DEPOSITOS DIATOMIFEROS EN EL VALLE DE TOXI

POR

ENRIQUE DIAZ LOZANO

DEPOSITOS DIATOMIFEROS EN EL VALLE DE TOXI,

IXTLAHUACA, ESTADO DE MEXICO

POR ENRIQUE DIAZ LOZANO

Introducción

Antes de dar principio a la exposición de este estudio, es conveniente hacer notar que además del tiempo que requiere la investigación por medio del microscopio en su aplicación a la distomología, hay que agregar que el autor fué varias veces designado para el desempeño de otras comisiones en el campo, por lo que este trabajo ha sufrido numerosas interrupciones antes de ser entregado a la publicidad.

La Dirección del Instituto Geológico tuvo a bien comisionarme para que hiciera el estudio de los depósitos diatomíferos del Valle de Toxi, lugar al que salí en compañía del señor Rafael M. Tello, que a su vez había sido designado para hacer unas perforaciones en el río Lerma. El resultado de este último trabajo se publicó en el Boletín Minero del 15 de agosto de 1916, Tomo II, pág. 167. Los depósitos diatomíferos a que me refiero, se encuentran en gran abundancia entre los sedimentos lacustres del Valle mencionado.

El tiempo de que se dispuso para hacer este estudio, fué muy corto, unos 15 días únicamente, así es que por una parte la cortedad del tiempo y por otra las dificultades que se presentan en todo el país para obtener medios fáciles de transporte, impidieron que se pudieran reunir un buen conjunto de observaciones para hacer un estudio de los sedimentos existentes en todo el sistema de valles, de que forma parte el de Toxi y cuya estratigrafía es indudablemente de gran interés.

Nuestros trabajos pudieron llevarse a cabo con menos dificultades, debido a la bondadosa y eficaz ayuda del entonces administrador de la Hacienda de Toxi, el caballeroso señor don Liborio Alonso, que procuró allanarnos todas las dificultades que se nos presentaron, hasta donde le fué posible, por lo que me es grato hacer notar el reconocimiento a que por nuestra parte es muy merecedor.

Valle de Toxi

El Valle de Toxi forma parte de un conjunto de valles, cuyas relaciones geológicas han sido expuestas en el Boletín núm. 35 del Instituto Geológico Nacional, en donde se expone el resultado de las observaciones de la zona megaséismica Acambay-Tixmadeje. Esta Comisión, integrada por los señores Fernando Urbina y Heriberto Camacho, fué designada para hacer estos interesantes estudios en el mes de noviembre de 1912, la que con mayor tiempo para sus exploraciones, pudo estudiar con más comodidad toda la región conmovida por los fenómenos sísmicos; en el capítulo correspondiente a dicho estudio, titulado «Reseña geográfica y geológica de la región»

del ya citado Boletín, pág. 11, se encuentra un buen acopio de datos que transcribimos aquí, respecto a la parte correspondiente al Valle de Toxi, página 22: «El Valle de Toxi es un valle irregular «alargado en la dirección Noreste-Oeste-«Sureste-Este, que corre entre el macizo «montañoso que sirve de límite meridio-«nal a la zona megaséismica, y las faldas «meridionales de los cerros de Toxi y «Santa Cruz pertenecientes al macizo «montañoso de Temascalcingo, y los de «Matejé y Cataxi que los separa del Valle «de Acambay. Es un valle que presenta «también en una parte los caracteres de «un valle de fractura con un desnivela-«miento, si se tienen en cuenta algunos «de los caracteres mencionados de «El «Batán.»

«Dicho fracturamiento es paralelo a «la falla que pasa por Acambay-Tixma-«deje; como su frente ve al Norte y el de «Acambay ve al Sur, hace pensar esto si «se aceptan las razones dadas para ase-«gurar su existencia, que la faja de tierra «no comprendida entre ambos se ha hun-«dido [1] y constituye una depresión en «la que se encuentra este valle. De este «modo se ve que el Valle queda formado «por el borde meridional de la depresión «o sea también del alto de la falla, sepa-«rado del resto de ella por macizos vol-«cánicos que acabamos de mencionar, «de los que algunos presentan, como «veremos más adelante, ciertos caracte-«res que lo inclinan a uno a pensar del «mismo modo en la intervención de dis-«locaciones para adquirir este relieve. «Tanto por su forma como por las mo-«dificaciones que ha sufrido el relieve del «fondo del valle, al aparecer nuevas emi-«siones de lava (figuras 11 y 12, lámina «VII), que han repercutido en la curva «del perfil del río, elevando bruscamente «la altura del lecho, se puede dividir en «dos porciones: la que no ha sufrido es-«tas últimas modificaciones y es más «amplia, y las que las han experimen-«tado y es alargada. La primera, de «fondo plano y amplio y donde el río «divaga, [2] queda comprendida entre el «Cerro de Matejé y el Cataxi, y las prolon-«gaciones del «Batán;» la segunda queda «comprendida en las faldas acantiladas «del mencionado Batán, y las menos in-«clinadas de los Cerros de Xalles y Santa «Cruz, separadas ambas partes del valle «por el Cerro Pelón o Timbatejé.» (Colorado en el plano de la lámina III de nuestro estudio.)

En el capítulo correspondiente al sistema hidrológico, págs. 26 a 30 del mismo Boletín 32, se dan algunos detalles más sobre el Valle de Toxi.

La parte transcrita da una idea completa del aspecto y caracteres de este valle; el plano que acompaña nuestro estudio, lám. III, fué tomado de una fotografía del plano topográfico firmado por el Sr. Ing. A. Gutiérrez, en el año de 1889; contiene también la parte correspondiente a la Hacienda de la Jordana, en la que se encuentran depósitos diatomíferos de los que se tomaron algunas muestras y de los que hablaremos en su oportunidad.

Sedimentos en el Valle de Toxi

Desde luego pueden señalarse dos clases de depósitos sedimentarios en el Valle de Toxi, los formados por el río Lerma en la parte recorrida por éste, y los antiguos de origen lacustre; los primeros, más recientes, ocupan la parte más baja del Valle en la que se encuentran los terrenos que en el plano se designan con el nombre de «labores de riego,» lám. III, formados por los limos acarreados por el Lerma y en los que principalmente se cultiva el trigo.

Los antiguos sedimentos pueden observarse en las partes del valle situadas a un nivel más alto a donde no han podido llegar las aguas del río; éstos ocupan una

«1 El sentido en que se ha empleado la palabra hundido se refiere a un cambio de nivel entre los dos bordes de las fallas, sin tratar de averiguar si la coordenada Z se ha modificado en el sentido de acercarse o alejarse al centro de la tierra; es decir, si se ha hundido o si las partes adyacentes se han levantado.»

2 Se refiere al río Lerma.

gran extensión hacia el lado Noreste y Este.

Dichos sedimentos se encuentran sobre el declive del macizo montañoso formado por los cerros de Toxi, Santa Cruz, etc., que se encuentran al Norte de la casa de la Hacienda de Toxi y sobre los cuales se ha depositado la tierra vegetal, la que, como puede verse, se designa en el plano con el nombre de «labores de temporal;» al pie del macizo eruptivo llamado Lomas de El Batán, situado a la margen izquierda del río, al sur de los montes de Toxi y en donde debido a la proximidad de éste se han desalojado los depósitos, presentándose de nuevo en la parte occidental del pueblo de San Pedro Potla, y aumentando a medida que el río se aleja del pie de estas alturas.

El plano que acompaña este estudio, (Lám. III) abarca únicamente los límites de las Haciendas de Toxi y de la Jordana, así es que no figuran todos los macizos montañosos que rodean a estos dos valles, y que pueden verse más claramente en la Lám. LXII del Boletín 32 ya mencionado.

Como se ha dicho ya, el corto tiempo de que se dispuso para esta exploración, así como otras dificultades de orden material que se nos presentaron, no permitieron estudiar con la minuciosidad requerida todos los depósitos sedimentarios del Valle de Toxi; nuestros esfuerzos se concretaron principalmente a los que están comprendidos entre la casa de la Hacienda de Toxi y el Cerro Colorado o Timbatejé, en cuyas faldas meridionales se practicaron las perforaciones para cuyo asunto fué designado el señor Tello.

A pesar de lo antes expuesto, los depósitos en esta parte presentan caracteres típicos que pueden aplicarse de una manera general en los demás sedimentos distribuídos en el resto del valle, sobre todo por lo que toca a los yacimientos diatomíferos que se encuentran comprendidos entre ellos y que son el objeto de nuestro estudio.

La parte en que principalmente pudieron estudiarse con más detalle dichos depósitos, es la cercana al casco de la Hacienda que es en donde se presentan en mejores condiciones para la investigación.

Los materiales sedimentarios situados hacia el Norte, Este, Noreste y Sureste del casco de la Hacienda de Toxi, ocupan una buena extensión y entre éstos, los del Norte y Oeste, están cortados por varios arroyos más o menos profundos, de los cuales el más importante y único que figura en el plano es el llamado Arroyo de la Puerta, que queda al Este del Cerro Colorado y que viene a desembocar en el río Lerma. Este arroyo hace un corte cuyo croquis se encuentra en la Lámina V, habiéndose hecho también un perfil en esta parte del valle, del cual puede verse un croquis en la Lámina número IV y que fué tomado según la línea roja del plano contenido en la Lámina núm. III. Comenzando en el lugar en donde está marcada la mojonera de El Batán, hasta coincidir con la línea roja, comprendiendo una parte del declive de las lomas de El Batán, las tierras de riego a uno y a otro lado del cauce del río, hasta el Norte en los afloramientos de Tizate. En la extremidad Sur de la línea roja se ven las partes correspondientes a las labores de temporal sobre la tierra vegetal depositada posteriormente sobre los sedimentos y más arriba el afloramiento de la roca ígnea de los cerros de Toxi.

Esta línea roja representa la dirección en que se ejecutaron los muestreos de Tizate desde la parte baja en el borde de la zanja regadora, a diferentes alturas, hasta llegar al contacto del afloramiento con la tierra vegetal.

Nuestro propósito al proceder de esta manera, fué con el fin de observar cómo se fueron depositando las frústulas de las diatomeas entre las líneas de separación de las delgadas capitas superpuestas que han venido a formar la masa total del yacimiento.

En el desarrollo de este estudio, se irán haciendo notar las variaciones de

los organismos que constituyen los depósitos, y la constancia de otros, haciendo notar su abundancia o decrecimiento en los diferentes puntos del yacimiento.

Siguiendo el curso del arroyo de la Puerta, desde el punto donde comienza a recibir los pequeños arroyos tributarios, que desembocan un poco arriba de la línea que limita los terrenos llamados «labores de temporal,» se observa que las aguas han cortado profundamente los depósitos lacustres de cuya disposición vamos a ocuparnos en seguida: como puede verse por el croquis de la Lámina V, la parte más baja de estas capas está formada por una brecha andesítica que procede de la roca ígnea dominante en la región; la forma angulosa de los fragmentos, indica la proximidad de su origen, probablemente reposando directamente sobre el macizo ígneo que constituye las faldas de los cerros que forman el borde Norte de la cuenca. Esta capa tiene un echado al Sureste y un espesor máximo aproximadamente de un metro a partir del cauce, para desaparecer bajo éste a poca distancia de su origen; sobre la capa de brecha andesítica y con la misma inclinación, se encuentra otra de conglomerado, formado de material también ígneo, que como la capa anterior, desaparece poco después bajo el cauce del arroyo. Tanto este conglomerado como la brecha, se encuentran entremezclados con una toba arcillosa rojiza que a su vez forma la tercera capa que colocada sobre estas dos, adquiere una potencia de varios metros, teniendo intercalada otra de arena pomosa de grano fino y consolidada que es delgada en un principio, pero más adelante aumenta de espesor acabando por perderse también más lejos en el lecho del arroyo, antes que la gruesa capa de toba arcillosa en la que está intercalada. En la capa de toba rojiza y a diversas alturas, se encuentran diseminadas delgadas zonas de aglomerado de material pequeño (pequeños cantitos rodados), terminando esta misma capa por desaparecer bajo el cauce del arroyo, pero ya bastante cerca de su desembocadura en la acequia regadora, abajo y a poca distancia del punto que se señala en el plano sobre este arroyo, en el camino que atraviesa las «labores de temporal.»

Sobre esta capa, se presenta la de Tizate o Trípoli, angosta también en un principio, con sus bordes casi paralelos y teniendo un espesor de unos 30 centímetros, pero que poco a poco va engrosando hasta adquirir el espesor que se observa en su frente al lado del camino comprendido entre el borde de la acequia regadora y el pie de estos afloramientos, representados por puntos en el plano de la Lámina III.

En resumen, la capa de Tizate afecta la forma de una cuña, cuya parte angosta se dirige hacia arriba del arroyo, y su parte ancha hacia la desembocadura de éste. (Lámina V.)

Sobre la capa de Tizate vuelve a presentarse la de toba arcillosa rojiza que es también de bastante espesor; sobre ésta se encuentra otra de arena pomosa de grano fino que está interrumpida en algunos tramos de su longitud, y por fin, ya en la desembocadura del arroyo solo continúa la capa de Trípoli, que queda directamente en contacto con la de tierra vegetal que se extiende hacia arriba y cerca de los afloramientos ígneos, muy por encima del nivel que pudieran alcanzar los desbordamientos del río Lerma en esta parte de la cuenca. Sobre la tierra vegetal se encuentran diseminados fragmentos de rocas desprendidos y rodados del macizo posteriormente.

Los demás arroyos situados al oriente del perfil que no figuran en el plano, presentan los mismos caracteres generales que se han observado en el de la Puerta; son menos profundos, y por lo tanto, no pueden dar una idea mejor por los cortes que se observan en sus márgenes, como en el primero.

Estos restos de la antigua sedimentación, de cuyo perfil y corte acabamos de hablar, creemos que son los más a propósito para la interpretación de los fenó-

menos que se verificaron en el seno de las aguas, que en un tiempo ocuparon esta pequeña cuenca.

Para mayor claridad podemos dividir las formaciones del Valle de Toxi después de haberse verificado los fenómenos que dieron origen a los macizos ígneos que circunscriben dicho valle, en tres fases estratigráficas distintas: 1ª, una anterior y, por tanto, inferior al depósito diatomífero; 2ª, el depósito diatomífero, y 3ª, una posterior y, por tanto, superior a dicho depósito.

Solamente nos ocuparemos de las fases sedimentarias[1] que son las que están en conexión con el yacimiento diatomífero, asunto principal de nuestro estudio. (Lámina V.)

Los depósitos inferiores pueden a su vez dividirse en otras etapas: la primera que comienza con los materiales angulosos que forman la brecha andesítica que presupone un origen cercano a la roca ígnea, sobre la que reposan estos sedimentos y que forma el subsuelo del valle. Esto puede comprobarse a poca distancia del Cerro Colorado, en donde se forma una caída de agua en el lugar llamado «Cascada del Molino de Toxi,» (Lámina III), y en que debido a la acción de las aguas del río Lerma, han deslavado el material sedimentario y descubierto la roca ígnea que aflora en el lecho del río.

