

EVOLUCIÓN DE LAS UNIDADES MORFOESTRUCTURALES DE LA REGIÓN DE DIQUIYÚ

Por *Héctor Ochoterena F.**

RESUMEN

Después de una breve revisión de la fisiografía, el clima y los datos más importantes relacionados con la población, se tratan con cierto detalle los conocimientos acerca de las rocas que forman el complejo basal en la región de Diquiyú. Se llega a la conclusión de que la paleocuena de Guerrero-Oaxaca debió haberse establecido sobre rocas metamórficas prejurásicas, cubiertas localmente por lavas y tobas andesítico-basálticas. Sobre las rocas metamórficas se depositaron materiales que constituyeron el Conglomerado Cualac y sobre las ígneas extrusivas las que originaron la formación Rosario. Ambas formaciones son de la misma edad, interdigitándose de tal manera, que la primera aparenta sobreyacer a la segunda en la parte central del anticlinal Diquiyú. Este se formó por una intrusión de tipo lacolítico, que determinó una ventana de erosión. Posteriormente surgió un volcán que, al denudarse casi totalmente, dejó solamente un relicto en forma de cuello, junto al actual poblado de Diquiyú.

SUMMARY

After a brief analysis on the physiography, the climatic conditions and the more important data related with the population, the basal complex rocks of the Diquiyú area are discussed on a certain detail. The conclusion is that the Guerrero-Oaxaca paleobasin must have been formed on metamorphic pre-jurassic rocks locally covered by andesitic-basaltic lavas and tuffs. On top of the metamorphic rocks sedimental materials were deposited forming the "Conglomerado Cualac". Over the extrusive-igneous materials the sediments gave origin to the Rosario formation. Both formations are thus equally old and they are interdigitated in such a way that the first seems to cover the second in the central part of the Diquiyú anticlinal. This anticlinal was formed by a laccolithe which gave place to a window of erosion. Later on, a volcano was born, and today it remains only as a volcanic neck by the village of Diquiyú.

* Investigador del Instituto de Geografía de la UNAM.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach einer kurzen Revision der Physiographie, des Klimas und wichtiger Daten in bezug auf die Bevölkerung, werden mit gewissen Details die Gesteine diskutiert, die den Basalkomplex in der Gegend von Diquiyú bilden. Es wird zu der Schlussfolgerung gelangt, dass das Paläobecken von Guerrero-Oaxaca sich auf vorjurassischen metamorphen Gesteinen gebildet haben muss, die örtlich von andesitisch-basaltischen Laven und Tuffen bedeckt waren. Auf den Metamorphiten wurde das "Conglomerado Cualac" abgelagert und auf den Ergussgesteinen die "Formación Rosario". Beide sind gleichaltrig und verzahnen sich dergestalt, dass im Zentralteil der Antiklinale von Diquiyú das erstere über der zweiten zu liegen scheint. Diese entstand durch die Intrusion eines Lakkolithen, der ein Erosionsfenster hervorrief. Später bildete sich ein Vulkan, der fast ganz abgetragen wurde, sodass heute am Rand des Dorfes Diquiyú nur noch das Relikt der Schlotfüllung übriggeblieben ist.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto dar a conocer algunos hallazgos geográficos y geológicos relacionados con la región de la Mixteca, en que se encuentra San Juan Diquiyú. Estos fueron hechos principalmente durante dos temporadas cortas de campo, en los inviernos de 1968 y 1969, que tuvieron como objetivo principal encontrar nuevos afloramientos fosilíferos que permitieran continuar las investigaciones de la estratigrafía del Jurásico Medio, basadas fundamentalmente en el estudio de las amonitas.

En algunas visitas posteriores, de corta duración, se juzgó de importancia publicar las características geomorfológicas de un cuello volcánico situado en la vecindad inmediata del poblado de Diquiyú, tanto porque esta estructura no había sido identificada, siendo incluso cartografiada como parte de las rocas más antiguas que constituyen el basamento, como porque se desconocía la procedencia de algunos derrames de lava próximos, así como de gruesos depósitos de cenizas volcánicas que cubren una gran extensión de esta región.

Antecediendo a las características del cuello volcánico mencionado, se hará un análisis cuidadoso de los aspectos geológicos relativos al complejo basal y de las formacio-

nes geológicas que descansan directamente sobre él, así como del intrusivo allí presente. Finalmente, y como una conclusión, se describe la evolución probable del paisaje en la región de Diquiyú, a lo largo del tiempo geológico.

El autor agradece sinceramente a la Dra. Ma. Teresa Gutiérrez de MacGregor su constante estímulo y confianza en la realización de este trabajo.

SITUACIÓN Y ACCESO

El nombre de Diquiyú procede del mixteco DZEQUE que significa encima y YUU, piedra; sobre la piedra o peña, refiriéndose seguramente a la eminencia en que se encuentra el cuello volcánico existente, relicto de un volcán extinto completamente erosionado, donde probablemente se situaba, según la costumbre, el adoratorio a cuyo costado se estableció el poblado original.

San Juan Diquiyú tiene categoría de agencia municipal, perteneciendo al municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, en la Mixteca Alta, al sur de Huajuapán de León, aproximadamente a 17°34' latitud N y 90°50' longitud W (Fig. 1), con una altitud de 1 890 msnm. Ocupa el borde oriental del llamado "Anticlinorio Diquiyú" (Er-

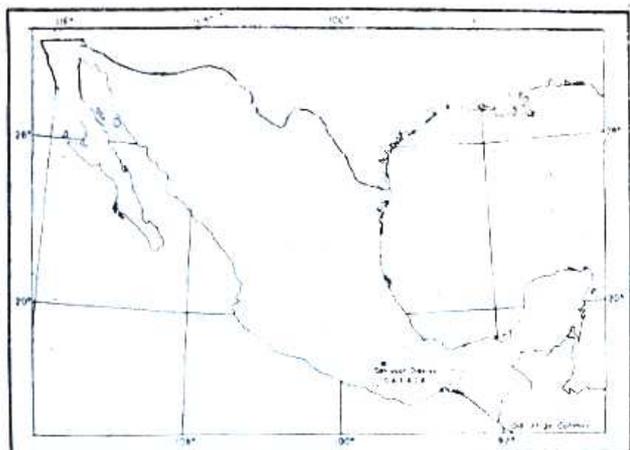


Fig. 1. Mapa de localización de San Juan Diquiyú, Oax.

ben, 1956 b), en la parte alta de la barranca del río Santa Catarina.

La vía de acceso a este poblado es a través de una brecha de terracería de 23 Km de longitud, transitable en todo tiempo, que llega hasta Tezoatlán y que parte unos 10 Km adelante de Huajuapán de León, sobre la carretera federal 190, Panamericana, en su tramo México-Oaxaca. Desde esta población sale un camino para vehículos de rodada alta, que se dirige hacia Tindú, pasando por Diquiyú después de recorrer unos 14 Km.

FISIOGRAFÍA

Esta región corresponde a la vertiente norte de la Sierra Madre del Sur, en la llamada Mixteca oaxaqueña. Su relieve es acentuado, alcanzando las mayores alturas los cerros constituidos por el conglomerado de cuarzo, resistente a la erosión, que corresponde a la parte occidental y norte de un gran anticlinal identificable en las imágenes de satélite (Figs. 2 a, b). Estos son el cerro de La Caja, al suroeste de Diquiyú, con 2 200 msnm y alineados hacia el norte de éste, sucesivamente, los del Yacyé (2 000 msnm) y del Lucero (1 900 msnm), continuando hacia el oriente con el Encinar de

Castro (1 900 msnm). Aunque un poco fuera del área en estudio, llama la atención el cerro del Volcán Prieto, de Santa Catarina, al sureste de Diquiyú, que parece corresponder a un antiguo cono volcánico, y alcanza una altura un poco mayor a la de los anteriores.

Al poniente del cerro de La Caja corre hacia el sur el arroyo del mismo nombre, que se une con el arroyo del Consuelo para formar el río Consuelo, afluente del río Santo Domingo que, junto con el que viene de Mixtepec, desemboca en el río Acatlán. También al poniente del cerro de La Caja, pero corriendo hacia el norte, se forma el arroyo de Yucuquimi que, al juntarse con el de San Andrés corre hacia el oriente, recibiendo el drenaje del núcleo del anticlinal de Diquiyú a través de los arroyos del Aguacate y de Diquiyú. Todos ellos se reúnen para formar el río Rosario que sale hacia el norte por una falla que atraviesa el Encinar de Castro.

Por otra parte, el río de Santa Catarina, que recibe las aguas de múltiples arroyos tales como el de los Sabinos, que llega a El Recodo y el de la Taberna, con sus afloramientos de carbón, recorre por fuera el flanco oriental del núcleo del anticlinal, y reuniéndose con los ríos Yucuñuti y Rosario, que llegan juntos por su margen izquierda y el San Martín que lo hace por la derecha, forman el río de Tezoatlán que desemboca poco adelante de ese poblado en el río Salado o del Oro, constituyendo todos ellos parte de las cabeceras del río Balsas al formar afluentes del río Mixteco que recibe, a su vez, las aguas del río Acatlán.

La mayoría de los arroyos mencionados representan corrientes intermitentes capaces de desplazar grandes volúmenes de agua, procedentes de las precipitaciones torrenciales frecuentes en la temporada de lluvias y con cauces casi secos durante el estiaje.

Las pocas cartas geográficas en que se localizan estos accidentes y los poblados establecidos en esta área, no tienen ni siquiera una aproximación con la realidad, estando

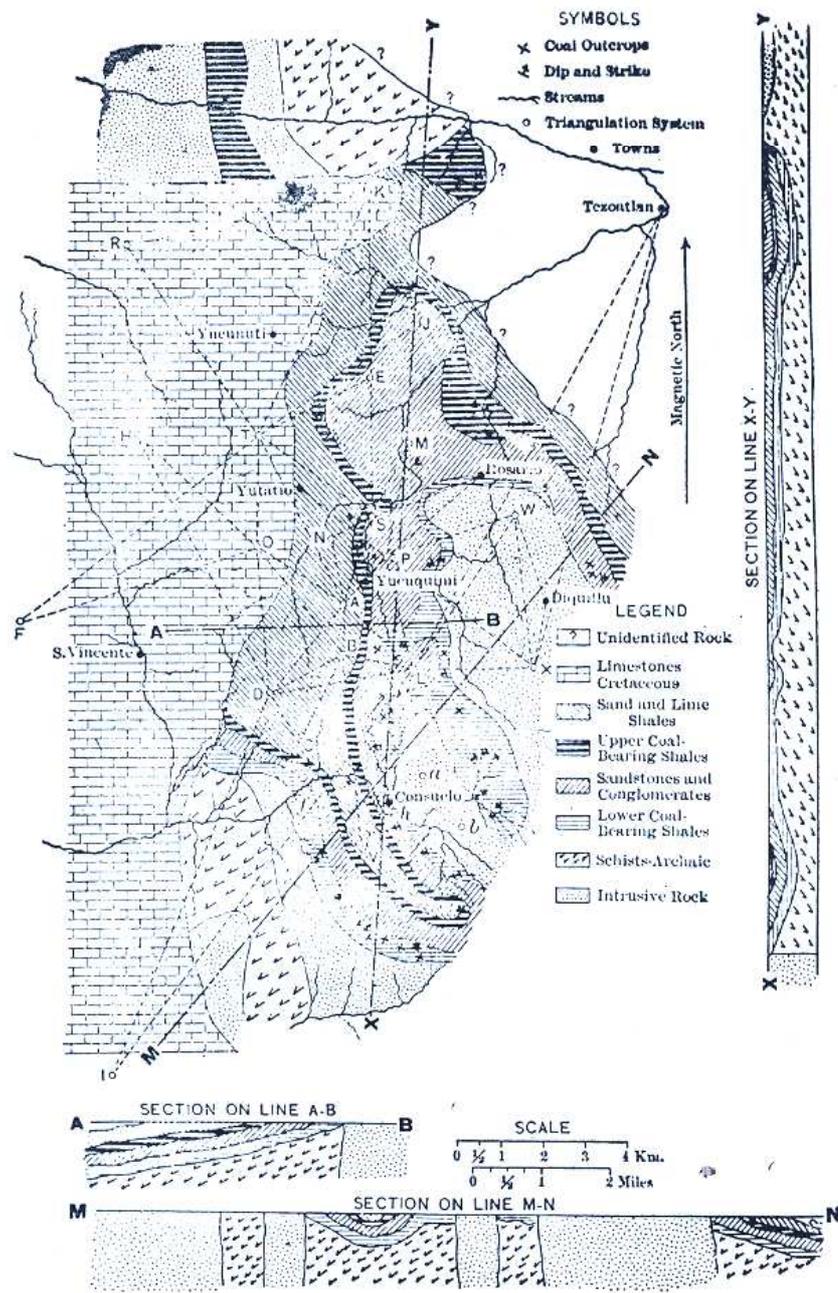


Fig. 3. Primer mapa geológico de la región de Tezoatlán-El Consuelo que incluye el área de Diquiyú (Tomado de Birkinbine, 1911).

en casi todas ellas los nombres y la situación de los poblados, a menudo, cambiados. Infortunadamente, las cartas de DETENAL no cubren aún esta parte de la República.

CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima de Diquiyú, según la carta de climas de CETENAL (1970), en que se usa el sistema de Köppen modificado por García, corresponde al tipo semicálido subhúmedo (A)C(w''₁)(w)big, es decir, con temperatura media anual mayor de 18°C y la del mes más frío menor de 18°C; con lluvias en verano y un cociente P/T entre 43.2 y 55.0, con precipitación anual entre 800 y 1 000 mm.

Las temperaturas más altas se presentan en los meses de abril y mayo, cuando alcanzan más de 30°C, antes de las lluvias. Las más bajas ocurren en los meses de diciembre y enero, tiempo en que no son raras las heladas a pesar de que la máxima diaria es bastante alta. El periodo de lluvias corresponde al verano, influyendo bastante en la agricultura su adelanto, retraso o interrupción. Las precipitaciones en invierno son escasas aun cuando hay muchos días nublados.

Con respecto a la vegetación, ésta es, en general, raquílica en las inmediaciones mismas de Diquiyú, pero las partes altas vecinas que han logrado salvarse de la tala inmoderada, corresponden a bosques caducifolios y de pináceas. La pendiente hacia el río Santa Catarina está más o menos cubierta por vegetación de bosque bajo con predominio de encinos y plantas arbustivas. Los ahuehetes, llamados también sabinos, cada vez más escasos pues son destruidos despiadadamente para obtener un par de tablas útiles como puertas o para leña, forman aún un bosque en galería a lo largo del río Santa Catarina.

Las palmas reales, que constituyen materia prima para la artesanía regional, han sido tan sobreexplotadas que en la actua-

lidad es necesario comprar las hojas de éstas en otros poblados.

