CONSEJO
DE RECURSOS
MINERALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

TEXTO GUÍA

CARTA MAGNÉTICA "TORREÓN" G13-9

ESCALA 1:250,000

POR: Ing. Raucel Pascacio Toledo

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COORDINACIÓN GENERAL DE MINERÍA

- *Editado por el Consejo de Recursos Minerales Primera Edición 2002.* *© Derechos Reservados*

INDICE

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..... 6

III.1.-Dominios magnéticos..... 6

III.1.1.-Dominios magnéticos A_{0-1} y A_{0-2}..... 6

III.1.2.-Dominio magnético A_2..... 7

III.1.3.-Dominio magnético B_1..... 9

III.1.4.-Dominio magnético B_2..... 9

III.1.5.-Dominios magnéticos C y C_1..... 9

III.2.-Lineamientos magnéticos..... 9

III.3.-Procesos analíticos realizados..... 10

III.3.1.-Mapa de estructuras profundas..... 10

III.3.2.-Mapa de estructuras superficiales 10

III.4.-Zonas de interés geológico minero..... 10

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 11

LISTA DE FIGURAS Y TABLA

Página

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

Figura 2.- Interpretación magnética litoestructural ..... entre 6 y 7

Figura 3.- Mapa de estructuras profundas
Filtro pasabajas del CMT reducido al polo .....entre 10 y 11

Figura 4.- Mapa de rasgos superficiales
Segunda derivada vertical del CMT
reducido al polo .....entre 10 y 11

Figura 5.- Zonas de interés geológico- minero a partir de la
interpretación magnética litoestructural .....al final del texto

Tabla No 1. Dominios magnéticos A_2 8

RESUMEN

El Consejo de Recursos Minerales, realiza el programa de infraestructura geológico-minera del territorio nacional, dentro del cual se llevó a cabo el cubrimiento aeromagnético sistemático, 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 zonas de interés geológico-minero, en la búsqueda de nuevos depósitos de yacimientos minerales.

Dentro de este programa se llevó a cabo el levantamiento aeromagnético de la carta Torreón G13-9 a escala 1:250,000 con formato cartográfico del INEGI, se localiza en la porción surponiente del estado de Coahuila y abarca parte de los estados de Durango y Zacatecas, cubre una superficie de 22, 281 Km^2.

El levantamiento aeromagnético de contorno, fue realizado por el Consejo de Recursos Minerales (CRM) en el año 1998. La altura promedio de vuelo sobre la superficie del terreno fue de 305m, con líneas de exploración de rumbo N-S y separación entre líneas de 1000m. Los datos del levantamiento se presentan en la carta magnética Torreón G13-9 publicada por el CRM, como curvas de contorno de isovalores del campo magnético total corregido por IGRF, indicando su intensidad en contrastes de color.

En el año de 2000, el Consejo de Recursos Minerales publicó la carta Geológico-Minera y Geoquímica Torreón G13-9, elaborada por los ingenieros: Santiago, C.J., De Jesús, T.T., y Payán, B.E., donde se establece que la unidad más antigua está constituida por andesitas, riolitas y limolitas de la Formación Nazas del Triásico-Jurásico (208 m.a.), la cual subyace a una serie de rocas sedimentarias mesozoicas, las cuales están afectadas por intrusiones granodioríticas- dioríticas y por volcanismo terciario.

Como resultado de los procesos geodinámicos que afectaron la región, se presentan manifestaciones de diferentes eventos tectónicos, los cuales se mencionan a continuación: la Orogenia Paleozoica, que afectó a rocas paleozoicas de la secuencia volcanosedimentaria Delicias, situada al norte y fuera de esta carta, esta deformación corresponde a la Orogenia Ouachita-Marathon-Apalachiana.

El segundo evento ocurre durante el Jurásico con la formación de rifts continentales (fallas transcurrentes) que controlaron la sedimentación y la transgresión marina hasta el Cretácico Inferior destacando los siguientes elementos paleogeográficos: la Isla de Coahuila, la Isla de Monclova, la Peninsula de Tamaulipas, y el Golfo de Sabinas, posteriormente estas unidades tectónicas controlaron el emplazamiento de cuerpos ígneos plutónicos y la mineralización epitermal.

El tercer evento está representado por la Orogenia Mesocretácica Laramide; que en el episodio de compresión originó pliegues anticlinales y sinclinales asimétricos y en forma paralela que desarrollaron cabalgaduras con orientación NE-SW. Estos pliegues y cabalgaduras rodean los elementos paleogeográficos positivos con sus vergencias hacia el este.

La mineralización dentro de la carta, está representada por depósitos polimetálicos en forma de vetas, cuerpos estratiformes, chimeneas, cuerpos irregulares, diseminados y skarn que genéticamente están asociados a los intrusivos magnéticos interpretados (dominios A_2).

En la interpretación cualitativa de carácter regional que se presenta en este texto, se definieron 7 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_{0-1}, A_{0-2}, A_2, B_1, B_2, C y C_1 que indican la distribución de

las unidades litomagnéticas aflorantes y/o sepultadas; así mismo se definieron 3 sistemas de lineamientos magnéticos, con rumbos NW-SE, NE-SW y N-S, que reflejan las principales fallas de origen profundo, que sirvieron de conducto hacía la superficie a los cuerpos ígneos intrusivos y a las rocas volcánicas.

Como resultado de la interpretación del mapa aeromagnético, se seleccionaron 3 zonas de interés geológico-minero con posibilidades de contener mineralización polimetálica y preciosa, están asociadas a los dominios magnéticos A_2 atribuibles a cuerpos intrusivos aflorantes y/o a la extensión lateral de troncos emplazados a profundidad, con o sin evidencia de mineralización.

INTRODUCCIÓN

La dificultad cada vez mayor para la localización de yacimientos minerales ocultos en el subsuelo, hace necesario el empleo de técnicas indirectas de exploración, como son: geofísica, geoquímica e imágenes de satélite, las cuales representan valiosas herramientas, que deben utilizarse en conjunto para lograr exitosas campañas de exploración que conduzcan a encontrar yacimientos minerales de rendimiento económico.

El Consejo de Recursos Minerales, tiene entre sus funciones, la misión de elaborar cartas geofísicas aeromagnéticas de todo el territorio nacional.

La carta magnética Torreón G13-9, a escala 1:250, 000, forma parte de una serie de publicaciones dentro de este programa, las cuales aportan información básica que permite fundamentar futuras exploraciones.

La información magnética contenida en esta carta, comprende una superficie de 22, 281 Km^2 y se ubica en los límites de los estados de los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas (figura No.1).

En la interpretación cualitativa de la presente carta, se lograron definir a nivel regional las expresiones magnéticas más evidentes como son: la distribución y configuración de las rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias, así como contactos litológicos ocultos y zonas de falla profundas.

I.- INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA

I.1 Fuentes de información

Para la elaboración de esta carta, los datos fueron obtenidos de los levantamientos aeromagnéticos realizados por el Consejo de Recursos Minerales el año de 1998. La información se obtuvo en forma digital realizándose de igual forma el procesamiento digital.

La información cartográfica básica se digitalizó a partir de la carta topográfica del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1995).

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

El levantamiento aeromagnético realizado por el Consejo de Recursos Minerales durante el año de 1998, se efectuó siguiendo vuelos de contorno con altura promedio sobre el terreno de 305 m, y líneas de exploración con rumbo N-S con una separación de 1000m.

Para el levantamiento, se utilizó el avión Islander modelo BN2-A27, al que se le instaló un sensor magnético de vapor de cesio de marca Scintrex CS-2, de bombeo óptico con resolución de 0.001 nT con sensor fijo. El posicionamiento de las trayectorias de vuelo se llevó a cabo mediante el sistema de navegación por satélite (GPS), utilizando el módulo PNAV 2001 y procesador Novatel, y como estación base el magnetómetro portátil Gem System GSM-19, efecto Overhauser con sensibilidad de 0.01 nT.