Sobre la capa de brecha, como se ha hecho notar ya, viene el conglomerado que por la forma redonda de los materiales que lo constituyen, indica a su vez un trayecto más largo. Su origen es el mismo que el del material que constituye la brecha; sobre ese conglomerado se encuentra, como hemos dicho también, una capa de toba arcillosa rojiza igual a la que se encuentra entremezclada entre los materiales que constituyen la brecha y el conglomerado; encima de ésta se presenta otra de arena de pómez, atestiguando una manifestación volcánica, es de poco espesor y parece como intercalada entre la capa de toba arcillosa rojiza, puesto que ésta se repite sobre ella. Después viene la capa fosilífera formada, principalmente, por frústulas de diatomeas mezcladas con espículas de esponja; ya hemos hecho notar que la forma que afecta esta capa es la de una cuña, cuya parte ancha se dirige hacia la desembocadura del arroyo, y la angosta hacia el nacimiento de él; esta última parte es más delgada y más consolidada, y los organismos que la constituyen están más mezclados con impurezas.

La presencia de este depósito representa indudablemente la aparición de condiciones favorables para el desarrollo de estos fecundos micro-organismos, cuyos restos fueron depositados sobre los materiales anteriores en el seno de las aguas; su vigorosa propagación puede comprobarse por los restos que aun quedan acumulados cubriendo una vasta extensión en varios lugares del valle, como por ejemplo, en su parte oriental. (Lámina III.)

La parte ahora ocupada por los terrenos sembrados llamados «*Labores de riego*,» seguramente que fué ocupada por el depósito diatomífero cuando las aguas llenaron esta cuenca.

Es de suponerse que los restos diatomíferos rellenaron la cuenca en la parte central del lago llegando quizá hasta el lado opuesto a aquel en que se encuentran ahora los depósitos, sobre el declive de las lomas de El Batán, pues debido a la ligereza característica de estos restos silizosos, tendieron a acumularse en mayor cantidad hacia esa parte central de esta pequeña cubeta tectónica, donde la tranquilidad de las aguas fué menos turbada por los movimientos de las que afluían de los bordes del lago; su misma ligereza facilitó su salida con el agua en el momento en que aquella abandonó la cuenca al romperse en uno de sus bordes. Completó esta obra el río Lerma, que al abrirse paso en dicha cuenca, se llevó

1 Los datos referentes a los macizos volcánicos, tanto correspondientes a este valle, como a todo el sistema de que él forma parte, queda explicado en el Boletín núm. 32 del Instituto Geológico Nacional, estudio que ya ha sido citado varias veces.

los últimos depositos que ocupaban la parte baja, cubriendo ahora con sus limos la extensión que se encuentra cultivada.

Al mismo tiempo que las condiciones de tranquilidad, temperatura, etc., requeridas para el desarrollo de estos organismos, hay que tener en cuenta que hubo una diminución en el acarreo de materiales de otro orden introducidos en el interior del lago, supuesto que el yacimiento diatomífero se encuentra bien separado de los sedimentos superiores e inferiores. Las condiciones reunidas para el desarrollo de esta flora, como se verá después, nos indica la existencia de aguas termo-saladas, pues casi en la totalidad del yacimiento se encuentran representados géneros cuyo desarrollo sólo puede verificarse en este medio (género Coscinodiscus). Unicamente en las capas superiores ya en contacto con la tierra vegetal, se encuentran representantes fósiles de diatomeas de aguas dulces.

La existencia de estas condiciones, puede comprobarse aún más si se tiene en cuenta el carácter volcánico de los macizos montañosos que rodean la cuenca y la presencia de manantiales termales existentes todavía en varios lugares del Valle de Toxi, así como en todos los que forman esta basta región. (Boletín número 32 ya citado.)

Terminado este período favorable para el desarrollo de la vida en el lago, se presenta un cambio, pues de nuevo se deposita sobre la capa de Trípoli la toba arcillosa rojiza idéntica a la que forma la capa inferior, sobre la que descansa el Trípoli. Esta gruesa capa superior tiene como aquélla varios tramos de aglomerado interrumpidos y dispuestos a diferentes alturas en el corte. Esta no sigue recubriendo al depósito diatomífero sino que se detiene cuando éste adquiere su mayor espesor hacia la desembocadura del arroyo (Lámina V). Sobre esta capa de toba se observa otra de arena pomosa, también interrumpida en varios de sus tramos.

Esto hace suponer la influencia de una última actividad volcánica. Encontrándose después diseminados, fragmentos rodados recientes que vienen a quedar cubiertos en algunas partes de tierra vegetal y en otras, sobre ella, y que no son más que los materiales desprendidos en la actualidad de la roca que aflora en las partes altas de los macizos ígneos.

Los demás arroyos presentan menos interés que el anterior, debido a la débil acción erosiva de las aguas al cavar sus cauces, por lo que los cortes descubiertos hasta ahora, presentan menor número de detalles que los que presenta el arroyo de la Puerta.

Todo lo antes expuesto puede resumirse de la manera siguiente:

1º—Que los depósitos sedimentarios que rellena el Valle de Toxi son posteriores a los macizos volcánicos, puesto que reposan sobre ellos.

2º—Que estos depósitos han sido originados por el material procedente de estos macizos montañosos, depositados en el fondo del valle en el seno de las aguas.

3º—Que esta sedimentación puede dividirse en dos períodos o etapas principales separados por un intervalo que corresponde a un período de tranquilidad de las aguas, representado por las capas fosilíferas comprendidas entre dos depósitos.

4º—Que los depósitos dispuestos bajo la capa fosilífera, están a su vez divididos por la de arena pomosa, que revela los efectos de una actividad volcánica; sobre esta capa vuelve a depositarse el mismo material constituído de toba arcillosa rojiza.

5º—Formación del yacimiento diatomífero.

6º—Otra capa de toba arcillosa rojiza que se deposita sobre la anterior y sobre la que vuelve a depositarse la arena pomosa implicando la existencia de una ultima manifestación de actividad volcánica.

Volviendo al yacimiento diatomífero, el muestreo para hacer la investigación

microscópica, se hizo en la forma siguiente:

1º—Se fueron tomando muestras según el perfil (Lámina IV), cuya traza se señala en el plano de la Lámina III, con la línea roja; en este lugar y a partir del borde de la zanja regadora, hacia arriba y a diferentes alturas hasta llegar al contacto del depósito con la tierra vegetal.

2º—En el interior del arroyo, en el afloramiento del depósito (Lámina V), desde el nacimiento de la capa que como se ha hecho notar va engrosando hasta llegar a la desembocadura del arroyo. Habiéndose tomado en esta parte, dichas muestras longitudinalmente y a diferentes alturas, a partir de su contacto con el depósito inferior, hasta su contacto con el superior, y que como hemos dicho ya, están constituídos de la toba arcillosa rojiza. Estas muestras se tomaron tanto en una margen como en la otra del arroyo, hasta llegar al lugar donde el depósito se pierde bajo el lecho al nivel de las tierras cultivadas.

Se tomaron más muestras en los lugares en que afloran las capas diatomíferas en los otros arroyos, así como en algunos puntos del Valle de Toxi. El objeto que se persiguió al tomar las muestras a diferentes alturas en el yacimiento diatomífero, fué para poder tener una idea de la manera como se fué desarrollando la flora diatomífera, cuyos restos silizosos se fueron acumulando y formando delgadas capitas horizontales superpuestas, que constituyen el yacimiento. Habría sido muy útil haberle podido dar una forma más minuciosa a este muestreo, tomando muestras capita por capita, en todo el depósito, puesto que es indudable que las líneas de separación entre ellas atestiguan una alteración en las condiciones del medio en que se iban desarrollando los organismos de que vamos a tratar; pero esto requeriría un tiempo demasiado largo, y sólo se dispuso de unos cuantos días para llevar a efecto nuestras investigaciones. De todos modos, aunque no de una manera precisa, es posible sin embargo, darse una idea del desarrollo diatomífero en esta antigua cuenca.

Habiendo permanecido por algunas horas en los terrenos pertenecientes a la Hacienda de la Jordana, situada al Sureste del Valle de Toxi, se recogieron algunas muestras de Trípoli de los depósitos que se encuentran sobre los declives que forman los montes de la Jordana. Este corto número de ejemplares puede dar idea de los depósitos diatomíferos existentes en este lugar, comparados con los depósitos del Valle de Toxi; a pesar de que estas dos cuencas son colindantes, las condiciones para el desarrollo de la flora diatomífera de una y de otra fueron diferentes.

Los restos de la flora que forma los depósitos del Valle de Toxi, tienen todos los caracteres de haberse formado en un medio termo-salado y la de la Jordana, por lo que se ha podido observar, fueron formadas en un depósito de aguas poco saladas.

CLASIFICACION

LAMINAS I Y II

La forma en que se hará el estudio de los micro-organismos de que nos ocupamos, será siguiendo el mismo método que se empleó al hacer el estudio de éstos en el trabajo titulado «Diatomeas fósiles mexicanas.»[1]

De acuerdo con la forma en que se hicieron los muestreos daremos principio con la muestra que se tomó a veinte centímetros sobre el camino que pasa al pie del yacimiento y según el perfil. (Lámina IV.)

1 Anales del Instituto Geológico de México, núm. 1, 1917, pág. 11.

La tribu de las *Achnantheas* está representada por el género *Cocconeis Ehb.* y ésta a su vez, por una especie semejante al *C. lineata* cuya longitud es de 48 micrones por 29 de anchura, habiendo algunos ejemplares que alcanzan hasta 60 de longitud. En los *Gomphonemeas* se observaron dos géneros: el género *Rhoicosphenia Gr.*, y el Gomphonema Ag. con poca cantidad de especies, distinguiéndose en el primero la *R. curvata Gr.*

En las *Cymbelleas*, se encuentran los géneros *Cocconema Ehb.* y *Epithemia Ehb.;* el primero contiene pocas especies entre las que se encuentra la *C. mexicanum Ehb.* no muy bien conservada, así como la *C. asperum Ehb*?; en esta última, que no ha sido comprobada, se encuentran individuos al menos bastante próximos, que tienen una longitud de 250 micrones por 45 de anchura; se presenta también la especie *C. lanceolatum Ehb.*, perteneciendo a la misma tribu se encuentra el género *Encyonema Ralf.* (Lámina I, fig. 1) y el género *Ephitemia Bréb.;* en este género pueden señalarse las siguientes especies: la *E. Hyndmanni W. Sm.* (Lámina I, fig. 2), la *E. Argus, Kz.;* en las variedades capitadas se encuentra también la *E. Zebra, Kz.*

Los representantes de la tribu de las *Naviculeas* son muy escasos y puede decirse que no tienen ninguna significación.

Las *Surirelleas* están representadas por el género *Cymatopleura Wsm.* Este género va haciéndose más abundante, como lo haremos notar más adelante, a medida que se asciende en el yacimiento. Presentándose el género *Surirella, Turp.* cuya especie se encuentra representada por un fragmento en la Lámina II, figura 7, este género va aumentando en proporción en la parte superior del depósito como el género anterior.

En la tribu de las *Sinedreas* el género *Sinedra, Ehb.* se encuentra representada por las especies *S. ulna, Ehb.* en fragmentos y otra como la especie ilustrada en la Lámina II, fig. 1, que también será tratada con más detalle más adelante, al describir las especies contenidas en otros puntos superiores del yacimiento, entre los cuales llega a adquirir bastante importancia.

Las frústulas de diatomeas en formas cíclicas o discoidales, son abundantísimas tanto en esta muestra como en todas las obtenidas en el yacimiento, al grado de imprimir un carácter dominante en los depósitos del Valle de Toxi.

Entre las frústulas que afectan estas formas, las más interesantes para la interpretación de las condiciones que dominaron durante la formación del yacimiento, son las pertenecientes a la tribu de las *Coscinodiceas.*

El género *Coscinodiscus Ehb.* (Lámina II, figs. 6 y 9) ha sido ya mencionado entre los restos de diatomeas encontrados en el subsuelo del Lago de Texcoco,[1] pudiendo considerarse como análogos a los que se presentan en el Valle de Toxi.

Como se ha hecho notar en el estudio citado, este género requiere para su desarrollo y propagación, las aguas termosaladas, por lo que podemos decir que tanto en un punto como en otro, tuvieron el conveniente grado de saturación, fenómeno fácil de comprender si se considera que el líquido contenido en muchos de estos vasos sin salida, estaba sometido a una larga y continua evaporación, con lo que se proporcionaba el grado de salobridad necesaria para el desarrollo de estos organismos. En cuanto a la termalidad, es suficiente recordar la constitución volcánica de las montañas que bordean estas cuencas y la acción de las rocas que las constituyen sobre las aguas, cuyo testimonio puede observarse desde luego en el Valle de Toxi, en los manantiales existentes aún.

En cuanto a la gran cuenca del Valle de México, hay una gran variedad respecto a las condiciones bajo las que se

1 Anales del Instituto Geológico de México, núm. 1, 1917, pág. 26.

verificaron los diferentes depósitos diatomíferos existentes en ella.[1]

Volviendo a nuestro asunto con respecto al género que venimos tratando, podemos dividir en dos grupos los individuos correspondientes al género ya mencionado: los comprendidos en el primero, son los de mayores dimensiones y tiene aquí mayor variedad que en la flora diatomífera del subsuelo del Lago de Texcoco, llevando algunas espinas submarginales que faltan en otros y teniendo sus lados conectivos angostos, tanto los ejemplares armados de espículas, como los que no los tienen. Sus diámetros varían entre 120 y 190 micrones, llegando algunos hasta 200, encontrándose entre estos ejemplares que miden 170 micrones dimensiones iguales a las que presentan los encontrados en el subsuelo del Lago de Texcoco. El otro grupo está representado por tipos pequeños con el diámetro mismo que los descritos también en la flora de Texcoco, habiendo algunos que parecen un poco más desarrollados, pues alcanzan hasta 90 micrones de diámetro.

Tanto entre los individuos que se han colocado en el primer grupo como en el segundo, se encontraron ejemplares provistos de espinas submarginales, pues respecto a su ornamentación es la misma en ambos grupos difiriendo como lo hemos hecho notar unos de otros, por sus dimensiones y la presencia o ausencia de estas espículas tanto en uno como en otro grupo; es de suponer que tal vez los que no las tienen es debido a la poca solidez de estos apéndices marginales.

La forma que afecta las valvas es circular, teniendo sus superficies ligeramente abombadas y su ornamentación representada por una red albeolar; los albeolos afectan una forma exagonal y van disminuyendo muy suavemente hacia el centro de las valvas, en el que se observa un pequeño espacio hialino.

No disponiendo todavía de las obras de consulta suficientes, nos abstenemos de fijar en muchos casos la denominación específica, refiriendo muchos de estos organismos y procurando relacionarlos con aquellas que tenemos a nuestro alcance y con las que presenten más afinidades, a reserva de ir corrigiendo nuestras determinaciones a medida que estemos en condiciones de poder hacerlo.

Las formas que acabamos de describir, por su ornamentación pudieran referirse a la especie *C. concavus Greg.*; en cuanto a las dimensiones, son mucho mayores, pues las de los ejemplares mexicanos tanto en un grupo como en el otro, alcanzan a más del doble del diámetro del que alcanzan los individuos pertenecientes a la especie mencionada; además, en la parte central de nuestros ejemplares, existe un espacio hialino bien marcado, (véase la Lámina II, figs. 6 y 9).

