grupo Volcánico Superior constituido principalmente por tobas, riolitas e ignimbritas.

En la zona minera de El Colomo ubicada en la porción norte de la carta se definió otro dominio magnético A2 de forma circular, el cual se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo sepultado, cubierto por rocas andesiticas y dacitas del Eoceno, así como tobas, brechas, dolitas e ignimbritas del Grupo Volcánico Superior. En superficie se tienen aflorando diques y pórfidos de composición cuarzomonzonítica y diorítica, los cuales pueden ser las evidencias superficiales del cuerpo intrusivo sepultado interpretado (CRM, monografía del estado de Nayarit, 1994).

Este cuerpo intrusivo interpretado puede estar relacionado con el evento mineralizante de la zona minera de El Colomo, la cual consiste en Au, Ag, Pb y Zn rellenando fisuras y cavidades, encajonadas estas estructuras en rocas andesíticas.

Al suroriente del poblado de Zapota (norte de la carta), se tiene un dominio magnético A_2 de forma circular, se interpreta como la respuesta de un cuerpo intrusivo sepultado,
cubierto por rocas volcánicas B_1. Se desconoce su relación con mineralización, pero se encuentra cerca del distrito minero de Cucharas, abriendo sus posibilidades para ser investigado en campo.

El dominio magnético A_2 que se ubica al oriente del poblado de La Lagunita, en la porción centro-norte de la carta, presenta una forma alargada de 9 km de largo y 4 km de ancho con un rumbo predominante de su eje mayor NW-SE, interpretándose como un cuerpo intrusivo sepultado cubierto por rocas volcánicas B_1. No se tiene conocimiento de mineralización asociada a esta anomalía.

En el poblado de Saycota, en la porción central de la carta se identificó otro dominio magnético A_2, el cual se interpreta como el producto de un cuerpo intrusivo sepultado, estando cubierto por rocas volcánicas de composición intermedia a básica (B_2) Este cuerpo se encuentra limitado en sus extremos poniente y oriente por dos fallas paralelas de carácter regional de rumbo NW 60°SE, siendo la del extremo poniente la que se asocia con la falla Rosario Viejo, por Io que esta anomalía también podría corresponder a un cuerpo subvolcánico asociado a esta falla.

El dominio magnético A_2 que se ubica en el poblado de La Concepción, se asocia con un cuerpo masivo silicificado, posiblemente se trate de un pórfido riolítico, emplazado en la intersección de dos fallas regionales, la primera con rumbo E-W y la segunda con rumbo NW-SE.

El último dominio magnético A_2 interpretado en esta carta se localiza en el poblado de La Guásima, al centro-poniente de la carta, el cual se interpreta como un cuerpo intrusivó sepultado en forma de tronco de 4 km de diámetro cubierto por sedimentos recientes. Este cuerpo se encuentra asociado a una falla regional de rumbo E-W, la cual posiblemente sirvió de conducto para su emplazamiento.

Es importante mencionar que los intrusivos de el distrito minero de Cucharas, los 4 afloramientos de la zona de Hajicori y el de San Juan Bautista, no presentan una respuesta magnética que pueda servir para identificar estos cuerpos, esto es debido a que se encuentran encajonados en rocas voicánicas de composición intermedia a máfica (B_2), enmascarando su respuesta, de donde se deduce que los cuerpos intrusivos aflorantes pueden ser troncos de pequeñas dimensiones y de composición mas félsica que las rocas encajonantes, esto nos da elementos para pensar que pueden existir mas cuerpos intrusivos que los interpretados.

La importancia de los dominios magnéticos A_l y A_2 estriba en que espacialmente estas anomalías se asocian con los distritos mineros conocidos como Rosario, El Colomo, Motaje, Mojarra Pinta y Mineral de Cucharas; por Io que se abren las posibilidades para encontrar. nuevos depósitos similares asociados a los otros cuerpos intrusivos interpretados con este estudio y esta idea es concordante con la de Clark et al (1979[a]) en donde menciona que la edad de la mineralización se desconoce; pero considera que esta íntimamente relacionada a intrusivos de 50 a 40 Ma, los cuales afectan a las andesitas eocénicas como es el caso de Tayoltita y Rosario.