Participó en el levantamiento aeromagnético, así como en el procesamiento de la presente carta magnética, el siguiente personal de campo:

- Ing. Sergio Jaurigui Albarrán.
- Ing. Carlos Anaya Renovato.
- Ing. Jorge Hernández López.
- Cap. Sotero Martínez .
- Cap. Gerardo Vega García..
- Op.Miguel A. Rangel Valdez.
- Op. Luis Monroy Chávez.
- Op. Guillermo Guzmán Arenas.
- Mec. Marco Antonio Flores.
- Mec. Jesus Martínez Sánchez.

- Mec. Adolfo Rangel.

I.3.- Procesamiento de datos

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

I.3.1.-Integración de la información magnética.

La información digital se integró y procesó en campo mediante el software Geosoft, generándose una rejilla de datos con un tamaño de celda de 200 x 200 m. Los procesos que se aplicaron a la información magnética consistieron en corrección por deriva y líneas de control, corrección por movimiento del avión (compensación magnética) y micronivelación.

El equipo de cómputo empleado fue una PC marca Dell con procesador Pentium II, disco duro de 6 Gb, 128 Mb de memoria Ram y velocidad de 400 Mhz.

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

Según los datos del observatorio de Teoloyucan, México, obtenidos para el período de 1923 a 1987, el campo geomagnético de 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.

Esta corrección se realizó utilizando el valor de IGRF 1995 (Campo Geomagnético de Referencia Internacional) adoptado por la Asociación Internacional de Aeronomía y Geomagnetismo (IAGA, División V, Working Group 8, 1992).

En el caso de la carta Torreón G13-9, a los datos aeromagnéticos se les sustrajo el valor del campo geomagnético, tomando en cuenta la posición geográfica del área, las fechas de levantamiento y la altura de vuelo.

I.3.3.- Generación del mapa.

Con la finalidad de obtener el mapa a escala 1:250, 000 los datos de la carta magnética se integraron en un archivo de coordenadas X,Y,Z, empleándose el algoritmo de interpolación de mínima curvatura (Briggs, 1974).

La generación de curvas de contorno se realizó con el software Arc/Info empleando un regrid de 50 x 50m al tamaño de celda en la rejilla. El equipo utilizado fue una estación de trabajo Sun Ultrasparc II.

I.3.4.- Graficación.

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

I.4.- Características de la carta magnética

La edición cartográfica se efectuó con el software Arc-Info. Los intervalos de color de las curvas isomagnéticas se seleccionaron a cada 30 nT, indicando los bajos magnéticos en tonos de azul y verde y los altos en tonos rojos como se indica en el espectro de valores de la carta; con la finalidad de visualizar fácilmente las anomalías dipolares, monopolares y los gradientes magnéticos; las curvas de contorno se graficaron a cada 5 nT.

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

En el presente texto se incluyen mapas tamaño carta y en presentación de imagen en relieve del campo magnético para realzar los elementos que se describen.

II.- SINTESIS GEOLÓGICA

La síntesis geológica que se presenta a continuación se tomó del resumen del texto explicativo de la carta Geológico-Minera y Geoquímica Torreón G13-9, elaborada por los ingenieros: De Santiago, C.J., De Jesus T.T. y Payán B.E., publicada por el Consejo de Recursos Minerales en el año 2000, por lo que si es necesario obtener mayor detalle de la información expuesta, se recomienda consultar directamente dicho texto en donde se ha desarrollado ampliamente la geología regional de la carta.

El área se ubica en los terrenos tectonoestratigráficos Parral y Sierra Madre. El subterreno Parral abarca el límite sur-poniente de la carta, en donde aflora parte del Grupo Mezcalera (secuencia tipo flysh formada por areniscas, lutitas, calizas y margas) relacionado al desarrollo de sistemas turbidíticos con aporte de material volcánico del poniente y carbonatado del oriente, que se depositaron durante el Neocomiano hasta parte del Cretácico Superior, sufriendo un cambio de facie lateral hacia el oriente y conformando a la Formación Baluarte; lo constituyen calizas delgadas y limolitas de color rosado con contenido de Calpionela Alpina del Berriasiano al Cenomaniano. En general la unidad más antigua en el Terreno Sierra Madre está constiutido por metavolcánicos consistentes de andesitas, riolita y limolita de la Formación Nazas del Triásico-Jurásico; los afloramientos principales están en Villa Juárez, Durango y Sierra de Jimulco; está cubierta discordantemente por caliza con yeso en cambio de facie con caliza obscura con biógenos y nerineas (Formación Zuloaga); afloran en las Sierras El Tajo, Hojasenal y El Chorreado. La Formación La Gloria está compuesta por caliza arenosa y arenisca de la misma edad.

El Grupo La Casita comprende las formaciones La Casita y La Caja del Jurásico Superior (Tithoniano), cubren a las formaciones Zuloaga y La Gloria y subyacen a la Formación Taraises, que afloran en la porción suroriente de la carta. La Formación La Casita consiste de arenisca calcárea con foliación; La Formación La Caja está constituida por una secuencia de lutita y wackstone delgada con amonitas; aflora en la porción surponiente de la carta.

La Formación Taraises (Berriasiano-Hauteriviano) consta de mudstone-wackstone con amonitas mal preservadas; cubre concordantemente a la Formación La Casita al sur de Viesca, Coahuila y en la Sierra de Parras, y a la Formación La Caja en las Sierras Prieta y El Chorreado. Está concordantemente cubierta por la Formación Cupido en las porciones surponiente y suroriente de la carta y por la Formación Las Vigas al sur de Viesca, Coahuila y en la Sierra de Parras.

La Formación Cupido del Hauteriviano-Aptiano, está constituida por mudstone que varía a wackstone, con nódulos de pedernal negro. La Formación Las Vigas del Hauteriviano-Barremiano, consiste de una secuencia de arenisca y lutita que afloran en las Sierras Prieta y de Parras. La Formación Parritas sobreyace concordantemente a la Formación Las Vigas y subyace a la Formación La Peña con una edad asignada del Barremiano-Aptiano y consta de una secuencia de caliza y arenisca; sus afloramientos se restringen a la Sierra de Parras, porción poniente de la Sierra Prieta y en Sierra de Jimulco.

La Formación La Peña cubre a las rocas anteriores y está constituida por caliza arcillosa con intercalaciones de lutita calcárea y limolita; presenta desarrollo de foliación y contiene abundantes amonoideos; con base en resultados paleontológicos se le asigna edad del Aptiano Tardío-Albiano Temprano.

La Formación Aurora o Formación Treviño en la Plataforma de Coahuila, sobreyace concordantemente a la Formación la Peña y por la fauna encontrada se ubica en el Albiano Inferior y Medio; consiste de caliza fosilífera, con nódulos de pedernal y fauna de miliólidos, rudistas, conodontos y nerineas; sus afloramientos se distribuyen en toda la carta excepto en la porción nororiente; subyace a la Formación Cuesta del Cura en las porciones poniente, centro sur y oriente de la carta; La Formación Acatita, considerada cambio de facie de la Formación Aurora, está compuesta de caliza gris obscuro, yeso, dolomía y anhidrita y aflora en la porción suroriente de la carta.

La Formación Cuesta del Cura sobreyace concordantemente a la Formación Aurora en toda la porción sur de la carta y consiste de mudstone-wackstone, con laminaciones, nódulos y bandas de pedernal negro; se le asigna una edad al Albiano Medio-Cenomaniano Inferior.

Cubriendo concordantemente a estas unidades se encuentra La Formación Indidura que consta de una secuencia de lutita con estratos delgados de caliza arenosa; contiene fauna indice que la coloca en el Cenomaniano Superior-Santoniano; aflora ampliamente en las porciones sur y suroriente de la carta.