Ya hemos hecho notar la gran abundancia del género *Coscinodiscus* en la mayor parte del yacimiento, por lo que es indudable que podemos considerarlo como característico y por lo que se ha supuesto el depósito como verificado en el seno de aguas termo-saladas.

Parece encontrarse también la tribu de las *Xanthyopyxideas*, representada por el género *Stephanodiscus Ehb.*, cuyos escasos individuos no se pudieron determinar con certidumbre.

La tribu de las *Gaillonelleas* o *Melosireas* (Lámina II, figs. 8, 10, 11 y 12), representadas por los géneros *Gaillonella, Bory y Cyclotella, Kz*, son también interesantes por la abundancia de los individuos pertenecientes principalmente al primero en esta muestra, pues tanto uno como otro, se observan en diferentes puntos en todo el espesor de la capa diatomífera.

Los individuos correspondientes al género *Gaillonella* (Lámina II, fig. 11), tiene sus lados conectivos anchos y sus valvas planas, observándose sobre

1 En las últimas exploraciones hechas con motivo del levantamiento de la Carta Geológico-económica del Valle de México, se ha podido formar un juicio respecto a las de los diferentes yacimientos de estas tierras infusoriales, existentes en diferentes puntos de la cuenca y sobre las que se prepara otro estudio.

sus bordes una corona de pequeños dientes y estando cubiertos éstos de finas puntuaciones dispuestas en estrías paralelas; el diámetro de las caras valvares está comprendido entre 18 y 20 micrones predominando los individuos que miden 20, por lo que hemos referido esta especie a la *G. crenulata, Kz.*

El género *Cyclotella, Kz.* (Lámina II, fig. 8), se caracteriza por los individuos que tienen sus caras valvares circulares, abombadas u onduladas y divididas en dos zonas, una ornamentada por estrías radiantes, lisas o perladas y la otra lisa, o granulada, sus caras conectivas son angostas y permiten ver la ondulación de las caras valvares. (Lámina II, fig. 8.)

La especie que ha sido encontrada en el depósito, pertenece a ejemplares cuyas caras valvares son onduladas, teniendo en su parte central una zona abombada y sin que el abombamiento de una cara valvar coincida con el de la otra, así es que a más de la ondulación característica de la superficie valvar, se ve el levantamiento mencionado en la parte central. La ornamentación está formada por estriaciones radiales, y encorvadas paralelamente (como se observa en la fig. 8 de la Lámina II, en que se presenta un ejemplar en tres posiciones), entre sí y deteniéndose en la zona central de dichas caras; la zona central está ornamentada por granulaciones, los diámetros de los ejemplares están comprendidos entre 35 y 40 micrones, llegando algunas veces hasta más de 50 de diámetro. Los individuos pertenecientes a esta especie no son muy abundantes en esta muestra.

Además de los organismos mencionados encontramos espículas de esponja (Lámina I, figs. 10 y 11), arcilla y algo de vidrio volcánico.

Unos 80 centímetros más arriba, es decir, aproximadamente unos 30 sobre el punto donde se tomó la muestra anterior, la laja que se desprendió deja distinguir tres delgadas zonas; por lo tanto, se hicieron preparaciones de su zona superior, de su zona media y de su zona inferior. Estas delgadas laminitas señalan seguramente ciclos de desarrollo de los micro-organismos, durante un corto espacio de tiempo, en el que seguramente no predominaron las mismas condiciones, depositándose sus restos y dando origen a esa delgada capita. Mientras estos restos se depositaban se desarrollaban otras diatomeas que a su vez volvían a depositarse formando la segunda capita sobre la anterior, y así sucesivamente. Durante esos intervalos, las condiciones que debieron reinar para el desarrollo de los micro-organismos, seguramente que no fueron las mismas, puesto que se observan el desarrollo de unas especies sobre otras y en algunos casos desaparacen algunas.

En la capita inferior se encuentra lo siguiente: *Acnantheas.* En esta tribu se encuentra el género *Cocconeis Ehb.*, poco representado como la muestra anterior, encontrándose algunos individuos que podrían referirse a las especies *C. placentula, Ehb.* y *C. lineata, Grum.*

Entre las *Gomphonemeas*, sólo puede señalarse el género *Rhoicosphenia, Grum.*

Entre las *Cymbelleas*, el género *Cocconema*, del que se han encontrado algunos fragmentos pertenecientes tal vez a la especie *C. mexicanum, Ehb.*

Entre los ejemplares fragmentados pertenecientes al mismo género, se encuentran alguno que otro individuo que presenta los caracteres siguientes: desde luego tiene una longitud de 225 micrones por 40 de anchura, su rafa es poco arqueada y tiene una zona hialina angosta a uno y a otro lado de ésta, la cual se dilata alrededor del nódulo mediano, las costillas son robustas y van sin interrupción de los bordes hacia la zona hialina, que como ya se dijo, se dilata un poco alrededor del nódulo mediano; en este espacio y hacia el lado ventral, se distinguen cinco puntos cercanos al nódulo mediano. Esta especie parece quedar comprendida entre *C. lanceolatum Ehb.* y el *C. gastroides*, del mismo autor, aunque por sus dimensiones sólo pueden com-

pararse a la especie *C. asperum, Ehb.* En esta muestra no se encontraron más representantes de la tribu de las Cymbelleas que el género arriba citado.

La tribu de las *Naviculeas*, tiene tan poca importancia en esta muestra como en la anterior, aunque pueden señalarse los géneros de *Navicula, Bory* y *Stauroneis Ehb.*

En cuanto a las *Surirelleas* se pueden mencionar como la muestra anterior el género *Surirella, Turp.*

Entre las *Synedreas*, se encuentra el género *Synedra, Ehb.* de que ya se habló en la muestra anterior, pero en que la especie representada en la Lámina II, fig. 1, se presenta bastante abundante, sus caracteres son los siguientes: tiene una consistencia bastante delicada pues en general se encuentran fragmentados. Sus valvas son de forma lanceolar muy alargada, con sus extremidades muy prolongadas y angostas, terminadas por una pequeña capitación; hacia la parte media del contorno de sus caras valvares se observan dos constricciones, entre las cuales queda comprendido un espacio hialino: estas caras valvares están ornamentadas por estrías transversales finas y estando provistas de una seudo rafa. Las dimensiones de los ejemplares varían de 250 a 315 micrones y su anchura es de 15 a 18. La zona hialina central está comprendida entre 10 y 15 micrones entre las dos estrías que limitan las dos constricciones.

Las especies con las que estos ejemplares tienen analogía, son la *S. acus, Gr.* y la *S. lanceolata, Kz.*, siendo tanto una como otra inferiores en dimensiones.

Entre las formas cíclicas, se encuentran las mismas que en la muestra anterior; el género *Coscinodiscus* parece ser un poco menos abundante. El género *Gaillonella* como la anterior, pudiendo señalarse las especies *G. crenulata, Kz.* y algunos ejemplares que parecen tener relación con la *G. tenuis, Gr.*

Cyclotella, como la muestra anterior, notándose en general una diminución en el diámetro de los ejemplares, pues aquí miden de 35 a 40 micrones.

En la parte media de la muestra se encontró lo siguiente: los representantes de las tribus *Acnantheas, Gomphonemeas, Cymbelleas*, etc., son bastante escasas, por lo que no se han considerado como características.

Entre las formas cíclicas, pueden mencionarse como la muestra anterior, las tribus de las *Coscinodiceas*, con los mismos caracteres que se encuentran en la mayor parte del depósito. En esta pequeña zonita de la muestra, los tipos dominantes son los pertenecientes a las *Gaillonelleas*, representadas por los géneros *Gaillonella* y *Cyclotella*, estando principalmente el primero con las especies *G. crenulata Ehb.*, que ya se ha enunciado anteriormente. Se encuentran también ejemplares, aunque en menor proporción, que se aproximan a la *G. tenuis Gr.*

El género *Cyclotella*, está representado por las especies de que ya se habló antes, pero menos abundantes que el anterior.

Los micro-organismos contenidos en la zonita superior, son los siguientes: entre las *Gomphonemeas, Cymbelleas, Nitzschieas, Surirelleas*, tienen poco interés, por no ser abundantes los individuos que corresponden a los géneros que constituyen estas tribus, por ejemplo en las *Cymbelleas*, puede señalarse el género *Cocconema Ehb.* y *Epithemia Bréb*, perteneciendo al segundo se encontraron en fragmentos los individuos de la especie *E. Hyndmanni W.Sm.*; pero tanto uno como otro género, son tan pobres en individuos como en especies.

Se encontraron también algunos individuos que se han referido al género *Nitzschia* cuyos caracteres los aproximan a la especie *N. epithemioides Gr.*; tiene las costillas muy próximas entre sí, observándose una zona hialina central como en la especie antes referida, y teniendo una longitud de 100 micrones y una anchura de 25.[1]

1 Pelletan, Les Diatomées, parte II, cap. XIII, pág. 14, 1889

Entre las formas cíclicas son las mismas que pertenecen al género *Coscinodiscus Ehb.* y de las que ya se ha hablado antes, siendo también dominantes aquí.

Entre las *Gaillonelleas* como se ha observado ya en el yacimiento, se encuentran las *Gaillonellas* y *Cyclotellas*, siendo aquí más dominantes los individuos correspondientes al primer género.

Entre las diferentes partes de la muestra se encuentran entremezclados espículas de esponja y vidrio volcánico.

Inmediatamente sobre la muestra anterior, se tomó otra en la que se distinguen siete delgadas capitas que fueron estudiadas una por una; en la primera se encontró lo siguiente: entre las primeras tribus son dignos de mencionarse el género *Gomphonema* en algunos cuantos individuos, las *Cymbelleas* con los géneros *Cocconema* y *Epithemia*, distinguiéndose en este último la especie *E. Hyndmanni W. Sm.*, ya mencionado en otro lugar del depósito. Entre las *Nitzschieas* con el género y especie *N. Epithemioides Gr.*

Se encuentran también, pero sin tener grande importancia, algunos ejemplares pertenecientes al género *Surirella*. Las especies dominantes y características son las comprendidas en las *Coscinodiceas* y *Gallionelleas;* las *Coscinodiceas*, como en la muestra anterior, están en primer término, pudiendo mencionarse los individuos de la especie mayor que alcanza hasta 185 micrones, llegando algunos hasta 200. Entre los individuos provistos de espinas sub-marginales se encuentran comprendidos también, alcanzando las dimensiones de 80, 100, 115 y hasta 175 micrones. Los de proporción media están comprendidos entre 50 y 90 micrones de diámetro.

La segunda tribu presenta como más característico el género *Cyclotella*, del que ya se ha tratado.

La zonita núm. 2 presenta los caracteres siguientes: (aquí podemos mencionar la tribu de las *Cymbelleas* con los géneros *Epithemia* y *Cocconema*) la primera con algunos individuos pertenecientes a la especie *E. Hyndmanni W. Sm.* y la *E. Zebra Kz.?;* el segundo, al parecer, con la especie *C. mexicanum Ehb.*

Las formas cíclicas son tan características aquí, como en la primera capita, aunque las especies armadas de espículas sub-marginales, parecen ser más escasas.

El género *Gaillonella*, como en la zona anterior, se encuentra también presente, aunque los individuos correspondientes a este género parecen ser más abundantes que los pertenecientes al *Coscinodiscus*.

En cuanto al género *Cyclotella*, las especies son las mismas que las que ya se han descrito.

En la zona núm. 3 se encontraron en muy poca proporción algunos representantes del género *Epithemia* y *Cocconema*. En las *Sinedreas* se encontraron fragmentos de la *S. ulna Ehb.* y la especie que ya se ha ilustrado en la Lámina V, fig. 1.

Las formas cíclicas se encuentran como la muestra anterior, aunque parecen ser un poco menos abundantes, pudiéndose señalar los géneros *Gallonella* y *Cyclotella*. Igualmente puede decirse del género *Coscinodiscus* que también en menor proporción sigue siendo siempre característica.

En la zona núm. 4 se encuentran algunos ejemplares pertenecientes a la *Epithemia Argus Kz?*.

Las formas cíclicas igualmente representadas por las *Gallonelleas* y *Coscinodiceas*, siendo el género *Coscinodiscus* más abundante aquí que en la zona anterior.

La zona núm. 5, con los mismos caracteres generales que las anteriores. Pudiéndose distinguir aquí entre las *Surirelleas*, el género *Cymatopleura W. Sm.*, representado por una especie cuyos individuos se encuentran muy fragmentados; sus formas al parecer son elípticas, alargadas y provistas de extremidades rostreadas, aproximándose por su ornamentación marginal a la *C. elíptica W. Sm.* Se encuentran también fragmentos

del género *Cinedra Ehb.*, cuyas especies se ilustran en la Lámina II, fig. 5, y de la que ya se ha tratado.

Las formas cíclicas se encuentran como en todo el depósito, pero el género *Coscinodiscus Ehb.* es menos abundante. Entre los géneros *Gallionella* y *Cyclotella*, el primero es el característico en esta zona, con la especie que hemos referido a la *G. crenulata;* en cuanto al género *Cyclotella*, también se encuentra en buena proporción.

En la zona núm. 6 vuelven a encontrarse las formas cíclicas, sobre todo las correspondientes al género *Gallionella*. En las muestras anteriores, el género *Cyclotella* se encuentra también, pero los individuos ya descritos son aquí más escasos.

En la zona núm. 7, que es la última, se encuentran individuos pertenecientes al género *Roïcosphenia*, con la especie *R. curvata Gr.;* puede mencionarse también el género *Cocconema*, del cual se encuentran algunos fragmentos que podrían referirse al tipo *C. asperum Ehb.* Se encuentran además algunos fragmentos pertenecientes al género *Nitzschia Hass.*

Las formas cíclicas son también características en esta zona, el género *Coscinodiscus*, tiene menos importancia aquí, pues sólo se observan ejemplares pertenecientes a los tipos pequeños. En las *Gaillonelleas*, es entre las que se encuentran los tipos característicos, pero esta vez no en el género *Gaillonella*, sino en los tipos pertenecientes al género *Cyclotella*, que ya ha sido mencionado tantas veces en otros puntos del depósito. Se encuentran también algunos ejemplares al parecer pertenecientes al género *Stephanodiscus Ehb.*?, pero muy pocos.

Como en general en todo el depósito podemos mencionar como acompañantes de estos organismos, algunas espículas de esponja, vidrio volcánico y arcilla.

La muestra de que vamos a tratar ahora, fué tomada en la parte superior del depósito ya en contacto con la tierra vegetal, como se verá por los caracteres que presenta en esta parte del yacimiento, ha habido una modificación en la naturaleza de los restos diatomíferos, que difieren de los que venimos estudiando.

Entre las formas comprendidas en la primera sub-familia, se encuentran entre las *Achnantheas*, el género Cocconeis Ehb. y que ya ha sido señalada en otros lugares del depósito.

