

MODELO DE YACIMIENTOS DE HIERRO Y MINERALES ASOCIADOS DE AG, PB, ZN, CU Y AU EN LA PORCION SUROCCIDENTAL DE MEXICO

M. EN C. RODOLFO CORONA ESQUIVEL.*

* Director Museo de Geología, UNAM.

INTRODUCCION.

El presente estudio se inició en 1991 cuando el Instituto de Geología de la UNAM en colaboración con la universidad de Arizona en Tucson, realizaba trabajos de Geología en los Estados de Guerrero, Michoacán y Colima, encaminados a conocer el origen y evolución del conjunto de rocas denominado "Terreno Guerrero".

Tomando en cuenta que la evolución y constitución geológica del terreno Guerrero incluye secuencias volcano-sedimentarias de origen marino asociadas a arcos de islas, cuyos ambientes de depósito favorecen la formación de yacimientos metálicos de cobre, plata, plomo, zinc, oro y de manera particular en esta porción de México el hierro, se consideró conveniente desarrollar un proyecto dirigido a investigar el origen de los yacimientos conocidos y al mismo tiempo, encontrar parámetros guía que pudiesen servir en la localización de nuevos depósitos.

En el presente trabajo se describe en forma resumida el avance que hasta ahora se tiene de los trabajos de campo y de laboratorio realizados en el Instituto de Geología y la Universidad de Arizona. Y se presenta uno de los modelos que ha sido manejado para explicar el origen de los yacimientos.

Localización

El área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 18° 45' - 19° 30' Latitud Norte y 102° 45' - 104° 45' de Longitud al Oeste de Greenwich, comprende parte de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán y cubre una superficie de forma rectangular de aproximadamente 16,000 Km². Queda limitada al norte por la población de Tecalitlán al sur por Coalcoman, al oriente por Tepalcatepec y al poniente por la Huerta y Barra de Navidad.

Fisiografía

El panorama fisiográfico de casi toda la región es abrupto con excepción del valle de Colima y una franja angosta paralela a la costa.

Las sierras y valles tienen una orientación general NNW-SSE, de acuerdo con Raisz (1959) comprende parte de las subprovincias denominadas Vertiente del Sur, Planicie Costera y Tierras del Norte, las cuales forman parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Estudios Previos

El área ha sido estudiada por varios autores, algunos de estos estudios fueron realizados con fines mineros como son los de Urquiza (1882), De Anda (1883), Flores (1951), López y Castañeda (1970), Meave y Echegoyen (1961), Pineda et. al. (1969), Llano (1986), Estrada (1987), González y colaboradores (1987), Corona et. al. (1991, 1992).

Otros estudios paleontológicos y estratigráficos son los de Aguilera y Ordóñez (1893), Bosse (1910), Vivar (1923), Burckhardt (1904), Fries (1962), Pano

