

GEOLOGIA A LO LARGO DE LA CARRETERA ENTRE MEXICO, D. F. Y SALTILLO, COAH. DISTRITOS MINEROS DE GUANAJUATO, GTO. Y AVALOS CONCEPCION DEL ORO-MAZAPIL, ZAC. MINAS DE CARBON DE MONCLOVA Y NUEVA ROSITA, COAH.

Libreto-Guía de la Excursión C-3

Objetivo General de la Excursión. Tiene como finalidad mostrar la geología de la parte central de México en relación con sus depósitos minerales. Se han escogido tres distritos mineros para visitarlos, considerándose que son representativos de una gran parte de los yacimientos minerales existentes en la parte norte del país. El Distrito Minero de Guanajuato, con vetas mesotermales del tipo de relleno de fracturas y con poco o ningún remplazamiento, será el primero en visitarse, principalmente por su interés histórico, pues ahora sólo se explotan algunas minas en pequeña escala. En cambio, el Distrito Minero de Concepción del Oro, Zac., con depósitos predominantemente de tipo de contacto, está en la actualidad en un activo período de producción, siendo el que mejor oportunidad ofrecerá para apreciar las relaciones geológicas de los depósitos minerales. Por último, se hará una visita a la región carbonífera del noreste del Estado de Coahuila, en el área de Nueva Rosita, donde se encuentran los depósitos de carbón más importantes del país.

A lo largo del recorrido de la Excursión C-3 existen también impor-

tantes centros industriales que serán visitados brevemente, ya que algunos representan importantes industrias de transformación o de aprovechamiento de productos minerales, como fierro, carbón y petróleo.

BOSQUEJO GEOLOGICO DE LAS MESAS CENTRAL Y NORTE DE MEXICO

E. TAVERA AMÉZCUA,
*Geólogo, Instituto Nacional para la Investigación
de los Recursos Minerales*

INTRODUCCION

Esta excursión se desarrolla en la parte central y noreste del país, a lo largo de una faja que tiene como línea media el meridiano 101° long. W y avanza de S a N por una distancia poco mayor de 1,000 kilómetros.

Son cuatro las provincias fisiográfico-geológicas que atraviesa la Excursión C-3 en su extenso recorrido. Partiendo de la ciudad de México, situada en el límite entre las provincias de la Mesa Central y de la Sierra de los Volcanes se interna por un corto tramo en la segunda para volver a la primera y atravesarla por completo en su parte central. Sigue luego bordeando el extremo sur de la provincia de la Mesa del Norte en la que se interna un poco y llega, por fin, a la parte media de la Sierra Madre Oriental, dentro de cuya provincia se desarrolla casi todo el resto de la excursión. En el orden en que serán recorridas, se hará una breve descripción de cada una de estas provincias.

SIERRA DE LOS VOLCANES

Está comprendida entre los paralelos 19° y 20° lat. N. Se inicia cerca de la costa del Océano Pacífico, entre los Estados de Jalisco y Colima y atraviesa el país en dirección W-E hasta casi llegar a la costa del Golfo de México.

Es precisamente en esta sierra donde se encuentran los picos más altos del país, que figuran entre los más altos de la América del Norte;

entre los volcanes que comprende, los más importantes, de W a E, son: Volcán de Colima, Nevado de Colima, Tancitaro, Parícutín, Jorullo, Nevado de Toluca, Xinantécatl, Ajusco, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Malintzin, Citlaltépetl o Pico de Orizaba y Cofre de Perote. Las lavas de estos volcanes corresponden a dos tipos principales: andesíticas las más antiguas y basálticas las más recientes. Las lavas riolíticas son muy raras en esta provincia. Los primeros volcanes de esta sierra, que son también las más grandes, corresponden en edad al Mioceno y los más jóvenes al Reciente; entre los últimos hay dos de los cuales se cuenta con datos de su desarrollo: el Jorullo y el Parícutín, particularmente el segundo, que apareció el 20 de febrero de 1943, ofreciendo una gran oportunidad para el estudio de los fenómenos volcánicos. Dentro de la Sierra de los Volcanes existen valles con grandes elevaciones sobre el nivel del mar, como los de Toluca y Puebla.

La Sierra de los Volcanes, además de servir de división entre dos grupos de provincias fisiográficas constituye una división entre la América del Norte y la del Centro, ya que al N de ella todas las características geológicas y fisiográficas son concordantes y pueden seguirse en forma ininterrumpida a través de México, los Estados Unidos de América y Canadá, mientras que al S todas las características son más bien concordantes con la América Central y las Antillas.

MESA CENTRAL

Fisiografía. La Mesa Central es la parte meridional de la gran extensión territorial entre los ejes de la Sierra Madre Oriental que algunos autores han llamado Altiplanicie Central, abarcando en esta designación lo que aquí se llamará Mesa del Norte y Mesa Central, prefiriéndose esta división por la diferencia que desde el punto de vista geológico existe entre ambas regiones.

La Mesa Central es una meseta interior elevada y accidentada, la mayor parte de la cual se encuentra a alturas comprendidas entre 2,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar. Su límite septentrional es, en general, transicional y mal definido, colocándose en el parteaguas de las dos provincias; pero geológicamente hablando, este límite es gradacional. Sin embargo, las dos provincias tienen sus características propias, pues mientras la Mesa del Norte es el resultado de plegamientos muy apretados, siendo el aflamamiento de bloques un

fenómeno más subordinado, pues en la Mesa Central las características fisiográficas son principalmente el resultado de este tipo de aflamamiento, acompañado por gran extrusión de lavas y materiales piroclásticos.

Otra diferencia de esta provincia con la Mesa del Norte es su mayor altura y la existencia de numerosos valles separados por elevaciones de importancia, colocados a diversos niveles. Muchos de ellos son antiguos lagos que después de haber sido rellenados con materiales aluviales y sedimentos lacustres, se han desecado y posteriormente han sido cortados por una corriente fluvial.

Como rasgo en común con la Sierra de los Volcanes, esta provincia tiene numerosos cráteres de explosión que son unidades aisladas y no tienen relación con ella, formando una cordillera antigua, si bien pueden estar genéticamente relacionados. En edad son posteriores a la mayoría de los que forman parte de la Sierra de los Volcanes.

La Mesa Central está dividida en dos zonas por una serie de cordilleras cortas que se desprenden hacia la parte media del parteaguas entre la Mesa Central y la del Norte y que avanzando al S se prolonga hasta encontrar la Sierra de los Volcanes. La zona occidental desagua en el Océano Pacífico a través del sistema Lerma-Santiago y la oriental en el Golfo de México a través de la cuenca del Pánuco. Entre los elementos más importantes de esta serie de cordilleras se encuentran: la Sierra de San Pedro (Aguascalientes), la Sierra de Guanajuato la Sierra Gorda (Guanajuato-Hidalgo), la Sierra de Los Agustinos y la Sierra de Monte Alto (México).

Estratigrafía. Las rocas que forman la Mesa Central comprenden sedimentos que pueden pertenecer al Paleozoico o Mesozoico Inferior y capas jurásicas y cretácicas bien determinadas. La mayor parte de todos estos sedimentos se encuentran bajo rocas extrusivas del Terciario, existiendo pocas áreas de rocas intrusivas dentro de esta provincia.

a.) *Pre-Jurásico.* En algunos lugares de la Mesa Central se presentan rocas que pueden contener formaciones tanto del Paleozoico como del Triásico. Consisten en esquistos y pizarras, caliza, lutita y cuarcita, a veces conteniendo lavas o bien cruzadas por cuerpos intrusivos que comprenden dioritas, diabasas y serpentinas.

De estas rocas solamente en Zacatecas se han encontrado fósiles que determinan su edad, correspondiendo al Triásico y por semejanza tanto litológica como de relación estratigráfica, rocas similares en El Oro y en Guanajuato han sido asignadas tentativamente también a este sistema. Sin embargo, algunas de estas rocas pudieran ser del Paleozoico.

b.) *Jurásico.* Las rocas jurásicas de la Mesa Central se encuentran en abundancia relativa, pero se circunscribe su localización a la parte oriental de la provincia. Las capas más antiguas son lutitas, calizas y algo de areniscas y corresponden al Jurásico Inferior. El Jurásico Superior es el más extendido, consistiendo en un conglomerado basal de edad oxfordiana seguido por limolitas y lutitas carbonosas que son transiciones al Cretácico.

c) *Cretácico.* También el Cretácico está localizado principalmente en la parte oriental de la provincia. Consiste principalmente en calizas y limolitas calcáreas. En la parte occidental de la provincia, en el Estado de Jalisco, se han reportado capas del Cenomaniano y del Turoniano.

d) *Terciario.* Los depósitos terciarios de la Mesa Central consisten en su mayor parte en productos volcánicos de distintos tipos, que cubren grandes extensiones de esta provincia. Hay otros depósitos que constituyen una fase muy importante de los depósitos terciarios, son las pequeñas áreas de sedimentos continentales lacustres que se encuentran en varios lugares de esta provincia. El conglomerado rojo de Guanajuato ha sido el que se ha investigado más ampliamente y constituye el ejemplo típico de esta clase de depósitos.

e) *Cuaternario.* Los terrenos cuaternarios, aparte de los rellenos aluviales de valles actuales, contienen abundantes lavas y detritos derivados de la actividad volcánica reciente.

Rocas ígneas. Las rocas intrusivas son escasas dentro de esta provincia y entre las localidades más importantes está la Sierra de Guanajuato, donde existen granitos, dioritas y diabasas y la Sierra de Zacatecas, cuyas rocas han sido designadas por distintos autores como diabasas o gabbros. La razón de estas diferencias puede ser debida al diferente lugar de estudio, pues parece que se presenta una gran variación de composición en distintos lugares en esa región.

Las rocas extrusivas son las más importantes en esta provincia, ya que cubren más de las tres cuartas partes del área total de la misma.

En su mayoría son basaltos, pero también se encuentran andesitas y riolitas.

Estructura Los rasgos estructurales de las rocas antiguas de la Mesa Central quedan ocultos por las rocas extrusivas del Terciario y Cuaternario. Las lavas del Terciario Inferior, así como las rocas subyacentes, están plegadas y cortadas por fallas, intrusiones y vetas; las más recientes no han sido perturbadas.

Las sierras aisladas del interior de la Mesa Central consisten en pequeñas series de cerros con orientación general al NW. Estas sierras representan anticlinales con flancos de inclinación muy suave que fueron posteriormente afectados por el afallamiento en bloques que es la característica estructural más prominente de la provincia. En este afallamiento el sistema principal tiene rumbo al NW y es el que contiene las vetas metalíferas principales. Hay otro sistema de fallas, posterior al primero y más o menos en ángulo recto con aquel. Intenso afallamiento en el borde sur de la provincia parece haber originado la Sierra de los Volcanes.

Geología Histórica. Como arriba se mencionó, las rocas extrusivas del Terciario cubren la gran mayoría de la superficie de esta provincia y oscurecen la historia geológica de esta parte del país. Sin embargo, con los datos accesibles, casi puede asegurarse que la región formó parte de una zona positiva durante todo el tiempo anterior al Paleozoico Superior. Alguna parte, quizás, quedó sumergida durante el Paleozoico Superior, elevándose de nuevo al final del Pérmico.

La primera correlación que ofrece información segura es la que dan las rocas del Triásico Superior en Zacatecas. Posteriormente, ya en el Jurásico, el registro stratigráfico es más preciso e indica que toda la parte oriental de la provincia se encontraba cubierta por el mar. Con algunos ciclos de regresión, las aguas del Geosinclinal Mexicano fueron extendiéndose cada vez más al W y para fines del Jurásico gran parte de la Mesa Central estaba sumergida, permaneciendo así durante la mayor parte del Mesozoico. El borde sur de la Mesa Central parece haber formado parte del Geosinclinal Antillano, que se extendió muy al W. Entre las dos cuencas sinclinales, parte del terreno que hoy forma la Mesa Central estuvo formando una península conectada con la masa estable del Geanticlinal Occidental.

Durante la Revolución Laramídica el terreno de esta provincia fue

elevado en conjunto con los terrenos adyacentes quedando sujeto a un activo período de erosión y posteriormente se vió afectado en parte por la efusión de la Sierra Madre Occidental. Durante todo el Terciario el vulcanismo fue muy activo en esta provincia, pero su culminación fue hacia mediados de esta era, siendo entonces acompañado por gran afallamiento de bloques y metalización regional. La actividad volcánica puede decirse que aún perdura en la parte sur de la provincia.

MESA DEL NORTE

Fisiografía La Mesa del Norte es la prolongación septentrional del terreno que junto con la Mesa Central, forma el altiplano continental comprendido entre las cordilleras marginales cercanas a las costas.

La Mesa del Norte es una altiplanicie del tipo de bolsones y sierras, donde el escurrimiento fluvial se dirige, en su mayor parte, hacia cuencas internas. Esta provincia fisiográfica es en realidad la continuación meridional de la "Provincia de Sierras y Bolsones" de los Estados Unidos.

Topográficamente la Mesa del Norte es una altiplanicie cubierta en su mayor parte por valles aluviales de los cuales emergen sierras aisladas. Presenta un declive general de S a N, con una diferencia media de unos 1,400 metros entre sus extremos. Las sierras de la Mesa del Norte son aristas escabrosas y alargadas, con elevaciones aisladas de más de 2,500 metros sobre el nivel del mar.

Con excepción del río Bravo y sus afluentes, ninguno de los ríos de la Mesa del Norte tiene salida al mar. La mayor parte de sus corrientes internas son de carácter intermitente, con afluentes de tipo torrencial.

La región tiene un clima semiárido. En las llanuras la media anual de lluvias no excede de 300 milímetros, siendo en algunos lugares menor de 250.

Estratigrafía. Las rocas subyacentes a la Mesa del Norte consisten en esquistos de edad indeterminada: sedimentos y lavas del Pensylvánico y del Pérmico; lavas y lutitas del Triásico; conglomerados, calizas y lutitas del Jurásico; calizas y lutitas del Cretácico y depósitos terciarios y cuaternarios consistentes en lavas, conglomerados y gravas. Además, hay rocas intrusivas de diversas edades.

Rocas basales pre-Cámbricas (?) y Paleozoicas. Los esquistos, gneiss y rocas parcialmente metamórficas que afloran en varios lugares de la Mesa del Norte pueden incluir rocas tanto del pre-Cámbrico como del Paleozoico Inferior. Rocas de edad paleozoica determinada sólo se han encontrado en el suroeste del Estado de Coahuila. De algunos afloramientos en el este del Estado de Durango se cree que puedan pertenecer al Pérmico, así como de otros al centro y noreste del Estado de Chihuahua.

Triásico. Las capas marinas consistentes en brechas, areniscas y lutitas próximas a la ciudad de Zacatecas, contienen fósiles que indican que estas capas pertenecen al Triásico Superior.

Jurásico. El Jurásico Superior está bastante extendido dentro de la Mesa del Norte. Las rocas más antiguas de este período, de edad calloviana, son capas rojas de origen continental que afloran hacia el centro de la mitad sur de la Mesa del Norte. Estas capas han sido designadas como formación Huizachal.

Descansando discordantemente sobre estas rocas se encuentran grandes espesores de calizas en capas gruesas del Oxfordiano Superior, que incluyen facies litorales designadas como formación La Gloria y facies extralitorales que están representadas por la caliza Zuloaga.

Sobre estas rocas se encuentran limolitas y calizas del Kimmeridgiano y Portlandiano que como las anteriores, están representadas en sus facies litorales y extralitorales por las formaciones La Casita y La Caja, respectivamente.

Descansando sobre las rocas anteriores, a veces con un hiato que comprende el Berriasiano, se encuentran las rocas del Sistema Cretácico.

Cretácico. Las rocas del Cretácico Inferior y de gran parte del Superior son las que con más abundancia se encuentran en la Mesa del Norte. En algunas localidades el Neocomiano descansa casi sin discordancia sobre la cima del Jurásico, pero en otros faltan casi todas las formaciones del Cretácico Inferior y las capas del Cretácico Superior descansan directamente sobre rocas jurásicas o aún más antiguas.

La sección completa del Cretácico en la parte central y sur de la Mesa del Norte comprende las siguientes formaciones:

Formación Taraises (Valanginiano y Hauteriviano): calizas en capas delgadas con separaciones de limolitas.

Caliza Cupido (Barremiano): calizas en capas medianas a gruesas.
Formación La Peña (Aptiano): calizas alternadas con algo de limolita y conteniendo a veces capas lenticulares de pedernal negro.

Caliza Aurora (Aptiano-Albiano): caliza de color gris claro a oscuro, en capas medianas a gruesas; algunas capas contienen escasos nódulos de pedernal pardo amarillento.

Caliza Cuesta del Cura, incluyendo la Caliza Aurora (Albiano Cenomaniano): calizas onduladas, con abundantes capitas lenticulares de pedernal negro.

Formación Indidura (Cenomaniano-Turoniano): calizas arcillosas delgadas, alternadas con limolitas calcáreas.

Formación Caracol y lutita Parras, en contacto transgresivo (?) (Coniaciano-Santoniano): lutita gris obscura que cuando se presenta alternada con capas de arenisca arcósica y calcárea constituye la formación Caracol.

Formación Difunta (Campaniano-Maestrichtiano): capas delgadas de arenisca impura intercaladas con capas gruesas de arenisca y numerosas capas de conglomerado.

En la parte noroccidental de la Mesa del Norte afloran rocas equivalentes a las que se han aplicado otros nombres formacionales, cuya correlación puede establecerse con la sección arriba mencionada. Las rocas jurásicas y cretácicas que afloran en la Mesa del Norte representan en su totalidad hasta 7,000 metros de sedimentos.

Terciario y Cuaternario. Los depósitos que se asignan al Terciario consisten en su mayoría de pequeñas áreas de conglomerados y tobas que probablemente cubrieron áreas muy extensas, pero que ahora se encuentran únicamente donde descendieron a causa de afallamiento, quedando así protegidas de la erosión.

Al Cuaternario pertenecen varias capas y conglomerados lacustres que se encuentran en pequeñas áreas de la parte central de la Mesa del Norte. En ellas se incluye la formación Mayrán. Además, la mayor parte del área de la Mesa del Norte está cubierta por material detrítico consolidado que proviene de los detritos acarreados de las montañas por corrientes torrenciales, proceso que probablemente ha estado en operación durante gran parte del Cuaternario.

Rocas ígneas. Casi la totalidad de las rocas ígneas que se encuentran en la Mesa del Norte pertenecen al Terciario y de ellas, la mayoría son de tipo extrusivo.

De las rocas intrusivas, la más importante desde el punto de vista de su abundancia, es la granodiorita. El resto de las rocas intrusivas está representado por riolitas y pórfidos dacíticos y andesíticos.

Las rocas extrusivas comprenden principalmente riolitas y basaltos.

Estructura. El rumbo principal de los ejes tectónicos de la Mesa del Norte es predominantemente de N a W, debido a la influencia ejercida por las dos cadenas de montañas que la limitan, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Esta tendencia se ve interrumpida sólo hacia la parte central, donde hay una faja de pliegues que corren de W a E. Sin embargo, actualmente existe la tendencia de considerar a esta faja de pliegues transversales más bien como un ramal que se desprende de la Sierra Madre Oriental y no como integrante de la provincia de la Mesa del Norte.

La deformación es, en general, más intensa en la zona colindante con la Sierra Madre Occidental, donde se encuentran anticlinales a fallados y recostados muy próximos entre sí, que han sido a veces descritos como de tipo alpino.

La zona que bordea la Sierra Madre Oriental se caracteriza por presentar una serie de plegamientos muy apretados y paralelos entre sí, con las crestas anticlinales en su mayoría asimétricas, formando los cordones montañosos.

Geología Histórica. Son muy pocos los datos que se tienen relacionados con la historia de la región durante la mayor parte del Paleozoico. Es probable que hacia fines de dicha era haya existido un geosinclinal que se extendía, con dirección al NW desde el extremo suroeste del Estado de Coahuila hasta la cuenca estructural en la parte oeste del "Big Bend" de Texas

Las capas triásicas de Zacatecas sugieren que hubo sedimentación a lo largo de un brazo que avanzaba desde el Golfo de México hacia el NW durante el Triásico Superior. Este brazo se amplió y extendió más hacia el NW durante el Jurásico, a fines de cuyo período cubría casi todo el territorio abarcado por la Mesa del Norte.

Estas mismas condiciones prevalecieron durante gran parte del Cretácico, a fines del cual se produjo una elevación que culminó en la Revolución Laramídica. Así se inició el ciclo de erosión de toda esta provincia, interrumpido parcialmente en el Mioceno por nuevos movimientos de elevación acompañados de vulcanismo.

SIERRA MADRE ORIENTAL

Fisiografía. La Sierra Madre Oriental se extiende desde el extremo noroeste del Estado de Coahuila hasta el extremo sureste del de San Luis Potosí, atravesando por los Estados de Nuevo León y Tamaulipas. Tiene unos 1,000 kilómetros de longitud y un promedio de 125 kilómetros de anchura.

La Sierra Madre Oriental se eleva considerablemente sobre el nivel de la Mesa del Norte, en cuya provincia se desvanece su límite occidental. En contraste, su borde oriental es bastante abrupto debido a la falla de empuje que separa esta provincia de la llanura costera del Golfo de México, formando en la Sierra una escarpada muralla que constituye su rasgo más notable.

La Sierra Madre Oriental está formada, en su parte septentrional, por una serie de sierras paralelas más o menos separadas aunque alineadas según el rumbo general de la sierra. Hacia el S se van uniendo cada vez más hasta formar una masa montañosa compacta que contiene las mayores elevaciones de esta sierra respecto a la llanura costera del Golfo.

Estratigrafía. Las rocas de la Sierra Madre Oriental incluyen gneises y esquistos de edad pre-Cámbrica o Paleozoica, formaciones Missisippicas y Pérmicas y un gran espesor de sedimentos del Jurásico Superior y Cretácico.

Pre-Jurásico. En varios lugares del Estado de Tamaulipas afloran rocas que yacen discordantemente bajo los grandes espesores de las formaciones jurásicas y cretácicas. Hay rocas metamórficas, en parte pre-Cámbricas (?) que consisten en gruesas capas de gneiss sobre las que yacen esquistos y serpentinas. Sobre estas rocas se han encontrado en algunos lugares delgadas capas de lutitas oscuras que han sido asignadas al Missisippico y al Pérmico.