Una lista con géneros y especies constituyentes de la flora y fauna, como es costumbre en este tipo de trabajos, no se anexa porque como Hans Cloos, el célebre geólogo de Bonn afirmó, la geología empieza donde la botánica termina, lo cual es válido también, en muchos casos, para la geomorfología. No haciendo la clasificación directamente con los ejemplares, resulta incorrecto buscar los nombres científicos a partir de una lista de nombres vulgares que, además, son regionales y frecuentemente en lengua mixteca.

POBLACIÓN

Según los datos del IX Censo General de Población (1970, p. 800) (Integración Territorial), la población de San Juan Diquiyú alcanza, por su número de habitantes, el sexto lugar en importancia de las 18 localidades enlistadas pertenecientes al municipio de Tezoatlán (9 264 habitantes en total). Tiene 594 habitantes que ocupan 115 viviendas. La población económicamente activa, es decir, de 12 años o más, es del 31% y labora casi en su totalidad (94%) en actividades primarias, principalmente en la agricultura de temporal; sólo una veintena de personas trabajan en el comercio y los servicios. No hay industria establecida.

Con respecto a la educación, es de mencionarse que tiene el mayor porcentaje (82.3%) de alfabetismo en el municipio, es decir, que 4 de cada 5 habitantes mayores de 10 años saben leer y escribir. La educación primaria ocupa un lugar preponderante en la niñez, asistiendo a la escuela el 42.4%, aunque solamente el 2.1% de los que la terminan o tienen alguna instrucción superior a ella, permanecen en el pueblo.

De las 115 viviendas registradas, prácticamente todas, 98.3%, son propias de los que las habitan; carecían de agua entubada (instalada poco después del censo) y de drenaje. Sólo unas 6 tienen piso diferente

a tierra (cemento o ladrillo) y aparato de televisión. El 17.4% cuenta con energía eléctrica y radio.

Aunque en los datos citados no está comprendida la situación económica de esta población, cabe decir que la mayoría de los habitantes, incluso ancianos y niños pequeños, se ven obligados a completar su exiguo ingreso familiar tejiendo la palma según su habilidad, para fabricar sombreros, petates o mecates.

Las siembras de temporal, con sus riesgos inherentes, proporcionan sólo excepcionalmente suficientes ingresos que son mal distribuidos y con absoluta falta de previsión. La población, en general, es pobre, carece, como ya se dijo, de industrias u otras fuentes de trabajo y se ve obligada a emigrar, en la medida de sus posibilidades, a poblados de mayor importancia o a la ciudad. Por otra parte, la explotación a que han estado sujetos durante muchas generaciones, los ha hecho hasta cierto punto desconfiados para la adopción de nuevos métodos de cultivo, uso de fertilizantes, control de pastoreo, reforestación, etc., que les permitirían mejores condiciones de vida. No obstante, en los últimos años se inició el cultivo del jitomate, con excelentes resultados.

La desnutrición, las parasitosis y las infecciones intestinales son problemas generalizados en la comunidad. El alcoholismo y la imposibilidad de adquirir cultura (no instrucción) convierte a un gran número de habitantes en víctimas fáciles de la explotación. Los días de mercado en Huajuapán o en Tezoatlán, que son los lugares únicos adonde acuden sus productos, se apuestan comerciantes a la entrada de éste último, para comprar las mercancías a precios irrisorios.

Aunque en Diquiyú prácticamente la totalidad de los habitantes habla castellano, el idioma familiar sigue siendo en la mayoría de los casos el mixteco, y es de notarse que el aislamiento ancestral a que estuvieron sujetos ha desarrollado modalidades del len-

guaje que lo diferencian aun del que se habla en las poblaciones vecinas.

MARCO GEOLÓGICO

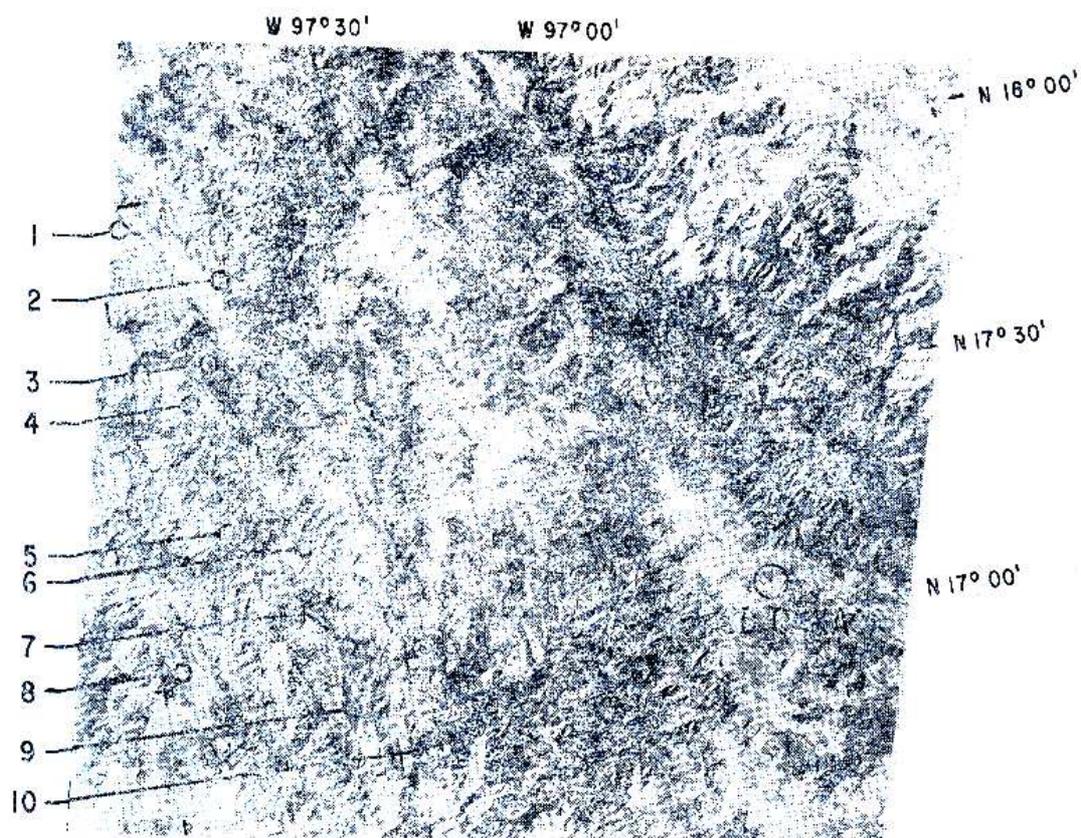
Aunque el carácter de este trabajo no es geológico, parece conveniente mencionar en forma breve algunos conocimientos importantes de lo que constituye una serie de factores que han determinado la morfología actual de la región, mostrando el progreso de las investigaciones realizadas en ella.

La existencia de carbón mineral en el sur del Estado de Puebla, noreste del de Guerrero y noroeste del de Oaxaca, ya conocida por los indígenas, propició la exploración geológica de estas partes y el establecimiento cada vez mejor de la estratigrafía relativa. Félix y Lenk, en 1891 y 1899 publicaron el primer estudio bioestratigráfico en la zona de Tlaxiaco, Oax., al sur de San Juan Diquiyú, después de que Ramírez, en 1881, se refiriera a los afloramientos de carbón en los límites de los estados de Puebla y Oaxaca. En 1911 Birkinbine publicó un resumen bastante escueto que incluía algunas descripciones litoestratigráficas y el primer mapa geológico, de dimensiones sumamente reducidas, de la región Tezoatlán-El Consuelo, que comprendía la geología de Diquiyú (Fig. 3).

Wieland realizó una investigación paleobotánica (1914-1916) y sus descripciones ya clásicas incluyen una sección geológica medida en las cercanías de la mina de carbón de El Consuelo, situada en las proximidades de los mejores afloramientos de este mineral, asignando para éstos una edad rético-liásica (Triásico tardío al Jurásico temprano).

Fue hasta los trabajos de Burckhardt (1927 y 1930) cuando se conoció con seguridad la pertenencia al Jurásico Medio de la fauna marina asociada a los depósitos carboníferos.

Posteriormente se hicieron trabajos esporádicos en diferentes años, como los de Salas (1949) y Guzmán (1950), culminando



2a

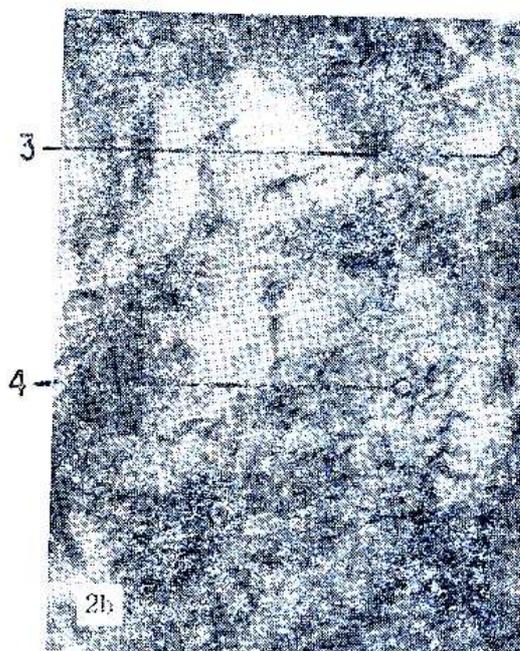


Fig. 2a. Imagen de la serie Ertis de satélite, que abarca la parte de Oaxaca en que se localiza San Juan Diquiyú; nótese el alineamiento NNW-SSE de las estructuras en que se han encontrado rocas del Jurásico Medio (foto DETENAL): 1, Ayquila; 2, Huajuapán de León; 3, Tezoatlán; 4, Diquiyú; 5, Mixtepec; 6, Tlaxiaco; 7, Chalcatongo; 8, Putla; 9, Cabecera Nueva y Cavacuixi; 10, Cuanaana y Yutanino. 2b. Detalle de la figura anterior.

con el estudio geológico-minero más completo, que fue encabezado por Cortés Obregón *et. al.*, en colaboración con el Banco de México. Los resultados de 7 años de trabajo fueron publicados (1957) en forma de un atlas con secciones y cartas geológicas, tablas, etc., así como un texto adicional, poniendo especial atención al aspecto económico. Es de mencionarse que, hasta la fecha, estos yacimientos no han sido explotados.

H. K. Erben, actualmente director del Instituto de Paleontología en Bonn, Alemania, trabajó durante tres años en México y presentó en 1956, entre otras publicaciones, un volumen sobre el Jurásico Inferior y otro sobre el Jurásico Medio de México. El segundo de éstos, criticado pero no superado, contiene los conocimientos más completos sobre la estratigrafía y la geología del área en que se encuentra Diquiyú.

Posteriormente a las publicaciones de Erben han aparecido algunos trabajos paleontológicos como el de G. Alencaster de Cserna (1963), los del autor de este trabajo (1963 y 1966), el de A. Silva-Pineda (1970) y la tesis profesional de C. AVECILLA-GUADARRAMA (1973). La presentación de la Hoja Huajuapán de León, por el Instituto de Geología, iniciada a principios de la década de los setenta, infortunadamente no ha sido publicada aún; de ella se esperan nuevos resultados que seguramente serán de mucho interés.

En imágenes recientes del satélite de la serie Erts, obtenidas por la NASA y disponibles en DETENAL (Fig. 2 a), es posible situar las principales localidades relacionadas con los estratos carboníferos del Jurásico del Estado de Oaxaca (Burckhardt 1930, Fig. 9, p. 44). En ellas se nota que éstas se encuentran alineadas perfectamente en un eje estructural que puede seguirse por una longitud que corresponde a más de 80 km y tiene una dirección N 15° W, interrumpido al sur por los macizos de rocas precámbricas metamórficas y mesozoicas intrusivas (Carta Geológica de la República

Mexicana, 1976). El alineamiento corresponde también con los afloramientos del sur del Estado de Puebla (Burckhardt 1930, pp. 34-37). Los afloramientos citados se sitúan, de hecho, en el eje principal de un enorme anticlinorio notable en el mosaico construido con las imágenes de satélite, cuyo flanco oriental estaría limitado, a grandes rasgos, por el Cañón de Tomellín, entre las ciudades de Oaxaca y Tehuacán, Pue., en donde afloran rocas cretácicas. La parte septentrional de este anticlinorio que buza hacia el NNW, desaparece bajo las rocas del Eje Neovolcánico Transversal o Faja Volcánica Transmexicana; sin embargo, deja ver las rocas jurásicas en su cierre al sur de la Cordillera Tentzo (von Erffa *et al.*, 1973) y en las cretácicas de los cerros al noroeste de Tehuacán, Pue. (Sierra de Soltepec). El flanco occidental, mucho menos conocido, correspondería a los afloramientos del Jurásico Medio del noreste del Estado de Guerrero: Barranca de Tecocoyunca, al norte de Cualac y Tlapa, Gro. (Erben 1956 b, p. 115) y a los pliegues de las rocas cretácicas de Guerrero y Michoacán. En algunos sitios el alineamiento no resulta tan evidente debido a la presencia de rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas que afloran a todo lo largo de éste.

La paleogeografía de la región a que pertenece San Juan Diquiyú ha sido esbozada y aun tratada con relativo detalle por varios investigadores, siendo probablemente la reconstrucción más completa la lograda por Erben (1956 b, p. 122).

Basándose principalmente en las ideas de este autor, se puede decir que al comenzar el Jurásico casi todo el actual territorio de México estaba emergido como resultado, en gran parte, de la orogenia permo-triásica, y la mayor parte de las rocas expuestas estaban sujetas a la erosión. Localmente se presentaban derrames andesíticos y basálticos. En algunas depresiones los clásticos resultantes formaban depósitos continentales, a veces de gran espesor. En ese tiempo, una de las paleocuenas continentales que ocu-

paba lo que hoy es el noreste de Guerrero, noroeste de Oaxaca y sur de Puebla, se fue hundiendo por movimientos epirogenéticos, siendo invadida poco a poco por el mar, para formar la paleobahía de Guerrero. Esta transgresión, brusca desde el punto de vista geológico, pero lenta desde el punto de vista biológico, permitió el desarrollo de una flora abundante favorecida por condiciones locales. La cuenca permaneció inestable hundiéndose hasta poder recibir sedimentos marinos y levantándose después con pequeñas oscilaciones en que se repetían las condiciones iniciales en un área cada vez mayor. Finalmente, una transgresión marina cubrió toda la región, que permaneció bajo las aguas hasta el final del Jurásico Medio y principios del Superior. En el centro de esta paleobahía no se conocen sedimentos marinos del resto del Jurásico, porque no se depositaron o porque se erosionaron, o bien porque están cubiertos por rocas más recientes. Una nueva transgresión, que se generalizó en la mayor parte del territorio mexicano, permitió la depositación de sedimentos del Cretácico. Durante este periodo ocurrieron movimientos epirogenéticos que determinaron la emersión temporal de la cuenca y la falta de depositación de sedimentos marinos en algunos lugares. Al final de él se inició una etapa de plegamiento que corresponde a la Revolución Larámide, que cesó al final del Eoceno, durante la cual el Geosinclinal Mexicano se plegó y emergió definitivamente, hasta nuestros días. La superficie continental expuesta se alteró por erosión y por fenómenos magmáticos tanto intrusivos como extrusivos, estos últimos cubrieron con centenares de metros de lavas y piroclásticos grandes porciones del país.

