

ESTUDIOS PALEONTOLOGICOS Y ESTRATIGRAFICOS EN LA REGION DE TEHUACAN, PUE. *

PRIMERA PARTE

Por **FEDERICO K. G. MUELLERRIED**, del Instituto de Biología.

PREFACIO

EN este trabajo presento el resultado de mis investigaciones paleontológicas y estratigráficas, incluyendo las observaciones que han hecho ya los observadores anteriores. A éstos se debe que la región situada al suroeste de Tehuacán sea ya clásica para la paleontología y estratigrafía desde hace casi cien años. Las publicaciones científicas fundamentales son, en orden cronológico, las de H. Nyst y H. G. Galeotti (12, véase la bibliografía a principio de este trabajo), que publicaron desde 1839 las primeras notas paleontológicas sobre la región en cuestión; J. Felix (10) habla en 1891 y 1899 sobre la paleontología y estratigrafía; J. G. Aguilera (1,2) en 1897 y 1906, adicionó muchas observaciones paleontológicas en dos publicaciones geológicas, y recientemente, en 1930, C. Burekhardt (4) hizo una síntesis estratigráfica-paleontológica, de la región de Tehuacán, basándose en los trabajos publicados hasta ahora, es decir, en los fundamentales ya mencionados, y en otras notas paleontológicas de E. Boese (3), H. Coquand (5), G. Cotteau (6, 7), E. Desor (8), H. Douvillé (9), P. de Loriol (11), A. d'Orbigny (13) y C. A. White (14). A la región al sureste de Tehuacán se refieren las publicaciones de J. G. Aguilera (1), de J. Felix y H. Lenk (10).

PUBLICACIONES QUE SE REFIEREN A LA REGION DE TEHUACAN, PUE.

1. **J. G. Aguilera, E. Ordóñez y R. J. Buelna:** Bosquejo geológico de México.—Inst. Geol. de México, Boletines 4 a 6, 1897. Págs. 83-93.
2. **J. G. Aguilera:** De México a Tehuacán. Exeursion de Tehuacán a Zapotitlán et San Juan Raya—Guide des exeursions. Xe. Congr. Géol. Inter., México, 1906. Nrs. IV y VII.
3. **E. Boese:** On a new *Exogyra* from the Del Río Clay, etc.—University of Texas, Bulletin N° 1902. 1919. Págs. 4 y 5.

* El Sr. Prof. I. Ochoterena, Director de este Instituto de Biología, tuvo la idea de que se hiciera un reconocimiento paleontológico y estratigráfico cerca de Tehuacán, Pue., región conocida desde hace tiempo por la gran cantidad de fósiles que hay por allá. Estoy muy agradecido al Sr. Prof. I. Ochoterena por haberme conferido la investigación en la región citada, tan interesante en materia de paleontología y estratigrafía. A la cantidad de dinero que dió la Universidad, por lo que estoy agradecido al entonces Rector, abogado I. García Tellez, agregué igual cantidad de mi peculio, de modo que fué posible hacer un recorrido de cinco semanas, en marzo y abril de 1931, al suroeste de Tehuacán, y en septiembre del mismo año en algunos lugares al sureste de la citada población, hasta el Cañón de Tomellín.

4. **C. Burckhardt:** Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain.—Mém. Soc. Pal. Suisse, ts. 49 y 50, 1930. Págs. 158-161.
5. **H. Coquand:** Monographie du genre *Ostrea*. Terrain crétacé. 1869.
6. **G. Cotteau:** Echinides nouveaux ou peu connus.—Rev. et Mag. de Zool., 1880. Pág. 219.
7. **G. Cotteau:** Note sur quelques Echinides du terrain crétacé du Mexique.—Bull. Soc. Géol. Fr., tercera serie, t. 18, 1890. Pág. 292.
8. **E. Desor:** Synopsis des Echinides fossiles. 1858-1859.
9. **H. Douvillé:** Sur quelques rudistes américains.—Bull. Soc. Géol. Fr., tercera serie, t. 28, 1900. Págs. 215-217.
10. **J. Felix y H. Lenk:** Beitrage zur. Geol. u. Pal. der Rep. Mexiko, t. 2, 1899, t. 3, 1891 (también *Paleontographica*, t. 37, 1891).
11. **P. de Loriol:** Note sur quelques especes nouvelles... des Echinodermes.—Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. de Geneve, t. 24, 1876. Pág. 15.
12. **H. Nyst y H. G. Galeotti:** Sur quelques fossiles du calcaire jurassique de Tehuacán au Mexique.—Bull. Ac. Royale de Belgique, t. 7, 1839. Págs. 212-221.
13. **A. d'Orbigny:** Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle, t. 2, 1850-1852.
14. **C. A. White:** Description of a very large Gasteropod from the State of Puebla, Mexico.—Proc. U. S. Nat. Mus., t. 3, 1881. Págs. 140-142.