Jurásico. Las rocas jurásicas de la Sierra Madre Oriental consisten en una base formada por estratos rojos de arenisca, conglomerado y arcilla que probablemente corresponden al principio del Jurásico Superior. Son de origen continental y hasta ahora no se han encontrado fósiles en ellas, habiéndose denominado como formación Huizachal. Sobre ellas descansan las formaciones marinas del Oxfordiano, Kimmeridgiano, Portlandiano y Tithoniano, que ya se han mencionado al hablar de la Mesa del Norte o sea la caliza Zuloaga y su equivalente, la formación Novillo; la formación La Casita, equivalente de la formación La Caja y además la formación Olvido, que no tiene equivalente litológico en la Mesa del Norte.

Cretácico. La Sierra Madre Oriental presenta una sección completa e ininterrumpida del Cretácico desde principio a fin. Las formaciones más antiguas afloran en la parte sur y central de la Sierra Madre Oriental, pero hacia el N afloran solo las formaciones del Cretácico Superior.

En la parte media, por los alrededores de Monterrey y Saltillo, afloran las formaciones del Cretácico Inferior: Taraises, Caliza Cupido, La Peña, Caliza Aurora y Caliza Cuesta del Cura. Las cadenas frontales de la Sierra Madre Oriental, hacia la parte sur, se componen principalmente de las facies litoral y arrecifal de la formación Tamaulipas, del Albiano-Cenomaniano. Estas calizas también se han designado como formación Tamabra.

Sobre la formación Tamabra descansa concordantemente la formación Agua Nueva, del Turoniano; la formación San Felipe, del Coniaciano y Santoniano; la formación Méndez, considerada como del Santoniano Superior Campaniano y Maestrichtiano y por último, la formación Tamesí, del Daniano (?).

En otras partes de la Sierra Madre Oriental hay rocas que pueden correlacionarse con las mencionadas arriba, pero que llevan otros nombres formacionales debido a diferencias litológicas más o menos marcadas.

Estructura. La estructura de la Sierra Madre Oriental está principalmente controlada por una gran zona de afallamiento que se extiende por una longitud de más de 1,000 kilómetros, la cual produjo un gran corrimiento cuyo margen oriental forma el frente de la sierra. Para ela-

mente a la falla principal hay una ancha faja de fallas de empuje y plegamientos apretados que constituyen propiamente esta provincia. Cerca de Saltillo se desprende un brazo que se interna en la Mesa del Norte, con un rumbo estructural transversal a la dirección general de la Sierra Madre Oriental.

Geología Histórica. La historia geológica de esta provincia es desconocida en su etapa primitiva y probablemente durante el Paleozoico Inferior formó parte de una faja orogénica, no siendo sino hasta principios del Mississípico cuando su parte meridional quedó sumergida. Después de un tiempo de alzamiento y erosión que abarcó el Pennsylvánico y parte del Pérmico quedó inundada casi toda la provincia, depositándose un considerable espesor de areniscas y rocas arcillosas. Otro período de elevación y erosión abarcó todo el Triásico y parte del Jurásico, a cuyos fines el Geosinclinal Mexicano ocupó casi toda la provincia, con excepción de la parte norte que no fue cubierta sino hasta el principio del Cretácico.

Con pequeñas regresiones, permaneció bajo las aguas durante casi todo el Cretácico, a fines del cual comenzaron las aguas a ser expulsadas hacia el E por la iniciación de los movimientos relacionados con la Revolución Laramídica. Sin embargo, la elevación de la Sierra Madre Oriental no se inició sino hasta mediados del Terciario.

GUIA DE CAMPO,

DIA 13 DE SEPTIEMBRE DE 1956.

RUTA: MEXICO, D. F.—GUANAJUATO, GTO.

DIRECTOR: E. Tavera Amézcuca.

Resumen: al salir de la ciudad de México la ruta se interna en la Sierra de las Cruces hasta la ciudad de Toluca, desde la cual continúa rumbo al N, cruzándose en este primer tramo una parte del cordón montañoso formado por la faja de actividad volcánica del Terciario y Cuaternario; la ruta pasa transicionalmente a la Mesa Central, donde se observarán abundantes corrientes de lavas y capas de material piroclástico, con áreas intermedias de depósitos lacustres; en Querétaro se cambia de rumbo hacia el W, internándose la ruta en la extensa planicie del Bajío y hacia la parte media del borde norte de esta planicie comienzan las estribaciones de la Sierra de Guanajuato.

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

0.0

SALIDA de la ciudad de México. Altura sobre el nivel del mar: 2,240 metros.

13.0

Límite de la ciudad de México. Altura sobre el nivel del mar: 2,270 metros. Ascenso por la vertiente oriental de la Sierra de Las Cruces que limita por el extremo suroeste la Cuenca de México. La carretera cruza sobre materiales detríticos, fundamentalmente de origen piroclástico que tienen, en general, inclinación hacia la cuenca. En los cortes de las barrancas pueden observarse los suelos bajo los cuales aparecen diferentes materiales pulverulentos (limos) y aluviones de la formación Becerra, así como tobas y cenizas de la formación Tacubaya y más abajo una acumulación caótica

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

de materiales más gruesos, a veces con grandes cantos angulosos, que constituyen la formación Tarango. Toda esta serie pertenece al Pleistoceno Superior.

- 25.0 Primeros afloramientos de las andesitas que forman el macizo de la Sierra de Las Cruces en numerosos salientes y cortes no cubiertos. Las andesitas de esta sierra son de hornblenda con piroxena y traquiandesitas de hornblenda e hiperstena.
- 31.0 Puerto de Las Cruces. Altura sobre el nivel del mar: 3,050 metros. Es el punto más alto del camino y está situado sobre el parteaguas continental entre la Cuenca de México y la vertiente del Océano Pacífico.
- 34.1 La Marquesa. Formaciones de tobas andesíticas. Se bordeará por el extremo sur de la Cuenca de Salazar, formada como otras muchas por la acumulación perimetral de lavas y materiales piroclásticos.
- 37.0 Puerto de Salazar. Altura sobre el nivel del mar: 3,010 metros. Corte del camino en andesita felsosfírica con piroxenas. Descenso hacia el Valle de Lerma-Toluca, tributario de la gran cuenca del río Lerma.
- 48.6 Amomolulco, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,660 metros. Principia el fondo del valle donde existen las lagunas que dieron origen al río Lerma, actualmente drenadas en parte por perforaciones de los sistemas de abastecimiento de la ciudad de México así como depósitos de turbas impuras de poca potencia, sin valor económico como combustible.

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- | | |
|------|---|
| 50.8 | Lerma, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,610 metros. |
| 63.5 | Entrada a la ciudad de Toluca. Altura sobre el nivel del mar: 2,640 metros. Es una de las ciudades de mayor altura en México y se encuentra en el gran valle llamado también de Toluca, formado por la acumulación perimetral de enormes corrientes de lava, predominando las de tipo andesítico y después las basálticas. El fondo está relleno de materiales piroclásticos. |
| 64.7 | Toluca, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,640 metros. |
| 67.0 | Extremo oriental de la Sierrita de Calixtlahuaca, que separa el Valle de Toluca de las llanuras de Ixtlahuaca. |
| 88.0 | Cruce del río Lerma. Desde este punto en adelante se atravesarán varios afluentes secundarios del río Lerma, que han formado cortes en las tobas en forma de terrazas, las cuales irán descendiendo hasta el kilómetro 97. |
| 99.8 | Ixtlahuaca, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,640 metros. En general, la serie sedimentaria de estos llanos está formada por estratos de diferentes potencias de materiales piroclásticos finos y gruesos, con intercalaciones de aluviones y formaciones lacustres entre las que se encuentran capas de tripoli o tizate. Los piroclásticos provienen de las erupciones sucesivas de los múltiples volcanes lejanos y cercanos de la región, entre ellos el propio Xinantécatl o |

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- Nevado de Toluca y el Cerro de Xocotitlán (con 4,000 metros de altura sobre el nivel del mar), de naturaleza andesítica con cráteres parásitos de basalto, que limitan las llanuras por el lado norte y que se verán con más claridad hacia el kilómetro 110.
- 128.5 Atacomulco, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,640 metros. Construída sobre una corriente de basalto de olivino que forma la divisoria entre los llanos de Ixtlahuaca, que se acaban de recorrer y el Valle de Acambay. Más adelante se irán encontrando otros contrafuertes basálticos.
- 143.0 Altura sobre el nivel del mar: 2,520 metros. Otro contrafuerte de andesita de hornblenda. Se está bordeando el Valle de Acambay por su extremo noreste, en cuya formación no sólo han intervenido las acumulaciones de materiales volcánicos sino también las dislocaciones de origen tectónico, que conmovieron intensamente esta región el 12 de septiembre de 1912.
- 149.0 Acambay, Méx. Altura sobre el nivel del mar: 2,552 metros. Desde este lugar hacia el N puede apreciarse la escarpa de una de las fallas de esta zona tectónica; la otra falla paralela se encuentra unos 20 kilómetros al S. Adelante principian afloramientos de andesita que se prolongan por unos 3 kilómetros, pasando de una andesita traquítica a una felsítica.
- 153.0 Altura sobre el nivel del mar: 2,705 metros. Se cruza una parte del fracturamiento de la zona afallada de Acambay. En este lugar se tiene, al N del fracturamiento, una formación de riolita esferulítica alterada, mientras que al S se encuentra una traquita felsofírica.

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- 160.0 Altura sobre el nivel del mar: 2,740 metros. Puerto en el parteaguas continental entre la vertiente del río Pánuco hacia el Golfo de México y la del río Lerma-Santiago hacia el Océano Pacífico. Se irá descendiendo gradualmente sobre una superficie ondulada, disectada por varios afluentes del río San Juan. La formación predominante en esta región es una potente serie de tobas riolíticas, a veces muy compactas y en otras muy porosas, con grandes gabarros de pómez. Ocasionalmente están cubiertos por delgados derrames basálticos, por aluviones y por suelos. Al atravesar algunos arroyos que drenan esta zona, como el de Taxhié, por el kilómetro 186, la superficie de tobas presenta una serie de salientes en forma de pilones verticales casi cilíndricos, restos de prismas de la misma formación que han resistido a la acción erosiva y a los agentes del intemperismo.
- 199.1 Palmillas, Qro. Altura sobre el nivel del mar: 2,095 metros. En este punto la carretera 65, que se ha venido siguiendo, empalma con la carretera 45; el kilometraje sobre esta última, correspondiente a este punto, es 249.3. Se continúa sobre corrientes basálticas.
- 259.3 San Juan del Río, Qro. Altura sobre el nivel del mar; 1,978 metros. Se comienza a recorrer una planicie elevada, con subsuelo de tobas, limitada por cordilleras bajas volcánicas algo lejanas, de naturaleza tanto riolítica como basáltica. Poco más adelante de San Juan del Río se podrá ver hacia el N, a unos 40 kilómetros un diente o cuello llamado el Bernal, resto de un antiguo volcán riolítico en ruinas. Después de atravesar esta planicie se iniciará

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- el descenso hacia el Valle de Querétaro por la llamada "Cuesta China", donde aparecen cortes de tobas y riolitas, cubiertas por basaltos que forman un conjunto de lomeríos muy extensos, presentándose gruesas formaciones de lapilli rojo basáltico que los aztecas llamaban "tetzontle", término que se ha aceptado en el léxico geológico de México.
- 308.6 Querétaro, Qro. Altura sobre el nivel del mar: 1,865 metros. La carretera irá bordeando la ciudad por su lado sur para continuar cruzando el valle de Querétaro, al final del cual se atravesará una depresión o cañada llamada de San Bartolo Granillo, donde existe un gran número de pequeños géysers que proporcionan caudales de aguas hipertermales silíceas, con formación de geyserita, indicio de que a profundidad existen formaciones de rocas ígneas ácidas. Después se comenzará a descender un contrafuerte en cuya superficie aparecen extensos derrames basálticos; al frente de este contrafuerte se encuentra el borde de la gran Manura conocida con el nombre del Bajío, la cual ocupa una gran parte del centro de la provincia fisiográfica de la Mesa Central. Al S pueden verse diferentes aspectos de frentes de corrientes riolíticas que forman una sierra que se prolonga hacia el S y el E.
- 340.7 Apaseo el Alto, Qro. Poco más adelante se comenzará a penetrar en la altura del Bajío.
- 363.0 Celaya, Gto. Altura sobre el nivel del mar: 1,808 metros. Situada dentro del Bajío, que se continuará recorriendo aún por muchos kilómetros. Más adelante de esta ciudad se podrá observar hacia el S y a unos 20 kilómetros de la carretera un elevado cono volcánico llamado el Cerro de Culiacán. Este aparato volcánico

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

404.4

tiene una altura de cerca de 3,000 metros sobre el nivel del mar y es de naturaleza andesítica y basáltica. Hacia el W del cono existe el interesante grupo de volcancitos del Valle de Santiago, formado por cinco cráteres de explosión, de naturaleza basáltica.

Salamanca, Gto. Altura sobre el nivel del mar: 721 metros. Situada también sobre los terrenos de cultivo más o menos planos de la llanura del Bajío.

423.9

Irapuato, Gto. Altura sobre el nivel del mar: 1,721 metros. Continúa la planicie del Bajío. Pasando esta ciudad se comenzará a cruzar un lomerío formado por rocas extrusivas y piroclásticos no diferenciados, con un relieve moderado sobre la planicie del Bajío.

450.3

Empalme de la carretera a Guanajuato, Gto.

**Distancia en Kilómetros
de Guanajuato, Gto.**

23.0

Desviación a Guanajuato. Se continúa ascendiendo sobre una serie de lomas bajas formadas por materiales volcánicos no diferenciados.

11.0

Empalme de carreteras de Irapuato y Silao hacia Guanajuato.

5.0

Aparece el primer afloramiento de conglomerado rojo, el cual se continuará observando casi sin interrupción hasta la ciudad de Guanajuato. El mayor afloramiento de conglomerado rojo, sobre el cual está situada la Ciudad de Guanajuato, cubre un área aproximada de 30 kilómetros cuadrados, limitándolo fallas norma-

**Distancia en Kilómetros
de
Guanajuato, Gto.**

les al N y W, oculto por aluvi6n al S y cubierto por rocas volc6nicas al E. El conglomerado descansa sobre lavas del Terciario Inferior, a su vez yacentes sobre rocas del Mesozoico que han sufrido deformaciones, intrusiones y fen6menos erosivos. El conglomerado est6 compuesto, en gran parte, por fragmentos de riolita, andesita y basalto y en menor proporci6n, granito, diorita, caliza, pedernal y espor6dicamente calcita y cuarzo y su matriz por productos de desintegraci6n de rocas riol6ticas, dacitas y andesitas y minerales (albita, oligoclasa, sanidino, cuarzo, biotita, calcita, aragonita, clorita, serpentina, magnetita y hematita). Los restos de vertebrados encontrados en el conglomerado indican que la parte inferior de la formaci6n corresponde al final del Eoceno o principios del Oligoceno.

0.0

Llegada a Guanajuato, Gto. Altura media sobre el nivel del mar: 2,045 metros.

DIA 14 DE SEPTIEMBRE DE 1956.

***GEOLOGIA SUPERFICIAL Y DEPOSITOS MINERALES DE LA REGION
DE LA VETA MADRE DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO***

Guía: Reynaldo Guiza, Jr.

Resumen: El Distrito Minero de Guanajuato se localiza sobre el lado suroeste de la Sierra de Guanajuato que al extenderse hacia el NW, forma uno de los cordones montañosos aislados existentes en la provincia fisiográfica de la Mesa Central.

Las rocas más antiguas en el área son lutitas que se encuentran a veces metamorfozadas a filitas o esquistos y contienen pequeñas cantidades de caliza, arenisca y roca volcánica; son de edad y espesor desconocidos, habiéndoselas colocado en parte dentro del Triásico Superior de Zacatecas, aunque es muy posible que las lutitas de Guanajuato representen parte del Triásico, del Jurásico y del Cretácico. Estas rocas se presentan al bajo de la Veta Madre y consisten principalmente en lutitas carbonosas de color negro, alternadas a veces con capas delgadas de caliza.

Al alto de la Veta Madre quedan los gruesos depósitos de conglomerado rojo, que está formado en una gran proporción por fragmentos volcánicos, entre los cuales dominan los de composición riolítica o latítica. Como constituyentes de importancia hay también granito, diorita, caliza y pedernal. La matriz y las capas de arenisca que están en el conglomerado son principalmente productos de desintegración de varias rocas volcánicas. El conglomerado está cubierto concordantemente por rocas volcánicas más jóvenes y la base no está expuesta, pero su espesor puede variar de 1,000 a 2,000 metros.

Como consecuencia de la Revolución Laramídica, las lutitas marinas y las calizas cretácicas de esta región fueron plegadas y al mismo tiempo sufrieron la intrusión de material ígneo, predominantemente silíceo. Le-

vantamiento, afallamiento, erosión y vulcanismo siguieron a los movimientos orogénicos.

El afallamiento relacionado con las erupciones riolíticas y andesíticas de fines del Terciario abrió fracturas favorables para la mineralización, que consistió en depósitos mesotermales o epitermales con minerales oro-argentíferos, los cuales pueden encontrarse contenidos en casi todos los tipos de rocas del distrito.

La Veta Madre, que es la más importante del Distrito Minero de Guanajuato, es una fractura-falla que puso en contacto el conglomerado rojo con las lutitas, riolitas y andesitas. Alcanzó una extensión longitudinal de unos 26 kilómetros, con espesores que varían entre 4 y 40 metros. En la región de las concentraciones de mineral más importante, como fueron los clavos de las minas de Valenciana y Rayas, se observa inflexión que cambia el rumbo general de la Veta Madre de unos 45° al SW a unos 25° al NW. También se observan inflexiones de menor importancia en otros lugares, que resultaron favorables para la mineralización.

La falla en que se aloja la Veta Madre tiene las siguientes características:

- a) Un desplazamiento del alto respecto al bajo según la inclinación del plano de falla, dando lugar a una falla directa o normal;
- b) Una dislocación producida por la veta-falla El Amparo que la divide en dos partes; el deslizamiento normal en esta falla produjo un considerable desplazamiento de la Veta Madre hacia el NE;
- c) Hay dislocaciones de menor importancia causadas por la falla de Cardones; en el extremo sureste de la Veta Madre.

La mineralización de la Veta Madre consiste principalmente en sulfoantimoniuros de plata, acompañados por plata y oro nativos, galena, esfalerita, pirita y calcopirita que se presentan a veces como accesorios. La exploración más profunda realizada en el distrito corresponde a la mina Nueva Luz, habiéndose encontrado minerales de carácter básico con algo de plata, pero económicamente incosteables.

8.00 hs.

Partiendo del Jardín de la Unión, en la ciudad de Guanajuato, la excursión se dirigirá al mineral de Cata y desde este lugar continuará hasta el tiro de Rayas. Durante el trayecto

- podrán observarse distintos aspectos del conglomerado rojo.
- 9.00 hs. Tiro de Rayas. Es interesante desde el punto de vista minero; pues su brocal es de sección octogonal y está revestido de mampostería, con un diámetro aproximado de 11.5 metros. Podrán observarse en el patio del tiro las ruinas de las construcciones que se usaron durante la época de extracción por el sistema de malacates de sangre posiblemente alrededor del año 1825. También existen los restos de las chimeneas construidas posteriormente para los malacates de vapor.
- 9.30 hs. Partiendo del tiro de Rayas se regresará a Cata y luego se retrocederá 3 kilómetros para tomar el camino hacia el mineral de Valenciana. Poco antes de llegar al centro del poblado de Valenciana podrán observarse, desde el camino, los crestones y rebajes de la Veta Madre, la cual se cruzará a la salida del mismo poblado. Después de cruzar la veta y siguiendo el camino de la Presa de Esperanza, se podrán observar las lutitas seguidas por lutitas intercaladas con caliza y por último, las rocas graníticas intrusivas en las anteriores.
- 11.00 hs. La excursión volverá al poblado de Valenciana para desviarse unos 2 kilómetros y visitar las ruinas del patio de Valenciana, por cuyo tiro se extrajeron las riquezas más notables de su época en el mundo entero. Este tiro es también de sección octogonal y tiene unos 9.5 metros de diámetro, estando revestido de mampostería hasta los 70 metros de profundidad.
- 12.00 hs. Se iniciará el regreso a la ciudad de Guanajuato, visitándose de paso el tiro de Nueva Luz, notable por haberse labrado a una profundidad de 600 metros. La Comisión de Fomento Minero ha explorado en este punto reciente-

mente la Veta Madre, encontrándola diseminada en lutitas, con leyes incosteables para la explotación. Es la zona más profunda que se conoce de la Veta Madre y los minerales que se encuentran son sulfuros de zinc, plomo y cobre.

13.00 hs.

Lunch.

Se visitarán algunos lugares de la Veta Madre que se encuentran actualmente en explotación. El lugar dependerá de la accesibilidad en la época de la excursión.

DIA 15 DE SEPTIEMBRE DE 1956

RUTA: GUANAJUATO, GTO. - SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

Resumen: después de recorrer la sección de conglomerado rojo, se continuará hacia la ciudad de San Luis Potosí y durante el trayecto se observarán grandes extensiones de mesetas elevadas, compuestas por lavas y tobas riolíticas, que cubren por completo, las rocas sedimentarias cretácicas, las cuales no se observarán hasta después de descender a los terrenos más bajos de la Mesa del Norte.

Distancia en Kilómetros de Guanajuato, Gto.

0	SALIDA de la ciudad de Guanajuato. Conglomerado rojo.
5	El conglomerado rojo desaparece bajo el aluvión.
10	Aluvión.
13	Riolitas y tobas.
20	A la derecha el Cerro del Cubilete, formado en su mayor parte por rocas metamórficas, destacando los pórfidos dioríticos metamorfizados y los esquistos de clorita. En la cima del cerro se encuentran basaltos; también hay pequeñas áreas de basalto en la base.
24	Silao, Gto., ya situada dentro de la planicie del Bajío. Se continuará hacia el N por la Carretera Panamericana.