Los dominios magnéticos B_1 y B_2 se atribuyen a la respuesta de rocas volcánicas de composición félsica e intermedia a máfica respectivamente,

corresponden a la provincia del Arco Volcánico Continental de la Sierra Madre Occidental, estos dos dominios cubren prácticamente toda la carta.

El dominio B_1 está representado por monopolos altos, bajos y tendencias magnéticas irregulares, se identifican como extensas zonas de bajo gradiente con intensidades que varían desde -300 a +100 nT conformando el fondo magnetométrico de la carta. Esta unidad se distribuye en toda la carta, predominando en la porción norte, nororiente y oriente; tiene una correlación con las rocas ignimbríticas del Grupo Volcánico Superior.

El dominio B_2 corresponde a rocas voicánicas con una intensidad magnética mayor a la del dominio B_1. Predominan dipolos normales e invertidos de gran intensidad y alta frecuencia distribuidos en forma caótica que reflejan la posición de los aparatos volcánicos. Su intensidad va de -500 a +600 nT, aunque se presentan dipolos de -1000 a +1000 nt. Este dominio se encuentra mas concentrado hacia la porción poniente de la carta conformando una amplia franja de orientación NW-SE; se correlaciona con las rocas andesíticas del complejo Volcánico Inferior.

Dentro de este gran bloque de andesitas se encuentran los depósitos minerales más importantes, así como los intrusivos interpretados, confirmándose que esta zona no se encuentra cubierta por las rocas postminerales del Grupo Volcánico Superior.

Los dominios magnéticos B_2 que presentan una forma alargada en el sentido E-W, corresponden a derrames basálticos.

Algunas anomaliás B_2 monopolares de gran extensión localizadas al norte y nororiente de la carta, presentan intensidades de +100 a -150 nT bajo gradiente, cuya expresión podría atribuirse a la presencia de intrusivos A_2 ocultos bajo una capa de rocas ignimbríticas.

El dominio magnético C está representado por un nivel magnético negativo y plano, su intensidad va de 0 a -150 nT ; se ubica en la zona costera (extremo poniente de la carta) correlacionándose con sedimentos aluviales recientes .

este dominio magnético refleja que no existen rocas volcánicas en el subsuelo, atribuyéndose esta respuesta a un basamento sedimentario (Terreno Guerrero)

LINEAMIENTOS MAGNETICOS

Se interpretaron cuatro sistemas de lineamientos, estos son NW-SE,,NE-SW, E-W y N-S. El mas obvio es el lineamiento con rumbo NW-SE identificándose fallamiento cortical con longitudes de hasta 60 km., de longitud; se ubica predominantemente en la porción poniente y en el extremo nororiente de la carta. Los lineamientos de rumbo NE-SW representan en la porción centro y sur, con longitudes de 30 Km.

Dos lineamientos de rumbo E-W se presentan en forma paralela en la porción centro- poniente, uno de los cuales alcanza una longitud de 90 km. Estos útimos interrumpen a los lineamientos NW-SE por lo que se consideran el último evento tectónico

(postmineral), el cual originó volcanismo básico (B_2), que relleno la fosa limitada por los lineamientos. Los lineamientos de rumbo N-S no son muy obvios en la carta.

Analizando las estructuras identificadas se pueden observar que para los sistemas NW-SE y NE-SW existen lineamientos paralelos que limitan bloques levantados o colapsados.
En le contexto geológico-minero es importante el hecho de que la respuesta magnética que corresponde al bloque de la porción Occidental de la carta, es mas intensa y corresponde a las andesitas del Complejo Volcánico Inferior, las cuales son las receptivas de mineralización (Henry y Fredrikson, 1987; Gastil, et al, 1978).