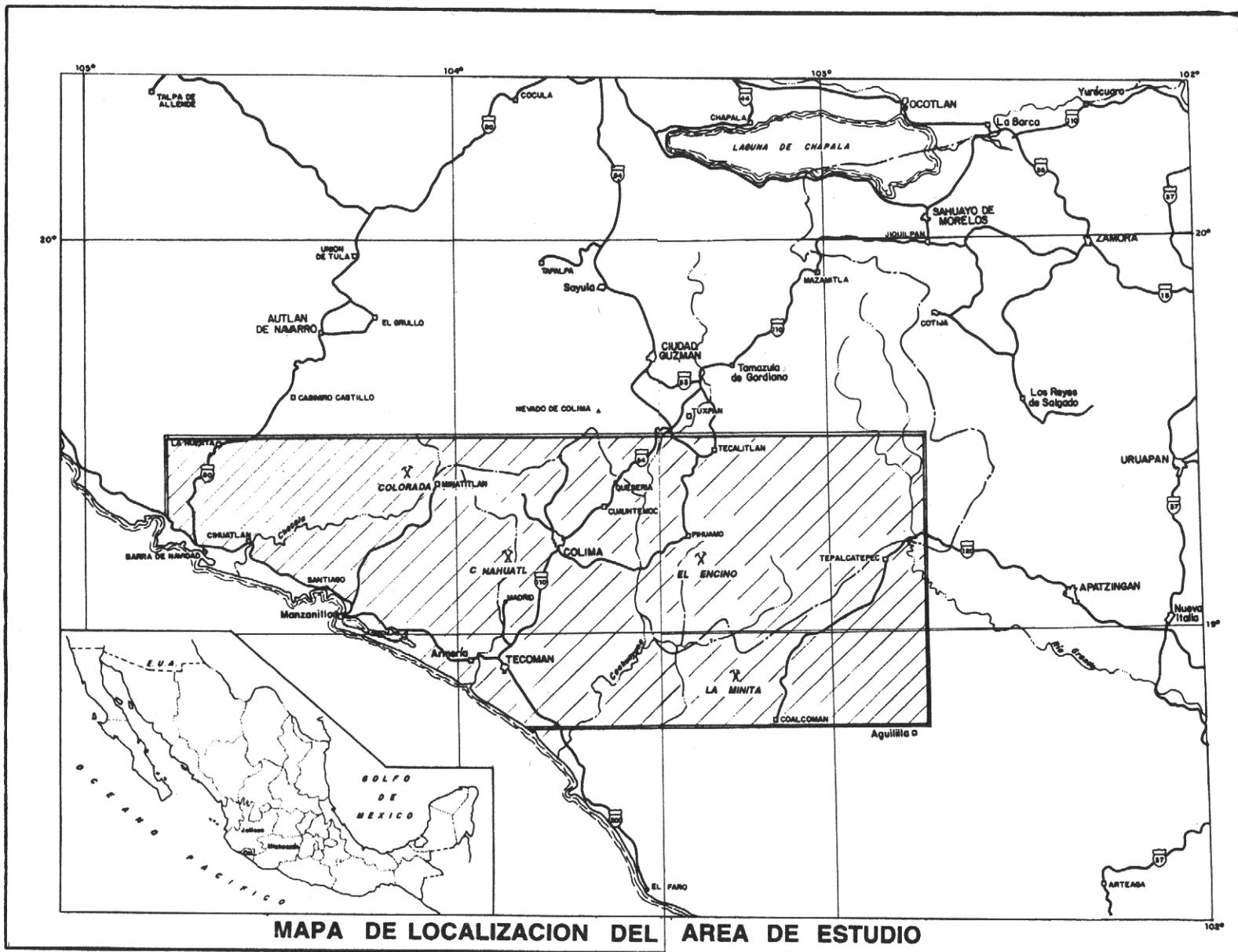
(1975), Mújica (1978), Pimentel (1979), Rodríguez (1980), Cuevas (1981), Govela y Ordóñez (1981), Sánchez (1983), Salazar (1983), Pantoja (1983), Pantoja y Estrada (1986). Durante 1974 a 1984 Petróleos Mexicanos perforó los pozos Colima y Tepames los cuales aportaron bastante información para definir la columna estratigráfica de la región.

MARCO GEOLOGICO

La estratigrafía de la región comprende rocas ígneas intrusivas, volcánicas marinas, sedimentarias marinas, sedimentos continentales y rocas metamórficas, cuyas edades tienen un alcance amplio del Paleozoico (?) al Cuaternario. Estas rocas quedan incluidas dentro de la provincia geológica "Complejo" Orogénico de Guerrero-Colima" Ortega et.al.(1992), y forman parte de la "Cuenca de Jalisco-Colima" denominada así por PEMEX.

Las rocas más antiguas afloran hacia la porción suroriental en el Estado de Michoacán, fuera del área de estudio, correspondiendo a los Esquistos Arteaga, fechados en 266 +/- 8 Ma (Mújica 1978) pertenecientes al Pérmico. En la misma área de Arteaga Mich, Campa et. al (1982), reportan radiolaritas de edad Triásico Medio Superior, y en las inmediaciones del Rancho Cerro Prieto Municipio de Aguililla Mich. Guzmán (1977) propuso informalmente el nombre de Formación "Cerro Prieto" para describir a una secuencia de metasedimentos que por su posición estratigráfica ubicó en el Jurásico (Razo 1986).