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- | | |
|-------|--|
| 495.2 | León, Gto. A la derecha está la Sierra de León, formada principalmente por rocas eruptivas del Terciario, algunas de las cuales intrusionan a rocas sedimentarias del Cretácico. También se encuentran expuestas algunas rocas metamórficas, posiblemente del Mesozoico. En la Sierra de León se localizan algunos yacimientos de importancia, entre los cuales merecen citarse los de tungsteno, manganeso, plomo y feldespato. |
| 503.0 | Termina la planicie del Bajío. |
| 510.0 | Sierra formada por basaltos a la derecha; a la izquierda y en la base riolitas (?). |
| a | |
| 513.0 | Límite entre los Estados de Guanajuato y Jalisco. |
| 516.0 | Riolitas y tobas. |
| 527.0 | Principia el Valle de Lagos. Riolitas bien expuestas en mesetas de poco relieve sobre el plano del valle. |
| 535.5 | Empalme de la carretera a Guadalajara y San Luis Potosí. |

**Distancia en Kilómetros
de
Guadalajara, Jal.**

- | | |
|-------|--|
| 205.0 | Empalme.
Mesetas de riolitas y tobas riolíticas. |
| 213.0 | Depresión en la planicie de mesetas cubierta por gravas y terrenos de aluvión. |

**Distancia en Kilómetros
de
Guadalajara, Jal.**

224.0	Tobas riolíticas.
228.0	A la derecha estribaciones del terreno elevado en el límite norte de la Mesa Central. Tobas riolíticas.
232.5	Estribaciones de la Mesa Central. Mesetas bajas de tobas riolíticas.
239.5	Mesetas de tobas riolíticas. A la izquierda cantiles de mesetas riolíticas.
245.5	Matanzas, Jal. (Altura sobre el nivel del mar: 2,110 metros). Capas de conglomerados aluviales con intercalaciones tobáceas; estratificación horizontal con marcada acción de corrientes.
314.0	A la izquierda comienza una pequeña cadena de cerros formados por riolitas.
325.5	Comienza el descenso hacia la Mesa del Norte, cortándose un gran espesor de riolitas y tobas.
346.0	Comienza el Valle de San Luis Potosí, en el borde sur de la Mesa del Norte.
356.0	Llegada a San Luis Potosí, S. L. P.

DIA 16 DE SEPTIEMBRE DE 1956

RUTA: SAN LUIS POTOSI, S. L. P. - SALTILLO, COAH.

Resumen: la mayor parte de este tramo cruza por el extremo sur-este de la provincia de la Mesa del Norte, pero la última parte queda comprendida dentro de la Sierra Madre Oriental. Aunque hay una diferencia fisiográfica muy marcada entre ambas provincias, las formaciones geológicas encontradas en esta región son semejantes. Constan de rocas que abarcan el final del Jurásico, el Cretácico Inferior y parte del Superior. La columna estratigráfica regional, a grandes rasgos, es la siguiente:

Formación Indidura. (Turoniano-Cenomaniano): caliza arcillosa laminar, marga y numerosas capas delgadas de caliza de color gris oscuro y algo de lutita calcárea; esta formación presenta comúnmente un intemperismo de color rojizo.

Caliza Cuesta del Cura. (Cenomaniano-Albiano): caliza laminar en capas onduladas de color gris oscuro, conteniendo abundantes lentes y capas delgadas de pedernal negro.

Caliza Aurora. (Albiano-Aptiano): calizas de capas gruesas, de color gris claro a mediano, que en gran parte de esta región representan una facies arrecifal.

Formación La Peña. (Aptiano): caliza gris en capas medianas a gruesas con cápititas de marga y caliza arcillosa y numerosas cápititas de pedernal negro.

Caliza Cupido (Barremiano): calizas de color gris claro, en capas medianas a gruesas, con abundantes nódulos de pedernal gris.

Formación Taraises (Hauteriviano y Valanginiano): calizas de color gris, en capas delgadas, con separaciones arcillosas.

Formación La Casita (Portlandiano y Kimmeridgiano): lutitas de color

gris oscuro y areniscas de color gris claro con algunas capas intercaladas de caliza.

Formación La Gloria (Oxfordiano Superior) calizas compactas, en capas gruesas, de color gris oscuro, con nódulos de pedernal y areniscas en capas delgadas a medianas, de color gris claro-amarillento a oscuro.

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- | | |
|-------|--|
| 418.0 | SALIDA de la ciudad de San Luis Potosí. |
| 438.0 | Hacia el E se observan capas de corrientes riolíticas sobre sedimentos del Cretácico Inferior y Superior (Caliza Cuesta del Cura y formación Indidura). |
| 495.0 | Charco Blanco S. L. P. En la cantera al W de la carretera puede verse un arrecife de rudistas (Cenomaniano-Albiano) con capas intercaladas de caliza arcillosa roja, más delgada y con estratificación muy irregular. |
| 500.5 | Al W de la carretera existe un afloramiento de caliza del Cretácico Inferior, probablemente la Caliza Aurora. |
| 505.5 | Otro afloramiento de caliza del Cretácico Inferior, al W de la carretera. |
| 535.0 | Bifurcación de la carretera (a Saltillo, Coah. y a Tampico, Tamps.) |
| 536.5 | Hacia el W se ve una loma formada por un arrecife de rudistas (Cenomaniano?-Albiano). |
| 594.5 | En ambos lados de la carretera se encuentran montañas formadas por anticlinales en rocas del Cretácico Inferior y Superior; las últimas afloran sólo al pie de las montañas. Las sierras están separadas por grandes extensiones de relleno aluvial. |

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

617.0	Matehuala, S. L. P.
628.5	Comienza una serie de afloramientos de rocas del Cretácico Superior (Turoniano).
640.0	Afloramiento del Cretácico Inferior (Caliza Cuesta del Cura (Cenomaniano-Albiano)
641.0	Contacto entre el Cretácico Inferior y el Superior o sea, entre la Caliza Cuesta del Cura y la formación Indidura, respectivamente.
660.0	Pueden observarse hacia el E, las bajadas de las sierras muy bien desarrolladas.
709.0	Nótense las sierras aisladas por grandes valles rellenados por depósitos aluviales.
727.0	Las lomas que se cruzan en esta área consisten en calizas del Cretácico Inferior, probablemente Caliza Aurora.
764.0	Hacia el E está el Cerro Potosí, compuesto por calizas del Cretácico Inferior. La carretera continúa sobre un amplio valle cubierto por aluvión; este valle puede ser debido en parte a una estructura sinclinal y probablemente, también en parte, a afallamiento.
792.0	San Rafael, S. L. P. aún sobre el valle aluvial. A la derecha va aproximándose la Sierra Madre Oriental, formada en este punto por una serie de anticlinales y sinclinales muy apretados, generalmente recostados hacia el N. En este margen de la sierra aflora el Cretácico Inferior; las calizas de la formación Cuesta del Cura se encuentran en la parte inferior y subiendo en el flanco de la sierra se desciende

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

- en la sección, pasando por la Caliza Aurora, formación La Peña, Caliza Cupido y formación Taraises. La cima está formada por la formación La Casita, del Jurásico Superior.
- 808.0 Providencia S. L. P. Las tomas bajas en ambos lados de la carretera están formadas por caliza Aurora. La carretera corre aproximadamente en coincidencia con el eje de una flexión anticlinal de flancos muy tendidos.
- 831.0 La carretera hace una flexión de 90° para dirigirse al N. en sentido transversal a las estructuras que se habían venido siguiendo paralelamente. Se atravesarán consecutivamente tres flexiones anticlinales, las dos primeras apareciendo en parte recostadas hacia el N y todas ellas formadas por Caliza Aurora..
- 839.0 A la derecha, en el flanco norte de la tercera flexión anticlinal de las que acaban de atravesarse, aflora la formación La Peña, así como la parte superior de la Caliza Cupido, formando la estribación norte de la pequeña sierra. La carretera continúa sobre un valle erosionado en el flanco sur de un anticlinal muy recostado hacia el N.
- 844.0 Aproximadamente en este punto se corta el eje del anticlinal que ha venido atravesándose. No hay afloramientos de la formación La Casita, más antigua, que aflora a lo largo del eje; la misma formación se encuentra en las pequeñas colinas de color pardo que pueden observarse a la izquierda.
- Poco más adelante, al travesarse el Puerto de Las Flores, el primer afloramiento que se observará corresponde a la formación Taraises, parcialmente cubierta por aluvión. Los horizontes

**Distancia en Kilómetros
de
México, D. F.**

delgados y margosos que pueden verse a la derecha, en el corte de la carretera, marcan el contacto entre la formación Taraises y la Caliza Cupido. Más adelante, en este mismo paso, pueden observarse la formación La Peña y nuevamente la Caliza Aurora; la Caliza Cuesta del Cura y el resto de la sección se encuentran bajo el aluvión de un pequeño valle sinclinal donde desemboca el Puerto de Las Flores.

- 850.0 En el extremo norte del corte de una cantera puede verse el contacto entre la formación Indidura y la Caliza Cuesta del Cura. Después de cruzar el angosto valle sinclinal comienza a cortarse el flanco sur de otra estructura anticlinal paralela a la anterior. Se cruzarán sucesivamente el resto de las formaciones del Cretácico Inferior y también las lutitas negras de la formación La Casita, del Jurásico Superior.
- 853.0 Aproximadamente se corta en este punto el eje del anticlinal y se observarán en sentido inverso, es decir, de abajo a arriba estratigráficamente, todas las formaciones que se vieron en el flanco sur; pero en este flanco podrán verse además, las formaciones correspondientes al Cretácico Superior o sea, la formación Indidura, la formación Caracol y la lutita Parras.
- 855.5 La carretera llega al límite de otro valle sinclinal en el cual se interna un poco, para voltear luego hacia el W y seguir paralelamente a los ejes estructurales predominantes en esta parte de la Sierra Madre Oriental. Podrán observarse algunos afloramientos aislados de la lutita Parras a los lados de la carretera.
- 873.0 Llegada a Saltillo, Coah.

GRUPO A

DIAS 17 A 19 DE SEPTIEMBRE DE 1956

GUÍA: W. H. Triplett.

- I.—Geología general a lo largo de la ruta Saltillo-Concepción del Oro.
- II.—Geología general y depósitos minerales del distrito minero de Avalos-Concepción del Oro, Zac.

Resumen: el camino que comunica a la ciudad de Saltillo con Concepción del Oro, Zac., se dirige en general al SW, por lo cual atraviesa numerosas estructuras anticlinales que presentan regionalmente rumbos predominantes de E a W. Hasta Carneros el camino pasa por un amplio llano cubierto de aluvión que se desarrolló sobre la parte oriental de la depresión de Agua Nueva, de la Sierra Madre Oriental. Entre Carneros y el Puerto de los Peñones se atravesará el Sinclinal de Las Colonias y el Anticlinal de Carneros y se irán bordeando después algunos anticlinales pequeños, para cruzar luego otro, el de Rocamonte y dirigirse finalmente a Concepción del Oro, población situada en un estrecho valle que corta parte del flanco norte de la Sierra de Concepción del Oro.

El distrito de Avalos-Concepción del Oro se extiende en un área considerable de la Sierra de Concepción del Oro, que forma parte de la región limítrofe entre las provincias fisiográficas de la Mesa del Norte y de la Sierra Madre Oriental; la región se caracteriza por un clima árido y una vegetación de tipo desértico y estratigráficamente forma parte del Geosinclinal Mexicano.

En la región afloran nueve formaciones, que representan la parte

final del Jurásico y casi todo el Cretácico, con un espesor conjunto de unos 3,600 metros.

Corresponden al Jurásico Superior la Caliza Zuloaga y la formación La Caja, la primera es la más antigua de toda la región y generalmente forma el núcleo de los anticlinales que constituyen las sierras, siendo una caliza de capas gruesas, de color oscuro, ocasionalmente con capas de marga. La formación La Caja, que sobreyace a la anterior, está constituida principalmente por capas delgadas de caliza arcillosa, lutita calcárea y limolita calcárea, aunque contiene también numerosas capas de pedernal.

La formación Taraises, la más antigua del Sistema Cretácico, consiste en caliza de color gris, dispuesta en capas medianas y alternada con capitas de marga de color gris amarillento. Sobre estas rocas se encuentra la Caliza Cupido, de color gris claro, en capas medianas a gruesas, con abundantes nódulos de pedernal gris. Arriba de la Caliza Cupido está la formación La Peña, que consiste principalmente en caliza gris, amarillenta por intemperismo, dispuesta en capas medianas a gruesas y con capas de marga y caliza arcillosa; en la parte superior predomina la caliza gris, laminar, con numerosas capitas de pedernal negro. Sobre dichas rocas está la Caliza Cuesta del Cura, compuesta de caliza laminar en capas onduladas, de color gris oscuro, conteniendo lentes y capas delgadas de pedernal negro. La formación Indidura, inmediatamente arriba de la anterior, consiste en caliza arcillosa laminar, marga y numerosas capas de caliza laminar, así como lutitas calcáreas, teniendo todo un color amarillento o rojizo por intemperismo. Superpuesta a la formación Indidura está la formación Caracol, que consiste en lutita de color gris oscuro a gris amarillento, alternada con arenisca o gravaca de color pardo amarillento; esta formación cambia gradualmente hasta convertirse en lutita Parras en la que son muy escasas las capas de gravaca.

En algunos lugares las rocas sedimentarias se encuentran cubiertas discordantemente por pequeñas áreas de conglomerados y rocas volcánicas del Terciario.

En la Sierra de Concepción del Oro hay dos "stocks" granodioríticos que han invadido principalmente el núcleo del anticlinal. Sus afloramientos están separados por una angosta pared de Caliza Zuloaga, pero es muy posible que a poca profundidad se junten en un solo cuerpo intrusivo. A causa del metamorfismo producido por estos "stocks" se

formó en la caliza adyacente una faja marginal más o menos continua, con granate, que tiene espesores que varían desde unos cuantos centímetros hasta 20 metros y aún más. El mineral predominante es andradita y puede haber calcita, cuarzo, wollastonita, diopsida, tremolita; vesuvianita, epidota y escapolita. En esta zona o cerca de ella, se encuentran algunos de los yacimientos minerales más importantes del distrito. Fuera de esta zona de granate hay una aureola metamórfica en la que las calizas están recristalizadas y reemplazadas sólo por silicatos; la anchura de esta zona varía de unos cientos de metros a más de 1 kilómetro, siendo muy gradual su desaparición en la periferia.

Estructuralmente, la Sierra de Concepción del Oro forma parte del anticlinal de La Caja, una estructura que tiene como 45 kilómetros de longitud y de la cual constituye su extremo sureste. En esta parte la estructura es más compleja, debido principalmente a la intrusión de los dos grandes "stocks" de granodiorita y está muy recostada hacia el NE y cerca de Concepción del Oro lo está tanto que su flanco norte buza de 5° a 20° al SW; cerca de Providencia el buzamiento del flanco norte es de 70° a 80°, también hacia el S. El "stock" de Concepción del Oro, produjo, además, un área de aflamamiento normal en grande escala, pues aparentemente ejerció un empuje activo hacia arriba que fracturó notoriamente los sedimentos suprayacentes.

Los cuerpos minerales en Avalos son el resultado del reemplazamiento de calizas y calizas laminares en un ambiente de temperatura mediana y presión mediana a baja. Los minerales primarios predominantes son esfalerita, galena, pirita y calcita, siendo accesorios y comunes calcopirita, tetrahedrita, esfalerita marmatítica, cuarzo, calcedonia y fluorita. En algunos lugares se encuentran granate, vesuvianita y epidota; pero están más bien ligados a los contactos del cuerpo intrusivo que a las zonas de sulfuros. Los cuerpos son comúnmente chimeneas o tubos, con su eje mayor en dirección de la inclinación de la estratificación, pero el ángulo algo mayor alcanzan profundidades hasta de 900 metros con sección transversal más o menos circular o elíptica de 200 a 500 m² en los cuerpos más grandes. No se ha identificado el control al que pueda deberse la localización de los depósitos.

Los cuerpos minerales en Concepción del Oro son esencialmente cupro-auríferos, en contraste con los plumbo-argentíferos de Avalos; numerosos tubos de mineral de cobre han sido explotados por varios cientos de metros de profundidad. A medida que se avanza hacia el

SE en este distrito los cuerpos se van enriqueciendo en magnetita y disminuyendo el contenido de cobre.

PRIMER DIA

Hora	Kilómetro	
7:30	0.0	Salida de la ciudad de Saltillo. El punto de reunión es la Escuela de Agricultura "Antonio Narro".
	2.0	La carretera se dirige aproximadamente hacia el SW sobre una planicie cubierta por aluvión. Debajo del aluvión aflora en algunos lugares la lutita Parras. A la izquierda se irá viendo una sucesión de anticlinales cuyos extremos buzcan hacia el SW, constituidos por Caliza Aurora. A la derecha se ve una serie de cuestas escarpadas formadas por la erosión de pliegues de la formación Difunta.
	10.5	Crucero de los Ferrocarriles Nacionales de México.
	12.5	Puede observarse en el horizonte una serie de montañas que forman la extensión oriental de la Sierra de Parras, alineada de W a E.
	20.3	Poblado de Agua Nueva, Coah.
	21.9	La colina que se ve a la derecha está formada por Caliza Aurora. Afloramiento de Caliza Aurora en el corte del camino.
	26.4	Colinas en ambos lados del camino formadas por Caliza Aurora. Al atravesarse el paso de Carneros, que corta el pliegue frontal del Anticlinorio (o Sierra) de Parras, podrá observarse su complicado perfil. Este pliegue está recostado hacia el N. Crucero del Ferrocarril de Coahuila y Zacatecas.

Hora	Kilómetro	
	29.0	Estación Carneros, aproximadamente sobre el eje del anticlinal.
	30.0	Crucero del Ferrocarril de Coahuila y Zacatecas.
	34.5	Se cruza la formación Caracol aproximadamente sobre el eje del Sinclinal Las Colonias. Al S puede verse el escarpamiento causado por afallamiento longitudinal que hundió el flanco norte del Anticlinal de Los Peñones. Las lomas y cerros que se ven al SE forman la parte oriental del flanco norte de este anticlinal, que no fue afectado por la falla o erosión subsiguiente.
	35.6	La colina está formada por Caliza Cuesta del Cura, correspondiente al flanco norte del Anticlinal de Los Peñones.
	36.5	La loma que se ve a la izquierda está formada por Caliza Cupido; un poco atrás de ella, el arroyo se desarrolló sobre la formación La Peña.
	37.4	Se cruza aproximadamente la falla del Anticlinal de Los Peñones. A la izquierda se ve una pequeña colina formada por Caliza Zuloaga.
	39.3	Paso de los Peñones. A continuación se cruza el flanco sur del anticlinal, compuesto por las formaciones del Cretácico Inferior.
	44.0	Caliza Cuesta del Cura en el extremo oriental de un anticlinal paralelo al anterior.
	55.0	Caliza Cuesta del Cura en el extremo oriental del flanco sur de otro pequeño anticlinal, en el que también el flanco norte está afallado longitudinalmente.
	59.0	A la derecha aflora la formación Cuesta del Cura en el extremo de otra flexión anticlinal semejante a la anterior y también afallada en la misma manera.

Hora	Kilómetro
	65.0 A la derecha una pequeña estructura anticlinal recostada hacia el N y compuesta por rocas de la parte superior del Cretácico Inferior y de la parte inferior del Cretácico Superior.
	75.0 Al frente aparece el flanco oriental, muy erosionado, de un anticlinal orientado al NW. Todas las formaciones del Cretácico Superior quedan bajo el aluvión de la pequeña entrante del valle, por donde la carretera se aproxima del paso de la sierra (Puerto de Rocamonte). En el paso la única roca que aflora es la Caliza Cuesta del Cura.
	100.0 Después de haber atravesado un amplio valle aluvial, que forma parte de la fosa tectónica de San Carlos, se aproxima al frente la Sierra de Concepción del Oro. Pequeños afloramientos de lutita Parras han podido observarse en algunos puntos cercanos a la carretera y desde este punto hacia Terminal todo el camino se desarrolla sobre esta formación.
	115.0 Terminal, Coah.
10:45	Se continúa hacia Providencia. El camino cruza todo el flanco norte del Anticlinal de La Caja, así como gran parte del "stock" de Providencia.
12:00	Llegada a Providencia, donde se tomará la comida.
13:00	Recorrido a pie a través del túnel a Salaverna; examen de las principales unidades estratigráficas.
14:30	Llegada a Salaverna. Se observarán los afloramientos de Salaverna; caliche típico, formación Caracol metamórfica, cuerpo intrusivo de monzonita cuarcífera, Caliza Cuesta del Cura distorsionada y formación Indidura.

Hora	Kilómetro
15:30	Visita al interior; descenso por el tiro de Santiago hasta el nivel 9; examen de las chimeneas de Santiago y Salaverna, en caliza metamorfizada Cuesta del Cura; el cuerpo mineral de La Tuna y las chimeneas Las Animas 1, 2 y 3, en Caliza Cupido. El regreso se hará por el tiro de Nazareno.
17:30	Regreso a Providencia.
18:45	Llegada a Terminal.

SEGUNDO DIA

8:00	SALIDA de Terminal a Salaverna, vía Providencia.
9:45	Llegada a Salaverna (algunos caballos estarán disponibles para quienes prefieran no hacer el recorrido a pie). Se recorrerá el flanco sur del Anticlinal de La Caja, donde se observarán los afloramiento de los depósitos minerales, algunos de los cuales ya fueron vistos en el interior.
11:15	Llegada a Aranzú.
12:00	Se continúa por el contacto silicificado del "stock" de Concepción del Oro con el flanco norte del Anticlinal de La Caja.
12:45	Llegada a Azules Arroyo, donde se tomará la comida.
14:00	Visita a la explotación a cielo abierto que está efectuando la ASARCO en Azules Arroyo.
17:00	Llegada a Concepción del Oro, Zac.

TERCER DIA

Hora	Kilómetro	
8:00		SALIDA de Concepción del Oro.
8:15		Llegada al tiro de Cabrestante y visita al interior de la mina Cabrestante-Cata Arroyo.
12:00		Regreso a Concepción del Oro, Zac.
13:00		Salida de Concepción del Oro, Zac.
16:00		Llegada a Saltillo, Coah.
	0.0	Salida de la ciudad de Saltillo.
	3.4	A la izquierda, en el fondo, estratos de la formación Difunta con inclinación al NE que ocupan el flanco sureste del sinclinal.
	7.4	Se cruzan lomas compuestas por la formación Difunta, coronadas por gruesos bancos de arenisca.
	10.6	Eje de sinclinal en la formación Difunta.
	12.8	Ramos Arizpe, Coah.
	14.8	A la derecha el Aeropuerto "Plan de Guadalupe" y al frente una pendiente inclinada, desarrollada sobre el flanco sur del Anticlinal de los Muertos. Desde este punto la carretera cruza un valle de rumbo sobre las formaciones Indidura y Parras, entre calizas del Cretácico Inferior a la derecha y areniscas y lutitas del Cretácico Superior a la izquierda.
	21.7	A la derecha una nariz estructural del Anticlinal de los Muertos que buza hacia el SW, cuyos flancos están formados por la caliza Aurora.
	24.8	Independencia, Coah.