El limite de esta unidad debe estar marcada por la falla Rosario, la cual en la parte centro- sur corre paralela al Río San Pedro con rumbo NW 30° SE, se interrumpe con los lineamientos E-W en la parte central y continúa al noroeste con rumbo NW60°E. Otros lineamientos paralelos a la falla Rosario se ajustan a este patrón, el cambio de rumbo es provocado por un esfuerzo oblicuo mareado por la estructura E-W; dicho esfuerzo es probable que se haya transmitido hasta el extremo oriental del área en donde dos lineamientos paralelos NW-SE también cambian de rumbo en el mismo sentido.

Volviendo al extremo occidental, se interpreta que los lineamientos paralelos de rumbo NW-SE corresponden geológicamente a fallas normales escalonadas con buzamiento hacia el NE, teniéndose el bloque más levantado hacia el extremo poniente de la carta el bloque levantado fue erosionado, dejando al descubierto los depósitos minerales.

En esta investigación no fue posible definir la importancia del bloque delimitado por los lineamientos paralelos de rumbo NW-SE que se presentan en el extremo nororiental de la carta.

Las principales zonas prospectivas por mineralización Auroargentifera y Polimetálica definidas a partir de la presente interpretación regional se asocian con los dominios magnéticos A_1 y A_2, localizados del centro al poniente de la carta, en los distritos mineros de Rosario, El Colomo, Motaje, Mojarra Pinta y Mineral de Cucharas, así como los intrusivos magnéticos interpretados en el cerro El Yauco y Buenaventura.

El dominio magnético B_2, Se encuentra mayormente distribuido hacia la porción poniente de la carta, constituyendo un bloque levantado con rumbo NW-SE que se correlaciona con las rocas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior, el bloque levantado fue erosionado, exponiendo los yacimientos hidrotermales auroargentíferos y polimetálicos,

En la porción centro-sur de la carta, en la intersección de los lineamientos magnéticos NW- SE y NE-SW se presenta una estructura magnética de forma circular la cual resulta de interés geológico-minero, ya que podría tratarse de una caldera resurgente.

En el extremo nororiental de la carta se presenta una zona de bajos magnéticos con 70 km de extensión, alargados en dirección NW-SE; esta se atribuye a una depresión tectónica

Hacia el extremo norte de esta zona y dentro del Estado de Durango existe mineralización de Sn en rocas riolíticas; por lo que resulta de interés geológico-minero la exploración de esta extensa zona de bajos magnéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre, D. G. J. and McDowell, F. W., 1991. The volcanic section at Nazas, Durango, Mexico, and the possibility of

widespread eocene volcanism within the Sierra Madre Occidental. Journal of Geophysical Research, V. 96, p. 13373 - 13388.

Briggs, Ian C., 1974. Machine contouring using minimum curvature (Spline). Geophisics, V. 39, No. 1, p. 39 - 42.

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

Castillo, H. D., 1996. Fotointerpretación e integración geológica de la zona termal de San Diego - El Naranjo, Nayarit, México. Geotermia. Revista Mexicana de Geoenergía. V. 12 No. 1, pp. 3 - 17.

Centeno, G. E., Ruiz, J., Coney, P. J., Patchett, P. J. and Ortega, G. F., 1993. Guerrero terrane of Mexico, its role in the southern Cordillera from new geochemical data. Geology V. 21, p. 419 - 422.

Clark, K. F., Dow, R. R. and Knowling, R. D., 1979a. Fissure - vein deposits related to continental volcanic and subvolcanic terranes in Sierra Madre Occidental province, Mexico. Internat. Assoc. Genesis of Ore Deps. Fifth Symp., Nevada, Bureau Mines Geol. Rept. 33., p. 189 -201.

Clark, K. F., Damon, P. E., Schutter, S. E. and Shafiquilah, M.,1979b. Magmatismo en el norte de México en relación a los yacimientos metalíferos. AIMMGM, Xill Conv. Nacional, Memoria. Pp. 8-57.

Clark, K. F., Damon, P. E., Shafiquilah, M., Ponce, S. B. y Cárdenas, F. D., 1981. Sección geológica estructural a traves de la parte sur de la Sierra Madre Occidental, entre Fresnillo y la costa de Nayarit. Memoria XIV, Convención Nacional AIMMGM, pp75-104.