González-Partida et. al.(1987) en términos generales propone para la región dos secuencias volcano-sedimentarias, la primera de esquistos, filitas y rocas meta-volcánicas, de edad permo-triásico y la segunda formada por rocas piroclásticas y efusivas submarinas, luti-



tas, areniscas y calizas arrecifales de edad Cretácica.

En la porción central de la "Cuenca de Jalisco-Colima" ya dentro del área del presente estudio afloran las formaciones siguientes:

CRETACICO INFERIOR

Formación Alberca Fue nombrada informalmente por Pimentel (1980) para referirse a las lutitas negras, calizas arcillosas, areniscas de grano fino y tobas de edad Cretácico Temprano, con su localidad tipo en la Ranchería La Alberca, a 20 Km al Norte de Contla, Jal.

Dicho autor divide a esta formación en dos miembros: El inferior, constituido por lutitas negras, calizas arcillosas negras, tobas y areniscas, con abundante macrofauna, y el miembro superior constituido principalmente por calizas y lutitas negras silicificadas, abundantes tobas de color blanco y verde azul, escasos derrames andesíticos y areniscas de grano fino a medio, de color café oscuro.

Dentro del área de estudio, Cuevas (1981) reportó un espesor de 1500 m para esta formación al oeste de Tepalcatepec Mich, definiendo un miembro intermedio constituido por tobas y andesitas.

Su contacto inferior no está expuesto en el área y hacia la cima lo cubren en forma concordante las rocas de la Formación Tecalitlán.

Formación Tecalitlán Rodríguez (1980) propuso informalmente el nombre de Formación Tecalitlán para designar a una secuencia de piroclastos constituidos por tobas, areniscas volcánicas, conglomerados volcánicos, tobas líticas, derrames andesíticos y aisladas intercalaciones de limolitas de probable edad Barremiano-Aptiano, considerando como localidad tipo a los afloramientos situados sobre la Carretera Federal No. 110 entre la población de Tecalitlán y la Ranchería de Carrizalillo, en el Estado de Jalisco. Pantoja y Estrada (1986) extendieron y nombraron formalmente a la Formación Tecalitlán incluyendo a las rocas volcánicas que afloran al poniente de la Mina de El Encino, cuya posición estratigráfica y composición es similar a las rocas expuestas en los alrededores de Tecalitlán.

Dentro del área de estudio esta formación se encuentra ampliamente distribuida al occidente y suroeste de Tecalitlán Jal, al oeste de Tepalcatepec y en los alrededores de la mina de El Encino; su espesor varía de 1200 a más de 2000 m.

Se encuentra sobreyaciendo concordantemente a la Formación Alberca y subyace en aparente concordancia a la Formación Tepalcatepec.

En el área de la Mina El Encino, la secuencia consiste en derrames porfídicos de composición riolítica a dacítica con intercalaciones de tobas de color rojizo a café pardo, y la cima de la formación en la parte alta

del Cerro de Jilotlancillo se encuentra constituida por una roca de grano fino de color gris verdoso de apariencia basáltica, con nódulos de calcita (Pantoja y Estrada 1986).

CRETACICO MEDIO

Formación Madrid. Pano (1975), propuso el nombre de Formación Madrid, para designar al conjunto de rocas constituido por calizas arcillosas y lutitas carbonosas de color gris oscuro que cambian lateralmente a facies de yesos, y que afloran en pequeños lomeríos en las cercanías de la estación de ferrocarril Madrid en el Estado de Colima.