POSICION GEOGRAFICA DE LA REGION DE TEHUACAN

La región de Tehuacán, Pue., pertenece a la extremidad oriental de la pendiente sur de la Mesa Central, de la que dista en su terminación norte, aproximadamente, 70 kilómetros. De la Mesa Central a la región de Tehuacán el descenso es lento, de 2,200 a 2,300 metros a 1,650 en Tehuacán. También en la región estudiada el descenso es ligero, teniendo en cuenta que en su extremidad sureste, en la terminación norte del Cañón de Tomellín hay 615 metros de altura, y que esa bajada continua desde Tehuacán (la estación del F. C. tiene 1,649 metros sobre el nivel del mar) hasta la estación del F. C. en Tomellín (613 metros) abarca una distancia de 100 kilómetros.

MORFOLOGIA

El paisaje de la región estudiada es sumamente pintoresco, lo que se debe, en primer lugar, siendo escasa la vegetación, a lo quebrado del terreno, cuya parte baja corresponde a los valles, y la alta a las sierras y cerros. Los valles se extienden entre las sierras y son angostos hasta bastante anchos. El valle más extenso es el de Tehuacán que tiene varios kilómetros de ancho, se extiende desde Tecamachaleco hasta el Cañón de Tomellín; no es perfectamente rectilíneo, pero sí lo es en su mayor parte, donde tiene el rumbo NW-SE y NNW-SSE. Los demás valles son menos anchos, generalmente angostos, rectilíneos u ondulados, y con rumbos diferentes, pero de preferencia NNW y WNW. Las sierras y cerros son altos o ba-

jos, alcanzando una altura considerable; así, por ejemplo, al poniente de Tehuacán llegan hasta algo más de 2,600 metros. Hay sobre todo sierras alargadas y de bastante extensión, con rumbo variado, pero principalmente con la dirección NNW y WNW.

Una impresión de la morfología de la región situada al suroeste de Tehuacán da la "Carta de la República Mexicana, a 1: 100,000", Hoja 19-IV-(A) y otras vecinas, publicadas en 1892, y un mapa de menos extensión, levantado por F. de P. Rodríguez, publicado con las observaciones geológicas de J. G. Aguilera (2) en 1906.

MORFOLOGIA Y GEOLOGIA

Hay una relación estrecha entre la morfología y la constitución geológica del subsuelo de la región. Las sierras altas y bajas se componen de roca de caliza,



Fig. 1.—Aspecto de la Sierra al poniente de San Antonio Texcala, Pue. Nótese lo rectilíneo de la sierra, compuesta de caliza. Fotografía tomada por F. K. G. Muellerried, abril de 1931.

arenisca y pizarra en forma de estratos, cuyo rumbo es principalmente NNW o WNW, y a distancia frecuentemente bastante grande, es decir, muchos kilómetros (hasta 10), en igual al rumbo de las sierras, por lo que éstas son alargadas y frecuentemente rectilíneas (Fig. 1) a menos que no se cambie el rumbo de los estratos. Esa relación se puede estudiar en casi toda la región citada, ya que los estratos sedimentarios son la clase principal de roca que allí se encuentra. Las peñas que se observan frecuentemente se deben a la caliza por ser una roca compacta que tiene grietas verticales, de extensión grande horizontalmente, produciéndose por ellas el acantilado de las peñas.

Los cerros se componen de roca cristalina o metamórfica (Fig. 2), y se encuentran sobre todo en la margen sur de la región al suroeste de Tehuacán, entre Santo Domingo, Oax., y Coatepec, Pue. Allí se nota un conjunto de cerros y vallecillos, de una morfología completamente distinta de la de la región de las sierras compuestas de estratos sedimentarios. La poca extensión de los cerros se debe a que el rumbo de los planos de separación de la roca metamórfica varía frecuentemente y a que la extensión de la roca intrusiva es generalmente limitada. Cerros de roca extrusiva se encuentran también en el mismo sitio y en la región al suroeste de Tehuacán, pero son raros, aunque por su morfología diferente de las sierras de estratos sedimentarios, se distinguen luego.

En los valles angostos y en los anchos, sobre todo en los últimos, hay generalmente depósito de roca suelta de acarreo, pero de un espesor vertical reducido. Este

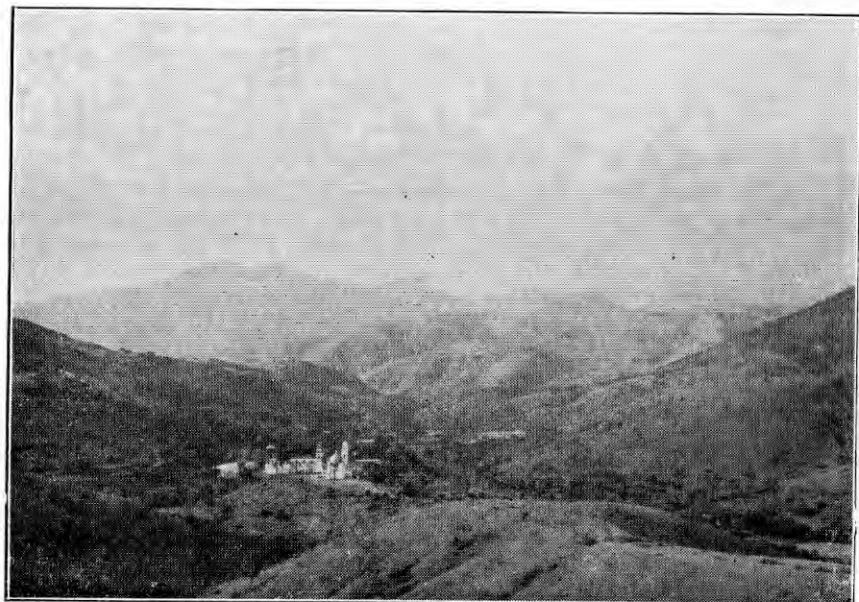


Fig. 2.—Aspecto del paisaje al sur de Coatepec, Pue. Nótese los cerros y vallecillos, que no tienen un rumbo uniforme; las rocas de la región son metamórficas e intrusivas. Fotografía tomada por F. K. C. Muellerried, abril de 1931.