Clark, K. F., Foster, C. T., and Damon, P. E., 1982. Cenozoic mineral deposits and subduction - related magmatic arcs in Mexico. Geological Society of American Bulletin, V. 93, p. 533 - 544.

Consejo de Recursos Minerales, 1991. Monografia Geológico - Minera del Estado de Sinaloa. SEMIP Publicación M-le, 159 p.

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

Consejo de Recursos Minerales, 1994. Monografía Geológico - Minera del Estado de Nayarit. SEMIP Publicación M-12e, 171 p.

Curray, J. R. y Moore, D. G., 1963. Sedimentos e historia de la costa de Nayarit, México.
Bol. Soc. Geol. Mexicana, V. 26(2), pp. 107-116. 1
Damon, P. E., Nieto, 0. J. y Delgado, A. L. A., 1979. Un plegamiento Neogénico en Nayarit
y Jalisco, y evolución geomórfica de Río Grande de Santiago. AIMMGM, Xill Convención Nacional, pp. 156-191.

Damon, P.E., Shafiqullah, M. and Roldan, Q. J., 1984. The cordilleran jurassic arc from Chiapas (southern Mexico) to Arizona. Geological Society of America Abstracts with Programs, V. 16, p. 482.

Delgado, A. L. A., Gastélum, F. A. y Orozco, F. M., 1978. Aplicación de imágenes de satélite Landsat I en la interpretación de lineamientos y tectónica del estado de Nayadt. VII seminario interno sobre exploración Geológica-Minera. Consejo de Recursos Minerales. pp. 529-568.

Fredrikson, G., 1974. Geology of the Mazatlan area, Sinaloa, western Mexico. (Ph.D dissertation). The University of Texas at Austin, 209 p.

Gastil, R. G., Jensky, W., and Barthelmy, D., 1976. La zona Batolítica del sur de California y el occidente de México. Bol. Soc. Geol. Mexicana, V. 37, p. 84 - 90.

Gastil, R. G., Krummenacher, D. and Jensky, W. A., 1978. Reconnaissance geology of west-central Nayarit, Mexico. Geological Society of America Map and Chart Serie MS-24, 8p. scale 1 : 200,000.

Gastil, R. G., Krummenacher, D. and Minch, J., 1979. The record of Cenozoic volcanism around the gulf of California. Geological Society of America Bulletin, V. 90, p. 839 - 857.

Henry, C. D., 1975. Geology and geochronology of the granitic batholithic complex, Sinaloa, Mexico. (Ph. D. dissertation). The University of Texas at Austin, 158 p.

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.

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 MCH063, scale 1: 250,000,14 p.

Henry, C. D., 1989. Late Cenozoic Basin and Range structure in western Mexico adjacent to the Gulf of California. Geological Society of America Bulletin, V. 1 0 1, p. 1 147 - 1156.

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

Holguin, Q. N., 1978. Estudio estratigráfico del Cretácico Inferior en el norte de Sinaloa, México. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, V. 10(l), pp. 6-13.

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

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Carta Topográfica Escuinapa F13-5, escala 1:250,000, 5° impresión.

Institute Nacional de Estadistica, Geografia e Informática (INEGI), 1991. Carta Geológica Escuinapa F13-5, escala 1:250,000, I[a] impresión.

Institute Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1995. Espaciomapa Escuinapa F13-5, escala 1:250,000, I[a] impresión.

lparrea, V., Alvarez, J., Bello, A., Martínez, V. y Moreno, S., 1984. Algunas grandes estructuras geológicas en la porción sur de la Sierra Madre Occidental. Sociedad Geológica Mexicana,Vil Convención Nacional, Memoria pp.1-10.

Lonsdale, P., 1989. Geology and Tectonic history of the Gulf of California. In Winterer, E. L., Hussong, D. M. and Decker, R. W., eds., The eastern Pacif-Ocean and Hawaii Boulder, Colorado, Geol. Soc. Of America. The Geology of North America, V. N. pp. 499-521.