En las *Gomphonemeas*, se encuentra representado el género *Gomphonemea* y *Roïscosphenia*. En el primero se encuentran individuos que pueden referirse a las especies *G. agur Ehb.?* y *G. olivacium Kz.?*

En las *Cymbelleas* se distiguen el género *Cocconema Ehb.*, *Epithemia*, *Bréb.*, *Amphora*, *Ehb.* y *Encyonema Kz.* En cuanto al primero, se encuentran las especies *C. mexicanum Ehb.*, y aunque mal conservado, parece estar representado también el *C. asperum*, *Ehb.* El género *Epithemia*, *Bréb.* se encontró representado por las especies *E. turgida Ehb.*, *E. zebra Kz.*, *E. sorex Kz.* y *E. gibba Kz.* En cuanto al género *Amphora Ehb.*, se encontró la especie *A. ovalis Kz.*, y parece estar presente en ese mismo género otra especie que no pudo determinarse, cuyos ejemplares miden de 100 a 110 micrones de longitud. El género *Encyonema Kz.*, está poco representado en la muestra.

Aquí se presenta bien caracterizada la tribu de las *Naviculeas* que no había tenido importancia en el resto del yacimiento.

Desde luego puede mencionarse en el género *Navicula Bory*, el subgénero de las *Pinnularieas*, entre las cuales podemos mencionar la *N.* (*Pinn.*) *viridis Kz.* Lámina I, fig. 3, *N.* (*Pinn.*) *novilis Ehb.* aunque no muy numerosas, la última presenta ejemplares que alcanzan hasta 600 micrones de longitud, Lámina I, fig. 7. Se encontraron algunos fragmentos que parecen pertenecer a la *N.* (*Pinn.*) *tabelaria Ehb.?* y otros a la *N. viridula* variedad *avenacia Breb.*

Se encuentra además otro tipo cuyos caracteres son los siguientes: sus caras valvares son de forma elíptica, con sus extremidades capitadas, sus costillas puntuadas son radiantes, aproximándose a la especie *N. Reinauldi Hérib.*, en la variedad *major* del mismo autor.[1]

En el género *Stauroneis*, se presentan algunos ejemplares cuyo contorno valvar es más dilatado al nivel del eje menor que la especie *S. Fœnicenteron Ehb.*; las extremidades son capitadas, el estauro es angosto y no se dilata en los bordes (Lámina I, fig. 6), como en la especie mencionada, así como la zona hialina alrededor de la rafa, que es más angosta.

En esta parte del depósito se encuentran algunos ejemplares que aunque mal conservados en lo general, presentan los caracteres del género *Pleurosigma W. Sm.* (Lámina I, figs. 8 y 9), que se distinguen porque sus caras valvares son sigmoideas (o en forma de S), la rafa es también encorvada siguiendo más o menos la forma de las caras valvares, éstas son planas, pero algunas veces son algo abombadas en el sentido transversal, por su lado conectivo son rectas. La ornamentación de sus caras valvares está formada por estrías dispuestas en forma reticular. Las especies que constituyen este género, viven tanto en las aguas dulces como en las saladas.

Los ejemplares encontrados son escasos, están mal conservados y su textura parece ser muy delicada, pues no ha sido posible percibir con precisión la ornamentación de sus valvas. Las dimensiones de algunos ejemplares son de 200 micrones de longitud por 22 de anchura. Pareciendo aproximarse a la especie *P. elongatum W. Sm.* Entre las *Nitzschieas*, se encuentra el género *Nitzschia Hass.* en fragmentos, algunos de los cuales son análogos a la especie encontrada en los depósitos de Soltepec.[2]

Pertenecientes a la tribu de la *Surirelleas*, se encuentran algunos ejemplares interesantes que corresponden a los géneros *Cymatopleura W. Sm.* y *Surirellea Turb.* Correspondiendo al primero, se puede mencionar entre otras como mejor caracterizada la especie *C. solea W. Sm.* Se encuentra también otra especie (Lámina II, figs. 3 y 4), que presentan los caracteres siguientes: sus caras valvares son de forma elíptica, teniendo sus extremidades rostreadas, su rafa es poco perceptible; la carena marginal está bien marcada, y constituída por perlas separadas entre sí por dientes; en algunos individuos se distinguen, aunque debilmente, ondulaciones transversales en la superficie valvar, midiendo 290 micrones de longitud por 170 de anchura. La figura 3 de la misma lámina es, a nuestro juicio, un caso de anomalía.

En cuanto al género *Surirella*, es interesante en esta parte del yacimiento (Lámina II, figs. 5 y 7), y entre los ejemplares encontrados, se pueden señalar el ilustrado en la lámina antes mencionada (fig. 5); es de los que se encontraron más completos, como puede verse en la figura, su contorno valvar es lanseolar, provisto de una carena marginal, formada de perlas gruesas, las costillas, que son robustas, parten de cada perla y son convergentes encorvándose hacia uno y otro lado de la rafa, que es perceptible; estas costillas se vuelven casi rectas y son horizontales en la parte media de las caras valvares. Midiendo los ejemplares 250 micrones de longitud por 90 de anchura.

Estas especies quedan comprendidas entre los tipos de ornamentación gruesa cómo en la *S. robusta Ehb.* y la *S. splendida Kz.*

En este grupo puede colocarse también un fragmento de ejemplar que está representado en la figura 7 de la Lámina II, cuyas dimensiones son bastante notables en esta especie, pues sólo el fragmento representado en la ilustración mide 200 micrones de longitud por 130 de anchura.

1 J. Héribaud Les Diatomées fossiles d'Aubergne, segunda Memoria, página 13, Lámina XII, fig. 4.

2 Diatomeas fósiles mexicanas. Anales del Instituto Geológico de México, núm. 1, 1917, pág. 20, Lámina II, fig. 3.

Puede aún agregarse en este mismo género una especie de ornamentación fina y representada por escasos ejemplares. Su forma es elíptica, sus costillas son finas, salen de la rafa dando su conjunto la apariencia de las barbas de una pluma. Algunos individuos alcanzan una longitud de 70 micrones por 30 de anchura. Esta especie parece próxima a la *S. gemminata Ehb.*, por la disposición de las costillas se aproxima a la *S. gracilis Gr.*

En las Sinedreas, como en todo el yacimiento, se presenta el género *Sinedra* encontrándose aquí fragmentos de la *S. ulna Ehb.*, y de la especie ya descrita e ilustrada en la Lámina II, fig. 1, que aunque no tan numerosa como en otros lugares, se presenta más desarrollada aquí. Se encuentran también ejemplares como el representado en la Lámina II, figura 2, que se asemeja a la *S. Ramensis* descrita por M. Héribaud;[1] tal vez se trate de una variedad *Eunotieas;* esta tribu se caracteriza porque el grupo de microorganismos designado con esta denominación, tiene los caracteres siguientes: sus caras valvares son simétricas con relación a su eje menor, siendo generalmente alargadas y encorvadas. Provistas de estrías transversales y desprovistas de rafa o seudorrafa y no conteniendo nódulos medianos, algunas veces presentan seudonódulos terminales.

Los géneros encontrados son el género *Eunotia Ehb.*, con los caracteres siguientes: caras valvares arqueadas, el borde dorsal que es convexo, es a veces ondulado y dentado, el lado ventral cóncavo, las estrías son transversales; seudorrafa, las extremidades de las caras valvares están provistas de seudonódulos. Por sus lados conectivos son de forma cuadrangular alargada, las especies que forman este género viven en aguas dulces y saladas. Se observaron algunos individuos que pertenecen a este género cuyas especies no se pudieron fijar.

Género *Amphicampa Ehb.*, como el anterior, pero difiriendo por sus bordes que son sinuosos dentados. Entre algunos individuos que se encontraron se presenta la especie *A. dodenaria Ehb.* Las especies pertenecientes a este género viven en las aguas dulces o ligeramente saladas.

El género *Himantidium Ehb.*, se distingue porque las frústulas se reunen formando bandas y porque sus lados conectivos son muy desarrollados, viviendo las especies de este género en las aguas dulces. Estas no son muy abundantes; se encontraron individuos pertenecientes a la *H. pectinale Kz.* en que algunas variedades miden 180 micrones de longitud y que pudieran relacionarse con la variedad *elongatum Gr.*

Se encontraron algunos individuos que por sus caracteres se aproximan a la especie anterior, observándose tanto en su borde ventral como en el dorsal, dos ondulaciones opuestas haciendo un ensanchamiento en la parte media de las valvas.

La tribu de las *Fragilarieas*, aunque escasamente está también representada. La tribu de las *Coscinodiceas*, ha desaparecido por completo en esta parte del depósito, lo que indica que la acción termal no se hizo sentir ya aquí puesto que los restos diatomíferos presentan más bien los caracteres de las aguas dulces.

Es de suponerse que esto se debe a la presencia inmediata de dichas aguas que alimentaban el depósito y que procedían de los macizos circundantes, al mismo tiempo que quizá se iba verificando el enfriamiento de las aguas que llenaban la cuenca.

El estudio hecho de las muestras tomadas sobre el perfil, dan una idea de la repartición de los restos diatomíferos sobre el yacimiento; es de sentirse que no se contara con el tiempo y las comodidades para poder ejecutar los muestreos con más minuciosidad, siquiera en toda esta cuenca. Pero de todos modos, creemos que se puede dar una idea de las

1 Diatomées fossiles d'Aubergne, segunda Memoria, pág. 80, 1903, Lám. XI, fig. 28.

variaciones en la posición de los restos diatomíferos en el yacimiento.

Terminado el estudio de los depósitos diatomíferos según el perfil, se tomaron varias muestras en el Arroyo de la Puerta. (Lámina V). Estas fueron tomadas en este corte, a diferentes alturas, en la parte más ancha y cerca de la desembocadura del arroyo, en la parte media de este depósito y en el lugar donde comienza a angostarse. Las observaciones en el microscopio dieron los mismos resultados a que se llegó con las muestras tomadas en el perfil; los mismos géneros se encuentran en la misma forma y disposición que se observaron en un principio. El género *Coscinodiscus* que tan abundantemente se ha encontrado en las muestras tomadas según el perfil, sigue presentándose aquí con las mismas variedades de que ya se ha tratado, confirmando las condiciones de termo-salobridad de las aguas en el seno de las cuales se precipitaron estos restos fósiles.

Habiendo observado otras muestras tomadas de los pequeños arroyos situados al oriente del perfil (Lámina IV), se encontraron los mismos caracteres en los micro-organismos de que nos venimos ocupando.

Otras muestras que fueron recogidas en algunos otros puntos situados en la región oriental del Valle en los lugares llamados «Ojo de Agua» y «Rancho de Tierras Blancas» (véase Lámina III), en donde pudimos hacer una rápida expedición, han presentado los mismos caracteres encontrados en las muestras ya estudiadas.

Hay que hacer mención aquí de la impresión encontrada en una de las delgadas capitas de trípoli que se ha procurado ilustrar en la Lámina II, fig. 13, y que fué encontrada en uno de los pequeños arroyos de que se acaba de hablar; esa impresión parece ser las huellas de una planta acuática, quizá de una musinea.

En resumen, puede decirse que los depósitos diatomíferos distribuídos dentro del Valle del Toxi, fueron formados bajo las mismas condiciones de temperatura y de salobridad y que sólo una delgada capa superior de estos depósitos, está formada por organismos desarrollados en aguas dulces o ligeramente saladas. Estos restos orgánicos están además mezclados con espículas de esponja (Lámina I, figs. 10 y 11), arcilla y materiales cineríticos.

En cuanto a las cenizas volcánicas se encuentra un conjunto de lomeríos situados al lado occidental del Cerro Colorado, cerca de su falda, formados de un material blanco pulverulento, sedimentado también, constituído principalmente de cenizas volcánicas, al menos los más cercanos a dicha altura. La premura del tiempo ya no permitió hacer más investigaciones para hacer el estudio de estos depósitos situados en la parte más baja del valle.

Durante nuestra estancia en la Hacienda de la Jordana, que sólo fué de algunas horas, se recogieron algunas muestras, por lo que poco puede decirse sobre este depósito, aunque por las investigaciones que de éstas se hicieron en el microscopio, parecen diferir de los depósitos diatomíferos de Toxi. Aquí las tribus de las *Naviculeas* están bastante representadas en todas las muestras que se tomaron, y en ninguna de ellas se notó la presencia del género *Coscinodiscus Ehb.*, tan característico en el Valle de Toxi. En cambio se encontró el género *Campylodiscus Ehb.*, representado por la especie *C. clypeus Ehb.*, que absolutamente no se observó en los depósitos de Toxi; así es que por lo que revelan las muestras tomadas en la Hacienda de la Jordana, hay marcadas diferencias con las del Valle de Toxi, a pesar de ser colindantes. El género *Campylodiscus Ehb.* ha sido ya encontrado en varias localidades del Valle de México.

HISTORIA

En cuanto a la época en que se verificaron estos depósitos, es de suponerse que fué durante el Cuaternario. El señor E. Ordóñez, en sus Itinerarios Geológicos,[1] al referirse a las formaciones cuaternarias, en el Itinerario Querétaro-Toluca, al hablar de las tobas, brechas pomosas y aluviones, etc., del Valle de Toluca y de los depósitos de Ixtlahuaca, menciona los yacimientos diatomíferos comprendidos entre estos materiales que podemos considerar como testigos de la vida lacustre en este período.

Para tener una idea más precisa de todos estos depósitos, es necesario poder estudiar con más detalle, un buen número del conjunto de Valles existentes en la Mesa Central, al menos los más importantes, para poder relacionar unos depósitos con otros y así poder llegar a conclusiones precisas.

También es conveniente hacer un estudio de las propiedades físicas y químicas de estos depósitos, para señalar su mejor aplicación en las diferentes industrias en que son utilizadas estas tierras. En el presente caso, respecto a los tízares de Toxi, creemos desde luego que podrían ser aprovechados como refractarios.

1 Boletín núms. 4, 5 y 6. Bosquejo Geológico de México, 1896, pág. 72.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

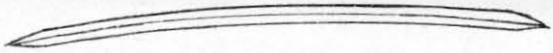


Fig. 11.

Fig. 1.—Encyonema Kütz. Fig. 2.—Epithemia Hyndmanni W. Sm. Fig. 3.—Navicula (Pinn) Ehb. Fig. 4.—Navicula Bory. Fig. 5.—Navicula Bory. Fig. 6.—Navicula (Stauroneis) Ehb.—Fig. 7.—Navicula (Pinn) Ehb. Fig. 8.—Pleurosigma W. Sm. Fig. 9.—Pleurosigma W. Sm. Fig. 10.—Espícula de Esponja. Fig. 11.—Espícula de Esponja.

NOTA.—Las figuras representadas en esta Lámina, tienen una amplificación cuya relación es de 1 a 200.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

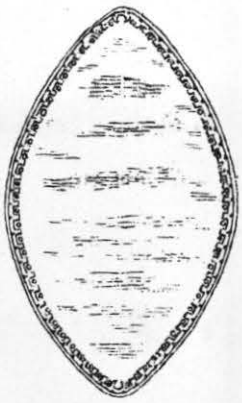


Fig. 4.

Fig. 5.

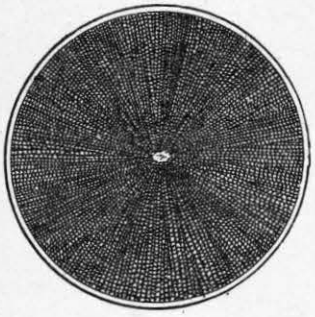


Fig. 6.

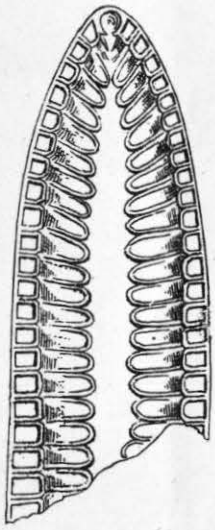


Fig. 7.