acarreo cubre otras rocas, en la región de las sierras alargadas a los estratos como los que componen aquéllas, y en la de los cerros, rocas cristalinas o metamórficas. En la región de las sierras los valles también tienen el rumbo principal de los estratos, es decir, NNW o WNW, y corresponden a un sinclinal (a veces a un monoclinal?) de los estratos, mientras que las sierras representan anticlinales y a veces monoclinales. En la región de los cerros los vallecillos tienen generalmente un rumbo irregular; parecen corresponder a roca desagregada. Los cerros representan las partes compactas y por lo mismo resistentes de la roca cristalina y metamórfica.

Por todo esto, se nota la relación estrecha que hay entre el relieve del paisaje y la geología, principalmente la tectónica y la clase de roca.

MORFOLOGIA E HIDROLOGIA

Estando la pendiente general de la región dirigida de norte a sur, no extraña que los ríos corran al Pacífico, pues éste queda al sur de la región estudiada. Pero, en ésta hay sobre todo valles de origen tectónico, y como los ríos corren en estos valles, la red hidrológica está sujeta sobre todo al rumbo tectónico, es decir, NNW y WNW. También el curso de los ríos, en la región de las sierras alargadas, depende de la morfología, y por lo mismo de la tectónica. En la región de la roca cristalina y metamórfica el curso de los ríos es más bien irregular, así como es el de los vallecillos.

Casi todas las aguas superficiales corren al Río Verde, que desemboca en el Pacífico al suroeste de la ciudad de Oaxaca. Algunos arroyos en la extremidad poniente de la región estudiada, son tributarios del Río Balsas.

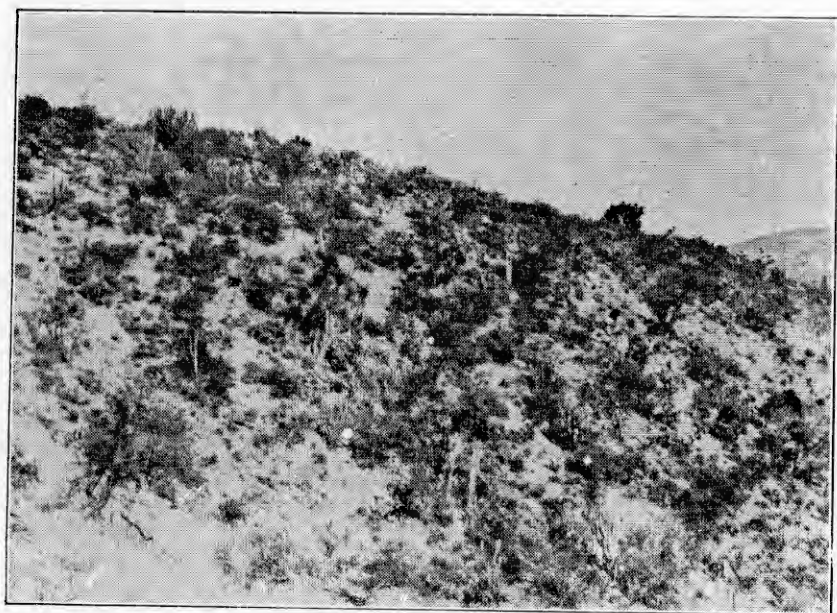


Fig 3—Aspecto de la vegetación cerca de San Antonio Texcala, Pue. Fotografía tomada por F. K. G. Muellerried, abril de 1931.

CLIMA Y VEGETACION

Las observaciones morfológicas de la región en cuestión se pueden hacer perfectamente bien, tanto más porque falta una vegetación densa y de árboles altos (Fig. 3), sobre todo al suroeste de Tehuacán, debido a la escasez de la lluvia, consecuencia del clima seco. La estación de aguas es corta y no pasa los meses de septiembre y octubre; en los demás meses la lluvia es rara, no extrañando por esto

que la vegetación sea reducida. Consiste principalmente en arbustos con espinas, y en cactáceas, debiéndose a éstas que la región sea famosa desde hace tiempo.