Hora	Kilómetro
	25.6 A la derecha estratos de la Caliza Aurora, con inclinación al N o verticales, mientras en la cresta del anticlinal toman una posición casi horizontal.
	28.0 Ojo Caliente, Coah.
	30.6 A la derecha existen algunas minas en la parte superior de la pared del cañón. La mineralización es de oro y plata, del tipo de reemplazamiento en horizontes dolomíticos de la formación Cupido a lo largo de fallas transversales. El mineral se transporta por camión hasta la Estación Higueras para enviarlo a tratamiento metalúrgico y fundición.
	32.6 Higueras, Coah. Intersección de caminos.
	35.8 Límite entre los Estados de Coahuila y Nuevo León.
	37.7 A la derecha aflora la lutita Parras en el corte de la carretera.
	39.0 Cuesta de los Muertos.
	42.3 A la derecha el Cañón de las Cortinas.
	42.9 Casa Blanca N. L.
	46.2 A los lados de la carretera lomas formadas por la lutita Parras.
	49.4 Sección de la lutita Parras.
	51.5 El Ranchero, N. L.
	52.3 El Alto, N. L.
	56.7 Afloramiento de la formación Difunta.

Hora	Kilómetro
	61.2 A la izquierda el Anticlinal de García.
	65.2 Empalme de la carretera a Villa de García y a las Grutas de García.
	70.5 A la derecha colinas formadas por la lutita Parras.
	70.7 Santa Catarina, N. L.
	76.4 Crucero de ferrocarril. Se inician las áreas industriales de la ciudad de Monterrey.
	76.9 A la izquierda la estación La Leona.
	78.0 A la izquierda travertino en el corte de la carretera.
	79.0 Formación San Felipe en el corte de la carretera.
	79.7 A la izquierda el Anticlinal de las Mitras.
	80.7 Límites de la ciudad de Monterrey, N. L.

GRUPO B

DIAS: 17 A 19 DE SEPTIEMBRE DE 1956

GUÍA: J. J. de la Fuente

- I.—Geología a lo largo de la ruta Saltillo-Monclova.
- II.—Visita a Altos Hornos de México, S. A. y Mexicana de Coque y Derivados, S. A.

Resumen: la ruta que se recorrerá permite la observación de una parte de la Cuenca de Parras, tanto en lo relativo a su estratigrafía como a su estructura. También, en el cruce de la Sierra de la Gavia, se tendrá oportunidad de observar uno de los anticlinales típicos de los correspondientes al Golfo Mesozoico de Sabinas, cuya potente serie de conglomerados, arkosas, areniscas y lutitas de la formación Patula indica que esta estructura estuvo a una distancia relativamente corta al lado oriental de la antigua Península de Coahuila. Por último, cerca de la ciudad de Monclova, podrá observarse un excelente y típico ejemplo de una cuña de bancos de rudistas que a una distancia perceptible muestran un engrosamiento de 10 a 500 metros aproximadamente.

En la ciudad de Monclova se hará una visita a las instalaciones de la Empresa "Altos Hornos de México, S. A.", así como a las de la "Mexicana de Coque y Derivados, S. A.", íntimamente relacionados con la explotación de carbón en la cuenca carbonífera de Coahuila, cuyo estudio forma la parte más importante de esta fase de la Excursión C-3.

PRIMER DIA

Hora	Kilómetro	
7:30		SALIDA de la ciudad de Saltillo hacia el N para dar vuelta al W frente a la entrada principal del "Ateneo Fuente", continuando por la carretera a Piedras Negras, Coah.
	442.4	Ciudad de Saltillo.
	441.1	Cruce de la vía del ferrocarril.

Hora	Kilómetro	
439.3	Aproximadamente la parte culminante del anticlinal con rumbo E-W que pasa entre las lomas que se ven hacia el S y la Mesa de Guajardo, situada unos 7 kilómetros hacia el NE.	
434.5	Arenisca de color gris y lutita físil de color morado, de la formación Difunta, en el lado oriental de la carretera. Extensos afloramientos de esta formación serán atravesados por la parte oriental de la Cuenca o Sinclinorio de Parras, sobre el notable lomerío que puede apreciarse al N.	
434.1	Puente sobre el Arroyo del Pueblo que drena hacia el NE.	
432.8	Otro puente sobre un pequeño arroyo que también drena hacia el NE. Aproximadamente a unos 200 metros adelante se cruza el eje del Sinclinal de la Mesa de Guajardo.	
430.9	Arenisca gris, de grano mediano, con interperismo color pardo, de la formación Difunta. Algo más adelante se verán esas areniscas interestratificadas con lutitas.	
429.1	Eje de un pequeño anticlinal orientado al N 75° W.	
428.0	Arenisca gris en estratos hasta de 2 metros, que contiene lutitas interestratificadas (formación Difunta).	
427.7	Lutitas intercaladas con capas de arenisca de 10 centímetros.	
427.3	Eje de un pequeño sinclinal cuyo rumbo es N 75° E. Algo adelante afloran lutitas rojas y moradas.	

Hora	Kilómetro	
426.8		Cerca de la parte culminante de un anticlinal cuyo eje tiene también un rumbo de N 75° E.
426.2		Capas gruesas de arenisca con lutitas intercaladas.
425.6		Lutitas moradas con manchones de color gris verde y delgadas areniscas con lutitas pardas y moradas intercaladas.
425.5		Potente unidad de areniscas con lutitas pardas y moradas intercaladas.
424.8		Desde el afloramiento anterior se ha venido ascendiendo estratigráficamente y en este punto puede apreciarse que el contenido en lutitas dentro de estos sedimentos es mayor.
424.6		Sobre un eje sinclinal orientado aproximadamente al N 75° E. Algo adelante existe una potente sección de lutitas de color gris oscuro a negro con intercalaciones cíclicas de areniscas arcillosas delgadas.
424.2		Eje de un pequeño anticlinal en las mismas lutitas de color gris oscuro a negro que corresponden a la formación Difunta, como todos los afloramientos que hasta ahora se han observado.
423.5		Otro afloramiento semejante a los dos anteriores.
423.1		Lutitas negras, con abundantes tallos de <i>Halymenites?</i> y areniscas interstratificadas.
422.7		Areniscas con intemperismo color pardo, que contienen <i>Exogyra ponderosa?</i> y escasas lutitas intercaladas.
422.3		Las capas con <i>Exogyra ponderosa?</i> se encuentran en este punto bajo una sección de lutitas

Hora**Kilómetro**

- arenosas con color pardo de intemperismo, que incluyen areniscas arcillosas y areniscas calcáreas intercaladas. Esta sección contiene abundantes fósiles: *Sphenodiscus* sp., *Sphenodiscus* cf. *S. lenticularis*, *Coahuilites* cf. *C. crynskii*, *Coahuilites sheltoni*, *Turritella*, *Cardita*, etc. y al igual que la unidad subyacente asignada a la formación Difunta.
- 421.8 Base de un grueso lente de areniscas.
- 420.8 Base de una gruesa unidad de arenisca, similar a las que se vió en la parte inferior de la Mesa de Guajardo.
- 420.6 Cima de la misma unidad de arenisca.
- 419.4 Pequeña falla que desplaza la arenisca.
- 418.9 Puente sobre el Arroyo del Consuelo.
- 418.8 Al E un pequeño campo para turistas.
- 418.3 Lutitas con delgadas areniscas interestratificadas
- 418.0 Lutitas con impresiones de vermes.
- 417.3 Nuevamente lutitas y areniscas.
- 416.3 Areniscas de colores gris y pardo, en estratos medianos a gruesos.
- 415.2 Areniscas en capas gruesas formando un banco topográfico.
- 415.1 Puente sobre el Arroyo del Ollito.
- 414.9 Eje anticlinal con buzamientos suaves al S y más pronunciados al N.
- 414.4 Se supone una posible falla de empuje en este punta, porque el intervalo estratigráfico entre

Hora	Kilómetro	
		el núcleo del anticlinal y la unidad de arenisca, en el flanco norte, es aparentemente más corto que en el flanco sur de esta misma estructura.
414.1		Contacto superior de la citada unidad de arenisca, en el flanco norte del anticlinal.
414.1		Areniscas que pueden representar el banco de otras semejantes que existen en la Mesa de Guajardo; para diferenciarlas de la unidad a que se ha venido haciendo referencia, estratigráficamente superior, se han llamado "Horizonte Pancho-Pepe".
411.0		Sinclinal cuyo eje tiene un rumbo aproximado de N 85° E.
409.4		Cima de una serie de areniscas que posiblemente representan el "Horizonte Pancho-Pepe" en el flanco sur del sinclinal.
408.8		La sección que ha sido predominantemente de areniscas es substituída por una de lutitas en este punto.
408.0		Morro formado por areniscas gruesas.
407.9		Úños 20 metros de areniscas que descansan sobre otros tantos de lutitas, dentro de las cuales hay intercaladas areniscas de 5 a 20 centímetros de espesor.
406.3		Areniscas lajeadas en la proximidad de un eje anticlinal, cuya orientación aproximada es de N 80° E.
405.7		Puente sobre un arroyo que drena hacia el E.
404.5		Se pasa el eje de un sinclinal cuya orientación también es aproximadamente N 80° E.
403.4		Areniscas en estratos mayores de 1 metro, que

Hora**Kilómetro**

contienen pelecípodos y afloran en este punto cerca de la parte culminante de un anticlinal cuya orientación tectónica concuerda con las estructuras anteriores.

- 401.2 Al E de la carretera, en el cauce del arroyo, areniscas en estratos mayores de 2 metros, algunos con estratificación entrecruzada.
- 400.0 Poblado de Rancho Nuevo.
- 393.7 Puente sobre el Arroyo de San Juan.
- 388.7 Puente sobre otro arroyo.
- 383.7 Areniscas en capas de más de 1 metro de potencia.
- 382.7 Areniscas con abundantes ostréidos.
- 381.3 Areniscas conglomeráticas y fosilíferas; los guijarros que contienen son de pedernal y cuarzo.
- 378.6 Al E de la carretera, areniscas pardas en estratos de más de 1 metro de potencia; son conglomeráticas, con estratificación cruzada y contienen abundantes restos de ostréidos.
- 378.0 Cruce de la vía del ferrocarril.
- 377.2 Areniscas de estratos gruesos con abundantes ostréidos y lentes coquinosos de los mismos, con algo de lutitas arenosas asociadas.
- 374.1 Aproximadamente 4 metros de areniscas cuyos estratos exceden de 1 metro de potencia.
- 373.3 Lutita de color gris, ligeramente arenosa y con intemperismo en color pardo; contiene interstratificaciones de areniscas que varían entre 10 y 50 centímetros de espesor. Estas rocas subyacen a las areniscas anteriores.

Hora	Kilómetro	
372.0	A la derecha areniscas cuyo color de intemperismo y forma de desintegración puede confundirlas con rocas ígneas.	
371.5	Lutitas con delgadas capas de areniscas y areniscas alternando con lutitas; son los sedimentos que constituyen el lomerío que va cruzando la ruta; dentro de estos sedimentos hay zonas estratigráficas con <i>Turritella</i> , <i>Exogyra</i> y grandes ostréidos.	
370.2	Contacto de sedimentos con el aluvión.	
365.8	Caja de areniscas que pueden ser las más bajas de la formación Difunta; pues contienen ostréidos y <i>Halymenites?</i> , descansando sobre lutitas de la formación lutita Parras. Desde este punto hasta las estribaciones del Anticlinal de la Sierra de La Gavia se cruzará sobre una amplia planicie que en su mayor parte se supone está formada sobre la potente sección de la lutita Parras.	
341.3	A la derecha carretera a la Hacienda de Guadalupe.	
340.4	Terrazas en ambos lados de la carretera, que se extienden por casi 2 kilómetros y en cuyas pendientes afloran lutitas y areniscas de la formación Difunta.	
327.9	Lutitas que probablemente pertenecen a la lutita Parras.	
326.8	Hacia el W lutitas de color gris con intemperismo pardo y capas de calizas arcillosas y arenosas; se cree que estos sedimentos pertenecen a la formación Parras.	
324.6	A la izquierda el restaurant San Lorenzo, aproximadamente sobre el contacto del alu-	

Hora

Kilómetro

viación con el flanco sur del Anticlinal de la Sierra de La Gavia, cuya orientación aproximada es de unos N 60° W y se prolonga como 35 kilómetros hacia el SE y también una distancia considerable hacia el NW. El núcleo de este anticlinal está abierto en areniscas, calizas arenosas y lutitas de la formación Barril Viejo, del Neocomiano. En el flanco de este anticlinal las formaciones a lo largo de la ruta sus espesores promedios son los siguientes:

	Metros
Barril Viejo	310 +
Arkosa Patula	1,020
Formación La Mula	160
Formación Cupido	370
Formación La Peña	40
Caliza Aurora	505
Grupo Washita	170
Formación Eagle Ford	400 +

- 324.4 Contacto de la Caliza Aurora y el amplio abanico aluvial; dicha formación consta en esta área de caliza litográfica de color gris, en capas de 30 a 50 centímetros, que contienen algunos nódulos de pedernal negro.
- 323.8 Contacto entre las formaciones Aurora y La Peña; aunque la primera está cubierta se acusa en el angosto valle proyectado a rumbo en ambos lados del cañón. Las calizas en el otro lado del valle representan la formación Cupido, cuya parte superior consta de caliza de color gris oscuro, en estratos medianos a gruesos, que contienen rudistas y algunas zonas de brechas interformacionales.
- 323.5 Contacto aproximado de las formaciones Cupido y La Mula; la parte baja de la formación Cupido consta de calcarenitas dolomíticas y oolíticas de color gris oscuro a negro, en es-

Hora	Kilómetro	
		tratos medianos a gruesos, mientras la parte alta de la formación La Mula se compone de lutitas con interestratificaciones de calcarenitas negras y concreciones nodulares silíceas, que intemperizan en color amarillento.
323.3		Lutitas rojas y areniscas de la arkosa Patula.
320.8		Lutitas y areniscas verdosas de la arkosa Patula en contacto con calizas impuras y negras de la formación Barril Viejo, del Neocomiano, que es la más antigua que aflora en el anticlinal que se está cruzando.
320.6		Eje aproximado del Anticlinal de la Sierra de la Gavia.
320.5		Areniscas de color verde de la formación Barril Viejo; son calcáreas y tienen lutitas interestratificadas que intemperizan a un color gris verde, con pelecípodos.
318.7		Contacto aproximado (transicional) entre la formación Barril Viejo y la arkosa Patula.
317.5		A la izquierda restaurant La Muralla. En el corte de la carretera se ven afloramientos de lutitas, areniscas y conglomerados.
316.7		Contacto, también gradual, entre la arkosa Patula y la formación La Mula.
316.5		Contacto arbitrario entre las formaciones La Mula y Cupido.
316.2		Puente sobre el arroyo que baja del flanco norte de esta estructura; algo adelante existen calizas de color gris oscuro con rudistas de la formación Cupido.
316.0		Al igual que en el flanco sur del anticlinal en este punto la formación La Peña se acusa por el angosto valle a rumbo que se prolonga hacia

Hora

Kilómetro

ambos lados del cañón, aprisionado entre las potentes formaciones Cupido y Aurora. Un afloramiento existente en el arroyo al E de la carretera muestra una parte de la formación La Peña, compuesta por lutitas y calizas arcillosas y lajeadas, así como por calizas arcillosas, de fractura nodular, que contienen nódulos de pedernal negro y algunas amonitas; la coloración predominante de estos sedimentos es gris obscura a negra. La cima de la formación Aurora tiene en este punto rudistas y delgadas intercalaciones de lutitas calcáreas nodulares y en términos generales, es de coloración más clara y con estratos más potentes que la formación Cupido.

- 315.8 Afloramiento de la caliza Aurora en ambos lados de la carretera.
- 315.3 El contacto entre la caliza Aurora y la base de lo que parece ser representativo de la cima del Grupo Fredericksburg (formación Kiamichi) puede pasar por este punto. En la falta del flanco al W de la carretera se verá el escalón topográfico que tal vez representa a la formación Kiamichi, pues las capas en que se apoya son de la formación Aurora.
- 315.2 Posible contacto entre estratos equivalentes de la formación Kiamichi y del Grupo Washita; lo que posiblemente representa a la Kiamichi está muy cubierto, pero los afloramientos aislados constan de calizas delgadas con lutitas interestratificadas.
- 315.1 Contacto aproximado entre el Grupo Washita (Albiano-Conaciano). y sedimentos del Turoniano (Eagle Ford?). Los 80 a 100 metros inferiores del Turoniano constan de lutitas cal-

Hora

Kilómetro

- cáreas de color gris oscuro a negro, con algunas capas laminares de caliza arcillosa; hacia arriba siguen 15 a 20 metros de calizas que intemperizan en color anaranjado, alternando con lutitas negras y pardas; más arriba siguen lutitas de color gris.
- 311.6 Eje aproximado del sinclinal que se encuentra entre los Anticlinales de la Sierra de La Gavia y de la Sierra de La Joya.
- 308.5 Lutitas con intercalaciones de calizas arcillosas lajeadas, que posiblemente pertenezcan a la parte transicional que existe entre las formaciones Eagle Ford y Austin.
- 303.2 A la izquierda la boca del Cañón de Patula y también el extremo sur de la Sierra de Boca-toche; a la derecha lomas de poco relieve constituidas por lutitas de Eagle Ford.
- 296.5 A la derecha pequeña intrusión dentro de sedimentos que pueden ser de la transición Eagle Ford-Austin.
- 291.2 Diquestrato ("sill") de unos 2 metros de espesor de pórfido ácido, comprendido entre sedimentos correspondientes a la zona de transición Eagle Ford-Austin.
- 290.1 A la derecha intrusión ígnea dentro de la sierra que tiene expresión de un anticlinal.
- 289.5 Al W de la carretera calizas y lutitas del Grupo Washita?, cortadas por numerosos diques dispuestos en forma radial desde el Cerro de la Soga, de aspecto ácido y con 2 a 3 metros de espesor.
- 277.4 Cruce de la vía del ferrocarril.

Hora

Kilómetro

- 264.3 Al E se ven los espectaculares bancos arrecifales del Grupo Washita constituyentes de la impresionante Sierra de la Gloria, expresión topográfica de un alargado anticlinal que puede seguirse desde su buzamiento al NW, cerca de la ciudad de Monclova, por unos 60 a 70 kilómetros hacia el SE hasta desaparecer también por buzamiento estructural. Estos bancos arrecifales fueron adscritos por W. E. Humphrey al final del Albiano Superior y están formados en su mayor parte por fragmentos y moldes de rudistas en estratos muy gruesos, de color blanco y con intemperización en color gris. Estas gruesas capas de calizas fragmentarias rápidamente se convierten en calizas delgadas de color pardo, dentro de las cuales hay intercalaciones de lutitas que contienen amonitas, equinoides y braquiópodos del Albiano Superior. La cuña que forman las capas arrecifales al convertirse en estos estratos presenta un incremento de espesor en sus extremos de 10 a 500 metros.
- 262.9 Poblado de Castaños.
- 259.6 A la izquierda el anticlinal intrusionado del Cerro del Mercado.
- 252.5 A la derecha terrazas formadas por el conglomerado Sabinas, del Terciario.
- 251.5 A la derecha empalme con la carretera a Altos Hornos, en las cercanías de la ciudad de Monclova.
-
- 10:45 Llegada a "Altos Hornos de México, S. A. ", cuyas instalaciones se visitarán. Guía: J. J. de la Fuente.
- 12:30 Lunch.

Hora	Kilómetro
14:00	Visita a las instalaciones de la "Mexicana de Coque y Derivados, S. A."

SEGUNDO DIA

RUTA: MONCLOVA, COAH. — NUEVA ROSITA, COAH. Y REGRESO A MONCLOVA, COAH.

Resumen: se visitarán las minas de carbón de Nueva Rosita, Coah., dentro de la cuenca carbonífera de Sabinas, desarrollada en el Cretácico Superior; en el cañón de Santa Rosa, sobre la carretera, se verá la estructura suave de las calizas del Cretácico Inferior.

**Distancia en Kilómetros
de
Monclova, Coah. Parcial**

0.0	0.0	Monclova, Coah. La elevación a la derecha es un gran arrecife de la formación Washita.
22.0	22.0	Valle aluvial; las elevaciones a la derecha están constituidas principalmente por calizas del Cretácico Inferior (Albiano a Neocomiano).
43.1	21.1	Río Salado.
45.8	2.7	Estación Hermanas, las elevaciones en ambos lados de la carretera corresponden al Cretácico Inferior.
58.5	12.7	En las colinas a la derecha se observa topografía típica de la formación Eagle Ford.
62.1	3.6	<i>Parada opcional:</i> Formación San Felipe (Austin) y al frente, a cierta distancia, estratos de lutitas de la formación Taylor.
81.7	19.6	Arcillas y areniscas de color amarillo de la formación Navarro.

**Distancia en Kilómetros
de
Monclova, Coah., Parcial**

96.1	14.4	<i>Parada Opcional:</i> Corriente basáltica.
107.2	11.1	Corriente de basalto. Dentro de la Cuenca de Sabinas se observan las minas de carbón en la formación Navarro.
111.2	4.0	Corriente basáltica sobre las areniscas y arcillas de la formación Navarro.
118.3	7.1	Límite de Sabinas, Coah.
120.2	1.9	Sabinas, Coah. (parte norte).
123.9	3.7	Minas de carbón en capas equivalentes a la formación Olmos.
132.6	8.7	Nueva Rosita, Coah. Desde este punto se regresará a Monclova, Coah.

TERCER DIA

Regreso a Saltillo, Coah., y reunión con el Grupo A para salir a Monterrey, N. L.

DIA 20 DE SEPTIEMBRE DE 1956

RUTA: MONTERREY, N. L.—CAÑON DE LA HUASTECA

GUÍA

Resumen: hacia el W y el SW, después de salir de la Ciudad de Monterrey, podrá observarse en ambos lados de la carretera, el conjunto de angostos y alargados anticlinales y sinclinales que caracterizan estructuralmente a la Sierra Madre Oriental, así como sus rasgos litológicos y tectónicos. Estratigráficamente, las rocas de la región pertenecen al Cretácico Superior e Inferior-Jurásico Superior, aunque por sus condiciones de yacimiento no se estudiarán en orden, sino conforme los afloramientos permitan apreciarlas. El contacto Cretácico Inferior-Jurásico Superior será objetivo de una de las paradas. El kilometraje tiene su origen en la Ciudad de Monterrey y es independiente del que puede estar indicado en los postes de la carretera Monterrey-Saltillo.