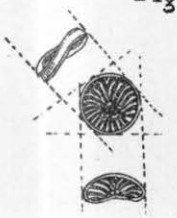


Fig. 8.

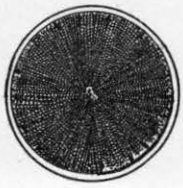


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

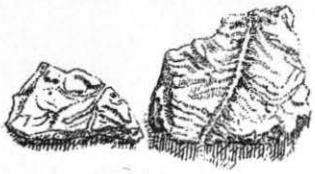
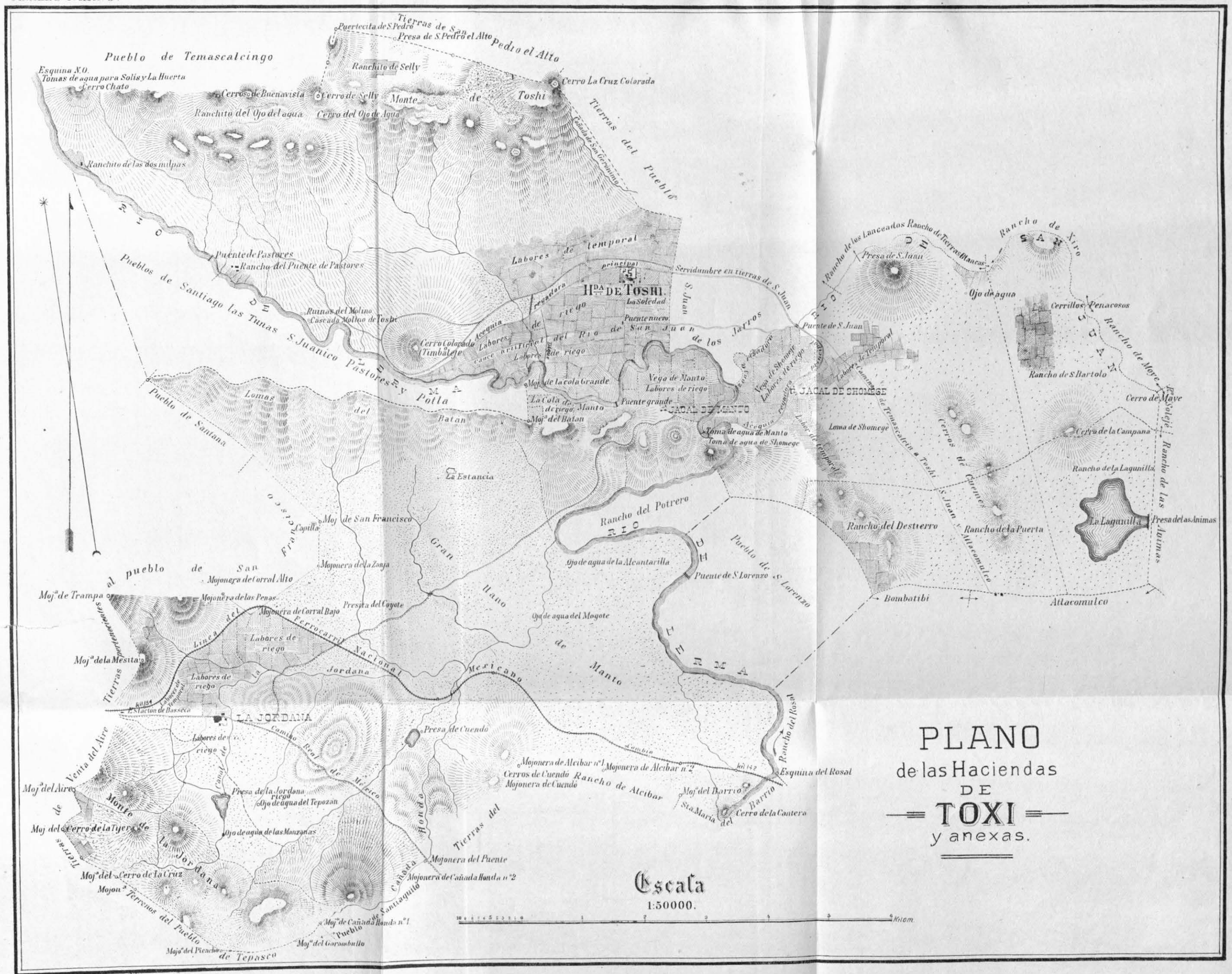


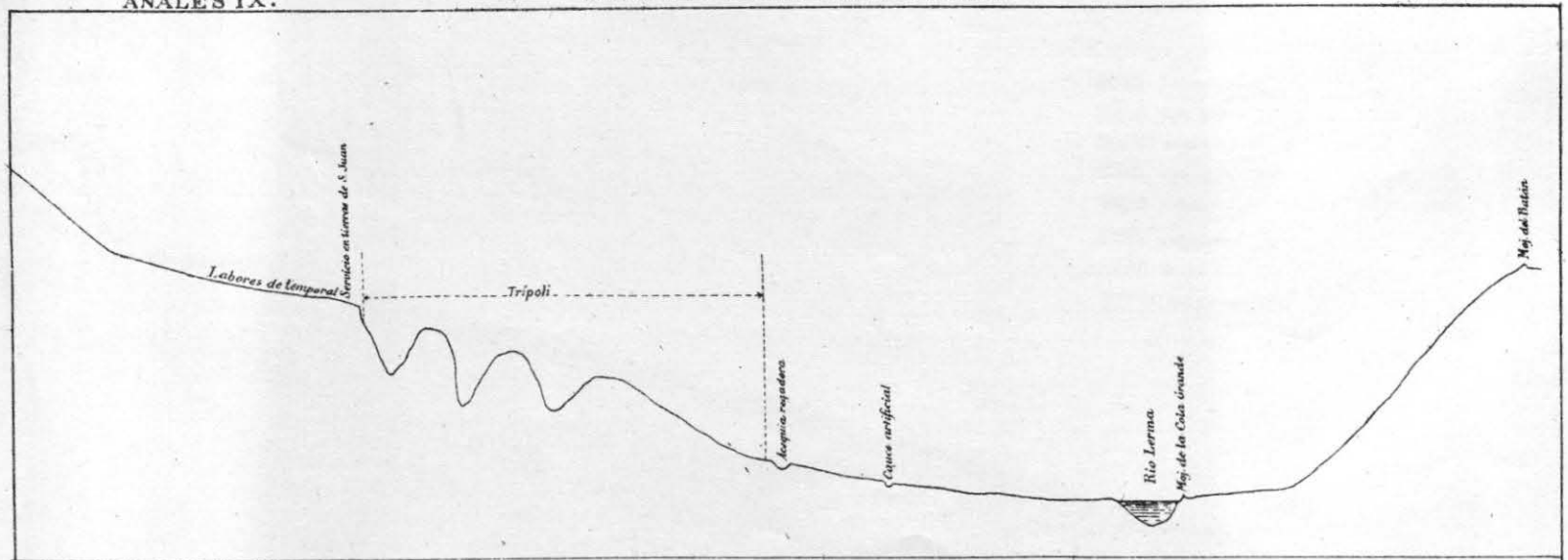
Fig. 13.

Fig. 1.—Sinedra Ehb. Fig. 2.—Sinedra Ehb. Fig. 3.—Surirella Turp (forma anómala). Fig. 4.—Surirella Turp. Fig. 5.—Surirella Turp. Fig. 6.—Coscinodiscus Ehb. Fig. 7.—Surirella Turp. Fig. 8.—Cyclotella Kz. Fig. 9.—Coscinodiscus Ehb. Fig.—10.—Gaillonella Bory.-Fig. 11.—Gaillonella Bory. Fig. 12.—Gaillonella Bory. Fig. 13.—Impresión de un resto de planta acuática entre las capas de trípoli.

NOTA.—Las figuras representadas en esta Lámina, tienen una amplificación cuya relación es de 1 a 200.

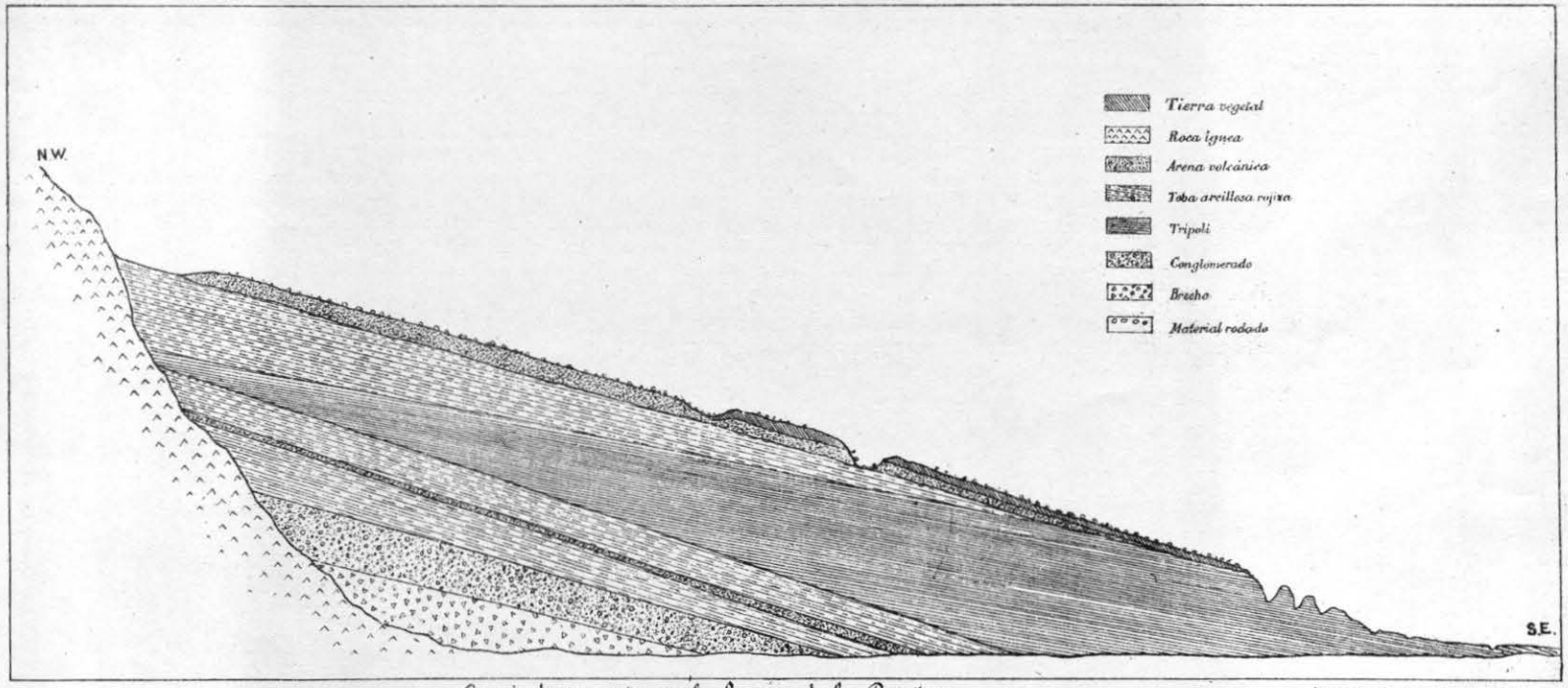


Talleres Graficos de la Nación



Croquis de un perfil del Valle de Toxi.

TALLERES GRAFICOS DE LA NACION.



Croquis de un corte en el Arroyo de la Puerta

TALLERES GRAFICOS DE LA NACION.

MANANTIALES EN EL PUEBLO DE TEPEXI DE RODRIGUEZ

POR

ENRIQUE DIAZ LOZANO

MANANTIALES EN EL PUEBLO DE TEPEXI DE RODRIGUEZ

ESTADO DE PUEBLA

POR ENRIQUE DIAZ LOZANO

INTRODUCCION

La Secretaría de Agricultura y Fomento solicitó del Instituto Geológico de México, que nombrara uno de sus miembros para que hiciera un estudio hidrológico en el pueblo de Tepexi de Rodríguez, cabecera del mismo nombre (E. de Puebla), y atendiendo esta solicitud, la Dirección del mismo tuvo a bien comisionarme para que efectuara el mencionado estudio. El 18 de marzo próximo pasado, salí para la población citada, a donde llegué el 21, dando desde luego principio a mis trabajos.

El itinerario seguido fué: de México a Puebla; de esta ciudad por el Ferrocarril de Tehuacán, hasta la estación de Tepeaca, para continuar a caballo hasta Tepexi, que dista unos 60 kilómetros de la anterior. Se habría ahorrado tiempo si el Ferrocarril Carbonífero no hubiera estado interrumpido, pues en la estación de Rosendo Márquez, anterior a la de Tepeaca, cruza con el de Tehuacán. Esta línea que une la población de Acatzingo con Ahuatempam, pasa por el pueblo de Ixcaquixtla que solo dista de Tepexi unos 20 kilómetros.

SITUACION GEOGRAFICA

PLANO NÚMERO 1

El pueblo de Tepexi, cabecera del Distrito del mismo nombre, perteneciente al Estado de Puebla, se encuentra a los 18° 34′ 47″ de latitud N. y 1° 12′ 9″ de longitud E. de México. Está situado en el lado SE. del valle de Tepexi, sobre el flanco W. del C. del Mirador, que no es más que una estribación de la sierra que los habitantes del lugar designan con el nombre de Cerros del Gavilán, que a su vez forman parte del sistema montañoso llamado sierra de Zapotitlán.

Este valle, como los inmediatos de Acatlán, Tehuacán y Matamoros, etc., forman parte de la región que comprende la zona Sur del Estado de Puebla, conocida con el nombre de las Mixtecas Poblanas y que se extiende abarcando parte de los Estados de Oaxaca y Veracruz.

El pueblo de Tepexi (fotografías números 2 y 3), tiene en la actualidad 1,300 habitantes, los que en su mayor parte se dedican a la Agricultura, cultivando maíz, frijol, trigo, cebada, etc.

Como el pueblo de Tepexi y los terrenos que lo circundan están situados sobre los declives de las estribaciones y

lomeríos que se desprenden de la sierra, la tierra vegetal es de muy poco espesor, y no puede desarrollarse con facilidad la vegetación arborescente, sino en el fondo de algunas cañadas en donde crecen algunas plantas de los climas tropicales.

Antiguamente los habitantes se dedicaron a la industria de la seda, por lo que en otros tiempos era conocido este pueblo con el nombre de Tepexi de las Sedas. Todavía se conservan algunos árboles de morera.

Antes de continuar, es conveniente hacer notar que los planos que acompañan este trabajo, sólo dan una ligera idea de la topografía de la región; el plano número 1 pertenece a la Comisión Geográfica Exploradora,[1] y el número 2 está tomado de la carta general del Estado de Puebla, publicada el año de 1908.

FISIOGRAFIA

El valle de Tepexi es de forma irregular, alargado en la dirección E. a W., con una longitud aproximada de unos 40 kilómetros y una anchura máxima de 20 (plano número 1). Está circundado en su mayor parte por los desprendimientos montañosos que se derivan de los cerros del Gavilán, que lo cierran por el lado oriental, estando abierto hacia su lado occidental, que es por donde se abre paso el río Laxamilpan, tributario del Atoyac.