AFLORAMIENTO DE ESTRATOS Y ROCAS

Se entiende que la región estudiada es un campo ideal para el geólogo, porque quedan expuestas bien las rocas y los estratos por la vegetación reducida. Frecuentemente los estratos afloran sobre terrenos extensos, de modo que el mismo banco



Fig. 4.—Aspecto del paisaje en la región del Cerro Volcancillo, entre San Antonio Texcala y Zapotitlán, Pue. Nótese los estratos sedimentarios y su rumbo uniforme. Fotografía tomada por F. K. G. Muellerried, abril de 1931.

de caliza o arenisca se extiende por centenares de metros (Fig. 4) y los mismos estratos por kilómetros. Es por eso que la región se presta bien para estudios paleontológicos y estratigráficos, ya que transversalmente al rumbo de las capas puede observarse muy bien la sucesión estratigráfica de los bancos. A veces, por varios kilómetros se pueden anotar en la serie de estratos los distintos bancos, su sucesión (Fig. 4), los fósiles incluidos, los que por los agentes erosivos aparecen en las caras de la roca, y los ya sueltos, que por la desagregación de la piedra se encuentran encima del banco que los contiene, o al pie a poca distancia de éste, llevado por la lluvia. Al observar la sucesión estratigráfica de las capas se estudia también la de los fósiles, investigando si en una serie de estratos todos los bancos contienen o no fósiles, si solamente hay algunos, observando la sucesión de las distintas especies y géneros de los fósiles animales y vegetales.

ESTRATOS Y FOSILES. ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

Hay diversidad de estratos, rocas y fósiles en la región mencionada, los que presentaremos en su orden cronológico o sea estratigráfico, empezando con la formación más antigua. Sucesivamente se hablará del Arcaico-Arcaiozoico (el complejo basal, compuesto de esquistos cristalinos y de rocas intrusivas, sin fósiles), del ?Paleozoico Superior (tal vez aflorando en la región), del ?Triásico Superior, Jurásico y Cretácico (estratos sedimentarios con multitud de fósiles invertebrados y algo de restos vegetales), del Terciario (rocas extrusivas y ?sedimentarias), y del Cuaternario (rocas sedimentarias con algunos fósiles vertebrados, ?rocas extrusivas).

I. EL ARCAICO Y EL ARCAIOZOICO

Este complejo se compone de rocas metamórficas e intrusivas. Afloran únicamente en la margen sur de la región al suroeste de Tehuacán (véase el mapa geológico al final de la publicación) pero muy probablemente sigue en toda la región estudiada debajo de los estratos sedimentarios, porque sea en cualquier parte de México, donde aflora el complejo de rocas metamórficas e intrusivas o donde ha sido encontrado en perforaciones, se nota que debajo de los estratos sedimentarios hay rocas idénticas a las que hay al suroeste de Tehuacán. Por su posición en la base de los estratos se puede llamar la formación en cuestión el complejo basal. Este aflora en la región investigada entre Santo Domingo (Tlanguistengo) Oax., y Santo Tomás; al norte y sur de Reyes (Metzontla); al sur de Caltepec (Asunción); en Atolotitlán (San Luis); al poniente de Coatepec (Santiago) y, según J. G. Aguilera (1) en San Luis Tultitlanapan, entre Caltepec y Atolotitlán. Desde esas poblaciones el complejo basal sigue aflorando hacia el sur, como comprueba la morfología de los cerros de aquella comarca. En las cercanías de Reyes (Metzontla) el complejo basal está circunscrito por estratos sedimentarios de modo que aflora en una típica "ventana de erosión".

Las rocas del complejo basal son algo variadas, pues unas son esquistos cristalinos y otras intrusivas. Las primeras son gneisses, esquistos verdes, en parte con lentes de cuarzo, intercalados paralelamente a la laminación, y según J. G. Aguilera (1) hay también micaesquistos. En ocasiones observé gneiss granítico, en parte con bastante piritita en cristales pequeñísimos. Tal vez hay también caliza cristalina en la serie de esquistos cristalinos, porque en las capas basales de los sedimentos sobrepuestos al complejo basal, al norte de Caltepec, encontré guijarros del tamaño hasta de una cabeza humana de caliza cristalina, de color claro azulejo, en parte laminada por variar la textura y el color, transversales a la laminación. Como los guijarros se han encontrado en sedimentos mesozoicos deben ser más antiguos que éstos, es decir, tal vez del Arcaico-Arcaiozoico. También es posible que la caliza sea algo más reciente que el complejo basal, lo que se trata en el capítulo siguiente.

Los esquistos cristalinos son laminados o esquistosos y sus planos de separación son frecuentemente verticales o casi lo son; a veces tienen poco echado. Con mucha frecuencia se observa que las rocas son plegadísimas. El origen de los esquistos cristalinos de la región de Tehuacán no es bien conocido todavía, porque faltan observaciones geológicas detalladas y análisis de las rocas. Igualmente a otras regio-

nes del mundo, los esquistos cristalinos de Tehuacán son probablemente, en parte, de origen sedimentario, y en parte ígneo.

Las otras rocas, las intrusivas, son graníticas, generalmente de color claro y de textura fina a la gruesa. Algunas veces hay aplita (lámina N° 7,574 en el Instituto de Geología) y ?aprita silicificada (lámina 7,575), según determinación microscópica de la sección de Petrología del Instituto de Geología, cuya colaboración agradezco debidamente al señor Director, ingeniero de minas, don Manuel Santillán. Esa aplita parece atravesar los esquistos cristalinos en forma de diques. Si esto es cierto, entonces, a lo menos una parte de la roca intrusiva, es más reciente que los esquistos, y podrá explicar entonces, en parte, el metamorfismo que deben haber sufrido los esquistos cristalinos. El metamorfismo se debe también a otros procedimientos, como la presión dentro de la costra terrestre, el plegamiento de los esquistos, etc.