La Formación Caracol cubre transicionalmente a la Formación Indidura y consta de una secuencia rítmica de lutita y arenisca de probable edad Coniaciano-Santoniano; sus afloramientos son restringidos hacía la porción suroriente de la carta; subyace discordantemente a ignimbritas del Oligoceno-Mioceno.

La Formación Lutita Parras aflora sobreyaciendo concordantemente a la Formación Indidura y consta de lutita carbonosa; por posición estratigráfica, corresponde al Coniaciano-Santoniano. Su contacto superior es transicional a los componentes del Grupo Difunta, cuya edad corresponde al Coniaciano-Maestrichtiano y se conforma de una secuencia de arenisca lutita y limolita; aflora en la porción centro-oriente de la carta.

Andesita con incipiente foliación y textura afanítica, aflora en el límite norponiente de la carta; por correlación con una muestra datada por el método de K-Ar fuera del área, (878.0 $\pm$ 1.10 Ma) corresponde al Campaniano.

Sobreyaciendo discordantemente a las rocas mesozoicas y rellenando fosas, aflora un conglomerado continental (Formación Ahuichila), compuesto de fragmentos de caliza, arenisca y limolita en una matriz areno-arcillosa; en la base presenta yesos y horizontes delgados de caliza, se le asigna una edad Eoceno-Oligoceno Inferior.

Intrusionando a las rocas sedimentarias afloran cuerpos de granito-diorita (porción poniente de la carta); existen reportes radiométricos en La Sierra de Santa María que indican edades con rango Eoceno-Oligoceno.

Sobreyaciendo discordantemente a las rocas anteriores, afloran en la porción surponiente de la carta, rocas de composición riolítica de edad Oligoceno al Mioceno; en su base son derrames de riolita e ignimbrita y en la cima afloran ignimbritas únicamente. El contacto entre esta unidad y la Formación Ahuichila es de interés minero. Una secuencia clástica de origen continental de la Formación Santa Inés, cubren a las unidades más antiguas y varían desde gravas semi-consolidadas hasta conglomerados polimícticos cementados por arcilla, limos o caliche; sobreyace a las rocas volcánicas en el extremo surponiente de la carta y se le considera del Terciario Neógeno.

Una unidad volcánica que fue agrupada en este trabajo, como basalto-andesita se ubica en el Plioceno, por posición estratigráfica en la porción

surponiente de la carta, se presenta en afloramientos aislados que cubren a riolitas y al conglomerado polimíctico.

Existen paquetes horizontales de travertino en las porciones surponiente y centro-oriente de la carta, siendo este último el de mayor extensión y en donde sobreyace discordantemente al Grupo Difunta; se le considera del Pleistoceno. Una serie de depósitos aluviales, de piamonte (coluviones) y lacustre de edad Cuaternaria, representan los últimos eventos sedimentarios del área.

Los elementos tectónicos que pueden identificarse en la carta son los terrenos tectonoestratigráficos Parral y Sierra Madre. La sedimentación fue controlada por sistemas de fosas y pilares originados durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Los bloques del basamento controlan los sistemas de pliegues y cabalgaduras producto de la deformación laramídica ocurrida desde finales del Cretácico al Eoceno, y que explica que en la zona de la Isla de Coahuila (Laguna de Mayrán), siendo un elemento positivo, las rocas sedimentarias se presentan deformadas en pliegues amplios, mientras que cercano al elemento rígido, existen estructuras mayores con alta complejidad, como son grandes cabalgaduras y zonas de transferencia, existiendo también fallamientos normales y laterales, pliegues anticlinales y sinclinales (abiertos, de rodillas, recumbentes, recostados y encontrados). En la porción suroriente, las estructuras tienen rumbo WNW-ESE, en la porción centro-sur tienen rumbo E-W, en la porción surponiente adoptan un rumbo NW-SE, y en la porción centroponiente cambía a NNW-SSE.

Las estructuras mineralizadas por sulfuros son en forma de brechas, mantos, chimeneas y vetas. En las chimeneas de Ojuela y Velardeña con leyes de Au, Ag y Pb-Zn; los mantos son de 1.0 m de espesor, 0.2 km de longitud y 0.5 km de profundidad y valores de Ag y Pb-Zn; en la zona minera de Cerro Prieto, las vetas de relleno de fisura presentan valores de Pb-Zn, de Cu y Zn. En la zona de las Víboras, en el distrito minero de Viesca, las vetas brechoides oxidadas reportan valores de Pb y Zn, y en la zona de Ahuichila, en idénticas vetas, se reportaron valores de Cu en las minas de la Ponderosa y Sandoval.

Los depósitos de mármol más importantes se ubican alrededor del área de influencia del intrusivo granítico de El Sarnoso que abarca 75 km^2, al afectar a calizas de la Formación Aurora.

En Sombreretillo y Cruz Verde se explota travertinio y se procesa para abasto nacional. En la Sierra de San Lorenzo y en la Sierra de Bermejillo se ubican los depósitos de celestita y escasa estroncianita en forma de mantos en la caliza dolomitizada de la Formación Acatita.

Las salmueras de la Laguna de Viesca, y en Mieleras, Coahuila abarcan 150 km^2, consiste de un acuífero semiconfinado y constituido por salmueras saturadas de cloruro y sulfato de sodio en concentraciones hasta de 57.9 y 46.5 g/t, la planta de beneficio que se ubica en Viesca procesa un combinado de 50, 000 toneladas.

En el distrito de Piedreceñas se localizan los yacimientos de bentonita en un manto intraformacional discordante entre el Conglomerado Ahuichila al bajo y el depósito de toba riolítica al alto, el cual constituye un horizonte guía, la mineralogía está constituida por montmorillonita, álcalis, alcalinotérreos y fierro.

Con base en la cartografía realizada y en la interpretación magnetométrica, se propone el límite cubierto entre los terrenos Sierra Madre y Coahuila, siendo este límite parte de un accidente de basamento y por ende una zona de debilidad a la cual se asocian franjas mineralizadas. En el área se manifiesta, donde las estructuras cambian fuertemente de rumbo, y

afloran intrusivos asociados a mineralización económica de metálicos y no metálicos; las zonas de transferencia en la porción suroriente, en donde existen cabalgaduras sirvieron de conductos para el emplazamiento de mineralización. Esto sugiere una zona potencial dentro de la carta Torreón en esta franja.

III.- DISCUSIÓN DE LA INTERPRETACIÓN REGIONAL.

La información aeromagnética contenida en la carta, tiene un alcance de carácter regional debido a la escala del mapa (1: 250 000), en donde a partir de los datos aeromagnéticos se interpretaron indirectamente rasgos geológicos del subsuelo, infiriendo la distribución y naturaleza de las rocas ocultas, tales como intrusivos, rocas sedimentarias y metamórficas, rocas volcánicas, fallas profundas y controles estructurales favorables para la presencia de depósitos minerales rasgos obtenidos con base en el contraste de susceptibilidad magnética de los materiales del subsuelo, originado este por la presencia de óxidos y/o sulfuros de fierro dispersos en pequeñas cantidades en la matriz de las rocas.

La interpretación cualitativa de la carta Torreón G13-9, es de carácter regional, en donde se indican los rasgos magnéticos principales, estos resultados están sujetos a discusión y se proporcionan como una base para análisis más profundos, de acuerdo con el objetivo y el uso de la información.

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

III.1.- Dominios magnéticos.

En la carta magnética Torreón G13-9, se identificaron 7 grupos de dominios magnéticos indicados con las letras A_{0-1}, A_{0-2}, A_2, B_1, B_2, C_1 y C, diferenciados de acuerdo a su intensidad de magnetización, gradiente magnético y amplitud dipolar (figura No.2).