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

0.0

DESDE el Hotel Ancira, en la esquina con la calle Escobedo, sígase al S volteando a la derecha para tomar la carretera que va por el lado norte del río Santa Catarina, donde se formarán los vehículos de esta excursión. Una loma en el lado sur del río es la expresión topográfica del Anticlinal de Loma Larga, abierto en las lutitas y calizas arcillosas de la formación Parras (Senoniano) y representa la continuación hasta el SE del prominente Anticlinal del Cerro de Las Mitras. Ha sido perforado para agua por tres pozos profundos, de ellos los pozos Piloto Núm. 1 y Piloto Núm. 2 producen bastante agua, excediendo los 900 metros de profundidad. Fueron perforados pa-

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

ra ayudar a solucionar la aguda escasez de agua que prevaleció en la Ciudad de Monterrey durante los años de 1953 y 1954. El tercero, que se denominaba Pozo del Club Campestre, aún no estaba terminado al escribirse el presente itinerario.

- 1.1 Avenida Pino Suárez a la derecha.
- 1.7 Iglesia de La Purísima a la derecha.
- 2.5 Avenida Venustiano Carranza a la derecha. Al frente puede observarse el buzamiento hacia el SE del Anticlinal del Cerro de Las Mitras. Un poco más a la derecha está el antiguo edificio del Obispado, sobre una loma que es la expresión topográfica del anticlinal que lleva su nombre, abierto en la formación Parras (Senoniano) y que representa la continuación hacia el SE de una nariz estructural del ya citado Anticlinal del Cerro de Las Mitras. También fue perforado para agua por dos pozos profundos.
- 4.4 Vuelta a la derecha.
- 4.5 Vuelta a la izquierda para seguir por la carretera Monterrey-Saltillo.
- 6.1 El camino a la izquierda lleva a la Colonia del Valle. Una loma a la derecha es el plano de inclinación del Anticlinal del Cerro de las Mitras.
- 6.7 Pozo profundo para agua Piloto Núm. 1, a corta distancia a la derecha. A unos 800 metros al S 70° E está el pozo Piloto Núm. 2.
- 7.5 La cantera sobre las faldas del Anticlinal del

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

- Cerro de Las Mitras, a la derecha, se abrió en la calizas de las formaciones Cuesta del Cura (Cenomaniano Inferior) y Aurora (Albiano).
- 8.0 Lutitas con calizas arcillosas y bentonita interestratificadas de la formación Indidura (Turoniano).
- 8.6 Terminan los afloramientos de la misma unidad estratigráfica.
- 8.8 Al frente, un poco a la izquierda, la boca del Cañón de La Huasteca.
- 9.3 Puente.
- 9.4 A la izquierda la Harinera "Río Bravo".
- 10.2 Estación La Leona, del Ferrocarril Monterrey-Salttillo.
- 11.1 A la derecha Fábrica de Grasas y Vegetales "ACO".
- 12.2 **PRIMERA PARADA:**
En este punto se dará una breve reseña de los fenómenos estructurales más destacados a la vista, así como de la estratigrafía regional.
- 13.0 A la derecha la fábrica "Tubería Nacional".
- 15.7 Vuelta a la izquierda en la esquina suroeste de la Plaza Municipal de Santa Catarina. Sígase al S por la carretera.
- 16.3 Al frente y un poco a la derecha obsérvese el orificio circular en la parte alta del escarpe de calizas.
- 17.1 A la izquierda la Quinta "San Cosme".
- 18.6 **SEGUNDA PARADA:**
En este punto se mostrará, en ambos lados del

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

camino, el angosto valle de rumbo dentro de la formación La Peña (Aptiano). Las calizas casi verticales al N de este valle corresponden a la formación Aurora (Albiano) y al S a la formación La Peña (Aptiano). que se verá otra vez en el flanco opuesto de este gran anticlinal y es de gran utilidad para demostrar la sencillez de la estructura que se estudia.

18.8 A la derecha está el túnel construído para ayudar a resolver el problema del agua de la Ciudad de Monterrey, el cual termina en las lutitas del Jurásico Superior que están en el valle anticlinal al S. Por consiguiente, cruza lo que resta de la formación Cupido (Neocomiano Superior) y toda la formación Taraises (Neocomiano Inferior).

19.5 **TERCERA PARADA:**
Este punto está situado en el flanco norte del anticlinal en estudio. Pueden observarse los sedimentos de la formación Cupido (Neocomiano Superior), compuestos por calizas de color gris que intemperizan en gris crema, de textura compacta a litográfica y en capas bien estratificadas, cuyo espesor varía entre 10 y 60 centímetros.

20.1 El contacto entre las formaciones Cupido (Neocomiano Superior) y Taraises (Neocomiano Inferior), en ambos lados del camino, está aproximadamente donde el abrupto escarpe de calizas topa con la relativamente suave pendiente que cae hacia el valle colocado más al S. La pendiente con escasa vegetación, a la derecha, expone lutitas y calizas arcillosas de la formación Taraises (Neocomiano Inferior).

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

20.3 Sigase el camino a la izquierda de una barda de piedra.

20.8 **CUARTA PARADA:**

Se caminarán unos 250 a 300 metros al E hasta llegar al contacto Cretácico Inferior-Jurásico Superior, que es el objetivo de esta parada. El contacto antes mencionado es transicional y arbitrariamente se establece donde las calizas arcillosas, con escasas lutitas intercaladas hacia abajo, son substituídas por lutitas arenosas que intemperizan en color café y por un rápido cambio, por areniscas de grano mediano a grueso. Las primeras se consideran como representativas del Cretácico basal y las segundas del Jurásico Superior. Descansando sobre los 2 o 3 metros de calizas basales del Cretácico se inicia una sección de lutitas calcáreas, de color gris, nodulares y astillosas, con abundantes cefalópodos y dentro de ellas hay calizas arcillosas en capas de 4 a 6 centímetros. Los 8 o 10 metros superiores del Jurásico Superior que afloran de arriba hacia abajo se inician con calizas impuras y oolíticas, de color gris oscuro, que intemperizan a café oscuro y rápidamente se convierten en areniscas conforme se baja estratigráficamente. Estas areniscas impuras, en estratos que varían en espesor entre 10 y 50 centímetros, tienen arcillas y lutitas de calcita (se recomienda que antes de emprender el regreso a los vehículos, sea examinando el corte geológico adjunto a este itinerario, pues en este punto pueden orientarse los excursionistas con referencia a dicho corte).

21.6 Morros de calizas de la formación Zuloaga (Oxfordiano) en ambos lados del camino. Es-

**Distancia en Kilómetros
de
Monterrey, N. L.**

tos sedimentos son los más antiguos que afloran en el área y a la vez, señalan claramente la parte axial del anticlinal en estudio. A la derecha una pendiente suave de color café en la formación La Casita (Portlandiano). Igualmente la formación Taraises (Neocomiano Inferior) forma otra suave pendiente de color gris en relación con el escarpe del anticlinal.

23.1 A la derecha se inicia la repetición de la formación Cupido (Neocomiano Superior) expuesta en el flanco sur del anticlinal en estudio.

23.8

QUINTA PARADA:

Después de voltear los vehículos en esta última parada, se caminarán unos 100 metros al W para estudiar un excelente afloramiento de la formación La Peña (Aptiano). Como claramente puede verse, este afloramiento se localiza en el flanco sur de la estructura. El lomerío inmediato al S está compuesto por sedimentos asignables a la formación Indidura (Turonian) que forman el agudo sinclinal entre dicho lomerío y el prominente anticlinal al fondo, con claro buzamiento al E. Afloran en este punto entre 6 y 8 metros de lutitas de colores, rojo, café y gris, intercaladas con delgadas calizas de color gris oscuro a negro. Los abundantes cefalópodos que se encuentran son de edad Aptiana Superior, según determinación del Dr. W. H. Humphrey.

DIAS 21 a 23 DE SEPTIEMBRE DE 1956.

Visitas a centros industriales en la Ciudad de Monterrey.

EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

REYNALDO GUIZA, JR.

Compañía Exploradora del Istmo, S. A.

Historia. Se conoce desde antes de la Conquista, creyéndose que la primitiva ciudad fundada en terrenos guanajuatenses por indios otomíes tuvo el nombre de Mo-O-Tti ("lugar de metal"), que por pronunciación defectuosa degeneró en Mogote, ahora un barrio de la ciudad de Guanajuato situado al pie del Cerro del Meco. La historia refiere que el 11 de junio de 1548 unos arrieros descubrieron la Veta de San Bernabé, conocida actualmente por Veta de la Luz, en el mineral del mismo nombre. Desde 1793 don Pedro Marmolejo la explotó con éxito, aunque tuvo que clausurarla en la guerra de Independencia. Posteriormente, en 1842, don Juan de Dios Gálvez inició nuevos trabajos, originando la apertura de minas cercanas como San José de los Muchachos, Santa Clara, El Refugio y San Vicente.

Los datos históricos sobre la Veta Madre principian con el descubrimiento de las Minas de Rayas y de Mellado, en los años 1550 y 1558, respectivamente. Posteriormente, en 1768, ocurren las grandes bonanzas de la Mina de Valenciana que terminaron hasta el año de 1810, todas situadas hacia el extremo noroeste de la veta. Entre las cercanas al extremo sureste de la Veta Madre se encuentran las Minas de la Unión, el antiguo mineral de Cardones y la Mina del Cedro, cuyos trabajos se iniciaron el año de 1770. Entre las minas labradas en las Vetas de la Sierra, que son las del Cubo, Peregrina, el Monte de San Nicolás y Santa Rosa, la de Peregrina tiene historia más antigua, pues ya se trabajaba desde 1804. La explotación de las minas continuó intensamente hasta el año de 1895, cuando principió a llegar capital norteamericano que a la fecha conserva en su poder algunas minas de la región.

En 1910, con el desarrollo del movimiento revolucionario se originaron dificultades en la explotación de las minas y pocos años más tarde (1914-18), el trastorno económico que motivó la primera Guerra Mundial afectó a la minería en Guanajuato, no obstante los novísimos y comerciales métodos de explotación mecanizada y el beneficio por cianuración y flotación, que a principios del Siglo XX habían hecho costable el tratamiento de minerales de leyes bajas. Por el año de 1930 operaban en Guanajuato la Consolidated Mining and Milling Company y la Reduction Mines and Milling Company, compañías que trabajaban las Minas de Sirena la primera y las de Garrapata, Promontorio, Rayas, Mollado, Cata, Tepeyac, Valenciana y Esperanza la segunda, ubicadas todas en la Veta Madre. En 1940 el aumento en el costo de la vida determinó la reducción de trabajos en ciertas minas y en otras el abandono total, quedando algunas de las primeras en administración cooperativa y una o dos más por compañías.

Topografía. Destacan notablemente sobre las llanuras del Bajío y planicies adyacentes del Estado de Guanajuato dos cadenas de montañas: la primera, situada al NE, es conocida con el nombre de Sierra Gorda y la segunda, que ocupa la parte central de la entidad, con dirección NW-SE, recibe el nombre de Sierra de Guanajuato. Ambas cadenas se unen en las inmediaciones de San Felipe, quedando al N las llanuras de San Felipe, Dolores Hidalgo y Allende y al S y al W la gran planicie del Bajío, lo cual determina la existencia de dos cuencas hidrográficas: la del Océano Pacífico, que descarga sus aguas por medio del río Lerma y su sistema de tributarios y la del Golfo de México, por medio de los ríos de Santa María y de Tolimán.

El Distrito Minero de Guanajuato se encuentra en la Sierra de Guanajuato y sus aguas se juntan en el río del mismo nombre, que a su vez afluye al río Lerma. La ciudad de Guanajuato está situada, sensiblemente, en el centro del Distrito Minero de su nombre, en la Sierra de Guanajuato. La mayor parte de las cumbres de la Sierra de Guanajuato tienen alturas variables entre 2,100 y 2,400 metros sobre el nivel del mar, aunque las mayores oscilan entre 2,550 y 2,936 metros sobre el mismo nivel.

Geología. Tomando en consideración la importancia de sus criaderos minerales, el Distrito Minero de Guanajuato se ha dividido en 3 regiones.

- 1a.) Central de la Veta Madre
- 2a.) Mineral de La Luz, ubicado en la parte noroeste del Distrito y
- 3a.) Vetas de la Sierra.

En la primera existen rocas sedimentarias representadas por lutitas y "conglomerado rojo", así como rocas ígneas originadas en diferentes emisiones de riolitas y en el extremo noroeste se presentan rocas intrusivas de tipo granodiorítico. En la segunda abundan las "rocas verdes", que comprenden basaltos, rocas serpentinizadas, rocas más o menos esquistosas alteradas y metamorfizadas, así como otras rocas fenocristalinas y granitoides. Por último, en la tercera región domina una formación de lutitas, algunas veces carbonosas y con inclusiones de rocas silicificadas y piritosas. En algunos lugares existen rocas extrusivas con sus correspondientes tobas sobre las lutitas y especialmente encima del "conglomerado rojo", que debió rellenar una extensa cuenca en los alrededores de la ciudad de Guanajuato.

Rocas. La mayor parte de las rocas que se describen a continuación, encontradas en la región de la Veta Madre se observan en las zonas mineralizadas del Distrito Minero de Guanajuato.

Geología estructural. Las manifestaciones de los esfuerzos que obran sobre las distintas formaciones geológicas del Distrito Minero de Guanajuato dándole sus rasgos estructurales, están representadas principalmente por vetas fallas, diques, etc.

1.) **Vetas.** Los rumbos de las principales vetas corresponden al rumbo general de la Sierra de Guanajuato, predominando la inclinación hacia el SW, que los mineros llaman "natural", pues en las vetas que la tienen al NE la llaman "contra". Las vetas de la Sierra de Guanajuato tienen un rumbo variable entre N 35° W y N 46° W e inclinación de 70° al SW.

- a) **Vetas de La Luz.** Con rumbo variable entre N 10° W y N 40° W, desde los alrededores de la mina de San Pedro, en La Luz, hacia el NW y de N 60° W hacia el SE. En estas vetas las inclinaciones varían entre 45° y 80° al SW.
- b) **Veta Madre.** Es una veta-falla normal con rumbo e inclinaciones variables, como resultado de repetidos y numerosos esfuerzos que afectaron las formaciones que las contienen. (Fig. 5).

Fallas. 2) El grupo más importante de fallas en la región (Secciones A-A', B-B' y D-D') comprende el sistema que presenta máxima mineralización observándose escalonado con rumbo NW-SE y formado por las vetas del Nogal, Veta Madre y falla del Cerro del Tatalayo, situado el último al alto de las primeras. Pudo estimarse en la falla de la Veta Madre un desplazamiento hasta de 940 metros.

Otro grupo de fallas importantes, de rumbo casi normal a las anteriores, se localiza al N y al NW del Cerro del Chichíndaro. Atraviesa el río del Monte hacia el W y continúa en dos movimientos de fallas bien definidos que pasan entre los Cerros de Sirena y del Meco y que son llamados El Amparo y de San Clemente, los cuales siguen ya unidos fuera de la zona estudiada. El rumbo de este sistema es de N 76° W en el lugar donde cortan a la Veta Madre. La Veta Madre quedó dividida por dos fallas en dos porciones, cuyos extremos fueron movidos horizontalmente a una distancia de casi 1,500 metros, desplazándose hacia el NE el extremo sur de la porción afallada. El desplazamiento vertical fue probablemente de 300 metros (Sección E-E').

Diques. Estos accidentes geológicos tienen un importante papel en el Distrito Minero de Guanajuato y guardan estrechas relaciones genéticas con algunas de las vetas situadas en los alrededores del Cedro y en Calderones. Algunos diques del Cedro son múltiples, con carácter riolítico y andesítico, rumbo general de N 52° - 62° E, inclinación de 85° al SE y espesor máximo de 20 metros.

Existe un segundo sistema de diques con rumbos casi EW e inclinaciones variables. Algunos presentan un fracturamiento que originó las cajas de las vetas comprendidas entre ellas, como sucede en la Veta llamada "Sulfato". Además, pueden observarse en distintos lugares algunos diques de riolita aplítica, pero no tienen la importancia de los anteriores.

Yacimientos Minerales. Se encuentran en este Distrito minerales metálicos que se han explotado principalmente hasta la fecha, por su contenido de minerales argentíferos con leyes de oro y además, existen minerales no-metálicos.

- a) **Minerales Metálicos.** Los yacimientos de este tipo se localizan en fracturas originadas en rocas de diferentes edades y se presentan tanto en lutitas pertenecientes al Triásico Superior, como en rocas ígneas de edad posterior. En el Mineral de La Luz

están en rocas pre-terciarias y en el conglomerado rojo en la zona de la Veta Madre. La formación de estas vetas tuvo lugar en las épocas de erupciones riolíticas y andesíticas de fines del Terciario. En la zona de la Veta Madre, la más importante de este Distrito, se encuentran numerosos criaderos de minerales argento-auríferos y entre ellos se distingue por su potencia y extensión a rumbo, la propia Veta Madre (Sección C-C').

Los minerales de importancia son principalmente argentíferos, aunque también hay en menor proporción auríferos, con el oro en estado nativo en forma de costras o pegaduras. En los argentíferos se presenta la plata nativa en forma de hilos y costras o en diferentes compuestos como sulfuros y sulfoantimoniuros cristalizados, así como en masas de forma irregular. La proporción más común en la Veta Madre es de 1 parte de oro y 100 de plata, es decir, a cada kilogramo de ley de plata corresponden 10 gramos de oro. En algunas minas auríferas la plata disminuye en relación con el oro.

Las especies minerales mencionadas se presentan acompañadas por otras, por ejemplo, galena, esfalerita, pirita y calcopirita, aunque en proporciones no explotables. Entre las especies minerales que componen la matriz se observan diferentes variedades de cuarzo (ya sea cristalizado, celular o cripto-cristalino), calcita, dolomita y adularita (variedad valencianita). La zona de oxidación de los criaderos minerales de Guanajuato se considera situada a una profundidad variable entre 90 y 150 metros por debajo de los crestones.

Clavos. Los "clavos" del Distrito Minero de Guanajuato han sido excepcionalmente ricos en plata, aún cuando también se ha encontrado el oro. Actualmente esta clase de "clavos" son raros y cuando se encuentran tienen poca extensión en la unión de dos fallas. Sin embargo, no se ha tenido muy en cuenta que los principales clavos de la Veta Madre se han presentado al NW del sistema de fallas del Amparo, en niveles más o menos bien definidos y que las zonas correspondientes geológicamente (no topográficamente) no han llegado a ser exploradas en la porción de la Veta Madre situada al SE del sistema de fallas mencionado.

Otra forma de presentarse los clavos es en forma de vetillas más o menos ricas y alojadas en una porción muy quebrada de la roca ("stockworks"). Se han encontrado también "clavos" lenticulares.

- b) *Minerales no-metálicos.* Entre los minerales no-metálicos existentes en el Distrito Minero de Guanajuato se pueden anotar los siguientes:

Arcillas refractarias.

Feldespatos

Cuarzo

Calcita

Pirita

Tízar.

Otros Recursos Minerales. Otro material, susceptible de aprovechamiento en el ramo de construcción es la caliza que se encuentra descansando sobre las lutitas. Aunque tienen poca extensión y escasa potencia, se aprovechan para la fabricación de cal.

Con el adelanto logrado en el beneficio de minerales de baja ley, los "jales" que proceden del tratamiento de las menas de las plantas de beneficio que usaban mercurio pueden sufrir un nuevo tratamiento, pues aún contienen amalgamas de plata y oro y mercurio libre.

LA VEGETACION COMO INDICADOR DE ROCAS EN LA PARTE ARIDA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI

J. RZEDOWSKI,
Laboratorio de Botánica.
Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

INTRODUCCION

El conocimiento de la distribución de las especies y comunidades vegetales ha demostrado ser en muchos casos un instrumento útil para diversas ramas de la ciencia y de la técnica.

Las plantas no se reparten al azar en el globo terrestre. Cada una de las especies requiere condiciones determinadas y diferentes del medio para realizar su crecimiento y su reproducción. La tolerancia de unas puede ser mayor que de otras, pero siempre hay un límite, más allá del cual no es posible el desarrollo del organismo.

Esta íntima relación que existe entre las plantas y el medio en que habitan constituye la base primordial de su posible empleo como indicadores de condiciones físicas, químicas y biológicas que directa o indirectamente llegan a influir en sus funciones vitales.

La climatología y la edafología han sido hasta ahora las ciencias más interesadas en aprovechar tal circunstancia, al igual que la agricultura, la ganadería y la silvicultura, particularmente desde los tiempos de las famosas contribuciones de Clements y su escuela.

El empleo de indicadores vegetales en la geología es aparentemente también bastante común y parece ser mucho más extendido de lo que lo demostraría la escasa literatura relativa. Deben mencionarse por una parte las contribuciones de la ecología y de la biogeografía en general al progreso de la geología histórica y particularmente al problema de la distribución de tierras y mares en épocas antiguas, que culminó con la discutida teoría de Wegener sobre la deriva continental.

Por otra parte, cabe señalar que la hidrogeología está utilizando también con buen éxito indicadores de tipo vegetal, como lo han reconocido Meinzer (1927), Boyko (1953) y otros, al igual que la geología estructural, y quizás aquí el radio de acción de la ecología vegetal puede llegar a mayores alcances.

En sus trabajos de campo los geólogos a menudo se valen de las relaciones existentes entre la vegetación y las rocas para identificar estas últimas. Por el mismo procedimiento llegan a distinguirse formaciones geológicas (Cuyler, 1931).

Aunque el valor de los indicadores vegetales es variable en los diferentes casos y las divergencias entre las comunidades o especies diferenciales no siempre son fáciles de observar a primera vista, parece que vale la pena tratar de encontrar tales indicadores, dadas las ventajas que pueden reportar en la identificación de las rocas a distancia, de fotografías aéreas o a veces mediante interrogaciones, economizando en tal forma tiempo y esfuerzo.

ESTUDIOS REALIZADOS EN SAN LUIS POTOSI

Desde sus primeras exploraciones botánicas llevadas a cabo en San Luis Potosí, el autor tuvo la oportunidad de observar una gran divergencia de flora y de vegetación entre las sierras constituidas por diferente tipo de roca en la porción central del Estado. El fenómeno pareció ser tan notable que se decidió dedicarle un estudio más detenido (Rzedowski, 1955), cuyos resultados y conclusiones más interesantes pueden resumirse de la manera siguiente:

1. Caracteriza a las rocas calizas el tipo de vegetación denominado "matorral desértico calcícola", en el que juegan papel dominante las siguientes especies: *Yucca carnerosana* (samandoca), palma loca, *Agave striata* (espadín), *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Hechtia glomerata* (guapilla), *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla), *Buddleia marrubiiifolia* (azafrán), *Gochnatia hypoleuca* (ocotillo), etc.
2. Caracteriza a las rocas ígneas el tipo de vegetación denominado "matorral cactus-mezquite", en el que predominan cactáceas grandes, como: *Mytillocactus geometrizans* (garambullo),

Opuntia streptacantha (nopal cardón), *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo), así como el mezquite (*Prosopis juliflora*), la Moctezuma (*Trixis angustifolia*) y otras.