Lyle, M. and Ness, G.E., 1991. The opening of the southern Gulf of California, in Dauphin, J. P. and Simoneit., eds. The Gulf and Peninsula Province of the Californias. American Association of Petroleum Geologists. Memoir 47, p. 403 - 423.

McDowell, F. W. and Keizer, R. P., 1977. Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango city and Mazatlán, México. Geological Society of America Bulletin, V. 88, p. 1479 - 1487.

Moore, G., Marone, C., Carmichael, 1. S. E. and Renne, P., 1994. Basaltic volcanism and extension near the intersection of the Sierra Madre Volcanic Province and the Mexican Volcanic Belt. Geological Society of America. Bulletin, V. 106, pp. 383-394.

Mullan, H. S., 1978. Evolution of part of the Nevadan orogen in northwestern Mexico. Geological Society of America Bulletin, V. 89, p. II 75 - 1188.

Nieto, 0. J., Delgado, A. L. A. and Damon, P. E., 1981. Relaciones petrológicas y geocronológicas del magmatismo de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, en Nayarit, Jalisco y Zacatecas. XIV Conv. Nac. AIMMGM, Memoria pp. 327-361.

Ortega, G. F., Prieto, V. R., Zuñiga, Y. y Flores, S., 1979. Una secuencia volcano- plutónico-sedimentaria cretácica en el norte de Sinaloa; un complejo ofiolítico?. UNAM, Instituto de Geológia, Revista, V. 3, p. I - 8.

Pineda, R. A. y Aguilar, M., 1975. Geología del estado de Nayarit. Consejo de Recursos Minerales, V Seminario lnterno de Exploración Geológico-Minera, México, pp. 397-433.

Quintero, L. O., Michaud, F., Bourgois, J. y Barrier, E., 1992. Evolución de la frontera septentrional del bloque Jalisco desde hace 17 ma. UNAM, Instituto de Geología, Revista V. 10 N° 2, pp. 11 1-1 17.

Ragin, C., 1981. Aspectos geodinámicos de la región noroccidental de México. UNAM, Instituto de Geologia, Revista V. 5 N[o]2, p. 186 - 194.

Sedlock, R.L., Ortega-G. F., and Speed, R.C., 1993. Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Geological Society of America, Special Paper 278, 153 p.

Servais, M., Rojo, Y. R. and Colorado, L. D., 1982. Estudio de las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato:

Postulación de un Paleogolfo de Baja California y de una digitación

Tethysiana en México central. Geomimet, V. 115, p. 53 - 71.

Stock, J. M. and Hodges, K. V., 1989. Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the Transfer of Baja California to the Pacific plate. Tectonics, V. 8, N°I, p. 99 - 115.

Swanson, E. R. and McDowell, F. W., 1984. Calderas of the Sierra Madre Occidental volcanic field, western Mexico. Journ. of Gephys. Res. V. 89, No. BIO, pp. 8787-8799.

Tardy, M., Lapierre, H., Freydier, C., Coulon, C., Gill, J. B., Mercier de Lepinay, B., Beck, C., Martinez, R. J., Talavera, O., Ortiz, H. E., Stein, G., Bourdier, J. L. and Yta, M., 1994.The Guerrero suspect terrane (western Mexico) and coeval arc terranes (the Greater Antilles and the Western Cordillera of Colombia): a late Mesozoic intra-oceanic arc accreted to cratonal America during the Cretaceous. Tectonophysics, V. 230, p. 49-73.

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

Wark, D. A., Kempter, K. A. and McDowell, F. W., 1990. Evolution of waning, subduction- related magmatism, northern Sierra Madre Occidental, Mexico. Geological Society of America Bulletin, V. 102, p. 1555 - 1564.

Webber, K. L., Fernandez, L. A. and Simmons, W. B., 1994. Geochemistry and mineralogy of the Eocene-Oligocene volcanic sequence, Southern Sierra Madre Occidental, Juchipila, Zacatecas, México. Geofísica Internacional, V. 33 No.1, pp. 77-89.