Las líneas negras trazadas sobre el plano marcan de una manera aproximada el contorno (plano número 1).

Los accidentes que constituyen el relieve interior del valle de Tepexi, son debidos principalmente a la acción de las aguas, que han modelado y cortado profundamente la superficie comprendida dentro de los bordes de lo que en otro tiempo fué el fondo de una cuenca lacustre, dando origen a un conjunto de lomeríos interiores más o menos eslabonados, que a su vez han sido cortados por los cauces de los arroyos y cañadas que vienen a aumentar el caudal de agua que el Laxamilpan conduce fuera del valle, cuyo declive general, no es más que la continuación de la superficie que se extiende hacia el E. y NE. de él (plano número 2), y sobre la que ha sido construída la vía del Ferrocarril Carbonífero. Esta vasta superficie inicia su inclinación entre alturas de más de 2000 metros sobre el nivel del mar, descendiendo gradualmente con una dirección NE. a W., y comprendiendo alturas intermedias alrededor de 1900, 1800, 1700 hasta las márgenes del Atoyac, en donde se registran alturas de 1000 metros (El Salado 1208 y Coatzingo 1907), ya en la confluencia del Laxamilpan.

El valle de Tepexi forma parte de esta extensa superficie, y el pueblo de Tepexi a 1746 metros sobre el nivel del mar, así como los terrenos que lo rodean, se encuentran situados sobre las desigualdades SE. del valle (fotografías números 1, 2 y 3).

El plano número 2 abarca una extensión mayor, y en él puede verse en torno de Tepexi, varias poblaciones con sus respectivas alturas sobre el nivel del mar, que dan una idea del declive general de la región. En este plano figura, además, un tramo de la línea del Ferrocarril Carbonífero.

HIDROGRAFIA

El desagüe del valle se verifica por medio del río Laxamilpan (fotografía número 4), que es un río consecuente que nace al NE. de Tepexi en la barranca llamada El Ojo de Agua, y que con todo el sistema de arroyos que recibe en su trayecto, aumenta el caudal del Atoyac, que como es sabido desemboca en el Océano Pacífico.

1. En este plano se han hecho algunas modificaciones que dan una idea más aproximada de la topografía del lugar.

GEOLOGIA

Las rocas constituyentes de la región son sedimentarias y están representadas por los materiales que a continuación se enumeran:

Calizas, conglomerado calizo, arcillas, margas, arenas y toba caliza.

Las calizas son las rocas dominantes y sobre ellas reposan los demás sedimentos; afloran tanto en las cumbres que forman el relieve del valle, como en varios puntos de las cañadas y son el material constituyente de los cerros del Gavilán, en una de cuyas estribaciones, como se ha hecho notar, se encuentra situado el pueblo de Tepexi.

En el cerro de San Pedro, al SE. del pueblo (fotografía número 5), en el que brotan varios manantiales, afloran las calizas a los lados del camino que conduce a Ixcaquixtla, presentándose en capas con un espesor de unos 80 centímetros, con un echado general al SE. y con una dirección de NE. a SW., estando bastante fracturadas.

Cerca del nacimiento de la barranca Tlayua, como 4 kilómetros al NE. del pueblo, afloran las mismas calizas (fotografía número 6), con un echado de unos 52° al NE., en las que las diaclasas corren con una dirección dominante N. a S.

En la barranca llamada del Agua Escondida al SW. de Tepexi, también ya cerca de su nacimiento, se presentan en una posición sensiblemente horizontal (fotografía número 7). Tanto en la barranca Tlayua como en la del Agua Escondida brotan algunos manantiales directamente de entre sus fracturas.

En el camino que conduce a Puebla, a unos 4 kilómetros, en un lugar llamado Vuelta del Coche y como a unos 60 metros sobre el nivel del lecho del río Laxamilpan, se presentan otra vez las calizas en posición también horizontal.

Todas son compactas y no se encontraron en ellas huellas de fósiles.

En el arroyo llamado del Salto, afloran otras: son calizas apizarradas y según se dice, se han encontrado en ellas impresiones de plantas; cerca de este lugar, en el paraje llamado Pie de Vaca, existen sobre esta misma roca numerosas marcas de pezuñas, algunas muy bien conservadas. Estas calizas, en forma apizarrada, se encuentran onduladas como se observa cerca de la confluencia de este arroyo con el Laxamilpan.

El conglomerado calizo está muy consolidado y formado por cantos arredondados, procedentes de las mismas calizas compactas sobre que reposan; tienen un diámetro de unos 3 a 5 centímetros y están entremezclados con algunos fragmentos de pedernal y de cuarzo.

Este conglomerado aflora tanto en los flancos de las elevaciones, como en el fondo de las cañadas; y a través de sus fracturas y grietas, brotan los manantiales de que más tarde se tratará (fotografías números 8 y 9).

Las arcillas afloran en el camino real a Puebla sobre las calizas en el lugar llamado Vuelta del Coche, ya para descender al río Laxamilpan.

Las margas son arcillosas y descansan directamente sobre las capas de arcillas, aflorando en el mismo lugar.

Las arenas probablemente reposan sobre las capas anteriores; alternan con algunas de aglomerado calizo y afectan la forma de los depósitos de las pendientes, es decir, la forma de abanico. Estos dos materiales han sido encontrados debajo de la toba, en los pozos que se han perforado en el pueblo a diferentes profundidades.

La toba caliza forma la cubierta de todos los materiales que se han enumerado; después viene la tierra vegetal en una capa muy delgada, en general interrumpida a grandes trechos por los afloramientos de la primera.

En resumen, el orden en que se encuentran colocados los depósitos mencionados de abajo hacia arriba, es el siguiente:

1, calizas compactas; 2, conglomerado calizo; 3, (?) calizas apizarradas

arcillosas; 4, arcillas; 5, margas arcillosas; 6, arenas y aglomerado calizo, y 7, toba caliza.

Historia

Las calizas compactas que representan la formación más antigua en la región en que se encuentra el valle de Tepexi, alcanzan un espesor de más de 600 metros y han sido consideradas como pertenecientes al Cretácico medio.[1] Este valle, como los de Acatlán, Tehuacán y Matamoros, etc., formaron durante el Terciario un conjunto de lagos diseminados en la vasta extensión conocida con el nombre de las Mixtecas Poblanas.[2]

Los demás materiales sedimentarios existentes y de los que se ha tratado ya, reposan sobre las calizas cretácicas y atestiguan el régimen lacuestre durante el cual fueron depositados.

DATOS METEOROLOGICOS

No se cuentan con datos concretos respecto a las observaciones meteorológicas del Valle de Tepexi, pero puede decirse que queda bajo la influencia de los agentes meteorológicos que dominan en la región Sur del Estado de Puebla, principalmente en la zona correspondiente a las Mixtecas,[3] cuyo clima es tropical. Sin embargo, en el pueblo de Tepexi, las temperaturas se hacen sentir con menos fuerza que en otros lugares de la región, como Acatlán, Zapotitlán y otros puntos del Distrito.

Las lluvias se efectúan con bastante regularidad, durante tres meses del año, dando principio en el mes de julio, para terminar en septiembre. En general, el pueblo de Tepexi, situado en la región montañosa de las Mixtecas, está en condiciones bastante favorables y puede ser considerado entre las poblaciones que gozan de un clima semitemplado.

HIDROLOGIA

Los numerosos manantiales que existen en la región de que nos ocupamos, hacen inútil pensar en valerse de otro procedimiento que no sea el aumentar el caudal de éstos para el aprovechamiento de las aguas subterráneas; pues producen lo suficiente para todas las necesidades de la población, tanto por lo que se refiere a las aguas potables, como para fines agrícolas.

Al tratar de la geología se han enumerado las rocas existentes y su distribución. Entre ellas, se ha hecho notar la importancia de las calizas, que son el constituyente principal de la región y que para el objeto de este estudio, representan un papel muy importante por lo que se refiere a la circulación subterránea de las aguas, pues en ellas queda comprendida la región de alimentación de los receptáculos acuíferos de que se trata.

Las aguas infiltradas en la vasta superficie que se extiende al E. y NE. del Valle de Tepexi y de la que se habló al tratar de la Fisiografía, representa la región que debe considerarse como la superficie de alimentación.

Estas aguas, o al menos parte de ellas, después de circular entre las grietas y fracturas (litoclasas) de las capas de caliza, vienen a presentarse bajo la forma de manantiales, hacia la parte oriental del Valle de Tepexi.

El conglomerado calizo, bastante consolidado, que reposa sobre las calizas, viene a ser un muro impermeable que solo permite el paso de las aguas a través de sus fracturas, como puede observarse en varios de los manantiales que se visitaron.

---

1. Instituto Geológico de México. Boletín núms. IV, V, VI.—Bosquejo geológico de México. Itinerarios Geológicos de José G. Aguilera, 1896, págs. 82 a 83.

2. Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate. Tomo 36, primera parte. Puebla, su territorio y sus habitantes, por Enrique Juan Palacios.—1917, pág. 37.

3. Puebla, su territorio y sus habitantes, obra citada. Sociedad Alzate. Tomo núm. 36, pág. 172.

En los lugares en que falta este conglomerado, el agua brota directamente entre las fracturas de las calizas como se observa en el nacimiento de las barrancas Tlayua y el Agua Escondida (fotografías números 6 y 7).

Los manantiales están dispuestos hacia el E., SE., S., SW., y W. del pueblo, y están marcados en el plano número 1 que acompaña este estudio, por puntos rojos, habiéndose visitado en el orden siguiente:

Manantial de San Pedro (fotografías números 8 y 9), en la falda SW. del cerro de San Pedro, a poca distancia de la población en el camino que conduce a Ixcaquixtla, como a unos 20 metros sobre el nivel del pueblo. El agua brota entre el conglomerado (croquis número 1), y tiene una temperatura de 20° c., siendo la del ambiente de 22°. Su gasto aproximado es de unos 19 litros por segundo.

Una parte del líquido se aprovecha para surtir de agua potable al pueblo, y la otra se emplea en el riego de los terrenos; de este manantial se tomó una muestra cuyo análisis químico acompaña este estudio.

A unos cuantos metros del anterior, existe otro pequeño, pero que, como aquél, brota entre el mismo conglomerado.

Hacia la falda E. y NE. del mismo cerro de San Pedro, a un nivel un poco más alto que el de los manantiales anteriores, brotan otros cuatro que producen menor cantidad de agua, que se aprovecha para el cultivo; el material entre el que brotan, está cubierto por la tierra vegetal.

Descendiendo hacia el E. del mismo cerro, en la barranca «Higo,» entre el conglomerado calizo, brota otro manantial cuyo gasto es de unos 20 litros por segundo.

Hacia el E. y NE. de Tepexi se visitaron los manantiales siguientes:

Al E., a muy corta distancia de la población, en el paraje denominado Lameyale, existe uno que produce regular cantidad de agua y ésta brota entre el conglomerado calizo. A poca distancia del anterior, se encuentran otros tres que brotan en unos terrenos de propiedad particular.

Como a unos dos kilómetros al NE. de Tepexi, existen dos manantiales llamados de San Sebastián. Son bastante importantes por la cantidad de agua que producen, pues uno de ellos cuyo gasto pudo medirse aproximadamente, produce 35 litros por segundo.

En la barranca Tlayua (fotografía número 5), como a unos cuatro kilómetros del pueblo, y ya cerca de su nacimiento, el agua brota directamente entre las diaclasas que con una dirección N. a S. atraviesan las calizas, que en forma de acantilados se encuentran a uno y otro lado de la barranca.

Existe otra serie de manantiales hacia el SW. y W. de Tepexi. Los principales son: uno a inmediaciones del pueblo, en la barranca del Agua de la Virgen; después, en la margen derecha de la barranca del Agua Escondida, al SW. del pueblo, una sucesión de ellos que principia con el llamado de San Vicente (fotografía número 10), en el que el material en que brota está cubierto; viene después otra serie situada en la margen derecha de la barranca, brotando entre el conglomerado calizo (croquis número 2), a través del cual se han abierto algunos pequeños socavones, con lo que se ha aumentado notablemente su gasto.

Ya cerca del nacimiento de la barranca (fotografía número 7), desaparece el conglomerado y como en la de Tlayua, los manantiales brotan directamente entre las calizas (croquis número 3).

Las temperaturas de las aguas en todos los manantiales fluctúan entre 19° y 20° c., variando la temperatura del ambiente en el tiempo en que se hicieron las observaciones (segunda mitad de marzo), de 20° a 32° c. durante el día.

Aguas freáticas

El nivel de las aguas freáticas, se encuentra a diferentes profundidades; los pozos que se han perforado en la parte alta de la población, por ejemplo, cerca del cerro de San Pedro, han alcanzado el agua a la profundidad de metro y medio a tres metros, pero a medida que se desciende con dirección hacia el río Laxamilpan, en las casas situadas a los lados del camino que conduce a Puebla, la profundidad a que ha sido encontrada el agua, es de 27 a 30 metros, aumentando esta profundidad en las casas próximas al cementerio, situado también a un lado del camino real y como a medio kilómetro del centro de la población.

El material cortado por las perforaciones ha sido primero una capa de toba de espesor variable, luego una de aglomerado calizo, que va aumentando de espesor a medida que el terreno desciende, encontrándose después la capa de arena en la que está contenida el agua y cuyo nivel va siendo más bajo a medida que se aleja de la zona de los manantiales.

Aguas brotantes o artesianas

Las condiciones en que se encuentran los materiales que constituyen el subsuelo del pueblo de Tepexi, no satisfacen los requisitos para que entre ellos pueda hacerse la circulación de las aguas bajo presión, al menos a una profundidad prácticamente conveniente.

CONCLUSIONES

Los manantiales que han sido descritos producen la cantidad de agua suficiente para las actuales necesidades de la población, a pesar de que la cantidad producida es muy imperfectamente aprovechada, pues los medios de captación y conducción son bastante rudimentarios.

El caudal de agua producido por los manantiales, puede ser aumentado con poco costo relativamente, pues ya se ha hecho notar el papel que desempeña el conglomerado calizo en la zona de los manantiales y que los pequeños socavones practicados a través de este material, han aumentado sensiblemente su gasto. Así es que, si se procura prolongar aquéllos hasta llegar al contacto del conglomerado con la superficie de las calizas sobre las que descansa, practicando en seguida galerías transversales en el fondo de dichos socavones, es indudable que el caudal producido aumentará de manera considerable.

Una ligera nivelación facilitaría después, la manera de reunir el caudal producido por los manantiales situados a diferentes alturas, haciendo la conducción del agua a depósitos colocados convenientemente para su mejor distribución y aprovechamiento.

Las condiciones en que se encuentran colocados los manantiales del cerro de San Pedro, principalmente el manantial que lleva el mismo nombre, es completamente suficiente para satisfacer las necesidades de toda la población.

Parte del agua del manantial es conducida por una tubería de fierro, que alimenta algunas fuentes públicas, y de éstas se surte la población.

Antes de terminar este trabajo, me es grato manifestar mi agradecimiento por las atenciones con que fuí tratado, tanto por los vecinos del pueblo de Tepexi, como por las autoridades, principalmente por los señores Presidente Municipal y Secretario del Ayuntamiento.