III.1.1.- Dominios magnéticos A_{0-1} y A_{0-2}

El amplio dominio magnético A_{0-1} localizado en las porciones nororiente y centro de la carta, tiene forma irregular con intensidad que varía de 53 a –257 nT y orientación general NW-SE, se interpreta como la respuesta magnética del basamento granítico de la Isla de Coahuila de edad permo-triásico (Lehmann y otros, 1999). Su correlación geológica en superficie corresponde con una gruesa secuencia de rocas sedimentarias marinas y arrecifales mesozoicas, y material aluvial y lacustre en las partes bajas.

El barreno Mayran-1 alcanzó rocas volcánicas e ígneas del Triásico Tardio-Jurásico a más de los 3 000 m de profundidad (Grajales y otros, 1992), además muestra que las lutitas y areniscas están subyacidas por un delgado espesor de carbonatos del Cretácico Inferior y terrígenos con espesor combinado de 500 m (Márquez, 1976, en Padilla y Sánchez, 1986), (figura No.2).

Con base en la respuesta magnética, dicho basamento granítico parece estar afectado por pequeños cuerpos magnéticos, que podrían corresponder a cuerpos ígneos terciarios en forma de troncos, emplazados a profundidad, principalmente en las porciones norponiente y nororiente de la carta.

El dominio magnético A_{0-2} localizado en la porción suroriente de la carta, con una

intensidad que varía de –110 a –244 nT con rumbo NW-SE, se atribuye a la continuación hacía el norponiente del basamento ígneo y metamórfico del Levantamiento de San Julián. Su correlación geológica en superficie corresponde con el conglomerado polimíctico del Paleógeno y coaluvión del Cuaternario (De Santiago y otros, 2000).

Estas respuestas magnéticas se correlacionan con los bloques graníticos levantados de la Isla de Coahuila, definida por el domino magnético A_{0-1}), que permitió interpretar la configuración hacía el sur de los límites en el subsuelo de dicha isla, y el dominio magnético A_{0-2} correspondiente a la extensión al norponiente del levantamiento de San Julián (Anderson y otros, 1991).

III.I.2.- Dominio magnético A_2.

El dominio magnético A_2 se atribuye a rocas intrusivas de composición intermedia a máfica y está representado por anomalías magnéticas monopolares y dipolares con alto gradiente y alta intensidad, que varían de 328 a -376 nT. Está mayormente distribuido en las porciones norponiente y surponiente de la carta.

Se definieron un total de 6 dominios magnéticos A_2, (A_{2-1} a A_{2-6}), la ubicación, características magnéticas y correlación geológica de estos dominios se muestra en la Tabla No. 1, a continuación se describen algunos de ellos.

En las porciones norponiente y surponiente de la carta, se detectaron dos dominios magnéticos (A_{2-5} y A_{2-6}) con rumbos NW-SE, definidos como anomalias dipolares de alta intensidad y forma irregular. El dominio A_{2-5} se correlaciona con el intrusivo de composición granítico-diorítica de Dinamita, donde existe mineralización principalmente de mármol, fierro y manganeso y de Au y Ag, en la periferia del intrusivo y al poniente de este dominio. Mientras que el domino A_{2-6}, ubicado en la porción surponiente, se correlaciona con el intrusivo de composición granítico-diorítica de Velardeña en contacto con las rocas sedimentarias de las formaciones Aurora y Cuesta del Cura, donde la mineralización de Pb, Zn y Ag es del tipo relleno de fisura y de reemplazamiento en calizas; esta anomalía magnética se ubica en la unión de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental Mesa Central (Gilmer y otros,1988), y en los límites de los terrenos tectonoestratigráficos Sierra Madre Oriental y Coahuila (Campa y Coney, 1983).

Se concluye que las respuestas magnéticas A_{0-1}, A_{0-2} y A_2 se atribuyen a 3 causas principales: 1ª) al basamento granítico de la Isla de Coahuila, de edad Permo-Triásico (Lehmann, y otros, 1999), 2ª) al levantamiento de San Julián. Ambos elementos representados por anomalías amplias y extensas de forma irregular, y 3ª) a los cuerpos intrusivos terciarios aflorantes y sepultados, de composición granítica-diorítica de Dinamita y Velardeña.

TABLA No. 1

Dominios Magnéticos A_2

Localización	*Descripción*	*Significado Geológico **
A_{2-1} Ubicado a 30 Km al nororiente del Poblado de Bermejillo, Durango., en la porción norponiente de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: circular. Intensidad máxima: - 144 nT.	Respuesta magnética atribuible a un cuerpo intrusivo sepultado de posible composición granítica-granodiorítica. Se correlaciona en superficie con depósitos aluviales cuaternarios. No se observó mineralización.
A_{2-2} Ubicado a 30 Km al suroriente del poblado de Boquillas de las Perlas, Coahuila; en la porción sur de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: dipolar Forma: irregular con dirección NW-SE. Intensidad máxima: 395 nT.	Respuesta magnética atribuible a un cuerpo intrusivo magnético, de posible composición granítica-diorítica. Se correlaciona en superficie con rocas sedimentarias mesozoicas del Cretácico Inferior, conglomerado polimíctico, aluvión y coaluvion cuaternarios. Existe evidencia de mineralización metálica tipo veta.
A_{2-3} Ubicado a 17 km al nororiente del poblado de Bermejillo, Durango; en porción norponiente de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: monopolar. Forma: circular. Intensidad máxima: 43 nT.	Respuesta magnética atribuible a un cuerpo intrusivo sepultado. Se correlaciona en superficie con depósitos aluviales cuaternarios. No se observa evidencia de mineralización.
A_{2-4} Ubicado a 10 km al poniente del poblado de Bermejillo, Durango; en la porción norponiente de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular con dirección NW-SE. Intensidad máxima: 510 nT.	Respuesta magnética atribuible a un cuerpo intrusivo sepultado por rocas sedimentarias mesozoicas del Cretácico Inferior y Superior, coaluvión y aluvión, en su extensión hacía el sur se encuentra el distrito minero de Ojuela, asociado a un tronco granítico, con mineralización tipos: veta, skarn y chimeneas irregulares de Zn, Ag y Pb y hacía el norte del mismo la mineralizacion es de Au, Ag y Cu
A_{2-5} Ubicado a 20 km al surponiente del poblado de Bermejillo, Durango en la porción poniente de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular orientación E-W. Intensidad máxima: 514 nT.	Respuesta magnética atribuible a un cuerpo intrusivo que aflora y que se extiende en el subsuelo hacía la porción poniente. Se correlaciona con un intrusivo de composición granítico-diorítica del terciario, rocas sedimentarias jurásicas y cretácicas y depósitos aluviales. Existe mineralización no metálica en el distrito de Dinamita y Au, Ag, Pb y Zn en su porción poniente de este dominio.
A_{2-6} Ubicado a 35 km al suroriente del poblado de Lázaro Cárdenas, Durango; en la porción surponiente de la carta, figura 2.	Respuesta magnética: dipolar. Forma: irregular con dirección NW-SE. Intensidad máxima: 431 nT.	Respuesta magnética atribuible a un intrusivo composición granítico-diorítico terciario que aflora. Se correlaciona en superficie además con rocas sedimentarias mesozoicas, andesitas basálticas e ignimbritas terciarias. Existe mineralización polimetálica de skarn.

(* Con base en la geología de la Carta Geológico-Minera a la misma escala, publicada por el CRM).

III.1.3.- Dominio magnético B_1

El dominio magnético B_1 se atribuye a rocas volcánicas de composición félsica a intermedia, se caracteriza por presentar distorsiones en el campo magnético, se agrupan en zonas de baja intensidad magnética que varían de -190 a -330 nT.

Se definieron dos localidades con este dominio, localizados en las porciones norponiente y surponiente de la carta.

Los dominios magnéticos B_1 están representados por altos y bajos magnéticos con rumbo general NW-SE. Su respuesta se atribuye a la secuencia de rocas volcánicas terciarias del Super Grupo Volcánico Superior (McDowell y otros, 1981), donde gran parte de estas unidades se encuentran cubiertas por aluvión, coaluvión y sedimentos lacustres.