En resumen, esta paleocuenca presenta por encima del complicado basamento (complejo basal) que la subyace, una serie de formaciones francamente marinas (formaciones Taberna, Otatera y Yucuñuti) entre las cuales se intercalan otras continentales. Los fósiles marinos, principalmente los amo-

nitás, han permitido reconocer la edad de toda la secuencia.

Erben estableció, con un criterio bioestratigráfico, dos grupos de formaciones: uno inferior llamado Consuelo, con las formaciones Rosario y el Conglomerado Cualac, y otro superior, el Tecocoyunca, con las formaciones Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucuñuti, en orden de antigüedad. Este último grupo está cubierto aquí por la "Caliza con *Cidaris*" del Oxfordiano (base del Jurásico Superior). Los contactos entre las formaciones del segundo grupo son transicionales, pues la línea de costa emigró lentamente en uno y otro sentido. Aunque unas son continentales y otras marinas, lo cual justifica que sean consideradas como formaciones diferentes, lo escaso de los fósiles en algunos niveles y la semejanza de la litología dificulta en ocasiones su reconocimiento en el campo, por personas poco familiarizadas con ellas, razón por la cual algunos geólogos opinan que se podría establecer otra clasificación de las formaciones, también válida, con un criterio más práctico.

La geología de esta región, aunque aparentemente sencilla, se complica grandemente no sólo porque las estructuras están plegadas y muy afalladas, sino también porque están cubiertas en grandes extensiones, como ya se ha mencionado, por tobas y lavas del vulcanismo posterior, principalmente terciario. Los afloramientos, además, son discontinuos y no hay secciones completas.

San Juan Diquiyú está situado en el borde oriental del núcleo de un gran anticlinal llamado por Erben (1956 b, p. 74) "Anticlinorio Diquiyú", próximo a la base de la secuencia jurásica mencionada (Fig. 4). En varias publicaciones se ha planteado la duda de si este núcleo pertenece realmente al complejo basal o si está formado por un cuerpo intrusivo. Las observaciones de campo que condujeron a la realización del presente trabajo concuerdan con la segunda opinión. Las rocas ígneas que subyacen directamente a los estratos sedimentarios jurásicos que afloran sobre el núcleo del anticli-

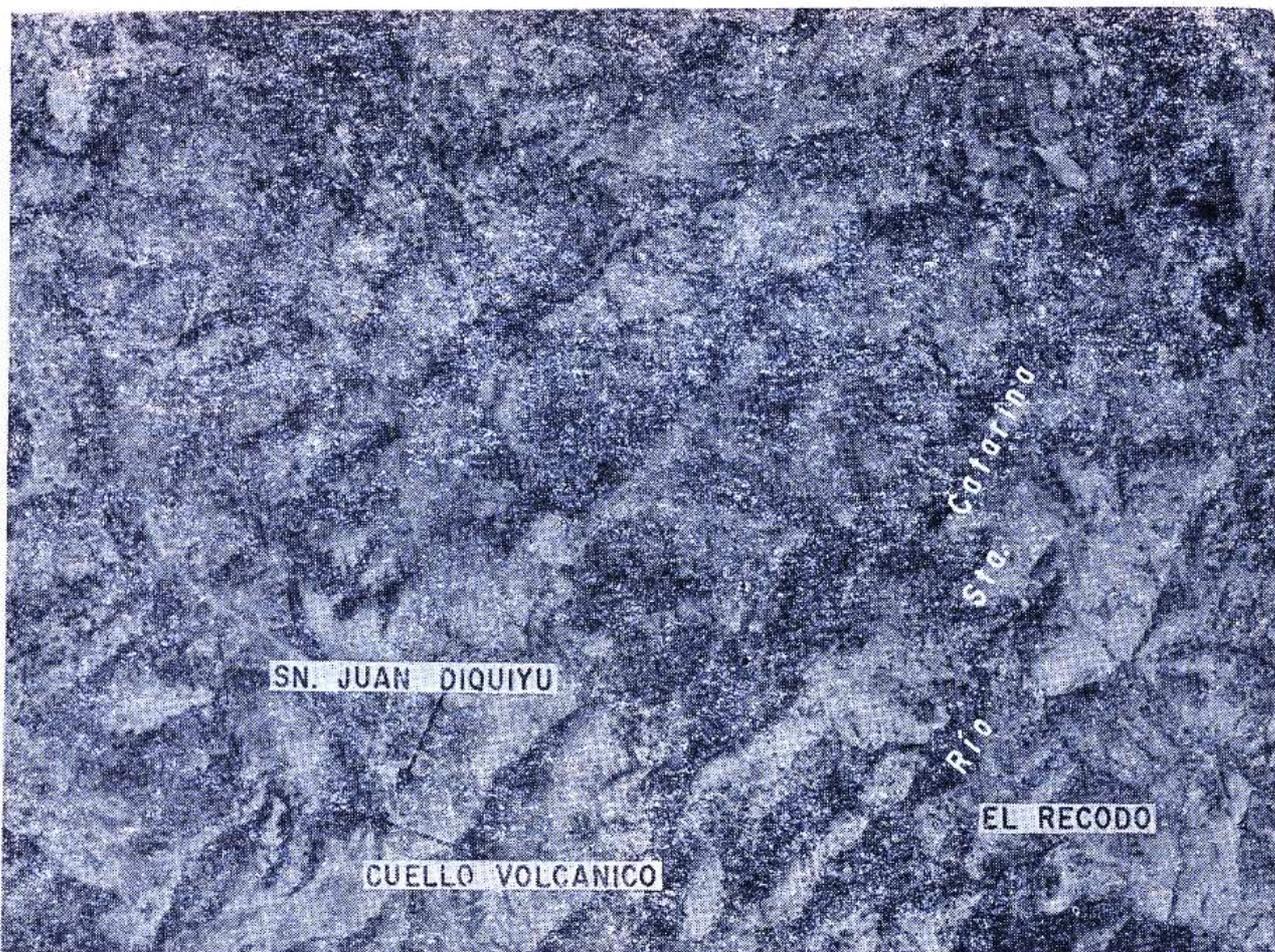


Fig. 4. Fragmento del mosaico de fotografías aéreas correspondiente a una parte del flanco oriental del anticlinal de Diquiyú (Cía. Mexicana Aerofoto).

nal son extrusivas y muy semejantes a aquellas que ocupan la misma posición fuera de éste. Constituyen el complejo basal ígneo que fue levantado por el lacolito que formó el núcleo del anticlinal, cuyas rocas se encajonaron posiblemente entre éstas y las rocas metamórficas, constituidas por lo que Salas (1949) llamó "Esquistos Acatlán" y que forman, en general, el basamento cristalino del sur de México. Con este conocimiento es posible hacer una reinterpretación

de la estratigrafía de las dos formaciones que lo sobreyacen (Formación Rosario y Conglomerado Cualac) ya que ambas constituyen, como se verá, diferentes facies sedimentarias que son de la misma edad.

A continuación se analizará detalladamente el problema relativo al núcleo del anticlinal, en seguida lo referente al complejo basal y más adelante lo concerniente a las dos formaciones sedimentarias mencionadas.

En la región de Tezoatlán-El Consuelo se pueden distinguir, a la altura de Diquiyú, tres subzonas principales con características geológicas diferentes, que la dividen transversalmente en fajas paralelas que siguen una dirección nornoroeste-sursureste: la parte oriental está formada por rocas ígneas, la central por el anticlinal de Diquiyú y la occidental por un alineamiento de cerros calizos.

La porción oriental está separada prácticamente del anticlinal por la incisión del río Santa Catarina que, con su recorrido sinuoso, fluye hacia el norte. Esta parte está constituida por tobas y lavas cenozoicas que cubren totalmente a las formaciones subyacentes.

La parte occidental está formada por rocas sedimentarias marinas del Cretácico. Es topográficamente la más alta, corresponde a una estructura plegada que, aunque interrumpida en algunas partes, puede seguirse hacia el sursureste, de hecho hasta el macizo metamórfico del Océano Pacífico, mientras que hacia el nornoroeste se continúa hasta el Estado de Puebla. Su contacto con las rocas jurásicas del anticlinal es discordante y está oscurecido por la presencia de tobas, regolitas y principalmente por caliches. Estos caliches forman repetidos horizontes que dificultan la agricultura, puesto que entre ellos solamente queda una delgada capa de diferente material fácilmente cultivable pero erosionable que, al perderse, obliga a levantar el siguiente estrato de caliches, hasta que se repite este fenómeno. Estos caliches se originaron probablemente cuando las aguas que se precipitaban sobre las calizas disolvían, parcialmente, la calcita que entonces se infiltraba al pie de los cerros. En condiciones de aridez, las aguas carbonatadas, al humedecer la superficie subiendo por capilaridad, precipitaron su carbonato de calcio al evaporarse el agua. Este proceso continúa actualmente donde las tierras no son cultivadas.

La parte central está formada por el núcleo del anticlinal rodeado por los sedimen-

tos jurásicos entre los cuales destaca, por su elevado relieve topográfico, el Conglomerado Cualac. Este cierra el lado occidental y el norte, pero no lo hace al oriente por encontrarse desplazado y dislocado asimétricamente por fallamiento, al igual que las formaciones sobreyacentes del Jurásico Medio. Al norte del núcleo, cerca de Tezoatlán y del río Salado, las rocas sedimentarias están totalmente cubiertas por tobas terciarias.

La circunstancia de que el núcleo de este anticlinal esté constituido en gran parte por rocas ígneas andesítico-basálticas muy poco metamorizadas, y de que se encuentre circundado en todo su extremo septentrional por grandes fallas y dislocamientos, permite pensar que este anticlinal no fue formado directamente por plegamiento, sino que es el resultado de un levantamiento provocado por la inyección de un magma que ocasionó la formación de un lacolito que, a su vez, determinó la formación de una ventana de erosión. A esta conclusión también había llegado Martínez-Bermúdez (Cortés Obregón *et al.* 1957, p. 76). Así, pues, en el núcleo afloran rocas ígneas extrusivas prejurásicas, así como intrusivas y extrusivas posjurásicas.

Las rocas ígneas intrusivas del núcleo fueron cartografiadas correctamente por Birkinbine y por varios investigadores posteriormente, pero ninguno de ellos, incluyendo a Martínez-Bermúdez, reconoció con precisión la diferencia de ellas con el verdadero complejo basal de la secuencia sedimentaria. La ausencia de una clara aureola de metamorfismo acentuó la duda de la existencia de un gran cuerpo intrusivo; así, Salas (1949, p. 127) menciona entre los grandes macizos de rocas intrusivas del tipo abisal, el de San Juan Diquiyú, pero debido a la ausencia de dicha aureola de metamorfismo en las rocas jurásicas, le asigna una edad premesozoica. Erben, al manifestar sus dudas, opina que la zona de metamorfismo podría estar oculta por las fallas, y Martínez-Bermúdez (*op. cit.*, p. 76) juzga que

esta zona no ha sido bien reconocida en la petrografía por falta de datos de campo precisos y porque tratándose de un cuerpo intrusivo hipabisal no se desarrolló perfectamente. Efectivamente, en las observaciones de campo el metamorfismo de contacto no es aparente en el núcleo, aunque tampoco se aprecia alrededor de otras intrusiones en la región. Aunque en realidad estos últimos intrusivos se salen del área de Diquiyú, sus relaciones con ella son lo suficientemente importantes como para tratarlos aquí. El río Rosario, desde su salida del Conglomerado Cualac en el Encinar de Castro, fluye hacia el norte modificando el trayecto de su cauce por una serie de fallas de dirección principal SW-NE; en su transcurso atraviesa varios diques, basáltico el primero y aparentemente dacíticos los siguientes, y alcanza más adelante, a la altura del rancho de Castro y al pie del cerro de La Milpa, un intrusivo de mayores dimensiones formado por una roca basáltica o intermedia de textura afanítica, que constituye un manto interstratificado encajonado por rocas sedimentarias de la Formación Otatera; su edad es, por consiguiente, posjurásica, al igual que las otras intrusiones mencionadas, incluyendo a la que forma el núcleo del anticlinal.

Volviendo a las rocas ígneas que forman esta última estructura, en su porción noreste, E. Schmitter determinó una muestra procedente del cerro del Chilar, como correspondiente a un "pórfido hornbléndico de tipo extrusivo que pudiera corresponder a rocas intrusionadas a poca profundidad"*. Este difiere de la roca que forma la intrusión principal, citada por Martínez-Bermúdez como "roca saturada, posiblemente del clan andesítico, de textura generalmente afanítica y en ocasiones porfirítica", que en opinión de este autor podría corresponder, junto con las otras intrusiones basálticas de menores dimensiones, a diferentes edades de intrusión.

* Comunicación personal, que el autor agradece.

Erben (1956 b, p. 74) percibió perfectamente el problema de "si el anticlinorio es una estructura orogénica en el sentido restringido, relacionada con la revolución larámide o si se trata de una bóveda originada por una intrusión (cenozoica ?) enorme" puesto que (*op. cit.*, p. 51) "En el núcleo de este anticlinorio, en lugar de las rocas metamórficas del Complejo Basal, afloran rocas ígneas que se asemejan bastante a las rocas volcánicas, ígneas del Cenozoico" pero la falta de metamorfismo en el contacto, como ya se dijo, y sobre todo la suposición de que los conglomerados de la formación Rosario (suprayacente) eran derivados de las rocas del núcleo le hicieron afirmar, aunque no muy convencido (*op. cit.*, p. 130), que pertenecían al complejo basal, por supuesto prejurásico.

El complejo basal sobre el que descansan las rocas sedimentarias del Mesozoico en la parte sur de la República Mexicana, correspondiente a la paleobahía de Guerrero, está constituido, en general, por rocas del Precámbrico o quizá del Paleozoico. Martínez-Bermúdez estima que se formaron a expensas de una serie sedimentaria probablemente de lutitas y arenas arcillosas que se metamorfizaron intensamente formando esquistos sericíticos y esquistos y gneises de biotita. Salas las llamó "Esquistos Acatlán", y sabemos, en la actualidad, que, en realidad, incluyen una complicada serie de rocas metasedimentarias y metavolcánicas (Rodríguez-Torres, 1970).

En áreas próximas a Diquiyú estas rocas afloran cerca de El Consuelo y sobre el río Salado donde se han mencionado bajo el nombre general de esquistos sericíticos y micáceos, o con el de micaesquistos, pero no se presentan en el área propiamente de Diquiyú, pues al sur de este poblado, cerca del de Santa Catarina y, en general, cerca de la base de la formación Rosario, aun dentro del núcleo del anticlinal, el complejo basal está representado por tobas y por rocas ígneas extrusivas, menos metamorfizadas, que corresponden a las rocas volcáni-

cas que localmente cubrían los micaesquistos (complejo basal metamórfico) cuando se inició la subsidencia de la paleocuenca. Para distinguirlas serán mencionadas aquí como complejo basal ígneo. Su edad debe ser más reciente que la de los esquistos, puesto que no forman parte de ellos, pero debieron ser expulsadas antes del Toarciano (parte más alta del Jurásico Inferior) en el que comenzó a depositarse sobre ellas la secuencia jurásica.