La constituyen dos miembros bien diferenciados; el inferior, formado por paquetes de 20 a 30 m de espesor de caliza arcillosa de color café oscuro a negra interestratificadas con paquetes de 5 a 10 m de espesor de lutitas carbonosas de color gris oscuro a negro, con gran abundancia de plantas asociadas con amonitas. El miembro superior está constituido por yesos blancos, grisáceos y gris claro en estratos de espesor medio. Su edad con base en sus fósiles es albiana.

La Formación aflora en áreas muy restringidas, al norte y occidente de Coquimatlán, al SE de Ixtlahuacan, en el Estado de Colima, al SE de Pihuamo, Jal. y en el área de Trojes en el Estado de Michoacán.

El espesor total de la Formación se estima en 800 m (Pano 1975). Sobreyace en aparente concordancia a la Formación Tecalitlán y la cubren en concordancia las calizas de la Formación Tepalcatepec.

Formación Tepalcatepec Pimentel (1980), la definió informalmente en el área de Tepalcatepec, Estado de Michoacán. Consiste en una secuencia volcanosedimentaria de capas gruesas a masivas de calizas, calizas arcillosas, lutitas, calizas arenoarcillosas, areniscas, limolitas, tobas, conglomerados de coloración rojiza y derrames andesíticos. Su edad Albiano-Cenomaniano se basa en su conjunto faunístico, principalmente de rudistas.

Esta Formación es la más ampliamente distribuida en el área de estudio, su espesor es del orden de los 2500 a los 3000 m y ha sido dividida en 2 facies: facies de banco y facies volcano-sedimentaria. Ambas facies inician con una alternancia de areniscas, conglomerados, lutitas y limolitas.

La facies de banco se constituye por capas gruesas a masivas de calizas de plataforma. Incluye también potentes espesores de conglomerados gruesos de matriz calcárea. La facies volcanosedimentaria la forman brechas andesíticas a latíticas con intercalaciones de pequeños horizontes calcáreos.

En el área de Coalcoman en donde los espesores de rocas volcánicas son mayores es frecuente la presencia de intervalos de andesitas de color

gris a gris verdoso con gran cantidad de magnetita, y en una localidad al sureste de La Minita se observaron también capas delgadas alternantes de hematita y jaspe interestratificadas con tobas félsicas, sugiriendo un origen sedimentario durante el vulcanismo marino.

En el camino entre La Minita y Trojes fueron colectados por el autor rudistas del género *Immanita* Ssp. *Palmer*, 1928 y *Ostreidos* del género *Rastellum* sp. (*Alencáster* y *Corona* en preparación), que indican un ambiente de aguas cálidas y someras, y confirman una edad a lbiana.

Esta unidad sobreyace en concordancia a la Formación Tecalitlán y a la Formación Madrid y subyace en discordancia a la Formación Cerro de la Vieja.

Formación Encino. Fue descrita por Pantoja y Estrada (1986) como rocas volcanoclásticas marinas que consisten en conglomerados, tobas epiclásticas gris verdoso, con intercalaciones lenticulares de caliza que infrayacen en discordancia angular a volcanoclastos, derrames subaéreos y calizas de la Formación Vallecitos. Como localidad tipo se escogió a la barranca del Arroyo de la Navidad localizada dentro de los fundos de la empresa minera Las Encinas, S.A. en terrenos del antiguo rancho de El Encino.

La Formación Encino se divide en dos miembros: El Miembro Inferior consiste en una secuencia de más de 230 m de rocas volcanoclásticas y sedimentarias marinas formadas por conglomerados de fragmentos volcánicos en matriz tobácea limo arenosa, arenisca y limolita calcárea, toba epiclástica y capas de caliza arrecifal. El Miembro Superior consiste en unos 185 m de una secuencia tobácea de lodolita, limolita y arenisca calcárea, con intercalaciones de lentes de caliza y conglomerado calizo.

El contenido faunístico de la Formación indica una edad Aptiano Tardío-Albiano Temprano (Pantoja y Estrada op. cit).