3. El tipo de vegetación llamada "zacatal", en que predominan las gramíneas y propio de localidades menos áridas, ocurre sobre ambos tipos de roca, pero la diferenciación es factible en general, puesto que en el zacatal se presentan comúnmente algunos de los elementos arbustivos enumerados en la tabla de especies indicadoras.

Posteriormente, al estudiar la vegetación de la región de Guadalcázar (Rzedowski, 1956), se reconoció la existencia en condiciones climáticas de aridez de un tipo de vegetación propio de aluviones, que se denominó "matorral desértico aluvial", caracterizado por la predominancia de *Larrea divaricata* (gobernadora) y *Prosopis juliflora* (mezquite), con la salvedad de que este tipo de vegetación falta en las partes superiores de los abanicos aluviales, cuya cubierta vegetal se aproxima más bien a la de los cerros en cuya base se forman.

En resumen, se encontró que las tres clases mencionadas de roca sostienen tipos de vegetación esencialmente diferentes, hecho que permite identificarlas a base de reconocimiento de estos tipos.

Los citados estudios permitieron, además, elaborar la siguiente lista de especies indicadoras, en la que se incluyen formas conspicuas y comunes, fáciles de observar a distancia y con nombres vulgares más o menos bien establecidos.

Indicadores de sustrato ígneo

Myrtillocactus geometrizans — garambullo
Opuntia streptacantha — nopal cardón
Opuntia leucotricha — nopal duraznillo
Trixis angustifolia — Moctezuma
Opuntia robusta — nopal tapón
Lemaireocereus sp. — pitayo.

Indicadores de sustrato calizo

Yucca carnerosana — palma loca, samandoca
Agave striata — espadín

Buddleia marrubifolia — azafrán
Parthenium argentatum — guayule
Opuntia stenopetala — huilonche, nopal serrano
Gochnatia hypoluca — ocotillo
Chrysactinia mexicana — hierba de San Nicolás.
Agave asperrima — maguey cenizo
Brahea decumbens — palmito.

Indicadores de sustrato aluvial

Koeberlinia spinosa — abrojo, junco
Flourensia cernua — hojase
Atriplex canescens — cenizo, chamiso
Condalia lycioides — garrapatillo
Maytenus phyllanthoides — granadillo
Opuntia lunicata — cardo
Opuntia leptocaulis — tasajillo.

Al utilizar la tabla deben tomarse en cuenta las siguientes observaciones:

1. Los indicadores de rocas ígnea y caliza pueden encontrarse sobre terrenos aluviales, siendo sólo recíprocamente exclusivos, por lo que han de emplearse sólo para diferenciar entre sí estos dos tipos de roca.
2. No es suficiente en muchos casos la presencia de uno o pocos individuos, es necesario que la especie sea más o menos abundante o constante.
3. La presencia de varios indicadores debe considerarse como prueba más elocuente que la presencia de uno solo.
4. En el uso de nombres vulgares debe tenerse mucha precaución, puesto que los mismos nombres vulgares no en todas partes se aplican a las mismas plantas y muchas veces una sola planta recibe diferentes nombres.

MAPA DE DISTRIBUCION DE ROCAS

Exploraciones más recientes realizadas en otras partes del Estado permitieron confirmar y extender la validez de los criterios deducidos de los estudios anteriores prácticamente a toda la porción seca de San

Luis Potosí, que ocupa alrededor del 60% del territorio de esta unidad administrativa.

Partiendo de esta base se ha logrado reunir cierta información acerca de la distribución de los principales tipos de rocas de la mencionada región, que se presenta en el mapa adjunto (fig. 3). El mapa no pretende, desde luego, agotar las posibilidades de conocimiento del objeto. El haber creído pertinente incluirlo obedece a dos causas principales:

1. La concordancia en términos generales de los datos obtenidos por el método señalado con los resultados de otros trabajos anteriores, como lo demuestran los mapas de Gálvez, Hernández y Blásquez (1941), de Tamayo (1949) y otros.
2. La posibilidad de complementar y rectificar estos trabajos con datos nuevos, contribuyendo en tal forma al mejor conocimiento de la geología del Estado.

Como lo demuestra el mapa, la distribución de las unidades litológicas principales en el área en estudio señala en forma evidente una región de rocas ígneas hacia el SW y otra de calizas hacia el NE; las dos regiones pertenecen a unidades geomorfológicas diferentes, pues mientras en la primera, que es parte del Altiplano Meridional, el volcanismo ha sido el principal factor orogénico, en la segunda el plegamiento de rocas sedimentarias característico de la Sierra Madre Oriental y sus porciones adyacentes ha predominado (Tamayo, 1949b).

La roca ígnea, en más del 95% de los casos, está representada por corrientes y tobas riolíticas probablemente de antigüedad pliocénica (Tamayo, 1949b). Sólo en localidades escasas y aisladas existen afloramientos de basalto, andesita y granito.

La caliza, en su gran mayoría es del Cretácico (Tamayo, 1949a), aunque en algunos sitios puede ser de edades anteriores, (del Castillo y Aguilera, 1895; Mullerried, 1946) y en ocasiones presenta enclaves más o menos extensos de estratos margosos.

Los sedimentos aluviales del Pleistoceno rellenan las depresiones, en su mayoría carentes de drenaje superficial y con rasgos bien definidos de bolsones. Sólo en contados lugares llegan a encontrarse afloramientos de aluviones cuyas características hacen sospechar que puede tratarse

de depósitos aluviales más antiguos, tal vez del Terciario Superior (Gálvez, Hernández y Blásquez, i.c.).

Para delimitar la región árida se ha seguido el trayecto aproximado de la isoyeta de los 500 mm., aunque dentro de la superficie estudiada existen pequeñas extensiones en que la precipitación pluvial sobrepasa la mencionada cantidad. Para definir el sustrato litológico de esos lugares se han seguido criterios diferenciales descritos en otro sitio (Rzedowski, 1955).

La confección del mapa se debe a Graciela C. Rzedowski.

BIBLIOGRAFIA

- BOYKO, H., 1953. Solutions écologiques de quelques problèmes touchant l'hydrologie et le génie hydraulique. *Actes du Colloque d'Ankara sur l'hydrologie de la zone aride*, UNESCO, 2:255-263.
- CUYLER, R. H., 1931. Vegetation as an indicator of geologic formations. *Bull. American Assoc. Petrol. Geol.* 15:67-78.
- DEL CASTILLO, A. Y J. G. AGUILERA. 1895. Primeros estudios de la fauna fósil de la Serranía Mineral de Catorce en San Luis Potosí. *Bol. Inst. Geol. México*, núm. 1, 56 págs., ilustr.
- GALVEZ, V., A. HERNÁNDEZ Y L. BLASQUEZ, 1941. Estudios hidrogeológicos practicados en el Estado de San Luis Potosí. *Anal. Inst. Geol. México*, 7:1-139, ilustr.
- MEINZER, O. 1926. Plants as indicators of ground water. *U. S. Geol. Survey, Water Supply Paper* 577:1-95.
- MULLERRIED, F. K. G. 1946. Geología del Estado de Nuevo León (continuación y final). *Anal. Inst. Inv. Cient. Univ. Nuevo León*, 1:39-83.
- RZEDOWSKI, J., 1955. Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. II. Estudio de diferencias florísticas y ecológicas condicionadas por ciertos tipos de sustrato geológico. *Ciencia (México)*, 15:141-158.
- RZEDOWSKI, J., 1956. Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcázar. *Anal. Inst. Biol. México*, 27: (en prensa).
- TAMAYO, J. L., 1949a. Carta geológica de la República Mexicana, in *Atlas Geográfico General de México* México, D. F., 1 vol.
- TAMAYO, J. L., 1949b. *Geografía general de México. Geografía física*. Tomo I. México, D. F., 1 vol.

NOTAS SOBRE EL DISTRITO MINERO DE AVALOS-CONCEPCION DEL ORO, ESTADO DE ZACATECAS, MEXICO (*)

W. H. TRIPLET Y N. SNIVELY.
Compañía Minera de Peñoles, S. A.,

INTRODUCCION

Las minas de plata-plomo-zinc de la Compañía Minera de Peñoles y las de plata-plomo-zinc-cobre de la Mazapil Copper Company y de la American Smelting and Refining Company se localizan en el extremo noreste del Estado de Zacatecas, México, entre las estaciones de Avalos y de Concepción del Oro, del Ferrocarril de Coahuila y Zacatecas. Estas minas forman una faja con área donde la Sierra Madre Oriental tuerce su rumbo de NW a E. Es eje de esta zona de inflexión se dirige hacia el NE, pasando por este distrito minero, hasta Monterrey, N. L. (fig. 1)

La Sierra de La Caja es un anticlinal recostado hacia el NE, en la dirección del eje arriba mencionado, formado por sedimentos del Jurásico y Cretácico que cubren un núcleo de roca granodiorítica intrusiva.

HISTORIA

El área en la cual se encuentran ambos grupos de minas, las de plomo-plata y las de cobre, ha sido llamada a menudo Distrito de Mazapil, nombre que se tomó de la antigua población minera y fundidora que se encuentra en el centro de valle comprendido entre la Sierra de La Caja y la de Santa Rosa, que se encuentra al S de la anterior. De acuerdo con la tradición y algunas referencias que pueden encontrarse en libros antiguos, alrededor del año de 1550 los indígenas mostraron los afloramientos a Francisco de Urdiñola, un sargento al mando de un grupo de soldados españoles de la época colonial. Ayudado por trabajadores indígenas, Urdiñola comenzó a trabajar sobre los afloramientos de plata-plomo, que contenían cantidades considerables de cobre a es-

(*) Traducidas del inglés por E. Tavera.

casa profundidad de los trabajos iniciales y Urdiñola envió tanta plata a España durante los años siguientes que se le concedió en recompensa el título de Marqués de Aguayo, así como el gobierno de una gran provincia que se extendía hasta abarcar gran parte del actual Estado de Texas. Las minas han estado intermitentemente en operación desde la época de la Colonia a la fecha.

ESTRATIGRAFIA

Los depósitos de este distrito se presentan más comúnmente en calizas con *Nerinea*, del Jurásico Superior. Es un tema de controversia si la mineralización se debió a las características físicas y químicas inherentes a esa caliza o bien, a su posición restringida generalmente entre un gran "stock" intrusivo y las capas de limolitas con pedernal que yacen sobre ella.

Esta caliza, que se llama formacionalmente Caliza Zuloaga, es casi puro carbonato de calcio, de color gris azulado claro, en capas medianas a gruesas (0.5 a 1.0 metros), generalmente blancas y cristalinas en las proximidades del cuerpo intrusivo. Las capas delgadas de limolitas calcáreas, de edad kimmeridgiana, correspondientes a la mitad inferior de la formación La Caja y que se sobreponen a la Caliza Zuloaga, se transformaron en "hornfels" de color blanco amarillento y las de la parte superior, que contienen pedernal y caliza fosfatada, dieron origen a "hornfels" de color oscuro. Estas dos unidades, que tienen 30 a 40 metros de espesor cada una, parecen haber constituido una barrera para la mineralización en gran parte del distrito.

En las formaciones cretácicas también se encuentran algunos de los depósitos de importancia del distrito. En la formación Taraises, compuesta principalmente por caliza algo impura, de color gris a gris amarillento, en capas delgadas a medianas, se encuentra la chimenea de San Marcos. La chimenea de Las Animas se localiza a lo largo de los estratos, muy empinados, cerca de la parte media de la Caliza Cupido que yace sobre la anterior, más pura que aquella y de color gris azulosa en capas medianas. Algunos cuerpos minerales más pequeños se presentan cerca de la cima de esta formación, bajo el contacto con la formación La Peña.

Otro horizonte de importancia para la mineralización está consti-

tuído por la Caliza Cuesta del Cura, correspondiente a la parte superior del Cretácico Inferior. Los estratos de esta caliza son delgados de color gris azulado a amarillento, que presenta planos de estratificación característicamente ondulantes y contiene abundantes capitas lenticulares de pedernal negro. Los cuerpos minerales de Santiago, Salaverna y San Vicente se encuentran cerca de la cima de esta formación, precisamente bajo el contacto con la formación Indidura. Esta formación, que constituye la unidad inferior del Cretácico Superior, consiste en una alternancia de capas muy delgadas de caliza arcillosa y limolita calcárea, con algunas capas medianas a gruesas de caliza y escasas capitas de lutitas en la parte inferior de la formación, en tanto que hacia la parte superior predomina la lutita. Esta formación constituyó una barrera efectiva para algunos de los cuerpos minerales, guiándolos hacia la superficie donde la erosión descubrió sus actuales afloramientos. Sin embargo, existe en esta formación un depósito pequeño aunque de alta ley, el de San Gregorio, de plata-plomo-zinc y en el que la mineralización se presenta reemplazando las capas calizas.

Cubriendo a la formación Indidura se encuentra un gran espesor de lutitas que contienen capas de grauvaca y que se designan en esta región como formación Caracol, las cuales pasan transicionalmente, al desaparecer las capas de grauvaca, a constituir la lutita Parras con la cual termina la columna estratigráfica del Mesozoico en este distrito.

Los sedimentos terciarios comprenden pequeñas áreas de conglomerados y tobas que recientemente (Rogers, C. L. *et al.*, en prensa.) se han designado como conglomerado Mazapil, tentativamente correlacionados con el conglomerado rojo de Guanajuato.

En la región se encuentran también capas y conglomerados lacustres que posiblemente sean del Pleistoceno.

GEOLOGIA HISTORICA

La historia estratigráfica apreciable en el distrito comienza a fines del Jurásico (Oxfordiano) con el depósito de la Caliza Zuloaga. Este tranquilo proceso marino continuó, sin interrupciones de importancia, durante la formación de 80 a 100 metros de limolitas y calizas de edad kimmeridgiana, portlandiana y tithoniana (formación La Caja).

Sin discordancia angular, pero con un hiato que probablemente

abarca el Berriasiano, se depositaron 470 metros de caliza que comprendieron el resto del Neocomiano y casi todo el Aptiano. La formación Cuesta del Cura, de edad principalmente albiana, está formada por una caliza de estratificación ondulada, con espesor aproximado de 400 metros arrugada y torcida en forma de pliegues "en chevron" que no guardan relación alguna con la estructura regional, lo cual sugiere que estas capas se deformaron con anterioridad a su completa consolidación.

Las perturbaciones de la corteza terrestre durante el Cretácico Superior comenzaron a elevar las tierras y disminuir la profundidad de los mares, resultando así un cambio en la sedimentación. Después de las calizas se depositaron 180 metros de calizas impuras y limolitas calcáreas y lutitas (formación Indidura) que gradualmente cambian a lutitas intercaladas con capas delgadas de arenisca (formación Caracol), que se acumularon en un espesor aproximado de 800 metros.

A medida que la orogenia continuaba hasta principios del Terciario, la sedimentación cesaba y los sedimentos se plegaban para formar el anticlinal recostado y corrido que forma la Sierra de La Caja. Es probable que el arqueamiento de los sedimentos ocasionó y localizó la intrusión de magmas dentro del núcleo del plegamiento, produciendo los "stocks" de granodiorita de Providencia y Concepción del Oro, así como el del Distrito de Potrero en el extremo occidental de la sierra. También se presentan diquestratos "sills", diques y pequeñas "stocks" de este cuerpo intrusivo en el área de Salaverna, sobre el flanco sur de la sierra.

Después del plegamiento, elevación e intrusión que se produjeron durante la Revolución Laramíca, un período de erosión redujo el terreno a una superficie de bajo relieve, llamada Penillanura Cordillerana por Garfias y Chapin (1949, págs. 18, 36 y 67). Este intervalo erosional duró hasta el Mioceno o quizás hasta el Plioceno en la Sierra Madre Oriental. En este distrito la penillanura se manifiesta en lo relativamente parejo de las crestas de las sierras, por restos aislados de topografía de contornos suaves y por pendientes muy leves debajo de los derrames riolíticos. El cascajo sobre esta superficie fue cementado por caliche y actualmente constituye un conglomerado de guijarros y pedregones subangulares de caliza y pedernal, con matriz de lutita y caliza completamente consolidada. Esos depósitos de caliche fósil descansan discordantemente sobre las formaciones jurásicas y cretácicas y están localmente cubiertos por corrientes de riolita y traquita.

El vulcanismo se renovó en esta región durante el Mioceno o un

poco después, en el Terciario. Un cuello volcánico cerca de la mina San Marcos, entre Aranzazú y Providencia, es aparentemente la fuente de las corrientes riolíticas y traquíticas que cubren algunas de las cimas.

Algo de actividad hidrotermal acompañó y siguió al vulcanismo de fines del Terciario. El cuello volcánico está rodeado por silicificación de contacto y numerosas juntas y fracturas mineralizadas que se extienden desde las calizas mesozoicas a los conglomerados terciarios y finalmente, penetran en las corrientes volcánicas de las cuales la más importante es la veta de El Sol, cerca de San Marcos.

En lo referente a la edad de los depósitos minerales del distrito hay diferencias de opinión. Sólo una pequeña parte del número total de cuerpos minerales es indudablemente más joven que las rocas volcánicas y en cuanto al resto, la mayoría de quienes los han estudiado creen que la mineralización principal es mucho más antigua que las rocas volcánicas y que está relacionada genéticamente con el pórfido cuarífero laramídico. Sin embargo, los cuerpos minerales mismos muestran ciertas características (como son: carencia de orden en la zonificación, ausencia de control estructural o estratigráfico y desigualdad entre chimeneas casi adyacentes) sugiriendo que las fuentes de las soluciones hidrotermales estaban cercanas y eran poco profundas, que el ambiente era epitermal o xenotermal y por lo tanto que las menas se relacionan con el período más reciente de actividad ígnea.

Capas de caliche del Reciente, conteniendo fragmentos de rocas volcánicas, así como de formaciones más antiguas, cubren las cuestas más bajas y los valles que rodean la Sierra de La Caja.

DEPOSITOS MINERALES

Unidad Avalos. — Los cuerpos minerales de la Unidad Avalos son tubos o chimeneas (figs y) cuyo eje mayor, por lo general, buza en dirección de la inclinación de los estratos, pero con ángulos superiores a los 50-70° con que buzan los sedimentos y su contacto con el "stock" granodiorítico. La sección transversal de los mejores cuerpos, más o menos circular o elíptica varía de 200 a 500 metros cuadrados y algunas de las chimeneas se han explotado a profundidades de 900 metros bajo sus afloramientos. Los tubos y chimeneas a veces pueden extenderse a lo largo del rumbo de las capas o siguiendo fracturas perpendiculares

a la estratificación. Asimismo, franjas de mineralización pueden seguirse por varios metros a lo largo de fracturas, capas o planos de estratificación y luego voltear abruptamente para seguir alguna otra característica estructural o estratigráfica. Sin embargo, los reemplazamientos de sulfuros no siguen dichas estructuras más allá del perímetro generalmente elíptico de las chimeneas, es decir, mantos y vetas son muy raros. Es de particular interés el hecho de que los cuerpos minerales de Avalos se localizan en una de las áreas estructuralmente menos complejas de la Sierra de La Caja. Sin embargo, los controles primarios que localizaron y determinaron la posición de cada chimenea o aún la de esta unidad del distrito, no han sido identificados. Ni la estratificación ni las fracturas han constituido una ayuda práctica y segura para proyectar los cuerpos de nivel a nivel. En consecuencia, la perforación con diamante ha resultado el medio más conveniente para exploración y desarrollo.

Los cuerpos minerales de Avalos se depositaron por reemplazamiento de caliza en un medio de temperatura media y presión baja. Los minerales primarios predominantes en menas y ganga son: esfalerita, galena, pirita y calcita; otros constituyentes comunes, aunque menos importantes, son tetrahedrita, esfalerita marmatítica, cuarzo, calcedonia y fluorita. Granate, vesuvianita, epidota y otros silicatos de calcio y magnesio no identificados, que posiblemente incluyen diopsida y tremolita, son comunes en algunos lugares, pero es obvio que están más relacionados con los contactos de la roca intrusiva que con las áreas donde se depositaron los sulfuros. Asimismo, el blanqueamiento de los sedimentos y su recristalización para formar "hornfels" y mármol no muestra relación cercana con los centros de depósito hidrotermal.

Las porciones superiores de los cuerpos estaban formadas por minerales oxidados. La oxidación de los depósitos de sulfuros primarios tuvo efecto hasta profundidades que varían con la naturaleza de la roca encajonante. Los cuerpos en la Caliza Zuloaga o el mármol de ella derivado se oxidaron hasta 450-500 metros (2,420 metros de altura sobre el nivel del mar) bajo los afloramientos; los cuerpos en Calizas Taraises y Cupido hasta 150 metros (2,620 metros de altura sobre el nivel del mar) bajo la superficie; en la Caliza Cuesta del Cura la oxidación profundizó hasta 200 metros (2,500 metros de altura sobre el nivel del mar) y en la formación Indidura menos de 50 metros (2,620 metros de altura sobre el nivel del mar) bajo la superficie. Cada metal reaccionó diferentemente durante el proceso de oxidación: el oro permaneció en la zona lixiviada en forma de enriquecimiento residual; el plomo se con-

virtió en carbonato insoluble y fue también enriquecido en la zona de oxidación; la plata se enriqueció localmente en los óxidos, aunque también desarrolló una zona de enriquecimiento secundario de los sulfuros en la zona de transición; el zinc y el hierro fueron lixiviados de la zona de oxidación. Igualmente los sulfuros primarios que promediaban 100 a 200 gramos de plata, 5 a 10% de plomo y 15 a 20% de zinc, se derivaron minerales oxidados que contenían 600 a 800 gramos de plata, 15 a 20% de plomo y 10 a 12% de zinc. En la mina del Refugio, que fue donde hubo más oro, los minerales residuales que contenían hasta 14 gramos de oro se derivaron de minerales primarios que promediaban 4 gramos de oro.

No existe una zonificación sistemática en los cuerpos minerales de Avalos, excepción hecha de una disminución general de valores en las partes inferiores, debido generalmente al aumento de la cantidad de caliza no reemplazada dentro de la chimenea. A medida que van siendo minados hacia abajo los cuerpos muestran inversiones importantes, aunque erráticas en las leyes de plomo zinc, y plata, así como en las relaciones entre esos metales. Tampoco existe una zonificación lateral en los cuerpos individuales ni en el área total de la unidad. Por el contrario, cada chimenea tiene sus propias características en cuanto a la ley y proporciones entre metales y profundidad a la cual la mineralización deja de ser comercial, a pesar de que chimeneas adyacentes pueden estar separadas por menos de 100 metros o pueden hasta ser raíces o lóbulos separados de una misma chimenea. Tampoco existe similitud alguna entre las menas a la profundidad donde pierden su valor comercial; un cuerpo puede desvanecerse ya sea en raíces desparramadas o en una sola raíz, todas con sulfuros de buena ley pero demasiado angostas para explotarse con provecho; algún otro cuerpo puede continuar como una masa potente, casi de puros sulfuros, aunque casi completamente piríticos y estériles respecto a plomo y plata.