Si esta suposición es acertada, el complejo basal ígneo de Diquiyú, como lo asentó Erben (1956 b, p. 130), deberá considerarse como expresión de "un vulcanismo de rocas básicas relacionado con las orogenias permo-triásicas", considerado por él como final en el sentido de Stille.

El complejo basal ígneo aflora sobre la parte sur del núcleo del anticlinal de Diquiyú, aproximadamente a un kilómetro del poblado de ese nombre, rumbo a San Juan Viejo y Tindú. Consiste en basaltos y tobas bastante alteradas, pero aún reconocibles. Los basaltos presentan antiguas burbujas de gases aprisionadas durante su consolidación, pues posteriormente fueron rellenadas por dióxido de silicio y calcita formando zeolitas de uno a cinco centímetros de diámetro, de color blanco verdoso, deformadas por ligero metamorfismo (Fig. 5). En otros lugares, como sucede en algunos arroyos entre Diquiyú y Santa Catarina, estas cavidades, sin límites precisos, están rellenas de minerales oscuros y sólo se aprecian como manchas gris oscuro o negras, aproximadamente de un centímetro de diámetro. Las tobas forman horizontes de unos cuantos decímetros de espesor en las cuales el intemperismo ha dado colores púrpura o grises de diferentes tonos e intensidades. Es interesante señalar que aquellas que han adquirido el color púrpura o vino oscuro presentan un crucero muy característico semejante al que se observa en las lutitas típicas.

Es muy importante recalcar que los afloramientos del complejo basal descrito son difíciles de distinguir en el campo, de aque-

llos de rocas ígneas del lacolito del núcleo del anticlinal o de las tobas terciarias que al igual que las prejurásicas intemperizan en la superficie formando materiales arcillo-arenosos de colores grises o rojizos.

En la parte noroeste del núcleo del anticlinal y en algunas porciones distribuidas irregularmente en todo éste, pero siempre cerca de la formación Rosario, afloran rocas ígneas afaníticas que tienen la particularidad de intemperizar originando manchas de colores, vivos cuando están mojadas, que van del morado y azul al verde. Estas manchas cubren totalmente la superficie, tienen formas a veces subcirculares o elípticas de pocos centímetros, pero más frecuentemente son de bordes rectos y angulosos con aspecto general de brecha ígnea. En corte fresco es imposible distinguir diferencias en la roca que aparece completamente homogénea. Estas mismas rocas afloran sobre el cauce del río Catarina y algunos afluentes al sur de Diquiyú, y deben ser consideradas como pertenecientes al complejo basal ígneo.

En las perforaciones realizadas en las proximidades de Diquiyú, a cargo de Pérez Larrios, cuyos informes figuran en el citado trabajo de Cortés Obregón, se atravesó en varias ocasiones la base de la secuencia sedimentaria jurásica. Las determinaciones petrográficas publicadas son muy importantes tanto por la precisión con que fueron hechas como porque, habiendo obtenido casi todas las muestras de perforaciones fuera del núcleo del anticlinal, corresponden indudablemente al complejo basal y no a las rocas ígneas sobreyacentes cuya composición semejante originó confusión. Se señala que, con sorpresa, fueron encontradas rocas ígneas por debajo de las rocas sedimentarias. De especial importancia son, por ejemplo, los hallazgos en el sondeo No. 8 (*op. cit.*, p. 91-94) donde directamente abajo de "capas alternadas de Conglomerado cuarzoso y pizarra" (Conglomerado Cuallac). "...aparece una roca ígnea muy metamorfizada" sin que aparezcan rocas de la formación Rosario; a lo largo de 56 m se

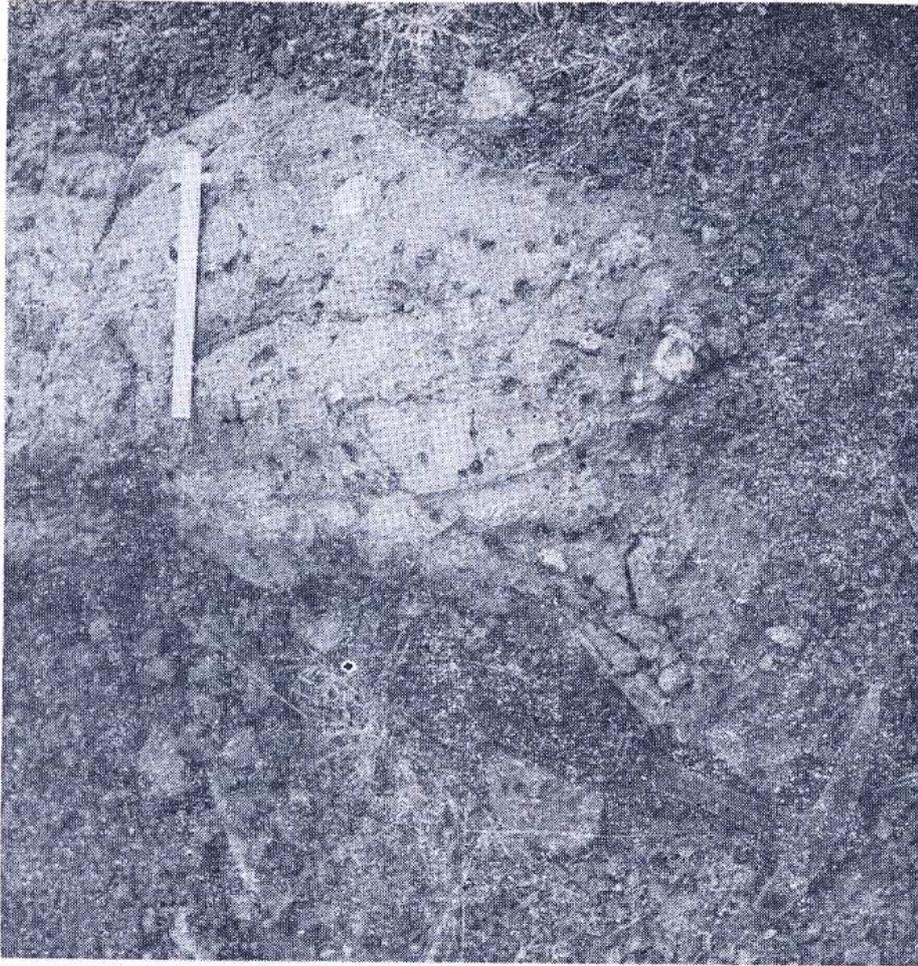


Fig. 5. Afloramiento sobre el camino a Tindú: Roca ígnea extrusiva de tipo basáltico que subyace a la secuencia sedimentaria jurásica. Nóten se los huecos dejados por zeolitas y algunas burbujas cuyas cavidades contienen aún sílice y calcita.

tomaron 11 muestras que fueron determinadas como basaltos muy alterados por acción hidrotermal (muestras 1 a 3), tobas volcánicas (muestras 4 y 5) y rocas efusivas andesíticas o basálticas (muestras 6 a 11). En las descripciones macroscópicas se destaca en el basalto (muestra 2) "Roca de estructura amigdaloides, de color gris, con amígdalas, unas blancas y otras verdes, de 1 a 2 cm, en una masa homogénea de color gris..."; en

la toba volcánica (muestra 4) "Roca afanítica, de color gris, con numerosas vetillas blancas muy finas de calcita"; en las andesíticas o basálticas muy alteradas: "Roca gris verdosa con zonas algo moradas..." (muestra 7), "...con fragmentos redondeados de cuarzo como relleno de poros, además de manchas color verde." (muestra 8).

En el sondeo 10 (*op. cit.*, pp. 95-96) la roca ígnea mostró ser una brecha cataclás-

tica "...formada por fragmentos de color morado, verdoso y gris. Estos últimos corresponden a masas de calcedonia que rellenan huecos. Las zonas verdosas son de serpentina y las moradas de roca ígnea."

En el sondeo 12 (*op. cit.*, p. 97) cortaron un basalto metasomatizado descrito como "Roca gris oscura con abundantes manchas negras como de un milímetro formadas por piroxena".

El sondeo 13 (*op. cit.*, pp. 98-100) atravesó la formación Rosario y llegó a la roca ígnea consistente aquí en una brecha cataclástica de roca andesítica y en un basalto serpentizado más profundo, abigarrado, de color morado con manchas verdes muy irregulares y de tamaño muy diverso.

Como puede notarse, las rocas encontradas y descritas por el autor, en los afloramientos superficiales al sur y suroeste de Diquiyú, coinciden con las encontradas en los sondeos a profundidad.

Muy interesante es la controversia establecida por Martínez-Bermúdez y Pérez Larios, ambos coautores en el trabajo, ya citado, de Cortés Obregón. El primero presenta pruebas y conclusiones convincentes de que el núcleo del anticlinal Diquiyú está formado por rocas intrusivas; el segundo hace lo mismo demostrando que las rocas que se han alcanzado por debajo de los sedimentos jurásicos, en las perforaciones relacionadas con los yacimientos carboníferos, corresponden a rocas extrusivas, lavas y tobas incluso. Los dos autores no pueden ponerse de acuerdo, porque mientras Martínez Bermúdez se refiere al núcleo del anticlinal, indudablemente intrusivo hipabisal, Pérez Larios alude al complejo basal ígneo ya que casi todas sus perforaciones estuvieron fuera del núcleo, excepto 2, la 10 y la 13 que, sin embargo, no pasaron hasta el intrusivo; en el caso del sondeo 10 se habla del hallazgo de una "lutita metasomatizada" que podría representar la aureola de metamorfismo provocada por el intrusivo situado por debajo del complejo basal ígneo.

En resumen, puede decirse que la paleocuenca Guerrero-Oaxaca permitió la sedimentación de la secuencia jurásica, en su mayor parte sobre rocas metamórficas representadas principalmente por los esquistos micáceos y sericíticos, en el sentido amplio de la palabra, pero que éstos estaban cubiertos localmente por derrames basáltico-andesíticos en la región de Tezoatlán, muy semejantes a los que posteriormente (y su edad es difícil de precisar) intrusieron parte de la misma área.

El problema del complejo basal en la región de Tezoatlán, y de Diquiyú en particular, sin embargo, está lejos de ser totalmente aclarado. A relativamente corta distancia de Diquiyú, en el recodo que se forma aguas arriba del río Santa Catarina y la desembocadura del arroyo de los Sabinos (Fig. 4) se encuentran varios afloramientos que por el momento complican la situación (Figs. 6, 7 y 8). Estos afloramientos, en realidad, abarcan un tramo largo de dicho arroyo, entre la parte donde se une el camino viejo con el nuevo, que van de Santa Catarina Yutandú a Tezoatlán y la desembocadura de este afluente. Sobre este arroyo, de oriente a poniente, en una sección no medida, afloran inicialmente aluviones y tobas terciarias de la formación Huajuapán; a unos 1 200 m antes del recodo se encuentra una secuencia muy plegada y afallada que corta primero unos 10 m de micaesquistos muy alterados seguidos, aguas abajo, pero subiendo probablemente la secuencia estratigráfica, por tobas aparentemente metamorfizadas de color rojo vino o púrpura, pseudoestratos de material arenítico arcilloso impregnado secundariamente de carbonatos, y más adelante rocas ígneas masivas que intemperizan en color verde o con grandes manchas verdes y moradas. Se trata de un basalto vesicular viejo, con cuarzo y calcita secundarios rellenando vesículas hasta de 5 mm, que presenta epidotización que da masas verdes muy aparentes de epidota en color verde tierno. Sobre el cauce del arroyo afloran

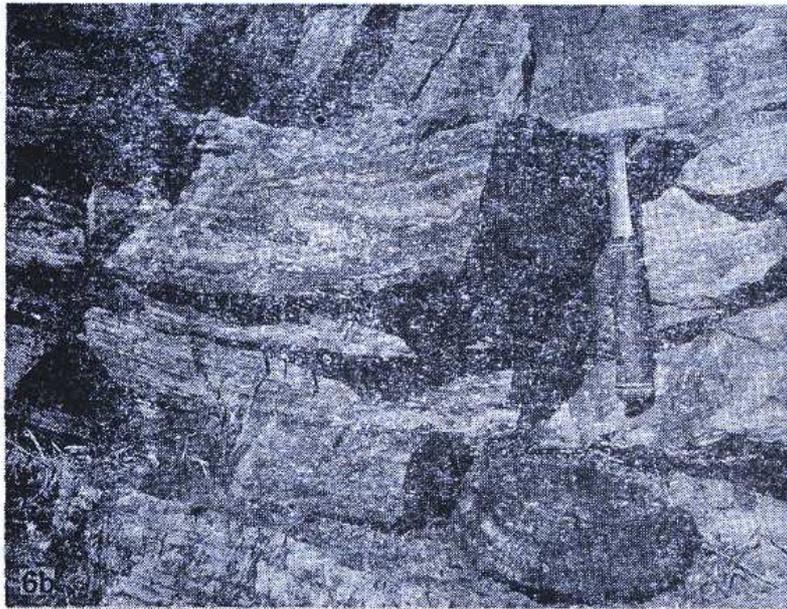
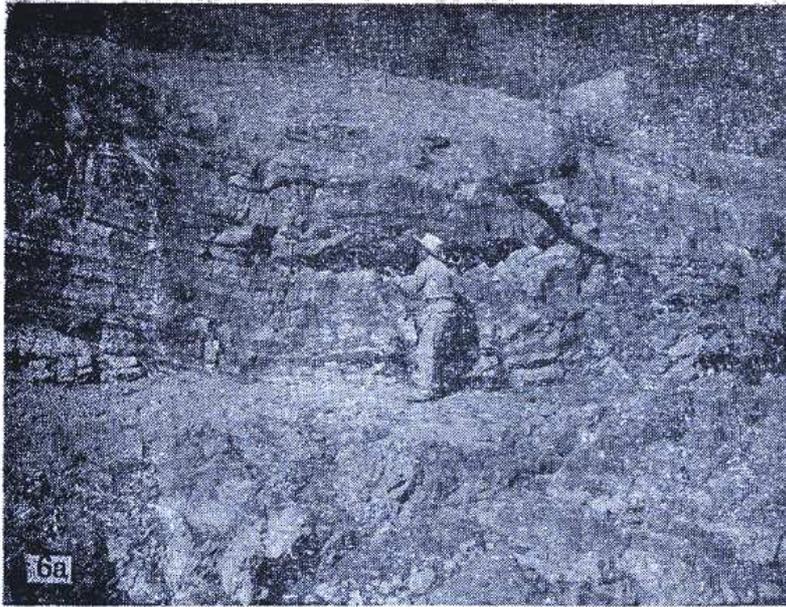


Fig. 6a. Afloramiento de "El Recodo" en la unión del arroyo de los Sabinos con el río de Santa Catarina; riolitas con estructura fluidal del complejo basal ígneo prejurásico de la región de Diquiyú. 6b. Detalle del mismo.