México, abril 24 de 1920.

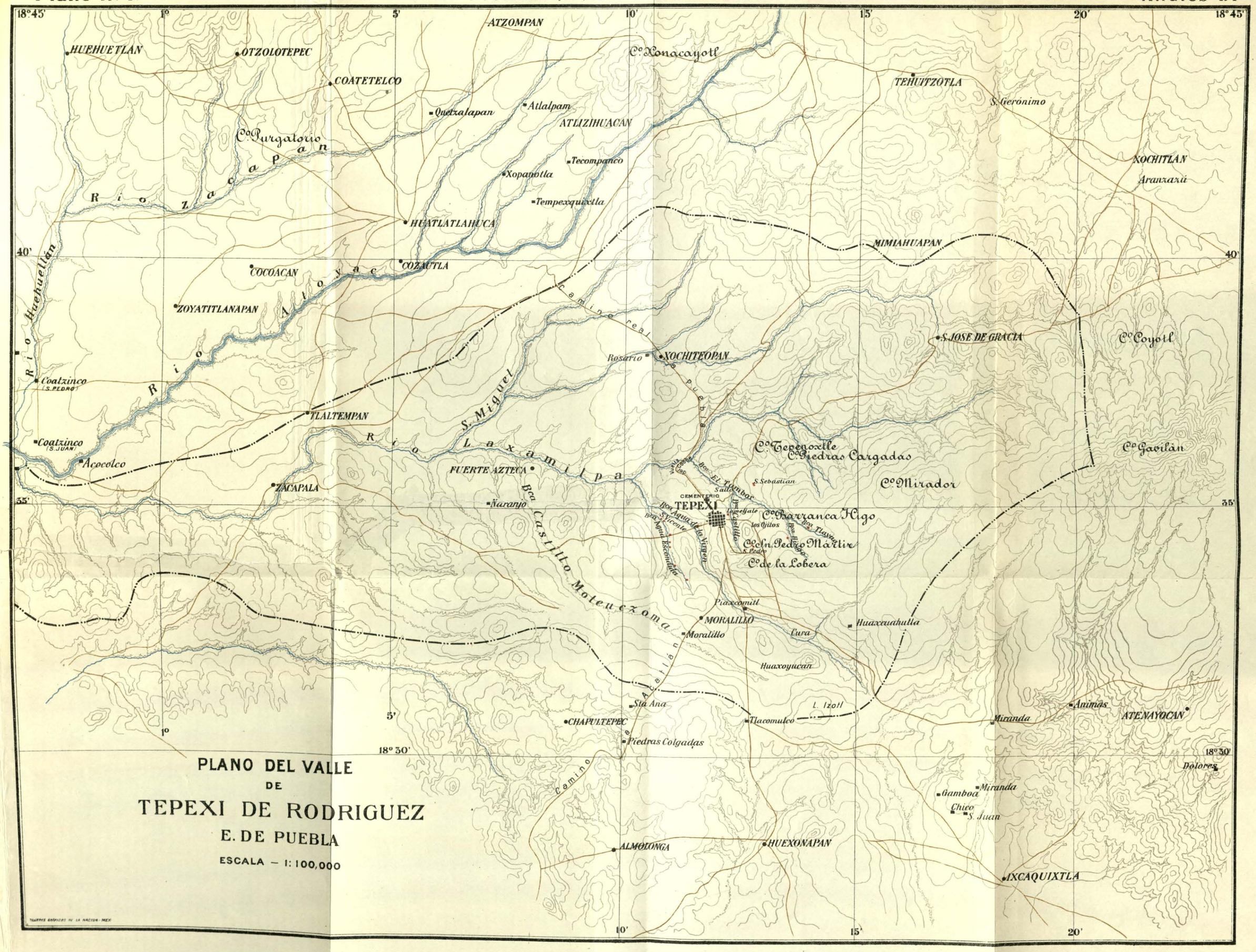
ANALISIS NUMERO 162

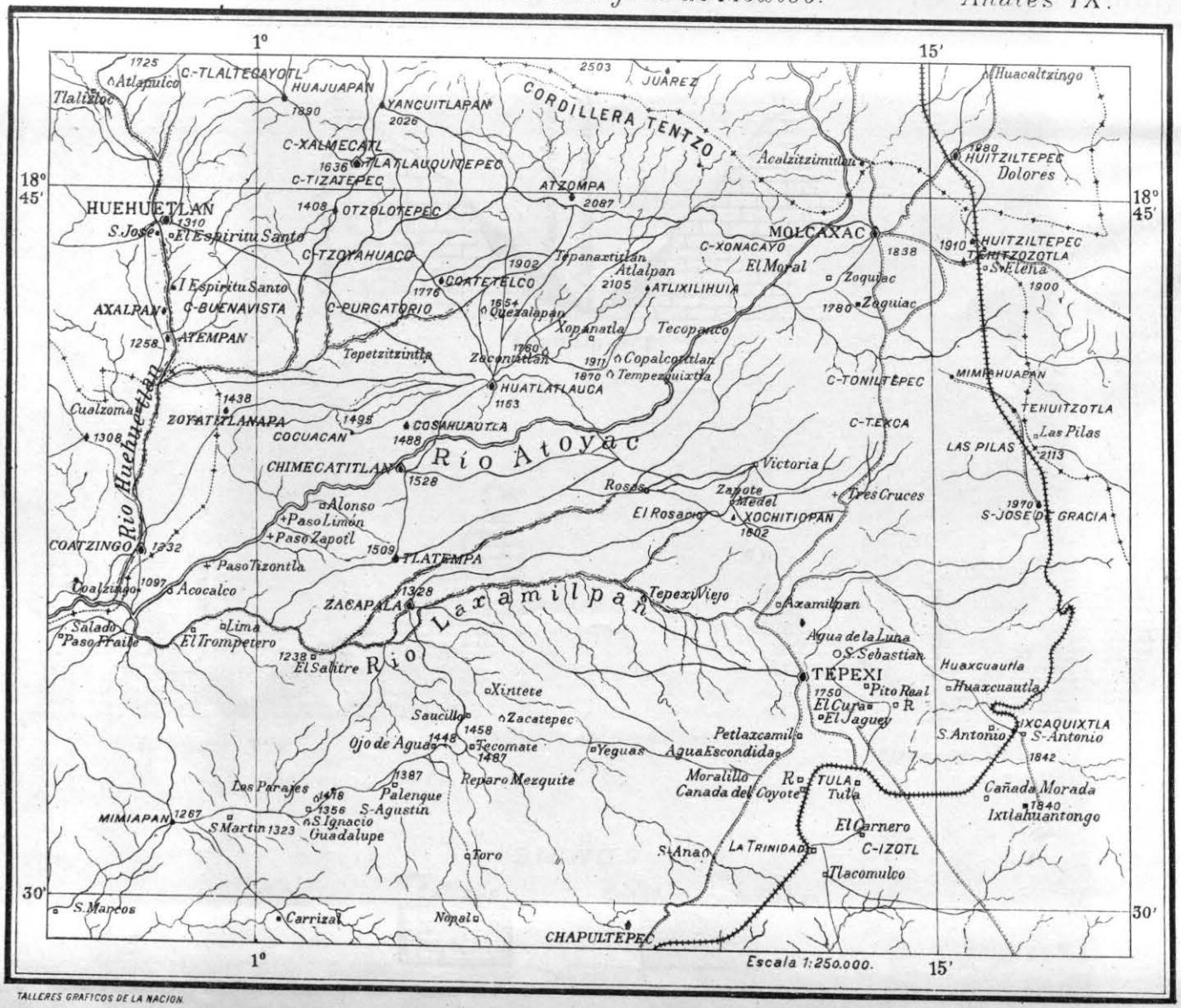
Muestra de agua del manantial de San Pedro, Cerro de San Pedro, pueblo de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla. Análisis practicado por el señor Profesor Carlos Castro.

Residuo a 110° C..... 0.367 grs. por litro.

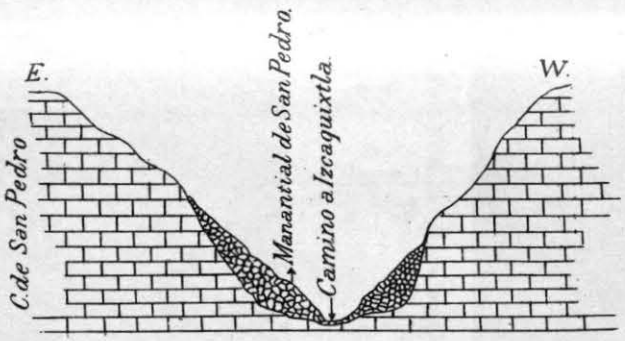
$Si\ O_2$	0.021	grs. por litro.
$Fe_2\ O_3\ Al_2\ O_3$	0.010	,, ,, ,,
Ca	0.042	,, ,, ,,
Mg	0.024	,, ,, ,,
K	0.018	,, ,, ,,
Na	0.035	,, ,, ,,
Cl	0.133	,, ,, ,,
$S\ O_4$	0.010	,, ,, ,,
$C\ O_3$	0.060	,, ,, ,,
$N_2\ O_5$	Huellas.	
	0.353	

NOTA: La cantidad de Ca, Mg y $Si\ O_2$ que contiene el agua analizada excede un poco de los límites que se ponen para que pueda ser considerada como potable, sin embargo, puede usarse como tal sin ningún peligro para la salud de las personas que la empleen.

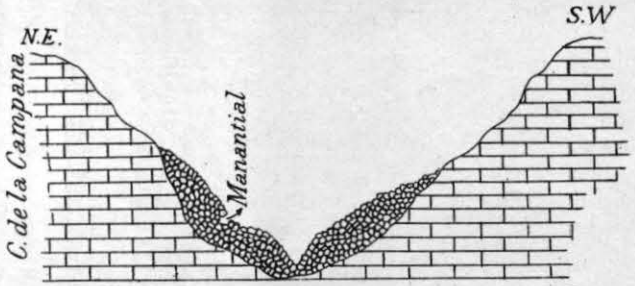

PLANO DEL VALLE
DE
TEPEXI DE RODRIGUEZ
E. DE PUEBLA
ESCALA — 1:100,000
18°45'
1°
5'
10'
15'
20'
40'
35'
18°30'
ATZOMPAN
HUEHUETLAN
OTZOLOTEPEC
COATETELCO
Co Xonacayotl
TEHUITZOTLA
S. Gerónimo
Quetzalapan
Atlalpam
ATLIZIHUACAN
Co Purgatorio
Tecompanco
Xopanotla
Tempexquixtla
XOCHITLAN
Aranzazú
Rio Zacapan
HUATLATLAHUCA
MIMIAHUAPAN
COCOACAN
COZAUTLA
Rio Alosyac
ZOYATITLANAPAN
Camino real a Puebla
S. JOSE DE GRACIA
Co Coyotl
Rosario
XOCHITEOPAN
Rio Huehuetlán
Coatzinco (S. PEDRO)
Rio S. Miguel
TLALTEMPAN
Coatzinco (S. JUAN)
Acocolco
Rio Laxamilpa
Co Tepenoxtle
Co Piedras Cargadas
Co Gavilán
FUERTE AZTECA
S. Sebastian
Co Mirador
ZACAPALA
Naranjo
Bca Castillo Moteuczoma
CEMENTERIO
TEPEXI
Co Barranca Higo
Co S. Pedro Martir
Co de la Lobera
Piaxcomitl
MORALILLO
Moralillo
Huaxcuahutla
Cura
Huaxoyucan
Camino de Acatlán
Sta Ana
L. Izotl
Animas
ATENAYOCAN
CHAPULTEPEC
Tlacomulco
Miranda
Piedras Colgadas
Dolores
Camino
Gamboa
Miranda
Chico
S. Juan
ALMOLONGA
HUEXONAPAN
IXCAQUIXTLA



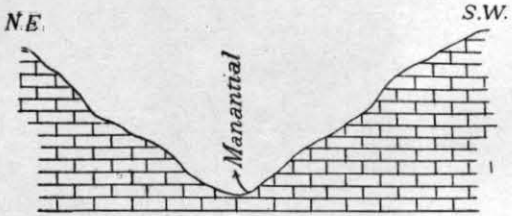
TALLERES GRAFICOS DE LA NACION.



Croquis N.º 1.



Croquis N.º 2.

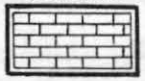


Croquis N.º 3

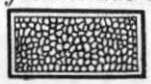
Barranca del Agua Escondida

SIGNOS

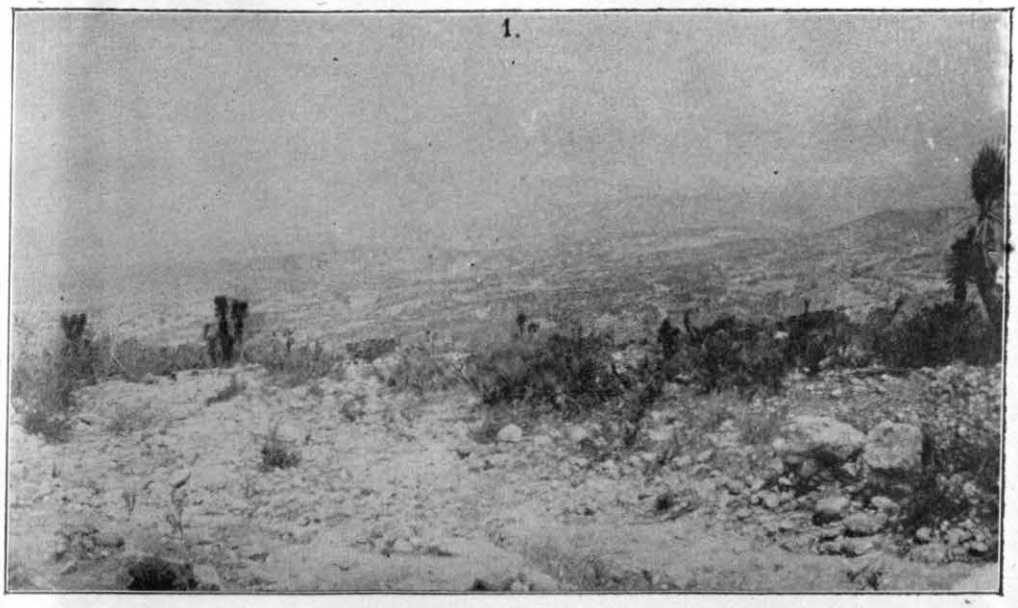
Calizas



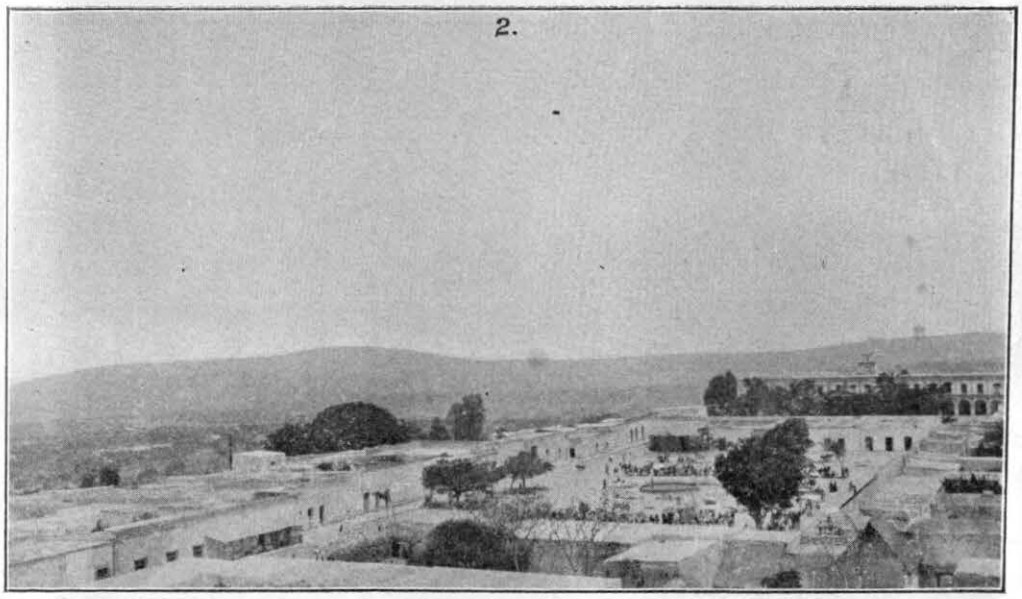
Conglomerado Calizo.