Como resultado de las paredes muy paradas y competentes, la mayoría de los cuerpos minerales pueden extraerse por medio de cortes de piso en rebajes abiertos, sin relleno ni ademe. En los cuerpos más grandes se dejan pilares temporales que posteriormente se recuperan por medio de cortes de cielo cuando se tiene a mano tepetate para el relleno. Pocos rebajes requieren métodos de corte y relleno con o sin castillo de marcos ("squareset"); también se ha ensayado el método de tumba sobre carga ("shrinkage") con éxito variable.

Las principales propiedades que han sido trabajadas como una

unidad por la Compañía Minera de Peñoles, S. A., incluyen, además de sus minas propias de Providencia, Albarradón y Ozuna las minas Nazareno, Catasillas y Santiago de la Compañía Minera Nazareno, las minas, La Leona, San Eligio y San Gregorio de la Mazapil Copper Company y las del Refugio y La Providencia de la American Smelting and Refining Company.

El mineral de esas minas es manteado de una a tres etapas hasta el túnel de arrastre de 2 kilómetros de extensión, que comunica los campamentos de Providencia y Salaverna, donde se arrastra con tren eléctrico hasta la quebradora primaria de las tolvas de Providencia y desde ese punto se transporta por medio de un cable aéreo de 6 kilómetros hasta la planta de flotación en Terminal. Los concentrados del molino se embarcan a bordo del ferrocarril de vía angosta que posee la Compañía Minera de Peñoles, S. A., hasta la Estación Avalos, a 9 kilómetros de Terminal, donde se transbordan al Ferrocarril de Coahuila y Zacatecas para enviarse a Saltillo a 107 kilómetros de Avalos y transbordarse nuevamente, esta vez a las líneas de los Ferrocarriles Nacionales de México.

Unidad Concepción del Oro — Separando los dos cuerpos intrusivos principales existe un puente de caliza que divide el área noroeste de plomo-zinc del área cuprífera al SE. Aunque en la superficie separa los dos afloramientos ígneos, es muy probable que a profundidad se junten para formar un solo cuerpo intrusivo. En la Unidad de Concepción del Oro el anticlinal ha sido recostado mucho más y el aflamamiento y erosión han expuesto a mayor profundidad la granodiorita y los sedimentos circundantes.

El contacto de la Caliza Zuloaga con inclinación normal hacia el SW ha sido intensamente silicificado, desarrollando una zona granatizada de 40 metros de espesor, mientras que la zona granatizada que rodea a la granodiorita en el área de plata-plomo-zinc de Providencia-Albarradón-San Eligio es solamente de 1 a 4 metros de espesor. Las menas de cobre de las chimeneas de Aranzazú son depósitos de reemplazamiento en la Caliza Zuloaga, entre el granate de contacto y la formación La Caja. Numerosos tubos de mineral de cobre se han explotado hasta varios cientos de metros de profundidad. Más hacia el SE el contacto se torna muy irregular y muy mineralizado con magnetita, desapareciendo las chimeneas de importancia de mineral de cobre. Los afloramientos del Carmen, Promontorio y Sol y Luna son ejemplos de los cuerpos minerales de hierro.

El flanco reclinado al NE, en la parte inadvertida del anticlinal, continúa hacia el SE a través de las minas Palomas, Elma y Azules hasta las de Cabrestante y Catarroyo. Los depósitos de cobre de Elma y Azules sólo se han desarrollado durante los últimos años habiendo producido un pequeño tonelaje de mineral de cobre y oro de alta ley de la zona de enriquecimiento secundario. Ultimamente la mina de Azules ha sido explotada a cielo abierto para extracción mayor de mineral de baja ley. La mina de Cabrestante, localizada en la sección invertida de la Caliza Cupido, ha producido óxidos y sulfuros de cobre por muchos años. Sin embargo, algunos de sus clavos produjeron solamente oro, con leyes de 30 a 40 gramos por tonelada. Estos cuerpos, según Barry (*) pertenecen a un período posterior de mineralización. Los clavos de mineral de cobre de la mina de Catarroyo se presentan a lo largo de un contacto con granodiorita en las formaciones Taraises y La Caja y en la Caliza Zuloaga, estratigráficamente inferiores a la Caliza Cupido en la que se encuentra Cabrestante. Los clavos minerales a lo largo de este contacto están cargados de magnetita, pirita y granate y además, tienen algo de calcopirita y muy poco de esfalerita y galena. En cambio, los clavos que se encuentran dentro de la caliza, un poco alejados del contacto, están comparativamente libres de magnetita pero contienen mucha pirita y calcita. Un gran clavo acaba de abrirse en el nivel 6º de la sección Anita de la mina Catarroyo, donde se encuentra que el mineral de magnetita, pirita y calcopirita, así como los silicatos de calcio, persisten hacia abajo a lo largo del contacto cada vez más plano bajo el flanco noreste del anticlinal, según han mostrado todos los taladros de diamante que se han dado. El mineral ensaya un poco más de 2% de cobre, poco más de 1% de zinc y un gramo de oro por tonelada.

Barry hizo notar en su descripción la manera en que se presentan las menas en Aranzazú, en las cuales las fracturas mineralizadas transversales normales al cuerpo intrusivo son lugares favorables para la localización de mineral. Piensan los autores que las fracturas transversales, observables en abundancia en los niveles inferiores de las minas de plomo-zinc, constituyeron el control principal de mineralización en el distrito. En efecto, el cuerpo mineral de Las Animas en la actualidad se está desarrollando a lo largo de una falla con rumbo N 30º E a la cual se ciñó completamente el cuerpo de plomo-zinc más grande del distrito, desde la superficie hasta el 20º nivel, a 1,000 metros de profundidad. Barry también dió gran importancia a las inflexiones convexas de las

(*) *En informes privados.*

capas sedimentarias, particularmente a las horizontales. Su teoría se demostró en muchos lugares, los suficientes para justificar la exploración sistemática de estas inflexiones.

El mineral producido por las minas de la Mazapil Copper Company se transporta por cable aéreo hasta el molino y fundición en Concepción del Oro. Los óxidos se funden en este lugar y el "matte" resultante, así como los concentrados de sulfuros, se embarcan con destino a la fundición de la American Smelting and Refining Co., en San Luis Potosí. La Mazapil Copper Company está proyectando un molino nuevo, más grande y está reacondicionando la fundición.

GEOLOGIA Y DEPOSITOS DE CARBON DE LA REGION DE SABINAS, ESTADO DE COAHUILA (*)

UBICACION

Los depósitos de carbón del Noreste de México ocupan una extensa región de los Estados de Coahuila y Nuevo León, cuya área incluye la ciudad de Múzquiz, situada en la parte noroeste, Nueva Rosita y Sabinas a lo largo de su límite septentrional, don Martín y Lampazos cerca de su borde oriental y Monclova en su borde meridional (fig 12). Hay 130 kilómetros de Nueva Rosita a Monclova y 200 kilómetros de este último lugar a Saltillo.

Esta región cuenta con algunas vías de comunicación importantes. El ferrocarril de Saltillo a Piedras Negras la cruza de S. a N por el centro y pasando por Monclova, Barroterán y Sabinas. Tiene ramales de Monclova hacia el W pasando por Nadadores y Cuatro Ciénegas hasta Sierra Mojada, de Barroterán a Múzquiz y de Sabinas a Nueva Rosita. Por el borde oriental del área se extiende el ferrocarril de Monterrey a Nuevo Laredo, pasando por la Estación de Lampazos.

Se cuenta también con algunas carreteras pavimentadas como son la de Saltillo a Piedras Negras, que pasa por Monclova, Sabinas y Nueva Rosita; la que une Monclova a Cuatro Ciénegas y la de Nueva Rosita a Múzquiz que pasa por Palaú.

GEOGRAFIA

La región carbonífera es una zona de transición entre la altiplanicie abrupta al SW y la planicie costera al NE. La planicie costera está situada al NE de una línea que uniera Lampazos y Múzquiz, con excepción de unas cuentas lomas con estructura anticlinal; el resto de la

(*) *Extracto del Informe de R. C. Robeck, R. Pesquera V. y S. Ulloa, Preparado por el Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales en colaboración con el U. S. Geological Survey.*

planicie tiene pendiente relativamente uniforme, variando su altura de 245 a 400 metros. Hacia el SW de la planicie costera, la región se caracteriza por montañas anticlinales y cuencas sinclinales, ocupando estas últimas como las dos terceras partes del área.

El relieve máximo relativo que es de 1,450 metros y se encuentra cerca de Monclova en la Sierra de La Gloria, cuya elevación llega hasta 2,126 metros sobre el nivel del mar. Las cuencas aplanadas (sinclinales) han sido rellenados por grava y limo en tal forma que su elevación es de 650 metros cerca de Las Hermanas, donde empieza la planicie costera.

La disminución progresiva de la elevación de las cuencas hacia el NE queda reflejada en el sistema fluvial. El escurrimiento se verifica hacia el E por los ríos Salado y de Sabinas, que son los únicos de régimen permanente.

La vegetación que crece en la región depende directamente de la precipitación, clase de suelo y elevación. El pasto crece en cualquiera de los tipos de suelo que reciben anualmente más de 250 milímetros de lluvia o en áreas donde la elevación es mayor de 600 metros.

GEOLOGIA

Las rocas sedimentarias que afloran en la región carbonífera de Sabinas varían en edad del Jurásico al Reciente y en composición de depósitos de calizas, areniscas y lutitas marinas a capas rojas y conglomerados continentales incluyendo depósitos de carbón y yeso acumulados en albuferas. Gran parte de la porción septentrional del área está cubierta por corrientes de basalto. En las áreas circunvecinas hay intrusiones del Terciario y acaso se les encuentre a escasa profundidad en algunas de las sierras.

JURASICO

Formación La Casita. Aflora en el Potrero de Ovallos, en la Sierra Azul y en el Potrero de Menchaca. En el Potrero de Ovallos las rocas más jóvenes del Jurásico contienen amonitas del Kimmeridgiano; en el Potrero de Menchaca hay capas pertenecientes al Portlandiano. La formación consiste principalmente de lutitas marinas, yeso y carbón.

CRETACICO

Caliza Menchaca. El Potrero de Menchaca es la localidad tipo de la Caliza Menchaca. La formación está compuesta por estratos delgados de caliza gris oscura. En la sección tipo se han encontrado ejemplares de *Exogyra reedi* Imlay y *E. putnami* Imlay. En Ovallos se encontraron amonitas del Valanginiano.

Lutita Barril Viejo. En el Potrero de Ovallos está expuesta la formación Barril Viejo, que es de unos 400 metros de espesor y únicamente faltan las capas basales. La formación consiste en fangolitas fósiles, interestratificadas con algunas capas delgadas de caliza arenosa, que tienden en conjunto a adquirir color parduzco. La parte media de la formación contiene amonitas que indican que la edad de esa parte es del final del Valanginiano o del principio de Hauteriviano.

Caliza Padillo. Es una caliza de color gris, con rudistas y casi siempre forma escarpas. Está expuesta en el Potrero de Ovallos, en el Cañón de la Alameda y en la Sierra Azul y se considera como del Barremiano.

Lutita La Mula. Compuesta por lutita, caliza arcillosa y caliza laminada finamente, de color gris pardo amarillento pasando por el rosado. Está expuesta en el Potrero de Ovallos, Cañón de la Alameda y Potrero de Doña Mariana. La edad de esta formación ha sido determinada como del Aptiano Inferior o del Barremiano o de ambos subperíodos.

Caliza Cupido. Consta de calizas de color gris oscuro a negro, con estratificación delgada cerca de la base, pero con estratos de 3 a 4 metros de espesor cerca de la cima. Está considerada como del Aptiano.

Formación La Peña. Constituye un talud prominente entre las escarpas de las calizas Cupido y Aurora, fácil de identificar y por lo tanto, es un índice muy útil en la planificación. Los fósiles de esta formación indican que es del final del Aptiano.

Caliza Aurora. Compuesta por estratos gruesos y macizos de caliza de color gris, con rudistas. En las capas superiores es común la presencia de nódulos de pedernal. La Caliza Aurora constituye las principales serranías y escarpaduras de los Estados de Coahuila y Chihuahua. La formación está considerada como una facies arrecifal del Albiano, depositada cerca de las áreas que fueron continentales al final del Jurásico o del Cretácico Inferior (Neocomiano). El espesor y los caracteres litológicos cambian a corta distancia de los verdaderos depósitos arrecifales.

Formación Grayson. Tiene hasta 27 metros de espesor y está compuesta por argilita, que llena las cavidades y depresiones sobre la caliza Aurora. Esta formación pertenece al Cenomaniano.

Caliza Buda Compuesta por caliza con estratificación delgada, que probablemente se adelgazó hasta desaparecer antes de cubrir el borde septentrional del área planificada, cerca de El Tule.

Lutita Eagle Ford. Consiste en estratos alternados de fangolitas, de color gris oscuro y calizas con estratificación delgada. La edad varía desde el final del Cenomaniano hasta el Turoniano inclusive. El espesor es de cerca de 200 metros en El Cedral, aunque en Nueva Rosita, una de las perforaciones ha probado que el espesor es mucho mayor.

Creta Austin. La creta Austin y la lutita Eagle Ford tienen casi la misma litología y por lo general, las dos formaciones no se consideran separadamente en el campo. En la cima de la creta Austin hay una zona de caliza con estratificación delgada, que forma una serie de pequeñas lomas alrededor de las montañas anticlinales. Esta unidad es la que se planifica con mayor facilidad en todos los horizontes estratigráficos y la que proporciona mejor ayuda para el control estructural de la zona carbonífera. En los estratos de la cima es común encontrar grandes ejemplares de *Inoceramus undulatopectatus* Roemer, negros y aplanados, que con otros fósiles prueban que la edad de la creta Austin abarca del Coniaciano al Santoniano.

Arcilla Upson. La sección tipo de la arcilla Upson se encuentra cerca de Eagle Pass, Texas, donde la formación consiste en 170 metros de fangolitas fisiles del principio del Campaniano; en la sección de El Cedral tiene 42 metros de espesor; en Los Piloncillos 127 metros y en Nueva Rosita 96 metros.

Formación San Miguel. La sección tipo de la formación San Miguel se encuentra en Eagle Pass, Texas, donde tiene 120 a 180 metros de espesor y está constituida por fangolitas fisiles que cambian gradualmente hacia arriba hasta limolitas sin estratificación y a algunas areniscas estratificadas, con varias especies de fósiles marinos, del final del Campaniano. En toda el área de la región de Sabinas hay unidades litológicas semejantes y por ello, el nombre de San Miguel se usa en este informe. Las determinaciones de edad, basadas en foraminíferos prueban que hay estratos del principio y final del Campaniano.

Esta formación se ha dividido en cinco zonas litológicas como sigue:

- 1) Zona de concreciones fosilíferas, con 39 metros de espesor y formada por fangolita y limolita
- 2) Zona inferior de limolita estratificada, con 45 metros de espesor
- 3) Zona superior de limolita estratificada, con 68 metros de espesor
- 4) Zona de limolita sin estratificación con 87 metros de espesor
- 5) Zona de arenisca diastratificada con 38 metros de espesor.

En la cima de la arenisca estratificada hay una capa de arenisca muy persistente que se encuentra en todas partes de las Cuencas de Sabinas y Las Esperanzas; usualmente los mineros la consideran como el horizonte debajo del cual no existe carbón y puede ser representativa de un depósito litoral, formado durante la regresión marina del Campaniano.

La formación San Miguel tiene 266 metros de espesor en la sección de El Cedral; en Los Piloncillos, 11 kilómetros al W, el espesor es de 271 metros. En el pozo artesiano de Nueva Rosita se descubrió que la formación San Miguel tiene 366 metros de espesor.

Formación Olmos, con depósitos de carbón. El nombre Olmos se tomó de la estación ferroviaria de bandera Olmos, Texas, ubicada sobre el afloramiento de la formación y del Arroyo Olmos. El espesor de la formación varía desde casi imperceptible hasta 120 o 150 metros. La formación consiste en lutitas de color gris verdoso y arcilla arenosa fina, interestratificada irregularmente con arenisca de color gris verdoso, fina a gruesa, blanca a dura, con estratificación delgada a maciza y más o menos diastratificada, que contiene algunas capas con ondulitas y mantos de carbón.

Con el estudio de las secciones en El Cedral, el Nogalito y Los Piloncillos se determinaron en esta región cinco zonas litológicas planificables como sigue:

- 1) Zona del carbón; en la sección de El Cedral la zona del carbón tiene 36 metros de espesor y consiste en un doble manto de carbón y localmente dos o tres mantos lenticulares; el resto de la zona está compuesta por fangolita en la base, que varía hacia arriba a limo y finalmente cambia a arena fina; en esta zona es muy peculiar e importante la presencia de dos a cinco horizontes de concreciones ferruginosas de limolita; la zona se caracteriza también por la abundancia de "hueso"; las capas superiores de la zona del carbón son fosilíferas, siempre comprenden ostras, gasterópodos y pelecípodos.
- 2) Zona de arenisca diastratificada; de 86 metros de espesor en El Cedral, constituida por areniscas que en algunos lugares contiene madera petrificada y gasterópodos; esta zona es importante para la planificación del doble manto de carbón y en muchos aspectos es semejante a la arenisca que se encuentra inmediatamente abajo del doble manto de carbón.
- 3) Zona inferior de limolita maciza; tiene 31 metros de espesor en El Cedral
- 4) Zona de conglomerados; tiene 148 metros de espesor en El Cedral y está compuesta de sedimentos depositados en ciclos
- 5) Zona superior de limolita maciza; aunque no está expuesta en El Cedral su espesor se estima en 79 metros.

Formación Escondido. Compuesta por siete miembros que son:

- 1) arenisca basal;
- 2) arcilla basal;
- 3) arenisca intermedia;
- 4) arcilla intermedia;
- 5) arenisca superior;
- 6) arcilla superior; y
- 7) limolita.

El espesor total de esta formación varía entre 282 metros y 845 metros.

Formación Múzquiz. Consiste en "capas rojas" continentales de colores claros, que varían de fangolitas macizas en tonos verdes, cas-

CORRELACION DE LAS FORMACIONES DEL CRETACICO EN LA REGION DE SABINAS

Formaciones en la región de Sabinas	Equivalente en Texas	Europa
<u>CRETACICO SUPERIOR</u>		
Formación Escondido		
Formación Múzquiz	Navarro	Maestrichtiano.
Formación Olmos		
Formación San Miguel.....	Final del Taylor.....	Campaniano
Arcilla Upson	Principio del Taylor.....	
Creta Austin.....	Austin	Coniaciano a Santoniano
Lutita Eagle Ford.....	Eagle Ford	Final del Cenoma- niano y Turoniano
Caliza Buda.....	Washita	Cenomaniano
Formación Grayson		
<u>CRETACICO INFERIOR</u>		
Caliza Aurora	Trinity y Fredericksburg	Albiano Inferior y Medio.
Formación La Peña	Trinity	Gargasiano (Aptiano)
Caliza Cupido	Beduliano (Aptiano Inferior).
Lutita La Mula.....	Nuevo León	Final del Hauteri- viano (Neocomiano)
Caliza Padilla		
Lutita Barril Viejo	Durango	Hauteriviano (Neocomiano).
Caliza Menchaca	Berriassiano a Valanginiano (Neocomiano).

taño, rojo y gris a limolitas y areniscas estratificadas de color rojo. La formación Múzquiz representa la parte final del Cretácico y el fin de la sedimentación marina dentro del área.

TERCIARIO

Ya muy avanzado el Terciario (Plioceno ?) se depositó sobre algo así como la tercera parte del área una capa muy extensa de grava de caliza más o menos cementada por carbonato de calcio; el tamaño de los constituyentes varía desde 1 metro, cerca de las montañas hasta guijarros de 5 centímetros o menores lejos de las montañas. En El Cedral el espesor es como de 15 metros.

CUATERNARIO

Lava Esperanzas. Durante el Cuaternario hubo cuando menos siete fisuras por donde se derramaron corrientes de lava, que fluyeron por distancias considerables, las cuales se conocen con el nombre de Lava Esperanzas. Se les ha asignado edad dentro del Cuaternario.

Terrazas de grava y limo. Durante el Cuaternario hubo varios lugares donde se depositaron cantidades variables de grava y limo quedando sujetas a la erosión, entre ellos se encuentra la gran llanura terrigosa que se extiende cerca de Las Hermanas, la cual parece haberse originado por la obstrucción del río Salado. Todos estos depósitos, cuya edad comprende desde el final del Terciario hasta el Reciente, han cubierto las rocas cretácicas como en la mitad del área.

ESTRUCTURA

Las rocas sedimentarias de la región adoptan la forma de anticlinales y sinclinales de dimensiones relativamente grandes, estructuras que presentan complicaciones locales tales como recostamientos, plegamientos subordinados en las calizas de estratificación delgada y adelgazamiento de las formaciones lutíticas; estas rocas tienen intercalaciones de yeso y cuerpos eruptivos. Las rocas plegadas más jóvenes son del final del Cretácico y como sobre ellas descansa en posición discordante el conglomerado Sabinas, considerado como del Plioceno es de suponerse que los plegamientos ocurrieron durante ese intervalo.

ANTICLINALES

El más largo es el anticlinal de la Sierra de Santa Rosa, que tiene 120 kilómetros de longitud y el más corto es el anticlinal de Metatosa, que tiene tan sólo 10 kilómetros. El anticlinal de la Sierra de La Gloria se levanta hasta unos 2,200 metros sobre el nivel del mar y 1,540 metros sobre el de los valles adyacentes, siendo el que exhibe el mayor relieve estructural en la región; el de menor relieve es el anticlinal de Metatosa, con 700 metros. Todos los anticlinales buzan en sus extremos hacia las cuencas adyacentes y por lo regular, la cresta mantiene la misma elevación por varios kilómetros.