El complejo basal es más antiguo que los sedimentos sobrepuestos, porque está debajo de ellos y porque en el contacto de la roca intrusiva y de la sedimentaria no se nota un metamorfismo de ésta última de parte de la primera. Los estratos sedimentarios más antiguos de la región en cuestión son del ?Triásico Superior, seguramente del Liásico (véase el capítulo siguiente), de modo que el complejo basal es más antiguo que aquella formación. Por lo que se sabe de otras partes del país, este complejo basal es más antiguo que el Paleozoico Superior, porque en algunos lugares está sobrepuesto por estratos no-metamorfizados de esa edad. En regiones vecinas de los Estados Unidos, por ejemplo en Arizona y Nuevo México, el complejo basal está sobrepuesto (15) por estratos no-metamorfizados del Cámbrico, lo que indica que esas rocas cristalinas y metamórficas son de edad prepaleozoica. Según Ch. Schuchert (16) hay en Sonora capas no-metamorfizadas del Paleozoico Inferior (Silúrico), de modo que en el noroeste de México el complejo basal debe ser más antiguo que la formación citada. Todo esto indica que con toda probabilidad el complejo basal del país es de edad prepaleozoica. Las rocas basales de la región de Tehuacán son, por lo tanto, del Arcaico-Arcaiozoico. Allí, lo mismo que en las demás partes de México donde aflora el complejo basal, no ha sido posible separar el Arcaiozoico del Arcaico, por lo que hay que considerar las dos formaciones, por ahora, como una sola unidad.

El Arcaico-Arcaiozoico está sobrepuesto discordantemente por estratos ?paleozoicos, mesozoicos y neozoicos, descritos en lo que sigue.

II. ?PALEOZOICO SUPERIOR

La caliza cristalina, encontrada en forma de guijarros en capas basales del Jurásico al norte de Caltepec, podría provenir del Paleozoico Superior y no del complejo basal, ya que en otra formación anterior al Mesozoico en la que se encuentran a veces calizas cristalinas es el Paleozoico Superior, por ejemplo, en el Istmo de Tehuantepec (17) y Chiapas (18). Pero como no se han encontrado fósiles de guía en esos guijarros no se puede, por ahora, resolver el problema en cuestión. Los guijarros mencionados indican únicamente que existen o han existido estratos de caliza cristalina en el complejo basal o en el Paleozoico Superior, siendo la roca probablemente de origen marino.

III. ?TRIÁSICO SUPERIOR, JURÁSICO INFERIOR, MEDIO Y ?SUPERIOR

Discordantemente encima del complejo basal hay en varios lugares una potente serie de estratos no-metamorfizados, cuya parte inferior es arenosa y pertenece al ?Triásico Superior, Jurásico Inferior, Medio, y ?Superior, y la superior se compone de caliza y pizarra del Cretáceo.

La serie inferior arenosa ha sido mencionada ya por J. G. Aguilera (1) en varios lugares entre Santo Tomás y Coatepec, donde pude hacer observaciones más amplias.

Entre Santo Tomás y el Boquerón, de Santo Tomás rumbo a Tehuixtla, y a lo largo del río Acatlán, observé encima del complejo basal aproximadamente 500 me-



Fig. 5.

tros de estratos (Fig. 5), frecuentemente separados en bancos gruesos. La parte inferior, de 200 metros de espesor, se compone de arenisca de grano diferente, de arenisca conglomerática (con guijarros de cuarzo de tamaño de nuez) que tiene a veces una estratificación cruzada, y de arenisca arcillosa, siendo los estratos de colores diferentes: claro, pardo, rojo, violeta y verde. La parte superior de la serie en cuestión tiene 300 metros de espesor y se compone de marga, marga con manchas, arcilla arenosa, en parte con colores fuertes (rojo, violeta, verde), e intercalados bancos y lentes de arenisca, arenisca conglomerática (con guijarros de cuarzo), arenisca arcillosa, arenisca laminada o separada en lajas y arenisca con estratificación cruzada; a veces las areniscas incluyen guijarros de arcilla. Fósiles no han sido observados en toda la serie.

Al norte y este de Caltepec observé encima del complejo basal 280 metros de estratos (Fig. 6), separados en bancos generalmente bastante gruesos. Casi el total del espesor de la serie está formado por conglomerados de color rojizo o pardo, y compuesto de guijarros hasta del tamaño de una cabeza humana, de esquistos cristalinos y de roca granítica, y a veces, como se ha mencionado, de caliza cristalina; en la serie están incluidas capas y lentes de arcosa, exclusivamente en la base, y de arenisca de grano grueso. Encima del conglomerado hay 30 metros de arenisca con

estratificación cruzada en parte de grano fino con restos vegetales?, y también de grano grueso o conglomerático con guijarros de cuarzo, de roca granítica y de esquistos cristalinos. Esos conglomerados y areniscas se observan también al sur de Reyes Metzontla.

Cerca de Xochitepec hay arenisca, en parte de grano grueso, marga de color violeta y rojo, y en el camino del pueblo al Cerro Matzitzi hay arenisca arcillosa, de color pardo y verde, que bien pueden pertenecer a la formación citada.