Dentro del área del presente estudio se considera que la Formación Encino corresponde a una área en la cual el vulcanismo marino del arco magmático del Cretácico se desarrolló en mayor grado, pudiendo pertenecer por lo tanto esta Formación a un cambio de facies dentro de la Formación Tepalcatepec.

Formación Vallecitos Fue nombrada por Pantoja y Estrada (1986) para referirse a una secuencia de más de 350m de derrames andesíticos, toba ignimbrítica, caliza arrecifal y rocas volcanoclásticas de ambiente marino y edad Albiano temprano que afloran en el área de la mina El Encino y en los alrededores de la ranchería de Vallecitos en el Estado de Jalisco. Esta Formación comprende dos unidades litoestratigráficas: Miembro Tobácea y Miembro Calcáreo. El Miembro Tobácea cubre con marcada discordancia angular a la Formación Encino y el Miembro Calcáreo descan-

sa concordantemente sobre el Miembro Tobácea.

Formación Cerro de la Vieja. Parga (1977) la definió informalmente en el Cerro de la Vieja a 7 Km al S70° W de Coquimatlán, Col. Consiste en una secuencia de conglomerados calcáreos de 2 a 10 cm de diámetro, con pobre clasificación de matriz limolítica y lodo calcáreo café rojizo en estratos de 50 a 150 cm. Por su posición estratigráfica se le ha considerado una edad Cretácico Superior.

Esta formación aflora al occidente, suroeste y sur de la Ciudad de Colima, y al sur de Tepalcatepec, Mich. Su espesor máximo es de unos 2000 m (Cuevas 1981 en Razo 1986).

Se encuentra sobreyaciendo a las calizas de la Formación Tepalcatepec y queda cubierta discordantemente por la Formación Colima y los derrames ígneos del Terciario inferior.

TERCIARIO

Formación Colima Pano (1979) propuso informalmente a la Formación Colima para designar a un conjunto de rocas clásticas formadas por conglomerados de fragmentos volcánicos, arenas areniscas mal cementadas, tobas y derrames ígneos, que afloran en el Valle de Colima.

La Formación tiene un espesor mayor que 300 m y cubre indistintamente a las Formaciones Tepalcatepec y Madrid del Cretácico.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

Estas rocas definen a los intrusivos del Cretácico Superior Terciario inferior, constituido por una serie de grandes plutones en toda la costa suroccidental de México, incluyendo al Batolito de Tomatlán (Grajales y López 1983), el cual aflora en varias áreas desde el sur del Estado de Nayarit hasta el Estado de Colima. Al batolito de Pihuamo, del cual se considera como un apófisis a los intrusivos de La Mina El Encino (Pantoja y Estrada 1986); y a las granodioritas que afloran al sur y en el área de La Mina de Peña Colorada descritas por Pineda et. al (1969), IMP, (1987), y Corona et. al (1991).