La erosión desarrollada muestra patrones bien definidos en relación con la pendiente y magnitud de las estructuras; hay todavía muchos anticlinales que conservan las rocas del Cretácico Inferior en sus crestas, pero la Sierra de Las Hermanas es un ejemplo de anticlinales donde ha sido erosionado el Cretácico Inferior. En varios lugares se ha encontrado yeso de edad jurásica "inyectado" en los anticlinales; en el Cerro del Baluarte el yeso ha desplazado a todas las formaciones hasta la Aurora.

SINCLINALES

Los sinclinales son cuencas estructurales que se reflejan fisiográficamente en forma de cuencas topográficas. Las cuencas que existen al NE de la Sierra de Las Hermanas son poco profundas por lo regular y de forma elíptica, en tanto que las que se encuentran hacia el SW son profundas, alargadas y angostas. Se toma como límite de las cuencas la línea de los afloramientos del carbón y las descripciones de la actitud del manto de carbón se usan para indicar la forma general de las cuencas.

Las cuencas carboníferas más importantes son ocho:

- 1) Cuenca de Sabinas, la mejor conocida de todas debido a su intensa explotación de carbón, tiene 62 kilómetros de longitud, con anchura máxima de 24 kilómetros; la profundidad máxima a que se encuentra el manto de carbón es de 490 metros.
- 2) Cuenca de Las Esperanzas localizada al W de la Cuenca de Sabinas, tiene 34 kilómetros de longitud, con anchura máxima

de 7 kilómetros; la profundidad máxima a que se encuentra el manto de carbón es de 1,018 metros.

- 3) Cuenca de Saltillo; está ubicada al S de la Cuenca de Sabinas tiene 47 kilómetros de longitud y 23 kilómetros de ancho; se estima que la máxima profundidad del manto de carbón es de 1,400 metros.
- 4) Cuenca de Lampácitos; esta cuenca es solamente el lóbulo suroriental de la de Saltillo.
- 5) Cuenca de San Patricio; como ha sido delineada geológicamente indica una gran estructura en la parte suroriental y está atravesada por el arco de Los Cartujanos
- 6) y 7) Cuenca de Las Adjuntas, al S del área se encuentra una cuenca irregular, que hacia el NW se divide en tres lóbulos; el lóbulo suroccidental ha sido denominado Cuenca de Monclova y el conjunto de las otras dos Cuenca de Las Adjuntas; ésta tiene por lo menos 100 kilómetros de largo pero su extensión meridional no ha sido determinada, con ancho máximo de 16 kilómetros; se estima que la profundidad máxima del carbón alcanza alrededor de 2,300 metros.
- 8) Cuenca de San Salvador; situada en la porción occidental del área; es relativamente pequeña.

Existen otras cuencas y áreas con depósitos de carbón que se conocen muy poco entre las cuales es de citarse el área de Fuente, de la que se sabe que es una faja continua de afloramientos de carbón que se extienden hacia el SE, desde Eagle Pass y Piedras Negras, al parecer con un buzamiento monoclinial hacia el NE, como parte de la estructura de la planicie costera del golfo.

FALLAS

Se ha considerado la existencia de grandes fallas de empuje o normales al pie de las escarpas, pero no hay evidencias de que las estructuras principales hayan sido afectadas considerablemente por afallamiento. La única evidencia de afallamiento es la presencia de

espejos de falla, adelgazamiento y otros detalles de menor importancia desarrollados paralelamente a la estratificación en lugares donde las capas son verticales o están recostados. El mayor salto de falla que se conoce en las cuencas está en la mina 6 de Nueva Rosita y es de 35 metros. Se conocen muchas fallas con saltos menores y en todas las minas hay fallas pequeñas.

GEOLOGIA HISTORICA

A principios del Cretácico la Península de Coahuila era una masa continental de bajo relieve, sujeta a un lento proceso de erosión que originó gran cantidad de sedimentos que al ser arrastrados hacia el E y depositados dieron origen a los miembros del Cretácico Inferior; al finalizar este subperíodo ya había emergido, por lo menos, la parte occidental del área que volvió a ser cubierta por mares transgresivos del Cretácico Superior. Las condiciones marinas persistieron hasta el final del Campaniano y al retirarse el mar, dejó una playa de arena blanca sobre casi toda el área, arenisca blanca que subyace al carbón, la cual al ser cubierta por fango permitió el desarrollo de una flora suficientemente abundante para originar la formación de depósitos de turba (formación Olmos); las condiciones durante este tiempo fluctuaron entre palustres, marinas y continentales. Al terminar el Cretácico toda el área se elevó sobre el nivel del mar, hubo plegamientos y la erosión atacó la cresta de los anticlinales. Los detritos fueron arrastrados al mar y sólo hasta el final del Plioceno hubo nuevos depósitos de sedimentos los cuales constituyeron el conglomerado Sabinas. Durante el Pleistoceno, algunas zonas débiles permitieron el derrame de lavas.

DEPOSITOS DE CARBON

El carbón se encuentra en cuencas cuya superficie total representa apenas una tercera parte del área donde se depositó originalmente. El único horizonte explotable es el doble manto; localmente hay algunos mantos más recientes, pero han fracasado los intentos hechos para explotarlos debido a su carácter lenticular. El espesor y calidad del doble manto difiere de un lugar a otro, así como el número y espesor de la roca que lo divide. Cuando la capa de roca que separa los mantos es menor de 10 centímetros y ambos mantos de carbón tienen un espesor total de 2 metros como mínimo, el carbón puede ser explotado comer-

cialmente por compañías grandes. Puede trabajarse en áreas pequeñas aunque la capa de roca alcance hasta 20 centímetros de espesor y el total de ceniza pase de 40% si la explotación se hace en pequeña escala por gambusinos. El área donde el buzamiento del manto es moderado o muy inclinado, el carbón puede estar remolido y tener grandes cambios en su espesor, en distancias relativamente cortas.

MINAS

Cuenca de Sabinas. Las minas de la Cuenca de Sabinas han producido y siguen produciendo más carbón que las de cualquier otra área de la República Mexicana. El manto de carbón ha sido explotado o explorado con barrenos hasta unos 200 metros de profundidad, no obstante que los afloramientos de carbón están cubiertos por lava, grava o aluvi6n, por lo menos en sus dos tercios.

Las principales minas en esta cuenca son: El Mezquite, Agujita, Cloete, Palaú, La Saucedá, Rancherías, El Coyote y Rosita, esta última, la más importante hasta la fecha.

Cuenca de Las Esperanzas. La Cuenca de Las Esperanzas ha sido explorada tan extensamente como la de Sabinas, a excepción de las áreas donde la inclinación de las capas es pronunciada. Sin embargo, la única porción de dicha cuenca que ha sido explotada relativamente en gran escala, es el extremo sureste; todas las minas son pequeñas. En 1952 y 1953 solamente algunas operaciones estuvieron en actividad. Las principales minas en esta cuenca son las de Las Esperanzas.

Cuencas del Saltillito y Lampacitos. Hasta muy recientemente, el carbón había sido explorado únicamente en el flanco septentrional de la Cuenca del Saltillito, en ambos lados y a distancias muy próximas de Saltillito. Las minas más importantes se encuentran en esa área; una sola mina está ubicada en la esquina noroccidental y varias otras en el flanco suroccidental. La única mina grande es el l6bulo de Lampacitos que está ubicado en el extremo sudoriental de la estructura.

Cuenca de Las Adjuntas, San Patricio y San Salvador. En la Cuenca de Las Adjuntas solamente se han hecho intentos para explotar carbón en La Chata. En la de San Patricio, únicamente se han hecho exploraciones en el Arroyo de Tulillo. En la de San Salvador, como en las anteriores, sólo se han hecho exploraciones.

SUMARIO DE LA INFORMACION SOBRE EL CARBON

El carbón es bituminoso, de volatilidad media a baja y la mayor parte puede utilizarse en la fabricación de coque metalúrgico. En promedio, el carbón tiene un peso específico de 1.28, 53% de carbono fijo, 22% de materias volátiles y 23% de cenizas.

La explotación se inició en el área de San Felipe el año de 1884 y desde entonces ha sido continua. Las compañías que operan actualmente producen alrededor de 1.500,000 toneladas de carbón anualmente. En la región se han producido hasta la fecha unos 70.000,000 de toneladas de carbón. Se estima que las reservas de carbón recuperable que existen sobrepasan a los 1,000 millones de toneladas.

OTROS RECURSOS MINERALES

Otros recursos minerales que se explotan en la región son, en orden de importancia decreciente: fluorita, caliza, barita y molibdeno. También hay posibilidades para la explotación de petróleo, yeso, asfalto, plomo, plata, estroncianita y calcita óptica.

DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA DE COQUIZACION EN NUEVA ROSITA, COAH.

El carbón que sale de las minas pasa primeramente por la planta de preparación, donde se le quita el "hueso" o material estéril, de tal manera que sale lo que se llama el *carbón lavado*, el cual conduce una banda transportadora a la planta de coquización, descargándolo en una tolva de 750 toneladas con 12 bocas de descarga y colocada a cierta altura sobre el piso de carga de los hornos de coque.

Esta tolva descarga en otra tolva móvil sobre rieles en toda la longitud del piso de carga de los hornos, compuesta de 4 compartimientos cilíndricos que pueden descargar automáticamente en cualquiera de los hornos de las 3 baterías de que consta la planta.

Hay tres baterías de hornos; la del norte con 15 hornos, la del centro con 20 y la del sur con 30.

Cada horno consiste en una cámara cerrada y el calor le es trans-

mitido a través de sus muros laterales, que dejan un espacio entre horno y horno por donde circulan gases calientes a una temperatura de 1300°C. Una vez cargado un horno con carbón lavado que lleva como un 80 % de humedad, el calor de sus paredes es transmitido hacia el centro de la carga hasta que toda la masa de carbón se encuentra prácticamente a la misma temperatura de las paredes.

El proceso de coquización o sea, mantener el carbón en vaso cerrado a una alta temperatura para destilar las materias volátiles dura un tiempo variable, pero en las condiciones medias de esta planta es de 16½ horas.

Al calentarse el carbón se van desprendiendo los productos volátiles que salen de estos hornos por su extremidad poniente a través de tubos verticales que descargan en un conducto horizontal de amplias dimensiones que recoge los productos volátiles de todos los hornos de las tres baterías. En este conducto horizontal se enfrían rápidamente los gases con licor amoniacal llevado de la planta de sub-productos, hasta una temperatura de 85°C.

Por medio de un dispositivo los gases dentro de este conducto o tubo horizontal se encuentran bajo una presión positiva media de 5 mm. de agua, hasta un lugar intermedio entre la planta de coquización y la de sub-productos donde se encuentra una válvula de mariposa. De aquí en adelante los gases o productos volátiles van dentro de un tubo donde la presión interior es negativa, continuando en esta forma hasta la planta de sub-productos.

El carbón una vez que ha sido coquizado en los hornos se saca de ellos por medio de dos máquinas; una que abre la puerta de descarga del horno y otra que abre la puerta en el extremo opuesto y empuja el coque caliente fuera del horno.

El coque ardiendo cae en un carro especial que una vez vaciado el horno es conducido por una locomotora hasta un lugar donde es apagado con regaderas de agua controladas automáticamente.

Apagado el coque, es vaciado en una tolva donde se acaba de apagar con mangueras de agua y de ahí por medio de una banda transportadora ahulada es levantado a unas cribas fijas e inclinadas para obtener los siguientes tamaños:

1- $\frac{3}{4}$ " Tamaño Standard

1- $\frac{3}{4}$ "- $\frac{1}{2}$ " Tamaño Nuez

$\frac{1}{2}$ " Tamaño Breeze

De estas cribas y por medio de canalones el coque en sus diferentes tamaños es cargado directamente a los carros cajas o jaulas del Ferrocarril.

PLANTA DE SUB-PRODUCTOS

Al entrar los gases a la planta de sub-productos a través del tubo horizontal de que ya se habló se encuentran, desde luego, con una columna vertical donde se separan el agua amoniacal, alquitranes y algunos sólidos arrastrados mecánicamente que descargan por la parte inferior de la columna o torre. El agua amoniacal y los alquitranes son almacenados para tratamiento posterior y los sólidos se tiran con los desperdicios.

El gas que sale por la parte superior de la columna, desprovisto de una parte del alquitran y otras impurezas, pasa a 2 columnas enfriadoras primarias con regaderas de agua. Por la parte inferior se obtienen alquitranes y agua amoniacal y por la parte superior sale el gas, prácticamente desprovisto de alquitranes y más limpio, pasando a un precipitador Cottrell que le quita materias sólidas muy finas. Por medio de una bomba de succión el gas se descarga en la parte inferior de una columna, cuya parte superior está regada de una solución de ácido sulfúrico al 6% y solución de sulfato de amonio débil. Al encontrarse en sentido opuesto la corriente de gases con las soluciones, éstas se combinan con los vapores amoniacaes formando sulfato de amonio que se sigue recirculando, pero pasando antes por un tanque en que se separa en el fondo el licor de mayor densidad, que es bombeado a un vaporizador de vacío donde se concentra hasta supersaturación y cristalizando en gran parte; de ahí pasa a un filtro secador y lavador.

En el filtro hay una regadera de agua para lavar los cristales de sulfato de amonio, la cual si disuelve alguna pequeña cantidad, le quita el ácido.

El alquitran y el agua amoniacal que ha salido de las 2 columnas enfriadoras primarias ya mencionadas son llevadas a un tanque decan-

tador donde se separan y son conducidos después a un tanque para alquitrán y a otro para agua amoniacal.

Los gases, al abandonar la columna de sulfato de amonio, pasan a 2 columnas enfriadoras con regaderas de agua, donde se baja la temperatura a 27° C. A esta temperatura, el agua de enfriamiento arrastra las partículas sólidas que se han formado en los gases al enfriarse. Estas partículas sólidas son de naftalina, que en forma de nata amarilla se separa en una pila de la cual es rastrillada. El agua que sale de esta operación va a la planta de coquización y se emplea para apagar el coque.

El gas que ha salido de las dos columnas enfriadoras mencionadas pasa a otras tres columnas, donde en serie y en contra-corriente se pone en contacto con aceite mineral finamente dividido que disuelve los benzoles o aceites ligeros que contiene el gas.

El gas, ya desprovisto de los benzoles, viene siendo el gas combustible, del que se producen 14.600,000 pies cúbicos en 24 horas, a una presión de 30" de mercurio y una temperatura de 60°F. Este gas tiene un alto porcentaje de hidrógeno y metano y un poder calorífico de 550 B.T.U. por pie cúbico. Un 55% de este gas se utiliza tanto en la producción de fuerza como en la fundición de zinc y el 45% restante se emplea en el calentamiento de los hornos de coque, entrando al proceso por 2 tubos inclinados que se hacen notables cerca de los hornos; un tubo para la batería de 15 y otro tubo para las otras baterías de 20 y 30 hornos.

El agua amoniacal que se encuentra en su tanque de almacenamiento ya mencionado es bombeada a unas calderas especiales donde se introduce vapor a 15 libras de presión y lechada de cal. Los diversos compuestos amoniacales forman combinaciones con la cal, liberándose el gas amoniaco, que es bombeado a la corriente de gases que entra a la columna de sulfato de amonio.

El agua de desecho de las calderas donde se trata el agua amoniacal, además de combinaciones con la cal, lleva fenol que es oxidable y da algunas molestias al enviarse a las atarjeas fuera de la planta.

PLANTA DE BENZOL

El aceite mineral que proviene de las tres columnas donde se ha

puesto en contacto con los gases y que se ha cargado con los benzoles, es bombeado a la planta de benzol para entrar desde luego a una columna, en la cual con calor de vapor y el vapor mismo se separa el aceite mineral que sale por la parte inferior mezclado con agua. Este aceite mineral es llevado a un tanque donde se enfría con agua, pasando a otro tanque donde se separa del agua y después de enfriarse aún más pasándolo por una torre enfriadora vuelve al circuito.

Por la parte superior salen vapores con aceite ligero que va a la columna Núm. 2, saliendo por la parte inferior residuos crudos que van a la columna Núm. 3 y vapores por la parte superior que van a 2 condensadores con tubos de agua, obteniéndose el producto que se llama aceite liviano crudo.

Los residuos crudos que se han enviado a la columna Núm. 3, producen vapores de aceites ligeros que entran a la columna Núm. 2 y residuos que se mezclan con la creosota.

El aceite liviano, obtenido de la condensación de los vapores de la columna Núm 2 es tratado en cantidades de 4,000 galones a la vez, agitándolo con ácido sulfúrico de 66° Beaumé para lavarlo. Posteriormente es lavado con agua y después con sosa cáustica. Purificado en esta forma, va al tanque Núm 1 de 22,000 galones.

Del tanque Núm. 1 se bombea a una columna para quitarle residuos pesados; en esta columna hay vapor y platos. Los vapores de esta columna son llevados a un condensador, obteniéndose un aceite liviano refinado que se almacena en el tanque Núm. 4 de 22,000 galones y listo para ser destilado.

Hay dos calderas para este objeto una de 6,000 galones, calentada con vapor indirecto, así como con vapor directamente introducido en su interior, que comunica con una columna fraccionaria de vapor y platos y otra de 8,000 galones, calentada únicamente con vapor indirecto, que comunica con una columna de 3 pies de diámetro y 34 platos, su operación es semi-automática.

Los productos comerciales que se obtienen son:

Benzol de 1 y 2 grados.

Toluol de 1 y 2 grados.

Xilol de 20 grados.

Benzol pesado.

Almacenamiento de estos productos. Por medio de bombas y líneas de tubería estos productos se llevan a varios tanques de almacenamiento debidamente instalados en un cobertizo con servicio contra incendio y facilidades para bombear los productos a carros tanque.

PLANTA DE CREOSOTA

Hay dos plantas de creosota: La Nueva y la Vieja.

PLANTA NUEVA. Del depósito de alquitrán que se encuentra en la planta de subproductos se bombea a esta planta un promedio de 10,000 galones por día para ser tratados. Esta planta se encuentra situada en el extremo suroeste del piso de carga de los hornos de coque y la instalación consiste en una gran caja de lámina de fierro donde se encuentra un agitador cilíndrico cerca del fondo.

Lateralmente entran gases directamente de 4 hornos de coque y por la parte superior se introduce el alquitrán. En el interior de esta caja, el alquitrán pulverizado por el agitador y en presencia de gases muy calientes se separa en vapores de creosota que son condensados posteriormente. La brea que sale por la parte inferior de la caja, después de granularse con agua, por medio de un canalón se manda al depósito de brea granulada.

PLANTA VIEJA. Consiste fundamentalmente en un caldero cilíndrico con capacidad para 12,000 galones de alquitrán que es calentado a la temperatura conveniente con fuego en la parte inferior que se obtiene quemando carbón en polvo en parrillas especiales. La masa de alquitrán caliente, es agitada con aire comprimido y pasa a través de un tubo perforado colocado dentro del alquitrán.

Los vapores de creosota que salen por la parte superior del caldero son condensados y almacenada la creosota resultante.

La brea se granula a la salida del caldero y se deposita en una gran pila de agua lista para cargarse.

*BREVE DESCRIPCION DE LA MINA NUM. 6,
QUE SERA VISITADA POR LA EXCURSION C-3*

Esta mina pertenece a la Compañía Carbonífera de Sabinas, S. A., se ubica en Nueva Rosita, Coahuila y fue abierta en el año de 1924, en que se comenzó el tiro llamado de "Hombres y Materiales" por donde entrarán a la mina los excursionistas.

El manto que se trabaja pertenece a la llamada Cuenca Carbonífera de Sabinas, tiene un espesor medio de 1.80 metros y se encuentra a 100 o 150 metros de profundidad. El contenido medio de ceniza del carbón es de 30% y el manto tiene pendiente hacia el S.

Se encuentra interrumpido frecuentemente por fallas normales con saltos verticales que varían desde varios centímetros hasta 18 metros.

Las partes norte y este de la mina han sido explotadas durante los últimos 30 años y se encuentran abandonadas. El desarrollo futuro será hacia el S y los trabajos actuales están localizados en la región oeste, a pesar de que el espesor del manto es de sólo 1.20 metros y tiene techo malo.

VENTILACION

La ventilación de la mina se hace por medio de 8 ventiladores colocados en sus correspondientes tiros y para el caso de una falla en la corriente eléctrica, están provistos de motores Diesel de arranque automático. Hay 10 tiros de entrada de aire, circulando 500,000 pies cúbicos por minuto con 3.5 millones de pies cúbicos de metano en 24 horas. Se clasifica esta mina como gaseosa.

PRODUCCION

La producción mensual es de 40,000 toneladas de carbón "todo uno". La mitad es producida en la Sección de Máquinas Cortadoras, la otra mitad es tumbada a mano. Los carros usados son de acero con 2.6 toneladas de capacidad.

En la Sección de Tumbado con Pica el transporte se efectúa con mulas en una corta distancia hasta el lugar donde recoge los carros un motor eléctrico de "trolley".

DESAGUE

Esta mina en general es seca. El agua bombeada es de sólo 350 G. P. M.

SEGURIDAD

La inspección de la mina se hace las 24 horas del día durante 7 días a la semana y es llevada a cabo por los Mayordomos Gaseros y sus Ayudantes. Cualquier lugar que no está completamente seguro queda fuera de actividades hasta que no ha sido eliminada completamente la causa de inseguridad.

La estadística de seguridad muestra las cifras de 24.0 y 5.0 como índices de frecuencia y severidad respectivamente. Semanariamente hay juntas de seguridad a fin de tener una constante atención sobre las reglas de seguridad así como en nuevas prácticas. Las sugerencias de todo el personal sobre seguridad son discutidas y aplicadas debidamente.

CONDICIONES DEL TECHO

El techo del manto de carbón formado por pizarras y lutitas, en general, que se afectan grandemente por el contacto con el aire, necesita ser cuidadosamente soportado. En galerías permanentes hay necesidad de emplear viguetas de acero de 0.15 x 0.15 x 3.60 metros, que descansan en bloques de madera apoyados en muros de mampostería de 0.60 metros de espesor.

El soporte del techo por medio de pernos (*roof bolting*) ha sido ensayado varias veces sin éxito, debido a lo inapropiado de la roca del techo para este sistema y la falta de una capa apropiada para el anclaje de los pernos.

MANO DE OBRA

Los trabajadores son miembros de la Sección 14 del Sindicato Industrial de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos y Similares de la Repú-

blica Mexicana. Parte de ellos, aproximadamente 250, trabajan a contrato y el resto o sean 550, a salario fijo. El personal que trabaja en producción labora en dos turnos y el que trabaja en conservación trabaja en tres turnos.

LUGARES QUE SE VISITARAN

1º—La parte oeste de la mina, donde se emplean Unidades Mecánicas y en que el manto de carbón tiene 1.35 metros de espesor.

2º—La parte sur de la mina, donde se efectúan trabajos de desarrollo y preparación.