III.1.4.- Dominio Magnético B_2.

El dominio magnético B_2, se atribuye a rocas volcánicas de composición intermedia a máfica, este dominio está representado por monopolos y dipolos magnéticos de alta intensidad distribuidos en forma caótica con respuestas que varían entre -110 a -244 nT. Estas anomalías presentan distancias dipolares cortas formando zonas de altos y bajos gradientes magnéticos.

El dominio magnético B_2 de mayor extensión, se localiza en la porción norte de la carta, está representado por anomalías de alta y baja intensidad magnética. La respuesta magnética se atribuye a los afloramientos aislados de rocas andesíticas y basálticas del terciario, (De Santiago y otros, 2000).

III.1.5.- Dominios magnéticos C y C_1

El dominio magnético C se caracteriza por una respuesta magnética de suave gradiente y baja intensidad, con valores que van de –198 a –264 nT. Se atribuye a las rocas sedimentarias y metasedimentarias distribuidas en toda la superficie de la carta.

El dominio magnético C_1 se caracteriza por una respuesta magnética de suave gradiente y de muy baja intensidad con valores negativos que van de –247 a –278 nT, localizado en la porción sur, con rumbo NW-SE y de forma irregular. Se atribuye a rocas sedimentarias marinas jurásicas y cretácicas.

El dominio magnético C, se localiza en las porciones sur-centro, suroriente y surponiente de la carta, tiene una orientación general NW-SE, la respuesta magnética se atribuye a la gruesa secuencia de rocas sedimentarias de origen marino, que conforman principalmente la Sierra Madre Oriental. Hacía la porción central de la carta gran parte de esta secuencia, está cubierta por las salmueras de la laguna de Viesca.

III.2.- Lineamientos magnéticos

Se interpretaron 3 sistemas de lineamientos magnéticos principales con rumbos NW-SE, N-S y NE-SW, que se interpretan como las respuestas de contactos litológicos zonas de debilidad o fallas de origen profundo, que en algunas ocasiones no tienen manifestación superficial, están representados por líneas discontinuas en la (figura No. 2).

Los lineamientos magnéticos con rumbo NW-SE, se encuentran mayormente distribuidos en la porción nororiente de la carta, se atribuyen al rompimiento de grandes bloques que conforman el basamento cristalino prejurásico, generando grandes fallas regionales, como es el caso de la proyección parcial de la falla regional Torreón-Saltillo, que delimita hacía el norte a la Laguna de Mayran, estos lineamientos magnéticos sirvieron de conducto a cuerpos intrusivos y delimitan al dominio magnético A_{0-1} de 140 km de longitud y 35 km de ancho (Eguiluz, 1984 y Vélez, 1990).

Los lineamientos magnéticos con rumbo NE-SW y N-S se localizan en las porciones nororiente y surponiente de la carta, estos lineamientos se presentan afectando a los dominios magnéticos A_{0-1} y al dominio magnético C_1, estos lineamientos parecen ser posteriores a los de rumbo NW-SE, ya que los desplazan.

III.3.- Procesos analíticos realizados.

Con el propósito de realzar la información contenida en el mapa de Campo Magnético Total (CMT), se aplicaron los siguientes procesos analíticos a los datos aeromagnéticos: reducción al polo, un filtro pasabajas y la primera derivada vertical; teniendo como resultado los siguientes mapas:

III.3.1.- Mapa de estructuras profundas.

Se generó aplicando un filtro pasabajas al Campo Magnético Total (CMT) reducido al polo, considerando una frecuencia de corte de 0.03 ciclos/ km, equivalente a una longitud de onda de 33 km (esto implica que cuerpos con longitudes de onda menores a ésta, no son visibles en este mapa).

En este mapa se han eliminado las respuestas de alta frecuencia, que son producidas por fuentes magnéticas superficiales (cuerpos con longitudes de onda menores a 33 kilómetros), lo que permite visualizar la señal correspondiente a las bajas frecuencias, que son típicamente atribuidas a estructuras y cuerpos intrusivos aflorantes o sepultados con raices profundas; como es el caso de los cuerpos de Ojuela y Velardeña, también es posible identificar la ubicación de pilares y fosas tectónicas (levantamientos y depresiones) y fallamientos del basamento magnético, las más evidentes puede observarse en la porción nororiente de la carta, donde las depresiones están definidas por bajos magnéticos de rumbo NW-SE, mientras que los pilares tectónicos del mismo rumbo, están definidos por anomalías positivas (Isla de Coahuila), algunas de estas anomalías positivas son las respuestas a profundidad de cuerpos intrusivos, (Padilla y Sánchez, 1986), (figuras Nos. 2 y 3).

IIII.3.2.- Mapa de estructuras superficiales.

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

En este mapa se resaltan las altas frecuencias que son correlacionables con las fuentes magnéticas someras, con lo que es posible definir los rasgos litoestructurales más superficiales (figura No. 4), como es el caso de los dominios magnéticos B_1 y B_2, localizados en las porciones norte, norponiente y surponiente de la carta, que se atribuyen a las rocas volcánicas, debido al alto contraste de susceptibilidad con respecto las rocas circundantes, se caracterizan por respuestas magnéticas de alto gradiente y de forma irregular; mientras que las respuestas magnéticas de suave gradiente se atribuyen a las rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos clásticos que cubren la mayor parte de la carta (dominios magnéticos C).

III.4.- Zonas de interés geológico-minero.

Con base en la interpretación cualitativa regional del mapa aeromagnético, se seleccionaron 3 zonas de interés geológico-minero, localizadas en las porciones sur, surponiente y norponiente de la carta y asociadas con los dominios A_{2-2}, A_{2-4}, A_{2-5} y A_{2-6} (figura No. 5).

La primera zona de interés geológico-minero, se localiza en la porción sur de la carta, a 25 km al sur del poblado de Boquilla de las Perlas, Coahuila, está asociada al dominio magnético A_{2-2} atribuible a un cuerpo intrusivo en forma de tronco emplazado a profundidad y sepultado por rocas sedimentarias mesozoicas, conglomerado

polimíctico terciario y sedimentos clásticos recientes.

Existen condiciones geológico-mineras similares a las observadas en el distrito minero de Velardeña, además de que aflora un intrusivo de composición granítico-diorítica, hacía la porción poniente de esta zona de interés.

Es de interés la exploración en superficie de la proyección marginal interpretada con geofísica para definir su potencial minero.

La segunda zona de interés geológico-minero se localiza en la porción norponiente de la carta, está asociada a los dominios magnéticos A_{2-4} y A_{2-5}, se atribuyen a cuerpos intrusivos que están parcialmente sepultados por rocas sedimentarias mesozoicas y sedimentos clásticos recientes. Existen condiciones geológicas y mineralización de Au y Ag hacía la porción poniente del dominio magnético A_{2-5}, semejantes a las del distrito minero de Ojuela, definido y ubicado dentro del dominio magnético A_{2-4}.

Es de interés la exploración de la proyección marginal interpretada en la superficie del dominio magnético A_{2-4} y la extensión en el subsuelo de la porción poniente del dominio magnético A_{2-5}, para definir su potencial geológico-minero.

La tercera zona de interés geológico-minero se localiza en la porción surponiente de la carta, está asociada al dominio magnético A_{2-6}, se atribuye a un cuerpo ígneo intrusivo que aflora parcialmente. Existe mineralización polimetálica en esta zona de interés geológico-minero semejante a la del distrito minero de Velardeña, localizado al poniente de este dominio A_{2-6}. Se recomienda la exploración del límite marginal interpretado principalmente hacía la porción oriental, para definir su potencial minero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Briggs, I.C., 1974. Machine contouring using minimum curvature (spline). Geophysics, v.39, No.1, pp.34-42.

Campa, U.M.F., and Coney, P.J., 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions of Mexico. Canadian journal of Earth Sciences. V.20, pp. 1040-1051.