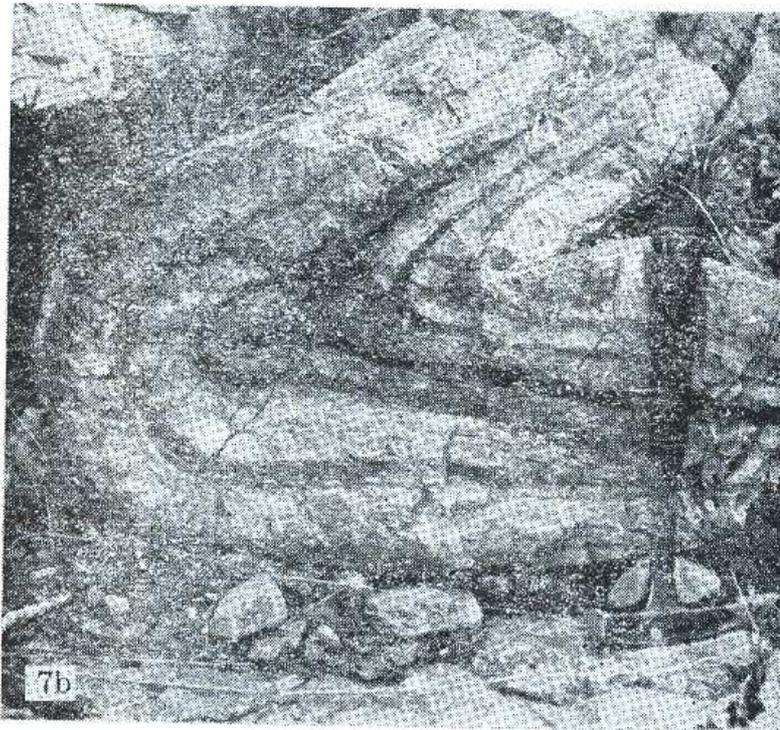
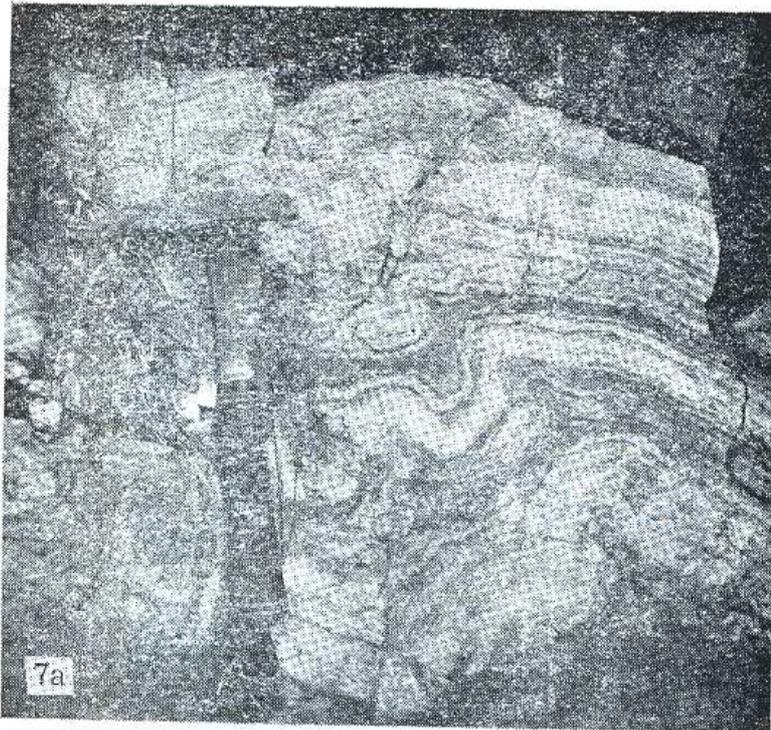


Fig. 7a y b. Afloramiento de "El Recodo". Pliegues resultantes de la estructura fluidal de las riolitas del complejo basal ígneo prejurásico.

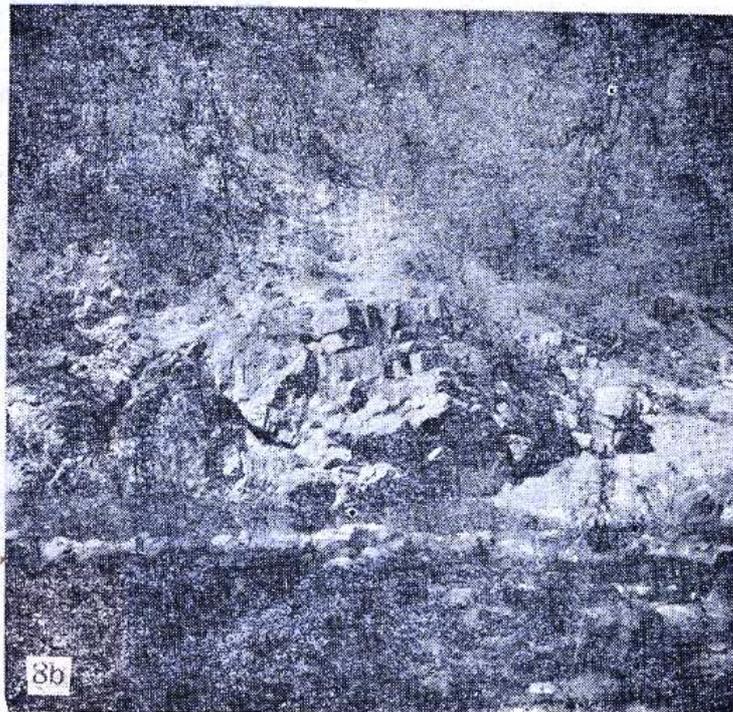
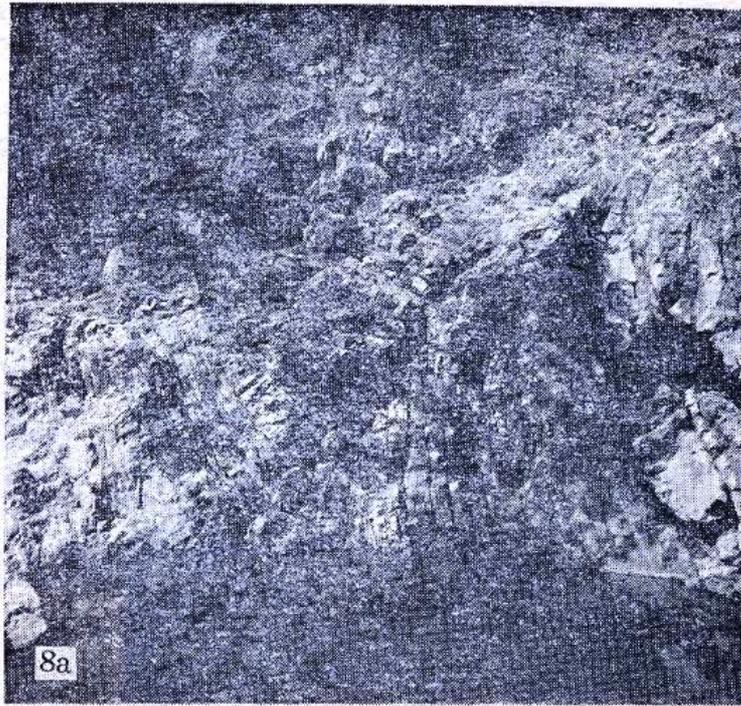


Fig. 8a y b. Afloramiento sobre el río de Santa Catarina, unos 500 m aguas arriba de "El Recodo". Rocas no identificadas plegadas y afalladas que subyacen a las mostradas en las figuras 5-7.

también tobas de color verde prasio o celadonita, en masas grandes (observaciones directas del Ing. Eduardo Schmitter*) y de estructura brechoide en ocasiones. Unos 300 m antes del recodo aflora una brecha volcánica de los mismos colores y, finalmente, en el recodo mismo del río Santa Catarina se encuentran rocas bandeadas de color claro y oscuro alternativamente, clasificadas por E. Schmitter* como riolitas con estructura fluidal algo metamorfizadas (Figs. 6 y 7). Tanto el arroyo de los Sabinos como el río Santa Catarina parecen correr aquí a lo largo de fallas que limitan un bloque levantado del complejo basal ígneo. Estas riolitas afloran por un tramo más o menos grande aguas abajo a lo largo del río Santa Catarina. También afloran, entre material detrítico, en la loma al suroeste del recodo, subyaciendo en un contacto impreciso, aparentemente discordante, al Conglomerado Cualac que, a su vez, unos metros arriba es sobreyacido por gravas y caliches de la formación Huajuapán.

Pérez Larios (*op. cit.*, pp. 99-100) señala haber encontrado en el sondeo 13, bajo los estratos sedimentarios de la formación Rosario, una brecha cataclástica de roca andesítica que microscópicamente permite ver una estructura fluidal (*op. cit.*, lám. 52) situada por encima de un basalto serpentinizado.

A pocos metros aguas arriba del recodo rocas no identificadas muestran secciones de grandes pliegues en una zona muy afallada (Figs. 8a. y b). Estas rocas prejurásicas podrían ser del Paleozoico o quizás del Triásico. Su relación con el Conglomerado Cualac no está perfectamente definida, pudieran relacionarse con las riolitas encontradas abajo de los basaltos en las perforaciones de Pérez-Larios antes mencionadas, y su contacto discordante con el Conglomerado Cualac podría corresponder a un contacto por falla.

* Comunicación personal, que el autor agradece.

La secuencia sedimentaria del Jurásico Medio se inicia, como ya se dijo, con la formación Rosario, llamada por Cortés-Obregón formación Carbonífera Inferior. Esta formación fue descrita por Erben . . . (1956 b, pp. 21-23) precisamente en la zona de Tezoatlán-El Consuelo, en la forma siguiente (transcripción parcial):

Esta unidad litológica consiste en areniscas grises, café rojizas y café amarillentas, de grano fino a medio, de estratificación delgada y media; limolitas de los mismos colores, de estratificación delgada; lutitas y loditas negras, carbonosas, con vetas de carbón y lignita; lutitas amarillentas, café o grises, a veces con concreciones pequeñas, calcáreas y algo limoníticas, de color café amarillento claro. Localmente aparecen conglomerados color café negruzco sucio, no estratificados, pero a veces en forma de bancos aislados intercalados en la sección. Estos conglomerados contienen guijarros bien redondeados, de diámetros variables (2-15 cm), procedentes, principalmente, del Complejo Basal (?) y de los estratos inferiores de la propia formación Rosario. No se trata de un conglomerado basal, sino que aparece en diferentes niveles, localmente hasta en el techo de la formación. Son además poco frecuentes margas café de estratificación delgada a media. La litología dentro de la formación, a base de cambios litofaciales, regionalmente cambia un poco.

El espesor total de la formación Rosario, en general varía entre 50 y 120 m, pero excepcionalmente puede aumentar.

La localidad tipo se encuentra en la falda del cerro situado arriba de la población El Rosario, cerca del panteón de este pueblo, que se encuentra al SW de Tezoatlán, Oax. (comp. BURCKHARDT 1930, Fig. 7). Debido a la premura del tiempo, ya no fue posible medir la sección correspondiente. Sin embargo, existe una sección en el arroyo del Consuelo,

de la propia región de Tezoatlán, Oax., en donde los estratos de la formación Rosario afloran de una manera excelente.

El contacto inferior de la formación Rosario siempre es discordante encima de rocas del Complejo Basal metamórfico. El contacto superior de la formación es concordante abajo del Conglomerado Cualac (GUZMAN 1950), que pertenece a las partes basales del Jurásico Medio (comp. ERBEN 1956).

Los mejores afloramientos de esta formación se localizan al sur del anticlinal Diquiyú, en el sitio denominado Plaza de Lobos, muy relacionados y a corta distancia de lo que fue la mina de El Consuelo, donde se encuentra la localidad clásica de Wieland. En el núcleo del anticlinal se distingue, a la altura de Diquiyú y un poco al norte, primero la roca intrusiva intemperizada en café claro, muy fracturada en líneas paralelas; encima de ella y en dirección hacia el poniente, el complejo basal ígneo, con sus colores oscuros a menudo manchados en morado y verde; más adelante la formación Rosario representada por sus estratos arcillosos y de areniscas, así como su conglomerado, que cubren el lado oriental de los cerros Yacé y del Lucero, llegando hasta el portezuelo, entre ambos. Estos cerros, así como el de Yucuquimi y el de La Caja, hacia el sur, están constituidos por los estratos del Conglomerado Cualac. Toda esta secuencia, descrita así en forma simplificada, se encuentra dislocada por fallas y surcada por los cauces de los arroyos que drenan la parte central levantada del núcleo del anticlinal.

En algunos lugares al poniente de Diquiyú y al sur del recodo, la secuencia de la formación Rosario se inicia ocasionalmente en depresiones topográficas del complejo basal ígneo que hacen pensar en que se depositó rellenando un drenaje preexistente. En una loma situada al oriente del cerro del Yacé o Yacyé se encuentran restos de xilita pertenecientes al tronco de un árbol fó-

sil como de 1 m de diámetro y 2 m de largo (de clasificación indeterminada) que yace en estratos de la formación Rosario junto con restos de otras plantas fósiles.

Cerca de la localidad tipo, en la pequeña población del Rosario se pudieron reconocer, entre los estratos de la formación de este nombre, señales claras de paleosuelos.

Al lado oriental del núcleo del anticlinal, no lejos de Diquiyú, los estratos arenáceo-arcillosos de la formación Rosario contienen esporas y representan probablemente tobas retrabajadas muy alteradas.

Finalmente, en un afloramiento situado en uno de los arroyos entre Diquiyú y Santa Catarina, la secuencia de la formación Rosario se inicia directamente encima de las rocas del complejo basal ígneo, con sedimentos arenáceos y arcillosos poco consolidados, con horizontes intercalados de 1 a 10 cm, de lutitas más compactas que intemperizan en colores rojo vino a negro y terminan en un cambio brusco, con el conglomerado oscuro o prieto en contacto transicional con el Conglomerado Cualac.

El conglomerado Rosario contiene cantos de riolita, lutita, cuarcita, latita o andesita de anfíbola, una roca metavolcánica vieja con un canto de caliza incluido y otras rocas volcánicas muy alteradas (det. E. Schmitter), basaltos vesiculares típicos del complejo basal volcánico, rocas ígneas bandedas (riolita ?) y otras metamórficas foliadas o estriadas; todos de color oscuro, muy intemperizados, incluidos en una matriz ligeramente más rojiza. En las partes más altas los cantos de cuarzo son cada vez más abundantes. Hay intercalaciones de lutitas y de capas de areniscas conglomeráticas de cuarzo, a diferentes niveles. Llama la atención la presencia, en las partes altas, de cantos hasta de 40 cm acompañados de otros pequeños que tienen forma alargada y sección elíptica. Pérez Larios (*op. cit.*, p. 88) también menciona cantos semejantes a estos últimos, como fragmentos de "aristas redondeadas de formas alargadas y planas como gravas de costa".