Al norte de Atolotitlán hay encima del complejo basal 300 metros de arenisca de color pardo, en parte, de grano grueso, en parte, conglomerática (con guijarros de roca del complejo basal) e intercalada algo de marga. Al este del mismo pueblo observé arenisca de color y grano diferentes, marga arenosa y marga apizarrada de color oscuro.

Fig. 6. Perfil geológico al norte de Caltepec, Pue.

Escala 1:20 000.

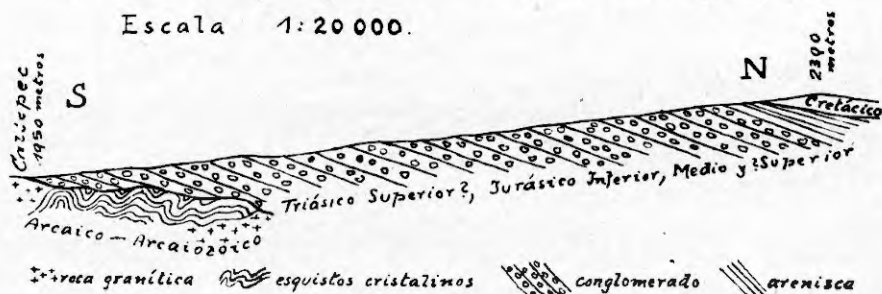


Fig. 6.

Al poniente de Coatepec se encuentra arenisca arcillosa, marga apizarrada y arenisca conglomerática, sobrepuestas al complejo basal.

En el pueblo de Coatepec y al oriente, hay encima del complejo basal una potente serie de estratos, de varios centenares de metros de espesor, compuesta de arenisca de grano diferente, a veces conglomerática (con guijarros hasta del tamaño de una cabeza humana, de roca del complejo basal) y de color pardo o rojo; también hay arenisca arcillosa, pizarra, y una capa (o lente?) de carbón. Lo más interesante es que J. C. Aguilera (1) indica la presencia de restos vegetales en esta serie, de los que pude recoger un número bastante grande, no todos muy bien conservados y aun fragmentados a causa de lo quebrado de la roca en que se encontraban. Los fósiles vegetales parecen estar conservados, sobre todo, porque están impregnados de óxido de fierro. He aquí la descripción de ese material tan interesante para la paleontología y estratigrafía de la región de Tehuacán.

DESCRIPCION DE LOS FOSILES VEGETALES DE COATEPEC, PUE.

Localidad N° 1. Coatepec, cerca de la municipalidad. Capa de marga apizarrada, algo arenosa, rumbo N 70° W, echado 40 a 70° al NNE, de medio metro de es-

pesor, hacia el poniente adelgazándose, hacia el oriente cubierto por acarreo. La capa está llena de fósiles vegetales, de los que pude determinar o reconocer las siguientes:

FILICALES (Helechos)

?*Alethopteris oaxacensis* Wieland, 1914

1914 y 1916. ?*Alethopteris oaxacensis* sp. nov.—G. R. Wieland (19) Págs. 126-128, Atlas, Lám. 42, Figs. 1-4, Lám. 44, Figs. 5, 6.

El único fósil vegetal, muy frecuente en la capa mencionada, consiste en frondas incompletas de un helecho. Rara vez hay follajes incompletos. Estos restos vegetales no son muy uniformes, pero las variaciones observadas no sobrepasan las que se observan en otras especies de helechos fósiles y recientes.

Los pecíolos de esos follajes son bastante raros, aplastados, muy incompletos, hasta de 1 dm. de largo; su ancho es de un centímetro. Con excepción de unos rayos longitudinales la textura de los pecíolos es idéntica a la de las hojitas.

Los follajes son incompletos y tienen las frondas algo o bastante oblicuas al pecíolo. La textura de los pecíolos de los follajes consiste en rayos longitudinales como la de los pecíolos.

Las numerosas frondas encontradas demuestran bien las variaciones de la forma de las hojitas, de su posición y de su nervadura. Dicha forma es idéntica a la de las fotografías publicadas por Wieland (19). El tamaño de las hojas más grandes es hasta 1,5 cm. de largo y 0,5 cm. de ancho. La proporción entre el largo y el ancho de las hojitas es variable, unas no muestran espacio entre ellas, otras sí tienen un pequeño interspacio. Hay unas hojas transversales a los pecíolos, otras son bastante oblicuas, y algunas con una posición intermedia. Unas son rectilíneas y otras ligeramente encorvadas hacia adelante, respectivamente hacia atrás. Hay hojas opuestas a otras en el mismo pecíolo, hojas alternativas y frondas en que las hojas cambian de posición.

Todas las frondas terminan agudas.

Los nervios de una hoja son ya opuestos al ramal principal o ya alternativos. El nervio principal es rectilíneo, y en ocasiones se encorva ya sea hacia adelante o hacia atrás. Los nervios laterales son menos cóncavos hacia la terminación de la hoja que los interiores y hasta son ligeramente ?convexos. Con ayuda de una lente de gran aumento se observa una textura fina en las hojas, que consiste en rayos de dos direcciones transversales, siendo la dirección principal longitudinal o algo oblicua a la extensión longitudinal de las hojas. Esa textura se observa también en los pecíolos.

Asimismo se han podido observar los dos lados de los follajes.