Consejo de Recursos Minerales (CRM), 1993. Monografía Geológico-Minera del Estado de Coahuila, SEMIP, publicación M-9e, 154 p.

Consejo de Recursos Minerales (CRM), 1993. Monografía Geológico-Minera del Estado de Durango, SEMIP, publicación M10e, 204 p.

De Santiago, C.J., De Jesús, T.T. y Payán, B.E., 2000. Carta Geológico-Minera Torreón G13-9, escala 1: 250 000, estados de Coahuila, Durango y Zacatcas. Consejo de Recursos Minerales, SECOFI.

Eguiluz, de A. S., 1984. Fallas transcurrentes en el norte de México. VII Convención Soc. Geol. Mexicana. Libro de resumenes, pp. 60-74.

Gilmer, A.L.,Clark, K.F., Conde, C.J., Hernández, C.I., Figueroa, S.J.F., and Porter, E.W.,1988. Sierra de Santa María, Velardeña Mining District, Durango, Mexico. Economic geology, V. 83, 1988, pp. 1802-1829.

Grajales, N.J.M., Terrell, D.J., Damon, P.E., 1992. Evidencias de la prolongación del Arco Magmático Cordillerano del Triásico Tardio-Jurásico en Chihuahua, Durango y Coahuila: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, V.42, No.2, pp.1-18.

IAGA, Division V. Working Group 8 (R.A. Langel, Chairman), 1992. International Geomagnetic Reference Field, Revision 1991, Geophysics, vol. 57, No.57, pp. 956-959.

INEGI, 1995. Carta Topográfica Torreón G13-9, escala 1:250 000, 5ª impresión.

Lehmann, C.,Osleger, D.A., Montañez, I.P., Sliter, W., Amaud A. and Banner, J., 1999. Evolution of Cupido and Coahuila carbonate platforms, Early Cretaceous, northeastern Mexico. GSA bulletin; July 1999, V. III; No. 7; p. 110-1029; 12 figuras.

López, R. E., 1982. Geología de México. Tomo II, 3ª edición, página 227.

McDowell, F.W. y Clabaugh, S.E., 1981. The igneous history of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western Mexico. Revista del Instituto de Geología, vol. 5, No. 2, UNAM, pp. 195-206.

Padilla y Sánchez, R.J. 1982. Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo, and Monterrey, México (Tesis doctoral).

Padilla y Sánchez, R.J. 1985. Las estructuras de la Curvatura de Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. UNAM, Inst.Geología, Revista, v. 6, No.1, p.1-20.

Padilla y Sánchez, R.J. 1986. Post Paleozoic Tectonics of northeast Mexico and its role in the evolution of the Gulf of Mexico. Geofísica Internacional, Vol. 25-1, pp. 157-206.

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

Vélez, S. D., 1990. Modelo Transcurrente en la Evolución Tectónico-Sedimentaria de Mexíco. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, V.40, No.2, pp.1-35.

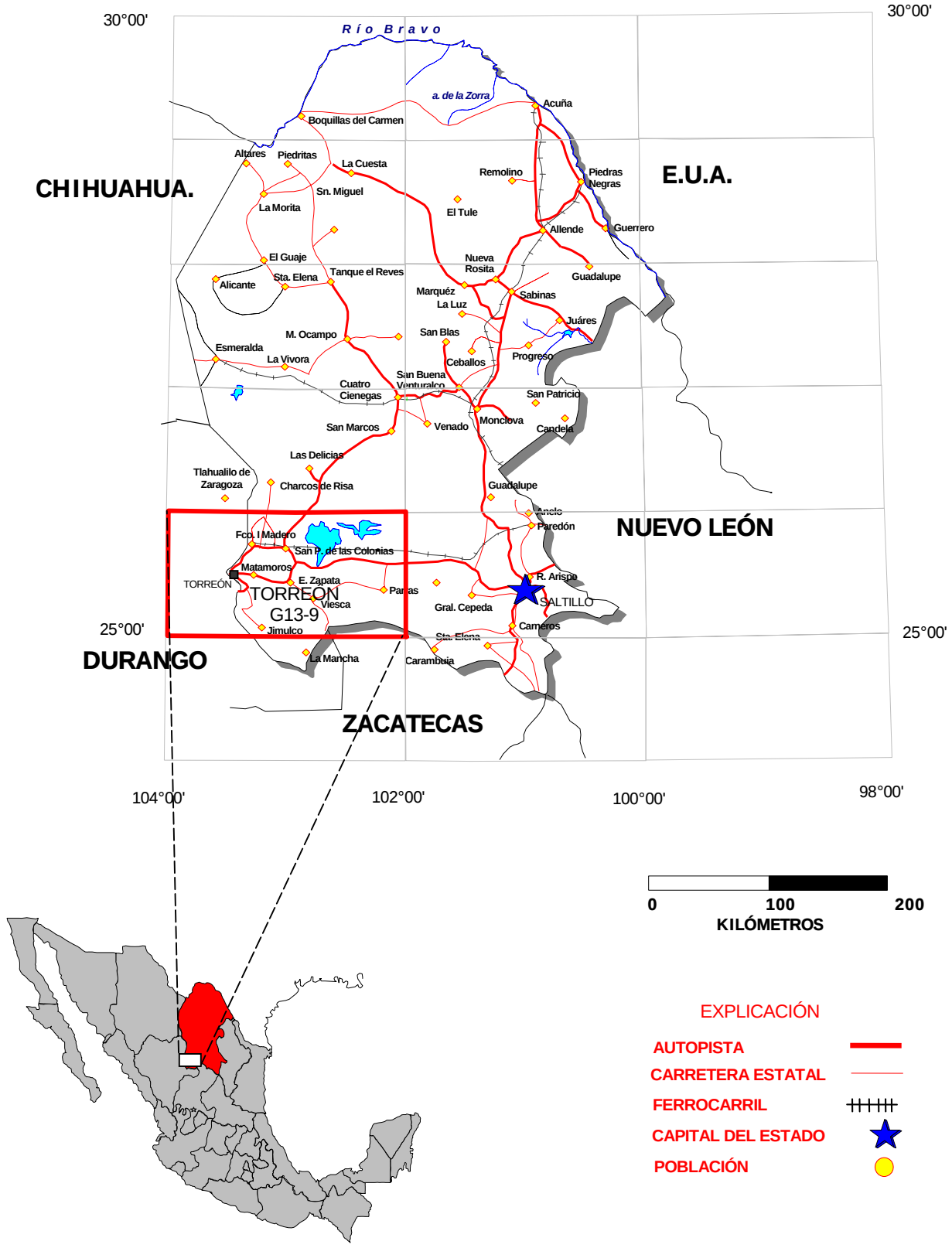
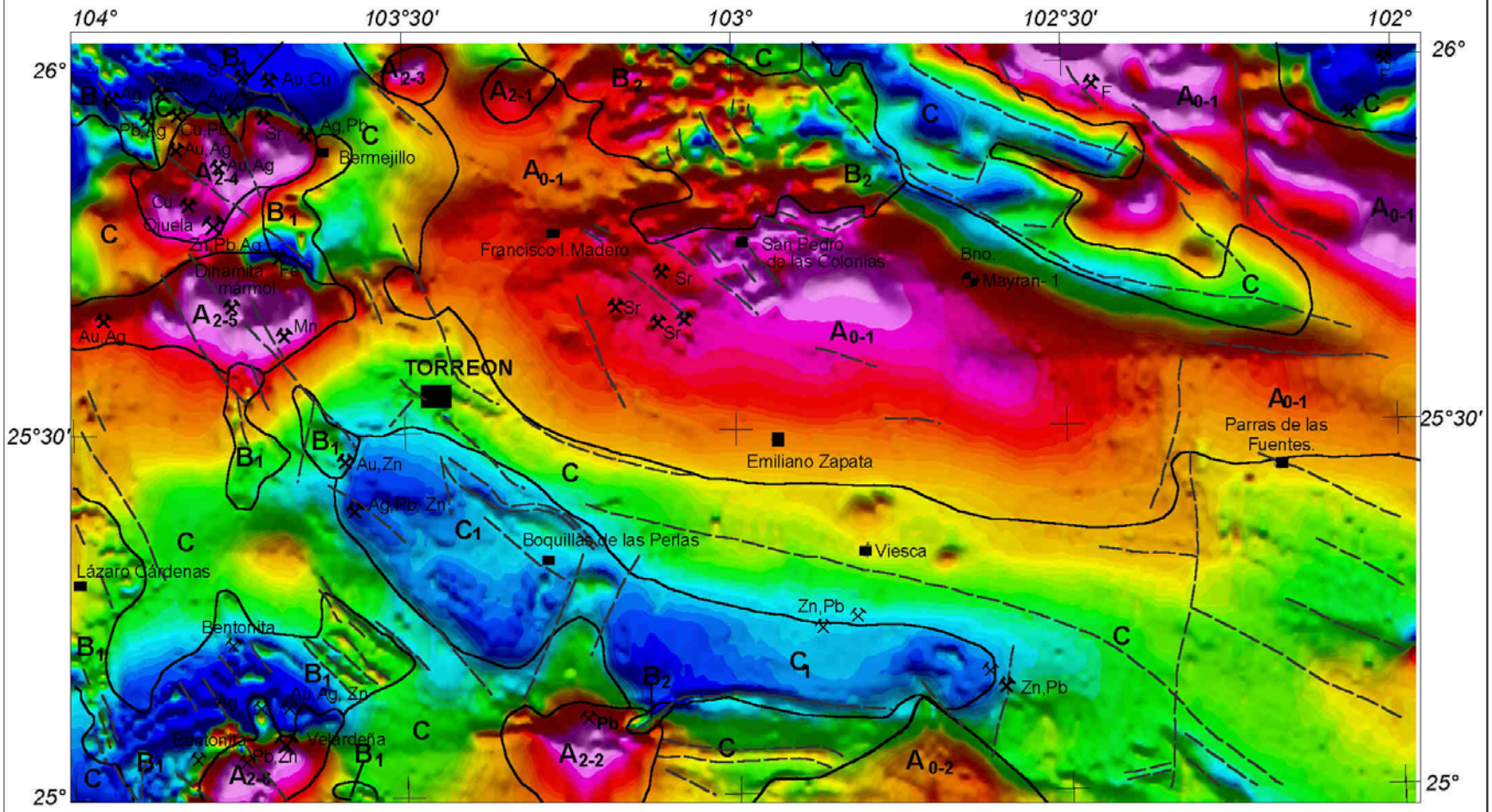