De las descripciones de Erben que se complementan un poco con las de Cortés Obregón y, sobre todo, de las evidencias de campo personales citadas, se puede concluir que: la formación Rosario es francamente continental; su depósito se inició probablemente sobre las tobas del complejo basal ígneo, rellenando un relieve irregular preexistente, quizá con algunos lagos y charcos que se deducen por la presencia de concreciones calcáreas (Erben 1956 b, p. 123); parte de lo que fue considerado como correspondiente a los estratos basales de esta formación debe corresponder probablemente a cenizas y tobas del complejo basal aptas para soportar una vegetación incipiente, por esta razón el conglomerado Rosario no corresponde a la base de la secuencia. Las plantas que contiene posiblemente florecieron en lomeríos bajos próximos a la línea de costa, lo que justifica la presencia de cantos rodados alargados y en donde por subsidencia y levantamientos epirogenéticos alternados se desarrollaron verdaderos ciclotemas favorables para la formación posterior de carbón. No se conoce en ella ninguna fauna fósil ni terrestre, ni tampoco marina, ni hay señales en ningún lado de marcas de oleaje, en cambio sí son frecuentes los estratos lenticulares de material grueso, y no es rara la estratificación cruzada en otros, lo cual se opone a la idea de que se depositó en las partes más profundas de la cuenca (Erben 1956 b, p. 123).

Por lo que respecta a la edad de la formación Rosario, ésta ha sido perfectamente definida por Erben y va del Toarciaco (parte superior del Liásico o Jurásico Inferior) hasta el Aaleniano (base del Jurásico Medio). Como este autor demostró (1956 a, pp. 134-137, 1956 b, pp. 18-23), aunque tradicionalmente se consideró que las plantas que contiene son rético-liásicas (Triásico-Jurásico), entre ellas no hay ninguna que se pueda considerar índice estratigráfico que permita sostener esta afirmación.

El Conglomerado Cualac, llamado por Cortés Obregón *et al.*, Conglomerado inter-

medio, ha sido descrito por Erben (1956 b, pp. 23-25) en la forma siguiente:

Esta formación (GUZMAN 1950) originalmente fue descrita bajo la denominación de Cuarcita de Cualac.

Se trata de un conglomerado de matriz en general cuarcítica, duro, gris, a veces algo amarillento, que muestra una estratificación mediana hasta casi gruesa. Este conglomerado está compuesto casi exclusivamente de guijarros de cuarzo lechoso, blanco, y que muestran diámetros entre 0.5-5 cm. De una manera subordinada también se presentan guijarros de micaesquistos y de gneises, aunque con menor frecuencia. Estos proceden del Complejo Basal metamórfico. Entre los bancos de conglomerado en varios niveles, pero de una manera muy subordinada, se intercalan pocos estratos de limolitas y areniscas finas, pardas hasta amarillentas, de estratificación delgada.

La unidad litológica descrita, en el campo se distingue sin dificultades, ya que siempre en la morfología se destaca bien, formando crestas y esquinas resaltantes del terreno. Sin embargo, en su identificación hay que tener cuidado porque existen otros estratos litológicamente muy semejantes, dentro de la formación Simón, que es algo más reciente, y por tanto, en niveles más altos estratigráficamente. Estas rocas de la formación Simón se pueden distinguir del Conglomerado Cualac por el hecho de que contienen guijarros de cuarzo lechoso considerablemente menos numerosos y de menor tamaño. En general, también su espesor es menor y, además, su posición dentro de las secuencias nos puede ayudar a evitar errores.

El espesor del Conglomerado Cualac varía entre 30 y 80 m y sólo excepcionalmente se puede hacer algo mayor.

La localidad tipo está representada por las "cercanías de Cualac" (GUZMAN 1950, p. 108) en donde esta formación aflora de manera excelente.

No se han encontrado fósiles hasta la fecha.

En casos normales el Conglomerado Cualac con concordancia descansa encima de la formación Rosario (la cual en la localidad tipo no existe), y encima del conglomerado sigue la formación Zorrillo, igualmente con concordancia. Los contactos inferior y superior están bien definidos por el cambio litológico abrupto.

El Conglomerado Cualac aparentemente existe sólo en el S del centro de México. En estas regiones aflora en todo el alcance de la paleo-cuenca representada por la paleo-bahía de Guerrero, es decir, en el E y NE de Guerrero, así como en el W de Oaxaca. Aunque el Conglomerado Cualac en la localidad tipo esté separado de los estratos subyacentes por una falla de cabalgadura, sí es un hecho que en los bordes de la paleo-bahía de Guerrero este conglomerado descansa inmediatamente encima del Complejo Basal, mientras que en el periodo correspondiente a la formación Rosario en estas regiones no había sedimentación (NE y E de Guerrero, región de Tlaxiaco-Mixtepec, Oax.).

El alcance estratigráfico no se puede determinar con exactitud. Por su posición encima de aquella parte de la formación Rosario que pertenece al Jurásico Medio (Aaleniano inferior ?), es de suponerse que el Conglomerado Cualac aproximadamente corresponderá al resto del Aaleniano y tal vez a partes basales del Bajociano Inferior. De todos modos, no cabe duda de que en este conglomerado se trata de un nivel del Jurásico Medio y no del Triásico, como se había supuesto anteriormente (comp. ERBEN 1956).

En el caso del Conglomerado Cualac se trata de un depósito de origen non-marino. Sería posible que estos sedimentos sean de origen fluvial, lo cual podría estar indicado por la semejanza del conglomerado con gravas de cuarzo lechoso

recientes, fluviales, y por la presencia de frecuentes estratificaciones cruzadas en la roca matriz.

A esta transcripción completa es poco lo que puede agregarse, tanto de los datos personales de campo como de las descripciones de otros autores; sin embargo, cabe decir que el propio Erben menciona (1956 b, p. 86) haber encontrado en el Conglomerado Cualac plantas fósiles en la sección de la barranca del Carrizo, al oriente de Diquiyú. También el autor encontró plantas fósiles en esta formación, en afloramientos sobre el río de Santa Catarina, entre la desembocadura del arroyo del Carrizo y la localidad citada en El Recodo, y sobre el arroyo del Zorro (afluente del río Rosario) al norte del Encinar de Castro. Las plantas, mal preservadas por el tipo de roca que las contiene, parecen ser muy semejantes a las que se presentan en la formación Rosario. En este último afloramiento se aprecian perfectamente las interestratificaciones de areniscas en el conglomerado, y llama la atención la gran cantidad de fragmentos de muscovita que las acompañan y que demuestran, por una parte, que los materiales que formaron tanto estas areniscas como el conglomerado mismo proceden de materiales erosionados del complejo basal metamórfico, en condiciones probablemente de aridez, que determinaron un intemperismo físico intenso sin alteraciones químicas importantes, ya que la formación de materiales arcillosos casi no tuvo lugar.

La formación del Conglomerado Cualac, a expensas de clásticos procedentes del complejo basal metamórfico, es más obvia si se observan los cantos rodados de cuarzo que contiene en abundancia; estos son en general fragmentos irregulares alargados, con profundas estriaciones que resultaron del metamorfismo de las rocas que los contenían; estas estriaciones, además, preservaron trazas de los esquistos y múltiples fragmentos de cristales de muscovita.

La resistencia del Conglomerado Cualac al intemperismo y a la erosión, así como las consecuencias de ella como factor morfogenético determinante del relieve en la región de Diquiyú, ya ha sido mencionada al señalar que las mayores alturas topográficas que circundan o enmarcan el anticlinal corresponden a los cerros en que aflora este conglomerado.

El Conglomerado Cualac aflora prácticamente en toda la base de la Paleocuenca de Guerrero, excepto en las porciones muy limitadas donde aparece la formación Rosario. Ambas formaciones son de origen continental y, consecuentemente, presentan algunas variaciones en sus características que son también locales. Ambas parecen haberse formado directamente sobre el complejo basal, con materiales acarreados y depositados por las corrientes, principalmente en llanuras de inundación. Las dos parecen ser de la misma edad y su interdigitación obedece aparentemente a los cambios de la línea de costa que influyeron en la distribución de los depósitos fluviales procedentes del complejo basal metamórfico o del volcánico; este último, se insiste, localizado en un área relativamente pequeña, pues mientras el Conglomerado Cualac aflora desde el noreste de Guerrero (Cualac) hasta el sur de Puebla (Acatlán) (Guzmán 1950, p. 108), la formación Rosario sólo se localiza en la región de Diquiyú-El Consuelo, en sentido estricto, y está en íntima relación, como se demostró, con rocas volcánicas subyacentes.

El Conglomerado Cualac sobreyace a la formación Rosario en la interdigitación situada cerca de la localidad tipo de esta última. Como lo apreció Pérez Larios (*op. cit.*, p. 106), al norte y oriente de Diquiyú la formación Rosario se adelgaza y desaparece, encontrándose entonces el Conglomerado Cualac directamente en contacto con el complejo basal metamórfico.

A propósito de los afloramientos del Conglomerado Cualac al sur de Acatlán, Pue., a unos cuantos kilómetros de Diquiyú, bre-

vemente debe mencionarse que éste fue localizado por Pérez-Ibargüengoitia *et al.* (1965, pp. 10-11), que lo describieron como la base de la formación Tecomazúchil diciendo que: "La parte basal de esta formación consiste en un conglomerado cuarzoso en que también abundan fragmentos de rocas metamórficas", agregan en el mismo párrafo: "Por su carácter litológico distinto, en trabajos posteriores ameritaría nombrar esta parte basal como una unidad estratigráfica aparte". Más adelante señalan que "...la Formación Tecomazúchil se correlaciona con el Grupo Tecocoyunca, del noreste de Guerrero y noroeste de Oaxaca, en la inteligencia de que su parte inferior posiblemente sea correlativa al Conglomerado Cualac". Efectivamente, las transgresiones marinas de la Paleocuenca de Guerrero no llegaron a cubrir esta parte, faltando, por tanto, los estratos marinos que quedan así suprimidos, pero presentándose los depósitos de las formaciones clásticas continentales, principalmente de la formación Simón, también existentes en Guerrero y Oaxaca.

Así, pues, la base del Conglomerado Cualac debe ser de la misma edad que la formación Rosario (Toarciano-Aaleniano) mientras que su parte superior debe alcanzar, como lo expresó Erben, el Aaleniano y quizás hasta la base del Bajociano, pisos estos últimos del Jurásico Medio.

EL CUELLO VOLCÁNICO DE DIQUIYÚ

Muy próximo al poblado de Diquiyú (1905 msnm) se encuentra una pequeña eminencia llamada Cerro del Calvario o Diniyuú (1950 msnm) que significa en mixteco "cabeza de piedra". Su base (1930 msnm) es más o menos amplia y en la ruptura de pendiente entre ésta y el poblado, que se desplaza hacia el oriente, corre el camino que de Tezoatlán se dirige a Tindú. Arbustos, casas y tierras de cultivo esconden en la parte occidental basaltos columnares

que representan los restos de un cuello volcánico a cuya erosión ha contribuido el hombre, extrayendo por generaciones material de construcción (Figs. 9 a-c).

Este cuello tiene una forma alargada en la dirección general de todas las estructuras regionales, es decir, NNW-SSE, debido a la presencia de fallas en esa dirección que dejan al descubierto una estructura columnar inclinada unos 15° de la vertical, hacia el poniente. La chimenea tiene una longitud de unos 600 m y un ancho máximo de 170 o 200 m en su parte más amplia, hacia su extremo sur, que es el más alto, mientras que su extremo septentrional sólo mide 60 m de ancho. La pendiente occidental es más acentuada y permite distinguir en la cima las diaclasas columnares que sobresalen aquí unos 20 m sobre la base (Figs. 10 a y b) y forman polígonos irregulares en su sección transversal. Está formado por rocas basálticas de textura afanítica de color gris oscuro que intemperizan en tonos casi negros.

Una delgada corriente de lava probablemente expulsada durante la actividad de este aparato volcánico aflora totalmente aislada sobre una loma situada sobre el camino, unos 1 500 m al norte del cuello. Esta alcanza un espesor aproximadamente de 1.5 m, y sobreyace a tobas mal consolidadas. Presenta también una disyunción columnar imperfecta y las columnas, con un intemperismo esferoidal, liberan sus núcleos por exfoliación (Fig. 11) que, por su forma subesférica u ovoide, aparentan cantos rodados en la cima de la loma.

La edad de este cuello no puede establecerse con precisión. Su extrusión se efectuó cuando ya el anticlinal Diquiyú se encontraba bastante erosionado, pudiendo correlacionarse con el final de la fase volcánica de la formación Huajuapán, de fines del Terciario.

EVOLUCIÓN REGIONAL

En un intento por reconstruir la secuencia de cambios en el paisaje de Diquiyú

(Figs. 12 a-k), se aprovechan los datos que se deducen de la historia geológica en parte analizada aquí. Desde luego, hay que advertir que la paleogeografía que hasta ahora se ha establecido tendrá que ser modificada profundamente cuando se asimilen, en un futuro próximo, los resultados de múltiples investigaciones que diversos autores están haciendo, sobre todo con relación a la tectónica de placas, al origen y evolución del altiplano mexicano, homólogo seguramente del andino, y a las distintas fases orogénicas, principalmente la última, que afectaron a lo que hoy es nuestro territorio. Con relación a los paleoclimas también es poco lo que se puede precisar, pero los datos aportados por las investigaciones isotópicas y el ajuste latitudinal a que se va llegando auguran un próximo avance espectacular en los conocimientos de la paleoecología, que nos darán una visión más clara de la evolución en el pasado, local y regionalmente.