Soros no han sido notados, aunque el número de pedazos de pizarra colectados con los vegetales llega aproximadamente a 100.

El material descrito es completamente idéntico o muy semejante al del ?*Alethopteris Oaxacensis* Wieland (19), procedente de El Consuelo, Oax. Hay que anotar, que el helecho mencionado por E. Díaz Lozano (20, Lám. VII, Fig. 5) puede ser

idéntico con el material de Coatepec; pero la conservación mala del helecho fósil de E. Díaz Lozano no permite comprobar la identidad absoluta con el material de Coatepec.

?Glossopteris sp.

Unas cuantas hojas incompletas parecen pertenecer al género *Glossopteris* por su forma. Su anchura máxima es de 1,5 cm. Desgraciadamente la terminación superior de las hojas no está preservada, notándose nervios divergentes del nervio principal. Lo conservado y la nervadura asemejan el fósil al ?*Glossopteris linearis* Mc. Coy (19), pero una identidad no se puede establecer a causa de la conservación incompleta de las hojas. Respecto a la determinación genérica es importante que Wieland indica la posibilidad de que *Glossopteris linearis* Mc. Coy sea genéricamente un *Sagenopteris*, lo que demuestra que ni siquiera el género de la hoja descrita arriba es seguro.

Restos indeterminables de fósiles vegetales

Junto con los fósiles descritos se encuentran raras veces hojas incompletas y mal conservadas y tallos aplastados de cinco géneros distintos, no pertenecientes a los ya descritos arriba.

Unas cuantas hojas pueden pertenecer al género *Pterophyllum* (Orden *Zamiaceae*, Clase de las *Cycadaceae*) según la forma de éstas. Desgraciadamente la textura de las hojas no es reconocible; además, el follaje es incompleto, de modo que la clasificación genérica es insegura.

Otras hojas, también raras, tienen alguna semejanza con ?*Encephalartos denticulatus* Newberry (21), una *Cycadea*, pero como en el caso anterior el follaje es incompleto y la textura de la hoja no es reconocible, de modo que no se puede determinar genéricamente.

Una hoja, rara, tiene semejanza con hojas del género *Otozamites*, descritas por Wieland (19) de El Consuelo, Oax.; es incompleta, su textura no es reconocible, de modo que la clasificación genérica es completamente incierta.

Otros dos restos vegetales son distintos de los tres mencionados, pero indeterminables por su conservación incompleta y mala.

Localidad N° 2. Coatepec, Pue. A poca distancia y al ESE de la localidad N° 1, del otro lado de la barranca, donde hay una "mina" de carbón. Allí aflora una capa de carbón, algo impura por arcilla o intercalación de capitas de marga, con rumbo WNW y un echado bastante fuerte al NNE. El afloramiento es de extensión reducida; la marga es algo arenosa y contiene restos vegetales, en un número limitado y aun menos conservados que los de la localidad N° 1. Los fósiles vegetales determinados son:

?*Alethopteris oaxacensis* Wieland (un ejemplar),

?*Glossopteris* sp. (un ejemplar), idéntico con el ?*Glossopteris* sp. de la localidad N° 1, y

Una *Cycadea*, idéntica a la de la localidad N° 1, relacionada al ?*Encephalartos denticulatus* Newberry.

Localidad N° 3. A distancia de un kilómetro al oriente de Coatepec, caminan-

do por abajo la barranca, encontré un bloque suelto de arenisca de grano grueso que contiene *Williamsonia* sp. y fragmentos de tallos silicificados, indeterminados. He aquí la descripción del

***Williamsonia* sp.**

Un fragmento de medio metro de largo, y 10 cms. de ancho, conservado en carbón; demuestra bien el lado exterior del tallo con la típica ornamentación del género *Williamsonia*, tal como Wieland (19) lo presenta en las láminas 34 y 35.

* * *

En cuanto a los fósiles vegetales de Coatepec hay que decir que se encuentran probablemente en otras localidades cercanas, porque J. G. Aguilera (1) menciona "impresiones" del cerro del Matzitzí, cerca de Atolotitlán. El hallazgo de fósiles vegetales determinables en Coatepec es tanto más interesante cuanto indica minuciosamente la edad estratigráfica de las capas con esos fósiles. Los estratos de referencia pertenecen a la parte superior del Jurásico Inferior y a la parte inferior del Jurásico Medio, porque *Alethopteris oaxacensis* Wieland es, según G. R. Wieland (19) típico para la capa 6 de la serie de los estratos con restos vegetales de El Consuelo, Oax., la que pertenece, según C. Burekhardt (4) a la parte superior del Liásico, y *Williamsonia* sp. es probablemente de la capa 16 del mismo perfil de El Consuelo, o un poco más arriba de esa capa (19), y según C. Burekhardt, de la parte inferior del Jurásico Medio.

Entonces, en la serie de Coatepec, los fósiles vegetales de las localidades N° 1 y 2 pertenecen a la parte superior del Jurásico Inferior, o sea el Liásico Superior, lo que significa que la capa de carbón de la localidad N° 2 es de la misma edad, porque en esa se han encontrado los fósiles vegetales ya descritos arriba. Esto es interesante porque demuestra que el carbón de Coatepec pertenece al horizonte principal de la sección de El Consuelo (19, 4), y como Coatepec dista 85 kilómetros de El Consuelo demuestra la extensión regional del horizonte principal con carbón.