MODELO TECTONICO DE MINERALIZACION

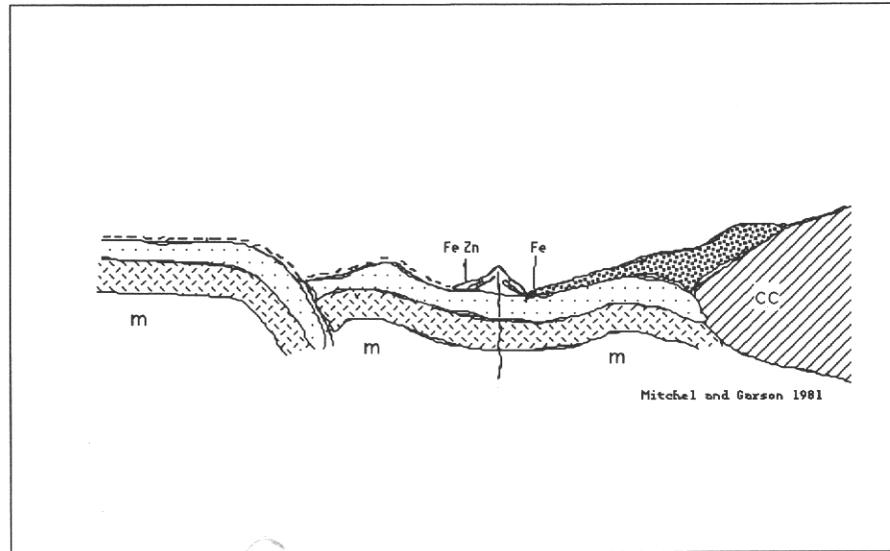
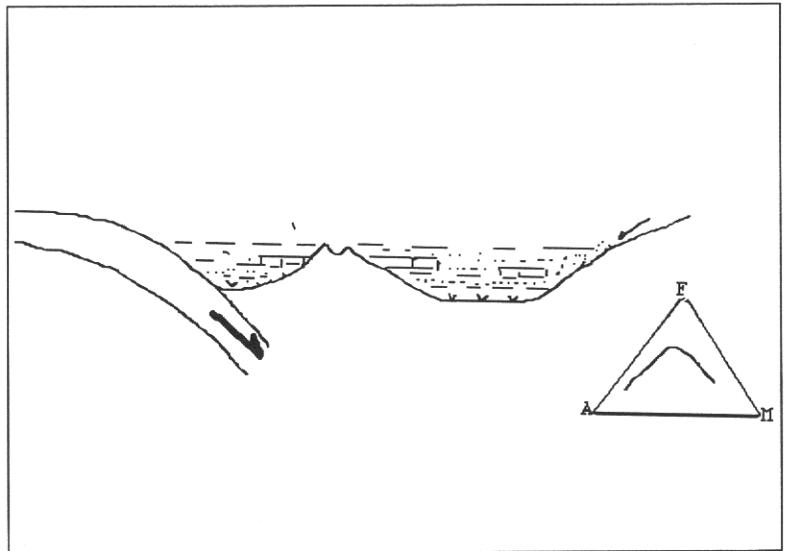
En el SW de México existen numerosos depósitos de hierro distribuidos en una franja paralela a la costa que comprende parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero. Las características de estos depósitos son similares por su mineralogía, edad y rocas en las cuales se hospeda el mineral, lo que implica un origen común.

La forma, estructura y mineralogía de los depósitos

más importantes del área como el de Peña Colorada, El Encino, Las Truchas y Cerro Náhuatl, revelan que para su emplazamiento intervinieron procesos metasomáticos e hidrotermales asociados a los intrusivos granodioríticos de edad Cretácico Tardío-Terciario temprano. Sin embargo, se desconoce si el hierro fue aportado directamente por los intrusivos (origen magmático) o estos los removieron de depósitos exhalativos o de concentraciones de hierro previas asociadas a las secuencias de arco del Cretácico Inferior o más antiguas.

Para explicar el origen de los depósitos de hierro y minerales asociados en esta porción de México se propone el modelo siguiente:

1a Etapa Cretácico Temprano-principio del Cretácico medio



te con el desarrollo de un proceso de cristalización fraccionada en el magma.

3a Etapa Cretácico Superior-Terciario Inferior.

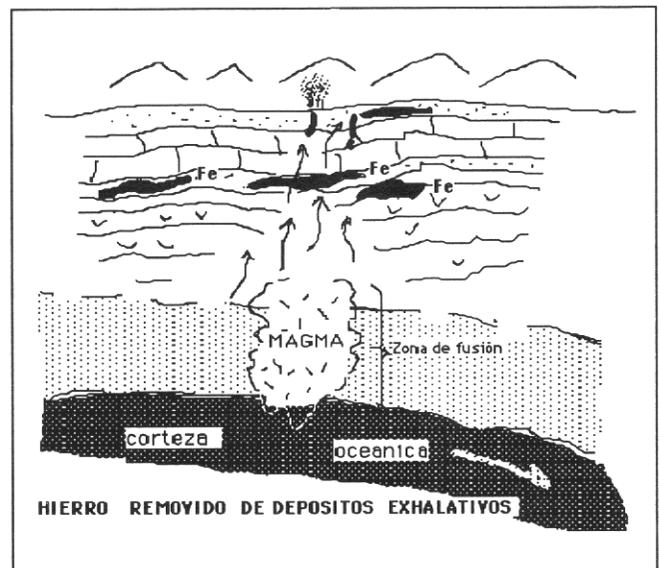
La subducción de la placa Farallon bajo la placa de América del Norte tuvo su intensidad máxima entre el Cretácico Tardío y el Terciario temprano. Este evento generó los batolitos de la costa suroccidental de México, los cuales durante su ascenso a la superficie provocaron la removilización del hierro y minerales asociados que se encontraban principalmente en la