Por lo pronto, lo único que se puede deducir con cierto margen de probabilidades, para la región de Diquiyú, es que para principios del Jurásico, la parte de Guerrero, Oaxaca y Puebla a que pertenece esta área constituía una zona levantada, fuertemente denudada, en que afloraban rocas metamórficas que formaban el núcleo de antiguas orogénias, sobre las cuales debían sedimentarse depósitos marinos antes de la orogenia Laramide. El paisaje era, quizás, aquel que ofrece un peneplano cubierto en parte por derrames de rocas ígneas intermedias a basálticas y grandes superficies con tobas y cenizas volcánicas (Fig. 12 a). La lenta subsidencia de esta región determinaría cambios en la línea de costa, formando, al sumergirse, áreas pantanosas con vegetación exuberante (Fig. 12 b) en que abundaban las cycadáceas, semejantes a palmas, con troncos gruesos acorazados por las bases de sus hojas grandes y pinadas, helechos con abundantes frondas, y otras plantas a veces de talla arbórea. Los episodios de levantamiento y hundimiento subsecuentes hacían que el paisaje cambiara destruyéndose la ve-

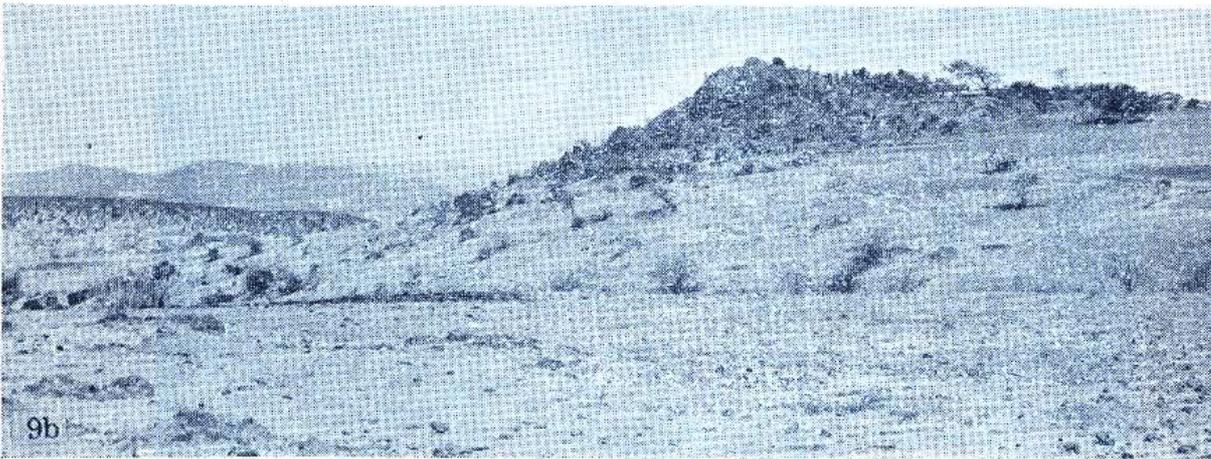


Fig. 9a y b. Cuello volcánico de Diquiyú; vista panorámica desde el sur. 9c. Lado occidental del mismo cuello.

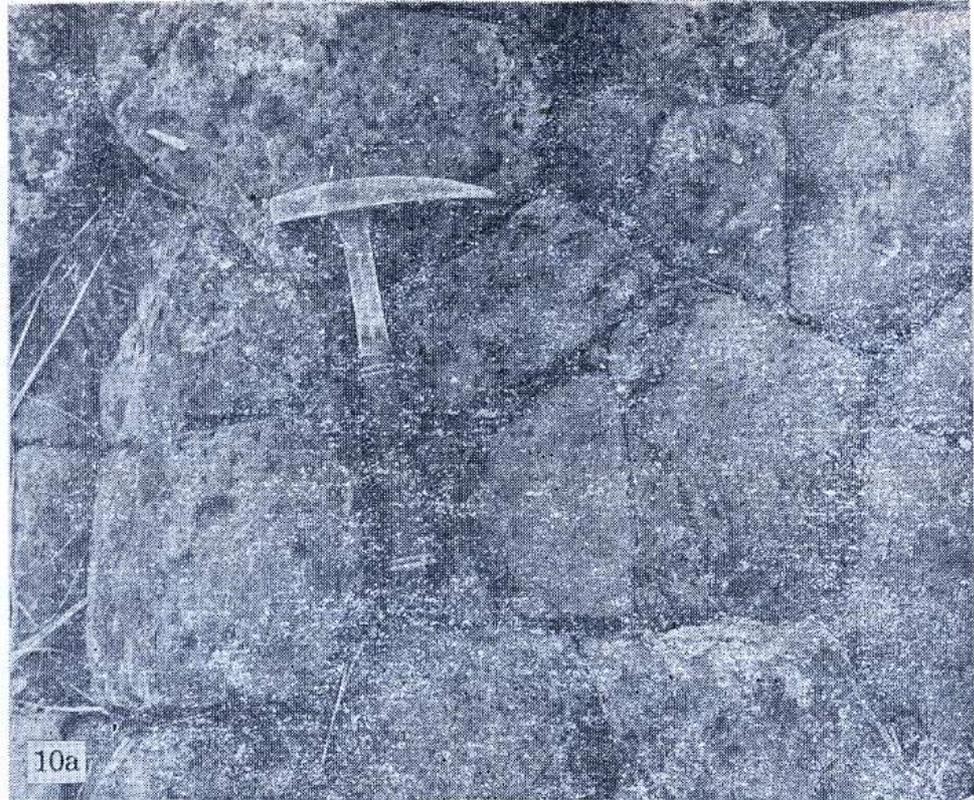


Fig. 10a. Basaltos con diaclasas columnares del cuello volcánico de Diquiyú. 10b. Estructura columnar de la misma chimenea.



Fig. 11. Intemperismo esferoidal en lavas con diaclasas columnares, en una loma, unos 1 500 m al norte de San Juan Diquiyú.

getación y cubriendo los restos de ella con gravas, arenas y hasta arcillas (Fig. 12 c). En algunos lugares, en enormes charcos, se concentraban carbonatos que formarían calizas lacustres. Estas lagunas, poco a poco, se rellenaban con los materiales arrastrados por las corrientes que a ellas llegaban, formando a veces deltas que cubrían lentamente mayores extensiones, permitiendo, probablemente, la vida de abundantes animales. La fauna acompañante de esta flora sucumbió sin dejar casi señales de su paso. Sólo algunos gusanos revelan su presencia en los

limos, a través de algunos de sus túneles que sí se preservaron.

La primera generación de plantas jurásicas (hoy consideradas en la formación Rosario) que había encontrado un suelo adecuado en las cenizas volcánicas y tobas, quedó sepultada en las partes más bajas y antiguas de la cuenca. Donde los suelos formados por estas rocas no se presentaban, los fragmentos de cuarzo y las arenas no eran aptos para una vegetación tan abundante, y la existente, sólo por excepción se preservó (Conglomerado Cualac). El clima, en

general, era árido según demuestra el débil intemperismo químico de los estratos del Conglomerado Cualac; los declives estaban desprovistos de vegetación, pero aunque la humedad no era intensa y la temperatura ambiente era relativamente alta, los estratos de carbón revelan que en los pantanos la vida florecía, y en sus márgenes y a la distancia, algunas lluvias torrenciales alimentaban corrientes que arrastraban fragmentos de lavas o de esquistos que al rodar se redondeaban, cargadas, además, de lodos con arenas, arcillas y tobas. Varios niveles con restos vegetales fueron, así, adecuados para formar, andando el tiempo, estratos carbonosos.

La cuenca marina al fin se estableció. Enormes cantidades de ostras encontraban un medio de vida adecuado en las zonas litorales, y sus conchas, acumuladas en amplios horizontes, demuestran su presencia en coquinas aún bien preservadas. En aguas más profundas habitaban organismos que, al morir, caían a veces hasta el fondo, sus partes blandas se alteraban y desaparecían, pero las partes duras de algunos de ellos quedaban sepultadas antes de desintegrarse y ocasionalmente se conservaban, o bien duraban lo suficiente para formar un molde. En ambos casos dieron lugar a los fósiles que ahora conocemos; tal es el caso de los amonitas. Estos animales, extintos al final del Mesozoico, tenían una concha parecida a la del nautilus, de cuya abertura salían tentáculos semejantes a los de un pulpo, pues ambos eran sus parientes, y presentaron una evolución tan rápida (en el sentido de tiempo geológico) que los cambios de su forma y sus ornamentaciones consistentes en costillas, tubérculos, espinas, etc., así como su línea lobular, son ahora la base de su clasificación sistemática en que se apoya la estratigrafía de aquellos tiempos, puesto que sirven para identificar acontecimientos anteriores, simultáneos o posteriores (edad relativa). Su tamaño en las partes cercanas a Diquiyú casi nunca pasó de 10 o 20 cm, pero

un poco al sur, en otras partes de la cuenca alcanzaron casi un metro de diámetro.

Cuando finalmente el mar cubrió grandes extensiones, en el fondo la cubierta de arena cada vez más fina fue sustituida ocasionalmente por arcilla, y viceversa, en este ir y venir del mar. La subsidencia fue intensa algunas veces y toda el área de Diquiyú quedó inundada por el mar, que nunca hasta entonces llegó a ser muy profundo. Así, el paisaje cambió al levantarse y hundirse esta región, varias veces en el transcurso de unos pocos millones de años, dejando algunos cientos de metros de depósitos (Fig. 12 d).

Durante la formación del conglomerado basal de toda la secuencia (conglomerado de la formación Rosario y Conglomerado Cualac), el ataque erosivo inicial fue tan intenso que no solamente rocas duras fueron arrancadas, sino aun fragmentos de la propia roca sedimentaria que había comenzado a consolidarse, fueron fácilmente redondeados e incluidos en las gravas que formarían el conglomerado. Esto ya no ocurrió en las posteriores regresiones y transgresiones del mar, en que el relieve suavizado difícilmente aportó materiales toscos, puesto que sólo formó conglomerados de cantos menos grandes, como en la formación Simón que contiene fragmentos de cuarzo que debido a su dureza se conservaron.

¿Qué sucedió al final del Jurásico y principios del Cretácico? no lo sabemos; la historia no dejó ninguna señal de aquellos tiempos. Probablemente la región de Diquiyú sufrió los cambios regionales comunes a esa parte de nuestro territorio. La cuenca levantada, en vez de acumular depósitos, expuso a la erosión los últimos que había formado (Fig. 12e) quizá por plegamiento, y sólo hasta bien entrado este último periodo volvió a quedar cubierta por los mares, (Fig. 12 f) y sus depósitos posteriormente serían plegados y levantados durante la Revolución Laramide (Fig. 12 g) al final del Cretácico y principios del Terciario. Esta oro-

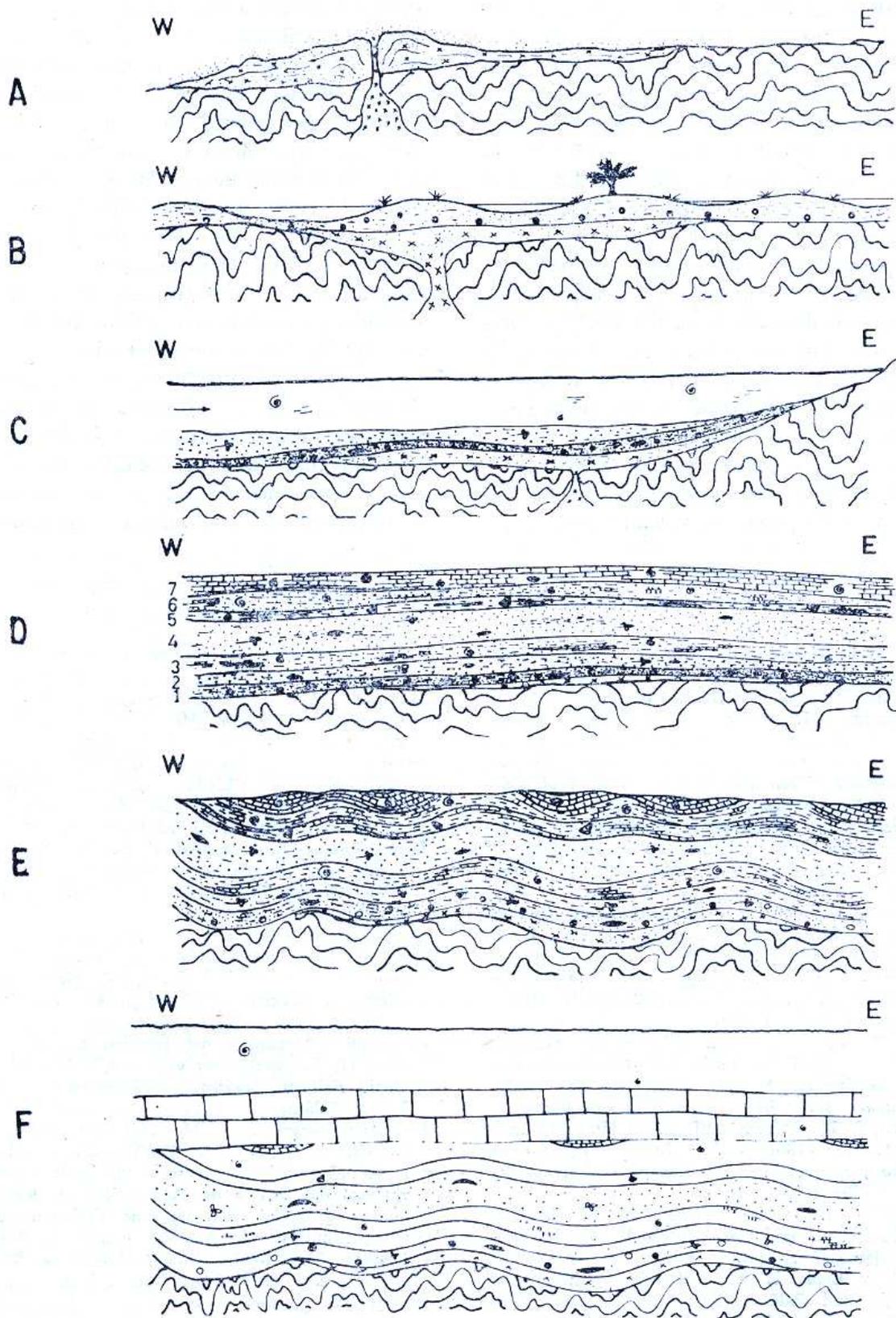
genia fue seguida de intenso magmatismo, algunas rocas fundidas surgieron en la superficie (formación Huajuapán) y otras se intrusieron. Tal vez entonces estas últimas se encajonaron levantando toda esta área, formando el anticlinal de Diquiyú (Fig. 12 h). La erosión se activó y denudó esta porción, hasta llegar a exponer las viejas rocas ígneas del complejo basal empujado, quizás, desde su base (Fig. 12 i).