La localidad N° 3 indica la presencia de la parte inferior del Jurásico Medio.

Entonces, en la serie de Coatepec están representadas las dos grandes divisiones con fósiles vegetales de la serie de El Consuelo, Oax. No se sabe a ciencia cierta si las floras fósiles de El Consuelo y de Coatepec sean idénticas por completo. Para resolver ese problema es necesario hacer una investigación minuciosa de la región de Coatepec. Entonces se aclararía si las diferencias que se notan, por ejemplo, en la flora fósil de la capa 6 en El Consuelo y en Coatepec y que consisten en que en este último lugar hay muy pocos géneros y especies de la misma capa de El Consuelo, y aparentemente algunos (enumerados en el capítulo anterior sobre los fósiles vegetales indeterminables de Coatepec) que no se encuentran en El Consuelo, se deben a diferencias en la flora fósil de las dos regiones o a diferencias a causa del conocimiento incompleto de la paleontología de la región de Coatepec.

Los restos vegetales, mencionados en otras localidades de la región de Tehuacán, tienen muy probablemente la misma edad que las de Coatepec: parte superior del Jurásico Inferior y parte inferior del Jurásico Medio, por ser esas capas de la misma litología y posición estratigráfica que las de Coatepec.

Siendo la litología de los estratos sedimentarios entre Santo Tomás y Coatepec, y su posición estratigráfica entre el complejo basal y el Cretácico idénticas a la de

la serie de Coatepec, podemos aceptar para toda la serie arenosa la misma edad, es decir, parte superior del Liásico y parte inferior del Jurásico Medio. Puede ser que la base de la serie arenosa pertenezca a capas un poco más antiguas, es decir, a la parte inferior del Liásico y aun al ?Triásico Superior, y las capas terminales de la misma serie bien puedan pertenecer a la parte superior del Jurásico Medio y aun a la inferior del Jurásico Superior, porque los restos vegetales de Coatepec parecen proceder de la parte media de la serie arenosa. Esta misma serie entre Santo Tomás y Coatepec bien puede ser del Triásico Superior hasta el Jurásico Superior. Esto es tanto más probable cuanto según C. Burekhardt (4) la serie arenosa entre el complejo basal y el Cretácico en la parte norte del Estado de Oaxaca pertenece, según los fósiles incluidos, al Liásico Superior, Jurásico Medio, y algo del Jurásico Superior todavía, teniendo en cuenta que las capas basales de la serie bien pueden ser un poco más antiguas que el Liásico Superior, más todavía, porque en otras partes del país la serie arenosa llega a incluir estratos de las capas terminales del Triásico Superior (4), y también, anotando que la serie arenosa al suroeste de Tehuacán más bien tiene disconformidad con las capas sobrepuestas del Cretácico que discordancia, problema que hay que tocar de nuevo después de tratar la estratigrafía del Cretácico.

Por ahora se puede decir que los fósiles vegetales incluidos en la serie arenosa de la región de Tehuacán, indican, con toda seguridad, una edad que abarca parte superior del Jurásico Inferior e inferior del Medio, y por una comparación con regiones vecinas, una edad del Liásico Inferior al Jurásico Medio, incluyendo tal vez capas del Triásico Superior y del Jurásico Superior.

El origen de la serie arenosa de la edad estratigráfica indicada arriba, es seguramente continental en parte, ya que los fósiles vegetales son terrestres y no demuestran señas de haber sido llevados al mar, porque faltan fósiles marinos y la litología de las capas también no contradice la idea expuesta. La otra parte de la serie que no contiene restos vegetales terrestres u otros, bien puede ser de origen terrestre o marino, porque la roca que compone la serie, como arcillas, pizarras, margas de colores fuertes y areniscas, bien pueden formarse en un continente o en un mar de poca profundidad. La serie arenosa de Tehuacán es entonces de origen continental y a la vez, en parte, marino, lo mismo que la serie de la misma edad del norte de Oaxaca. Se comprende que la serie está compuesta horizontal y verticalmente de capas distintas, precisamente porque depósitos continentales y litorales cambian frecuentemente su litología a consecuencia del cambio constante del material petrográfico depositado en el continente o cerca de la costa en el mar.

La extensión de la serie arenosa hacia el norte y oriente de los afloramientos entre Santo Tomás y Coatepec no es conocida. La serie parece continuarse debajo de las capas del Cretácico, porque más al norte, en la región de Huayacocotla, V. C., reaparecen las capas jurásicas, en parte continentales y en parte marinas.

La serie arenosa en cuestión, donde aflora al suroeste de Tehuacán, tiene varios centenares de metros de espesor, es de una litología distinta en lo vertical y en lo horizontal, es de origen terrestre y tal vez en parte marino; contiene fósiles vegetales, y es de edad estratigráfica del ?Triásico Superior al Jurásico Superior?, seguramente del Jurásico Inferior y Medio. Las observaciones en el campo se pueden hacer bien, porque en lo general las capas en cuestión tienen un echado moderado y un plegamiento ligero; sólo excepcionalmente esos estratos son verticales o tienen un echado fuerte a causa de algunos acontecimientos tectónicos.