Subducción e inicio de formación de un arco de islas a partir de magmas toleíticos ricos en hierro, magnesio y sulfuros de plata, plomo, zinc, cobre y oro.

Durante esta etapa en áreas extensas que ahora comprenden parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero se depositaron grandes volúmenes de hierro y minerales de Ag, Pb, Zn, Cu y Au, asociados a los centros exhalativos. Un ejemplo de esta mineralización primaria es el yacimiento de "La Minita" en Michoacán, el cual no fue removido por los intrusivos del Cretácico Tardío-Terciario temprano.

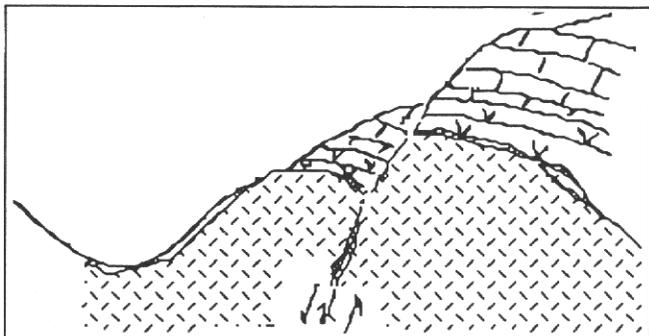
2a Etapa Cretácico medio.

Durante este período predominó el depósito de sedimentos tanto detríticos como carbonatados. Las rocas volcánicas fueron menos abundantes y su composición se empobreció en Mg, Fe y Ca siendo coheren-



porción inferior de la secuencia volcánica marina del Cretácico, emplazándolos preferentemente en los miembros calcáreos de la parte superior de la misma secuencia.

4a Etapa Terciario medio y tardío



Levantamiento regional, fallamiento posterior y erosión permitieron que tanto los depósitos minerales como los intrusivos quedasen expuestos en la superficie.

En el presente estudio se dio a conocer en forma parcial los trabajos realizados para entender la estratigrafía de la región y se presentó uno de los modelos para explicar el origen de los yacimientos de esta porción de México de gran importancia económica. El trabajo está encaminado a desarrollar un modelo integral estratigráfico, tectónico y geoquímico que explique el origen de los depósitos minerales y permita la localización de reservas adicionales a las ya conocidas en la margen del Pacífico Mexicano.

BIBLIOGRAFIA.

Aguilera y Ordóñez 1893, Datos para la Geología de México, anales 6 del Ministerio de Fomento.

Bosse, E. 1910, Nuevos datos para la estratigrafía del Cretácico en México. Parengones del Instituto Geológico de México. Tomo III, No.4 México.

Burckhardt, C. 1904, Estudio paleontológico al Sur-Este de Colima. Anales del Instituto Geológico de México. Tomo II No. 2 Imprenta Azteca México.

Corona-Esquivel, Morales-Isunza, y Mendoza-Díaz, 1991, Mineralogía del yacimiento de hierro Peña colorada, Estado de Colima. Convención sobre la evolución geológica de México, Primer congreso mexicano de mineralogía, Pachuca Hidalgo.

Corona-Esquivel, Morales-Isunza y Mújica-Sánchez, 1992, Los yacimientos ferríferos de la porción suroccidental de México. Primera reunión sobre la evolución geológica del occidente de México, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco.