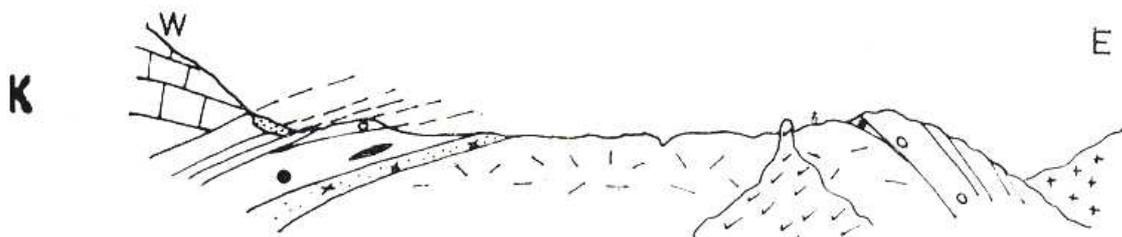
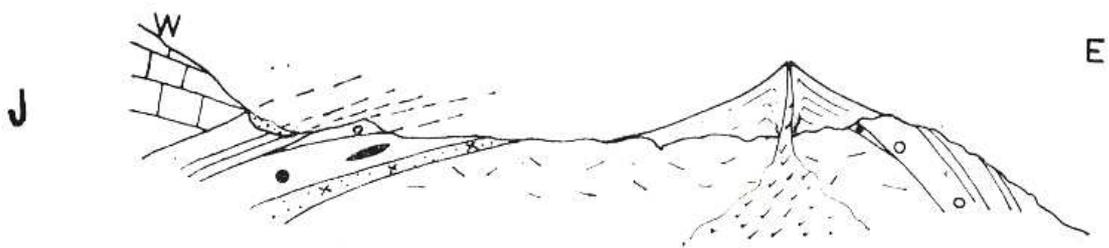
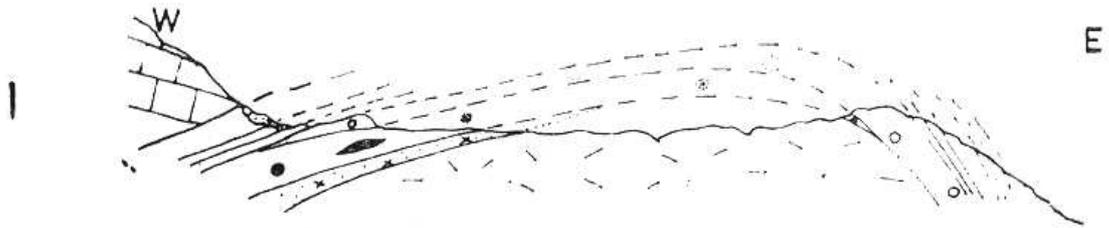
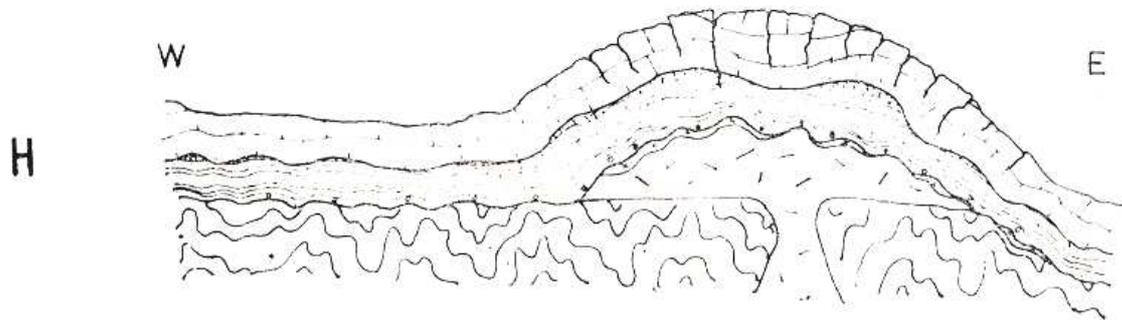
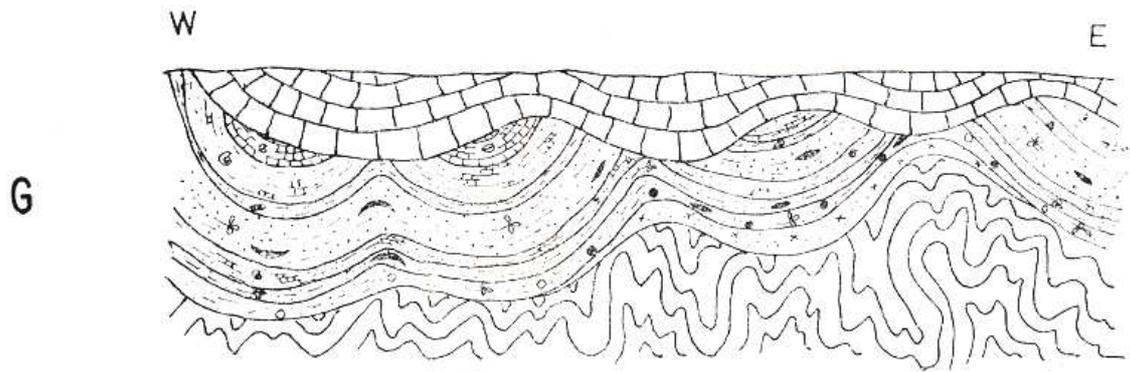
El paisaje comenzó entonces a parecerse poco a poco a lo que es hoy. El brusco levantamiento de toda la secuencia desquebrajó la parte superior y afalló su contorno; los materiales liberados contribuyeron a formar el conglomerado basal de la formación Huajuapán; las rocas fracturadas permitieron la formación de nuevos diques e intrusivos, y casi al final de este episodio surgió, en lo que hoy es Diquiyú, un volcán (Fig. 12 j).

Su erupción debió haber sido fundamentalmente explosiva a juzgar por la abundancia y amplia distribución de las cenizas, así como por la escasa presencia de corrientes lávicas. Con el tiempo, también este volcán fue totalmente erosionado, sólo quedan los restos del tapón que llenó su chimenea, y la dureza de algunas de sus lavas determinó las cimas de varios lomeríos (Fig. 12 k). No es posible saber si las tobas que junto a Tezoatlán forman la Peña de Cristo Rey, la del Cacalote y otras situadas al sur de este poblado provienen del volcán de Diquiyú, porque habiendo desaparecido el edificio volcánico, si es que lo hubo, se carece de continuidad de los afloramientos y porque, como es sabido, diferentes volcanes pueden expulsar materiales de composición mineralógica semejante, o ésta puede cambiar en el transcurso de una misma erupción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alencaster de Cserna, G. (1963). "Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y norreste de Guerrero". UNAM, Inst. Geol., *Paleont. Mexicana*, n. 15, México, 52 p., 3 figs., 12 láms.
- Aveilla Guadarrama, C. (1973). (Inédito) *Moluscos jurásicos del área de San Andrés Yutatío, municipio de Tezoatlán, Oaxaca*. Tesis Prof., México, 102 p., 9 figs., 10 láms., 17 tabs.
- Birkinbine, J. L. W. (1911). "Exploration of certain iron-ore and coal deposits in the State of Oaxaca, México". *Amer. Inst. Mining Metall. Engineers Trans.*, v. 41, pp. 166-188.
- Burkhardt, C. (1972). "Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero". *Bol. Inst. Geol.*, México, 47, 108 p., 34 láms.
- (1930). "Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain". *Mem. Soc. Paléont. Suisse*, v. 49-50, 280 p., 65 figs., 18 tabs.
- Cortés Obregón, S., Torón Villegas, L., Martínez Bermúdez, J., Pérez Larios, J., Gamboa Avitia, A., Cruz Castelán, S. y Puebla Peralta, M. (1957). *La cuenca carbonífera de la Mixteca*. Banco de México, S. R., México, 191 p., 64 láms., 10 tabs.
- Erben, H. K. (1956 a). *El Jurásico Inferior de México y sus amonitas*. 20 Congr. Geol. Intern., México, 393 p., 41 láms.
- (1956 b). *El Jurásico Medio y el Calloviano de México*. 20 Congr. Geol. Intern., México, 140 p., 19 láms., 5 maps.
- Félix, J. y Lenk, H. (1891-1899). "Beitrag zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexiko", Pte. 1 y 3, (1899). *Palaentographica*, v. 37, pp. 117-199, láms. 22-30 y Pte. 2, (1891). Schweizerbart'scher Verlag, Stuttgart, 94 p., 3 láms.
- Guzmán, E. J. (1950). "Geología del noreste de Guerrero". *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.*, México, v. 2, pp. 95-156, 33 figs., 3 láms.
- Instituto de Geografía de la UNAM y Com. Est. Terr. Nal. (CETENAL), Div. de Planeación, *Carta de Climas*, Hoja San Pedro Pochutla, 14 p. (II), Oaxaca, 14 Q VIII México.
- López Ramos, E. (compilador) (1976). *Carta geológica de la República Mexicana*, Esc. 1: 2 000 000, 4a. Ed. Comité de la Carta Geológica de México.
- Ochoterena F., H. (1963). "Amonitas del Jurásico Medio y del Calloviano de México. I. *Parastrenoceras* gen. nov.". UNAM, Inst. Geol., *Paleont. Mexicana*, México, n. 16, 26 p., 10 figs., 1 map., 5 láms.
- (1966). "Amonitas del Jurásico Medio de México. II. *Infrapatoceras* gen. nov.". UNAM, Inst. Geol., *Paleont. Mexicana*, México, n. 23, 18 p., 5 figs., 3 láms.
- Pérez-Ibargüengoitia, J. M., Hokuto-Castillo, A. y De Cserna, Z. (1965). "Estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior de la parte centro meridional del Estado de Puebla. Pte. I. Reconocimiento geológico del área de Petlalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla". UNAM, Inst. Geol., *Paleont. Mexicana*, México, n. 21, pte. 1, pp. 1-22, 2 figs., 1 lám.
- Ramírez, S. (1882). "Informe a la Secretaría de Fomento como resultado de su exploración a los





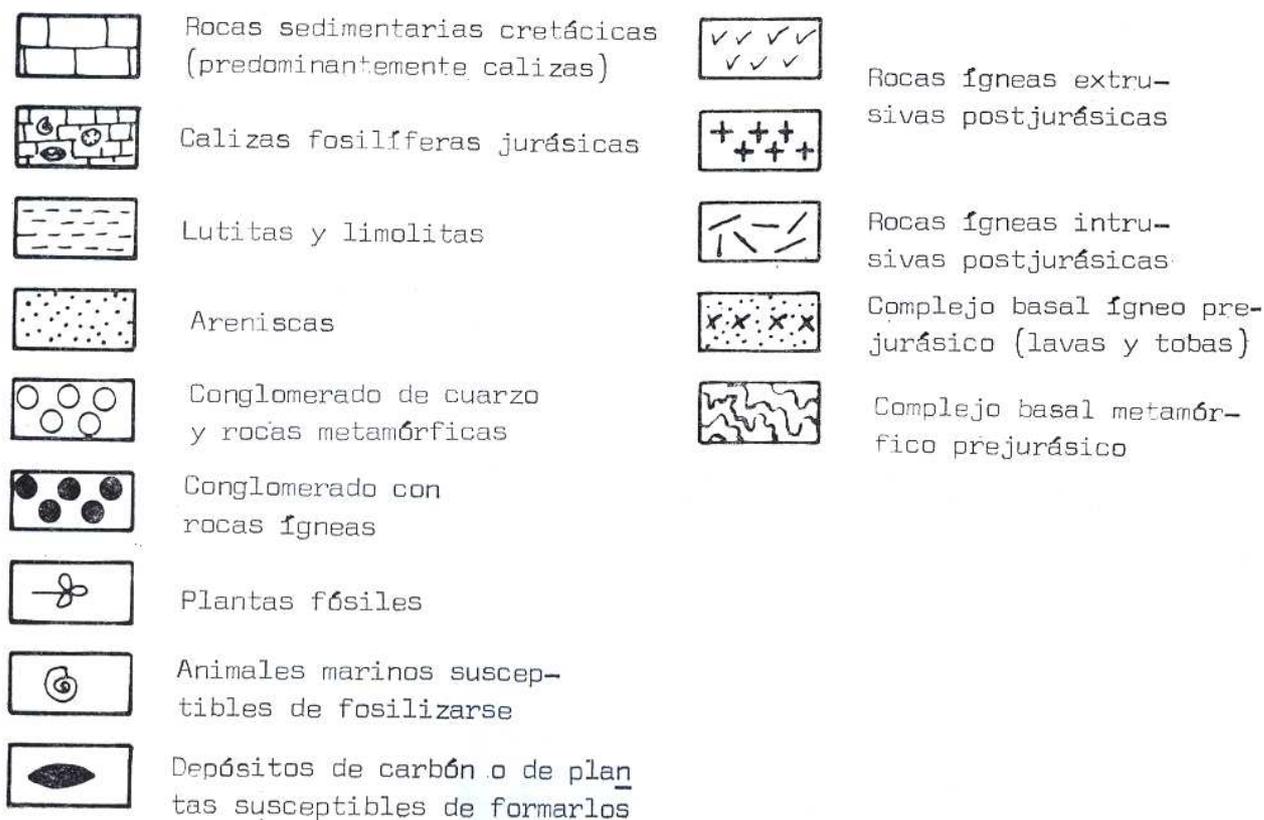


FIG. 12. Probable evolución de la región de Diquiyú; secciones geológicas muy esquematizadas, transversales al anticlinal. *a)* Principios del Jurásico; rocas metamórficas erosionadas con algunos derrames y tobas andesíticas y basálticas; complejo basal. *b)* Finales del Jurásico Inferior-base del Jurásico Medio; fase inicial de la paleocuenca de Guerrero-Oaxaca; formación de conglomerados continentales, lagunas y pantanos con abundante vegetación. *c)* Invasión de las aguas marinas sobre sedimentos continentales. *d)* Secuencia sedimentaria jurásica resultante de sucesivas transgresiones y regresiones marinas: 1. Formaciones Rosario y Conglomerado Cualac; 2. Formación Zorrillo; 3. Formación Taberna; 4. Formación Simón; 5. Formación Otatera; 6. Formación Yucuñuti; 7. Formación Calizas con *Cidaris*. *e)* Plegamiento y erosión de la secuencia jurásica. *f)* Depósitos de sedimentos marinos discordantes del Cretácico, predominantemente calizas. *g)* Plegamiento y erosión de las secuencias sedimentarias jurásica y cretácica. *h)* Intrusión de rocas ígneas que determinó la formación del anticlinal Diquiyú. *i)* Erosión del anticlinal de Diquiyú, nótese que la formación Rosario se adelgaza hacia el oriente al interdigitarse con el Conglomerado Cualac. *j)* Formación del volcán de Diquiyú. *k)* Estado actual del anticlinal de Diquiyú, del antiguo volcán sólo se conserva el cuello.

- distritos de Matamoros Izúcar, Chiautla y Acatlán en el Estado de Puebla y del estudio de sus criaderos de carbón mineral". *An. Minist. Fomento*, México, v. 7.
- Rodríguez-Torres, R. (1970). "Geología metamórfica del área de Acatlán, Estado de Puebla". *Soc. Geol. Mex., Libr.-guía Exc. México-Oaxaca*, México, pp. 51-54, 2 tabs., 1 lám.
- Sajas, G. P. (1949). "Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca". *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.*, México, v. 1, pp. 79-156, 35 figs., 13 láms., 1 map.
- Secretaría de Industria y Comercio, Dir. Gral. de Estadística, *Censo General de Población IX* (1970). Localidades por entidad federativa y municipio, con algunas características de su población, Oaxaca, México, v. II, pp. 697-804.
- Silva-Pineda, A. (1970). "Plantas fósiles del Jurásico Medio de la región de Tezoatlán, Estado de Oaxaca". *Soc. Geol. Mex., Libr.-guía Exc. México-Oaxaca*, México, pp. 129-153, 11 figs.
- Von Erffa, A., Hilger, W., Knoblich, K. y Weyl, R. (1976). "Geología de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus contornos", *Comunicaciones*, Proyecto Puebla-Tlaxcala, México, pp. 99-106, 9 figs., 2 tabs., 1 map.
- Wieland, G. R. (1914-1916). "La flora liásica de la Mixteca Alta". *Bol. Inst. Geol. México*, 31, 165 p., 50 láms.