FIGURA 1 .- MAPA DE LOCALIZACIÓN

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



EXPLICACIÓN DE ELEMENTOS INTERPRETADOS

Límite de dominio magnético

lineamiento magnético

Distrito minero y sustancia — Au

Localidad minera y sustancia — Au

Poblado

Barreno

Nota.Distritos mineros tomados de la carta Geológico-Minera Torreón G13-9

DOMINIOS MAGNÉTICOS

A01.- Plataforma de Coahuila

A02.-Basamento ígneo metamórfico

A2.- Cuerpo ígneo intrusivo de composición intermedia a máfica

B1.- Rocas volcánicas de composición félsica a intermedia

B2.- Rocas volcánicas de composición intermedia a máfica

C.- Rocas sedimentarias, metasedimentarias y metavolcánicas

C1.- Unidad sedimentaria no identificada

25 0 25

kilómetros

-291.8 -194.4 -98.1 4.4

nanoteslas

Iluminación desde el nororiente

FIGURA 2.- Interpretación magnética litoestructural

TORREON G13-9

Campo Magnético Total

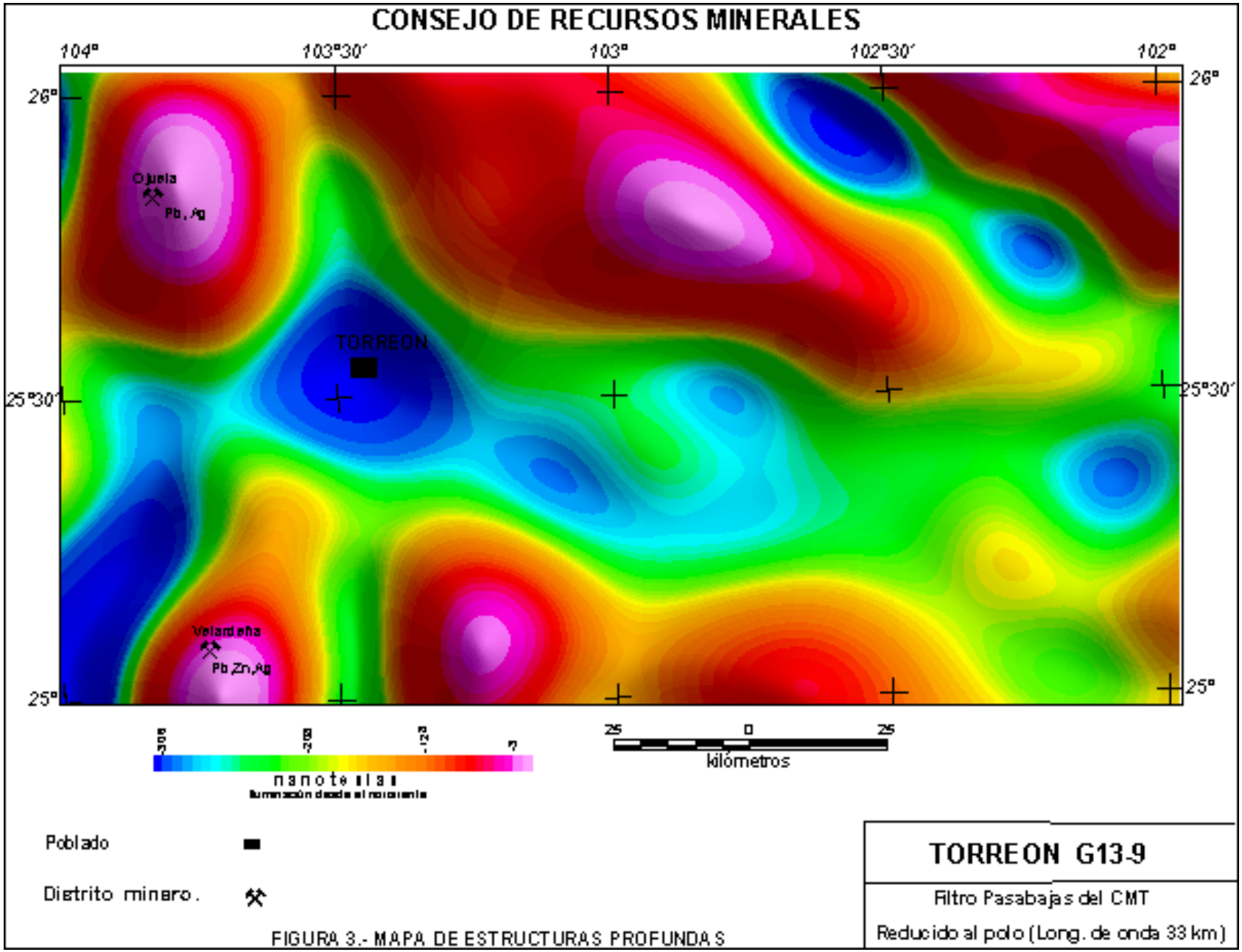


FIGURA 3.- MAPA DE ESTRUCTURAS PROFUNDAS

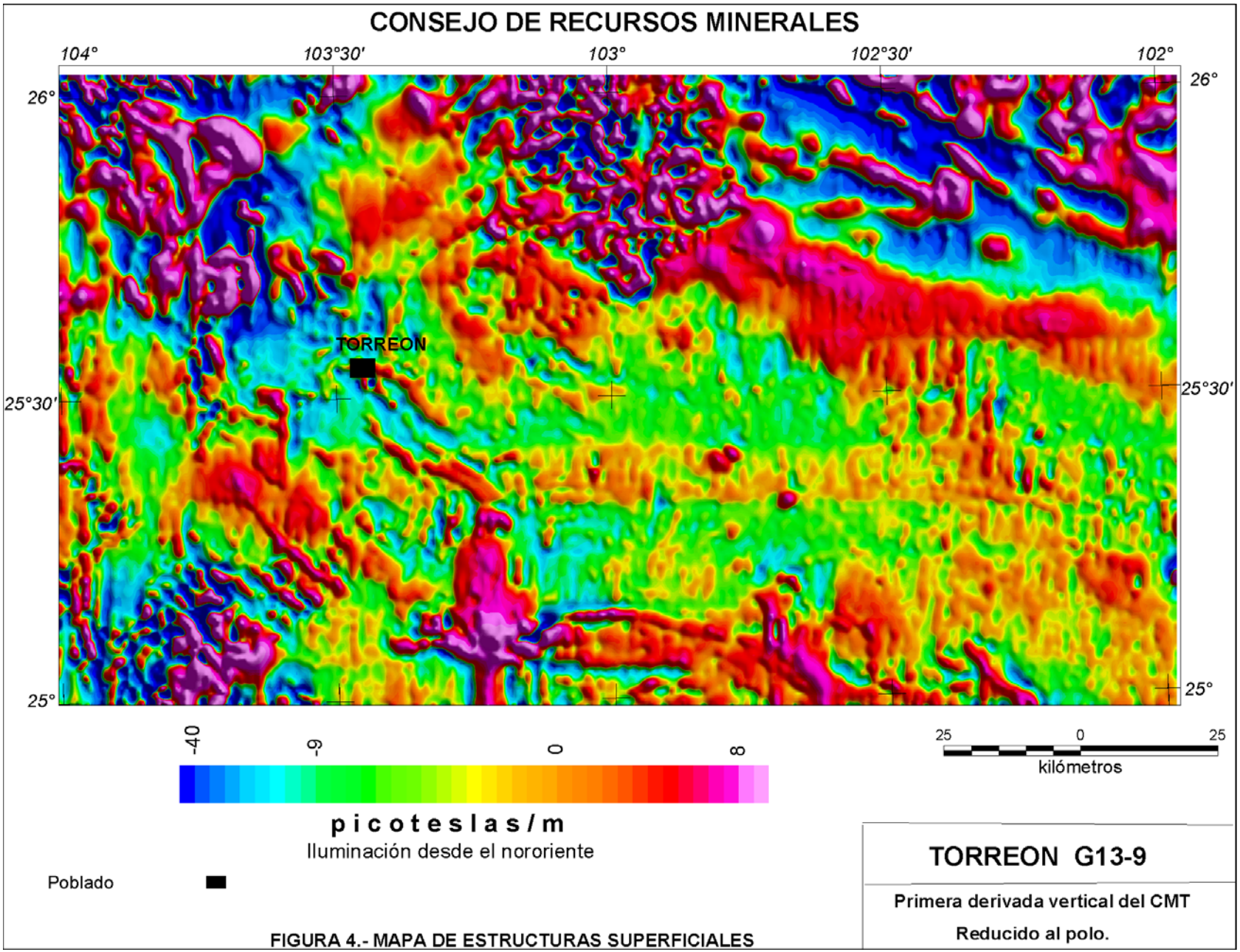
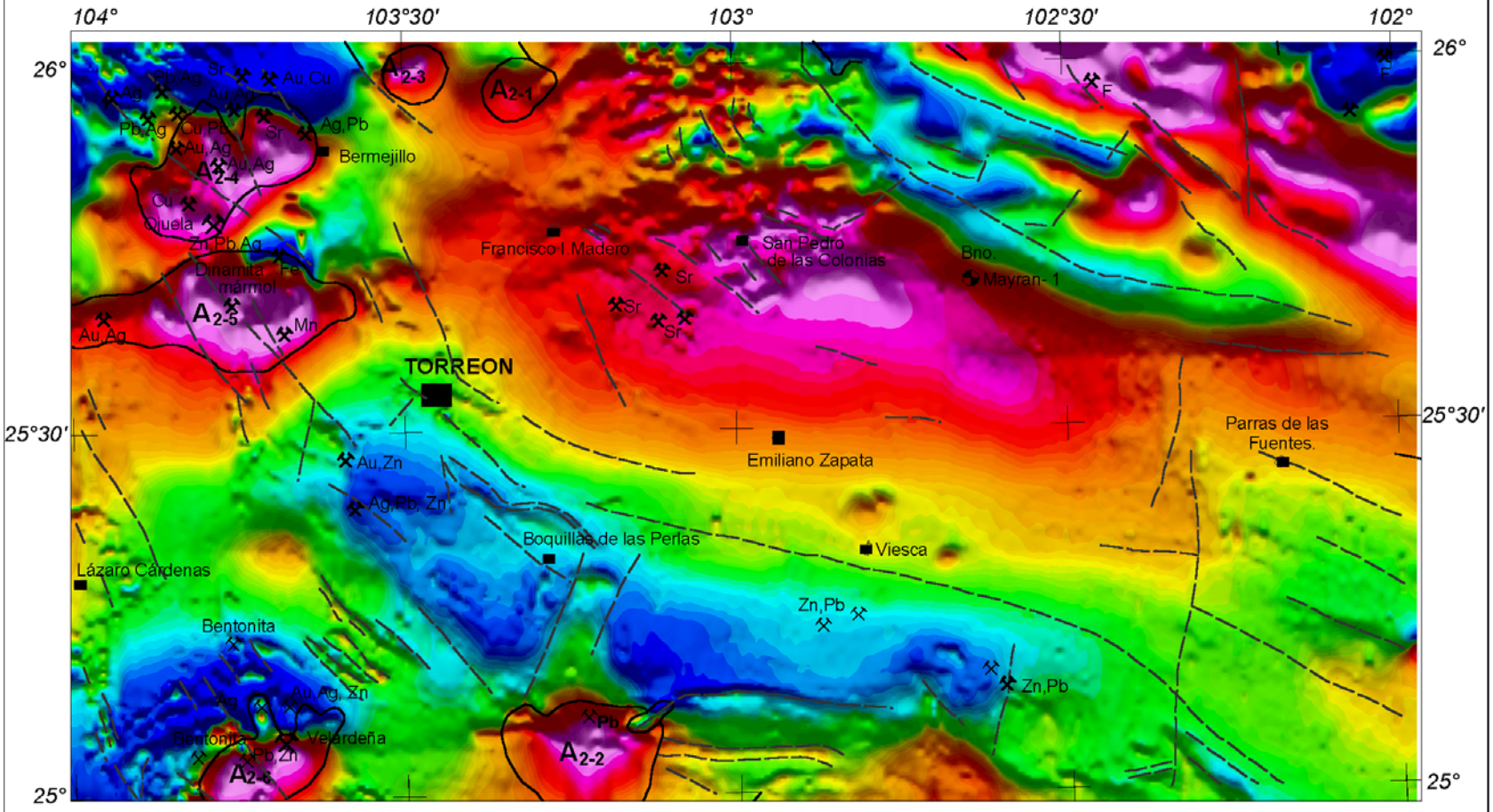


FIGURA 4.- MAPA DE ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



25 0 25
kilómetros

-291.8 -194.4 -98.1 4.4
nanoteslas
Iluminación desde el nororiente

Límite de dominio magnético

lineamiento magnético

Distrito minero y sustancia

Localidad minera y sustancia

Poblado

Barreno

TORREON G13-9

Campo Magnético Total

FIGURA 5.- Zona de interés geológico-minero a partir de la Interpretación magnética litoestructural