Cuevas, S.F. 1981, Prospecto tepalcatepec, igpr-198 PEMEX inédito.

De Anda 1883, Informe Relativo a la exploración del Distrito de Coalcoman. Revista El Minero Mexica, Flandrin, J. y C. Chapelle.

Flores, T. 1951, Historia Geología y Orogénia de México. Bol. 29 del Int. Nal. para la investigación de recursos minerales.

Fries, J. R. Carl 1962, Nuevas aportaciones geocronológicas Inst. de Geología. UNAM. Bol. 64 No. 6 Parte 6, México.

Govela, S.A. y Ordóñez, R.J. 1981, Estudio preliminar Sedi-mentalógico-Estratigráfico del área Coalcoman-Colima PRES-003-81. PEMEX. Inédito.

I.M.P., 1987, Exploración por mineral de Hierro, Estudio Geológico Geofísico para el Consorcio Minero "Benito Juárez-Peña Colorada" (Proyecto C-8401), mecanoscrito, México.

López, H.; Castañeda y Salgado. 1970, Estudio Geológico Magneto-ométrico del yacimiento ferrífero La Guayabera, Municipio de Villa Victoria, Mich. (CRNNR).

Llano-Zamora, Mario, 1986, Geología del NE del Estado de Jalisco para la localización de depósitos económicos de magnetita: Mé-xico, D.F. Instituto Politécnico Nacional, tesis profesional (Inédi-to).

Meave y Echegoyen 1961, Estudio Geológico Económico sobre ya-cimientos de hierro en Pihuamo y Tecalitlán, Jal. (bol. 53, CRNNR).

Mújica, M.R. 1978, Estudio radiométrico de las rocas ígneas y me-tamórficas del prospecto Coalcoman-Arteaga, estado de Mich. I.M.P.

Ortega-Gutiérrez Fernando, Mitre-Salazar L.M., Roldán Quintana Jaime, Aranda Gómez J.J., Morán Centeno Dante, Alaniz Alva-rez Susana, y Nieto Samaniego Angel 1992. Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexi-cana escala 1:2'000, 000 Instituto de Geología UNAM Consejo de Recursos Minerales SEMIP.

Pano, A.A. 1975, Prospecto Pihuamo, IGPR-124. PEMEX. Inédito.

Pantoja-Alor, Jerjes, 1983, Geocronometría del magmatismo Cretá-cico Terciario de la Sierra Madre del Sur: Bol. Soc. Geol. Mex., t. 44, núm. 1.

Pantoja-Alor, Jerjes y Estrada-Barraza, Samuel, 1986, Estratigrafía de los alrededores de la mina de hierro de El Encino, Jalisco: Bol. Soc. Geol., Méx., t. 47, p. 1-5.

Pimentel, R.A. 1979 Prospecto Ahujillo, IGPR-166. PEMEX. Inédi-to

Pineda, A.; López, H. Y Peña, A. 1969, Estudio Geológico magne-tométrico de los yacimientos de Peña Colorada, Municipio de Minatitlán, Col. (bol. 77 CRNNR)

Razo-Rojas Rosalío. 1986. Estudio estratigráfico sedimentológico de la porción central de la Cuenca de Jalisco-Colima. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectu-ra. Tesis Ingeniero Geólogo (inédito).

Rodríguez, F.D. 1980 Prospecto Tecalitlán IGPR-186. PEMEX. Inédi-to.

Sánchez, M.R. 1983 Prospecto Tecoman, IGPR-221. PEMEX. Inédi-to

Salazar M.S. 1983 Evolución Geológica-Petrolera de la Cuenca Ja-lisco Colima, IGPR-231. PEMEX. Inédito.

Urquiza, M. 1882, Estudio minero de la región de Coalcoman, Esta-do de Michoacán, anales 7 del Ministerio de Fomento México.

Vivar, G. 1923, Bosquejo Geológico de una parte del Estado de Co-lima, anales del Instituto Geológico de México, tomo II, No. 5, Imprenta Azteca de México.