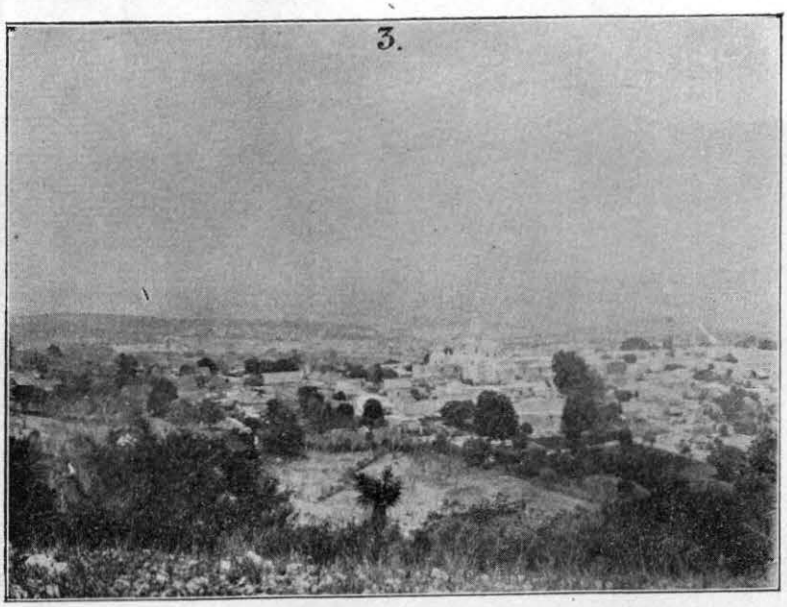
TALLERES GRAFICOS DE LA NACION.



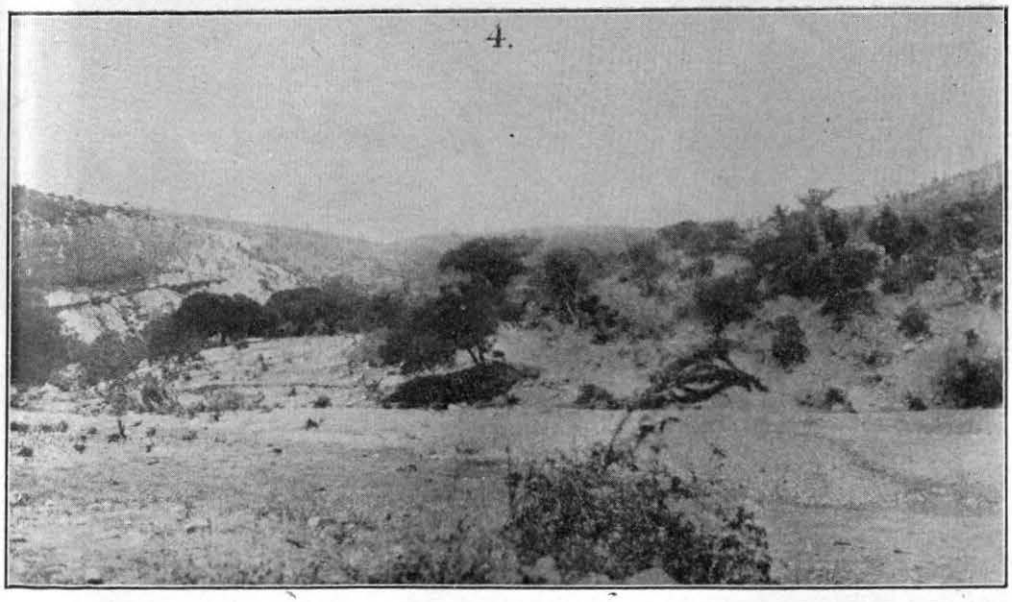
FOT. NÚM. 1.—Vista tomada desde el Cerro de San Pedro. Lomeríos hacia el NE. del Valle de Tepexi. En el fondo se distingue el contorno de la Sierra del Tentzo



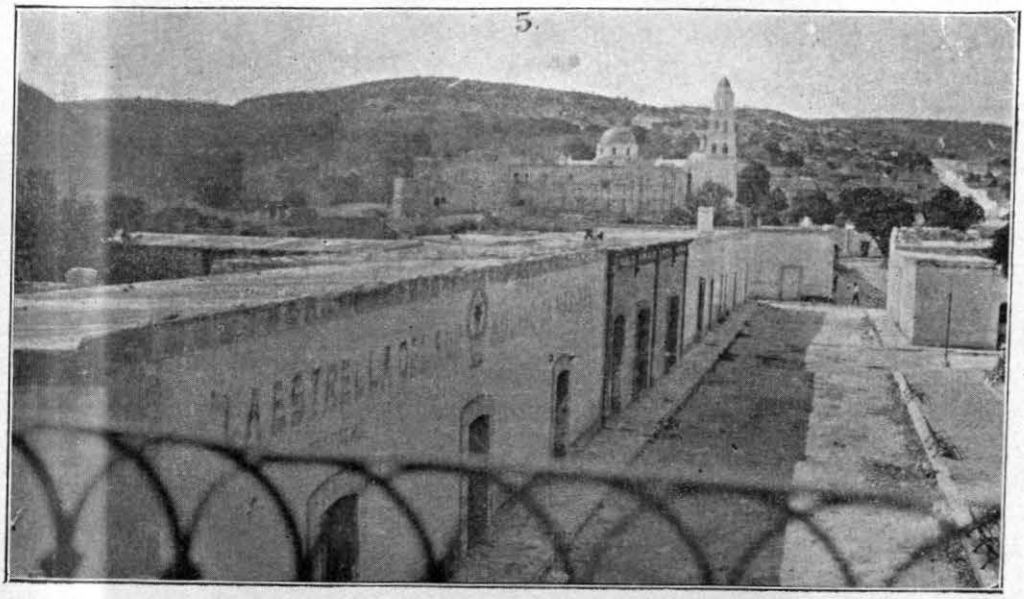
FOT. NÚM. 2.—Vista tomada de la torre de la Parroquia de Tepexi. Lado NW. del Valle. A la izquierda, en el fondo, Cerro Lanceta, perteneciente a los de la Sierra del Rosario.



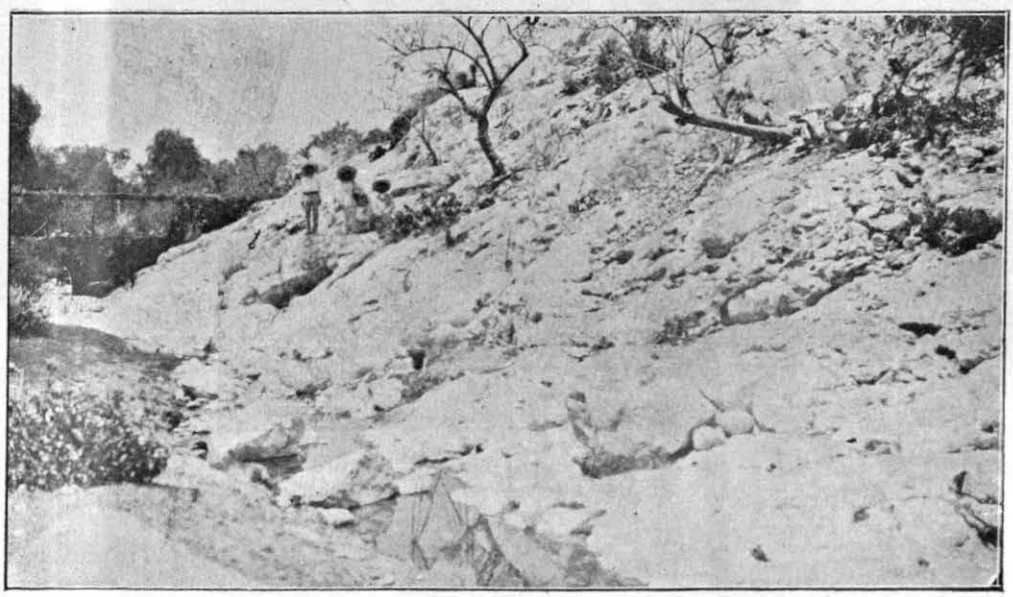
FOT. NÚM. 3.—Vista panorámica del pueblo de Tepexi, tomada desde el Cerro de San Pedro.



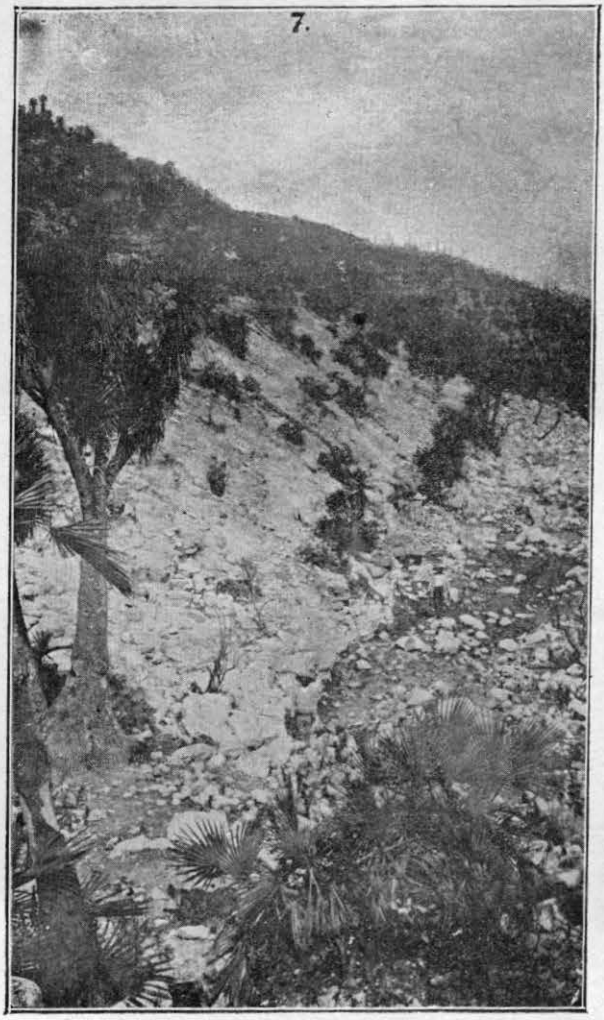
FOT. NÚM. 4.—Río Laxamilpan en el lugar en donde cruza el camino real de Puebla. A la izquierda, materiales depositados por el río.



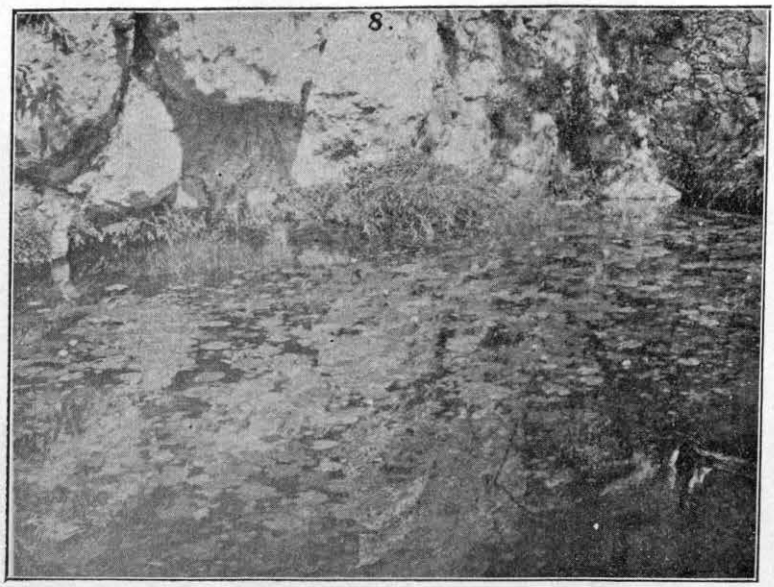
FOT. NÚM. 5.— Cerro de San Pedro al SE. de Tepexi. Sobre sus flancos brotan varios manantiales, entre los que se encuentra el de San Pedro, que surte a la población.



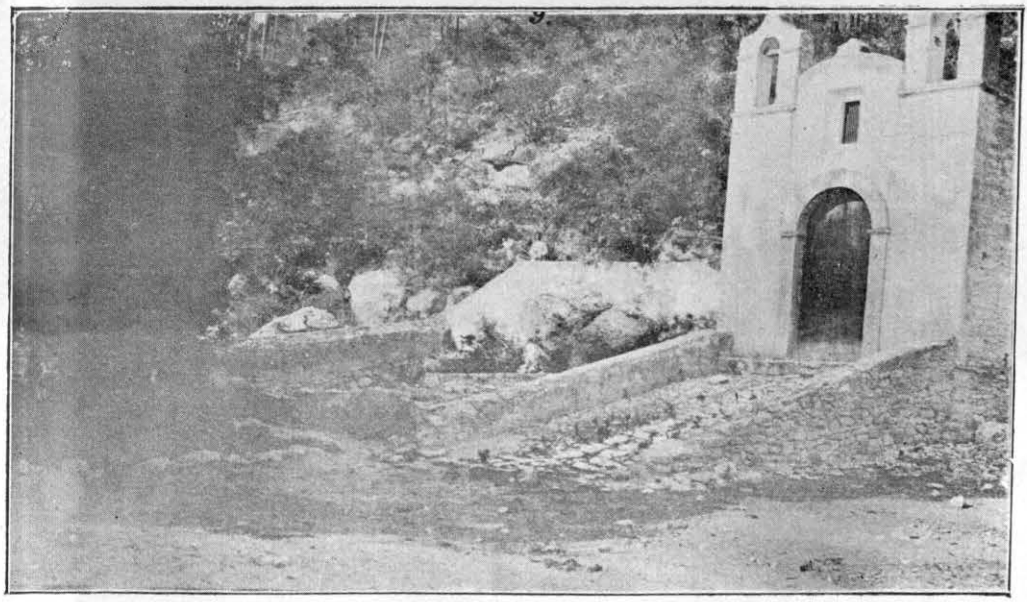
FOT. NÚM. 6.—Barranca Tlayua entre cuyos acantilados calizos brotan directamente varios manantiales.



FOT. NÚM. 7.—Barranca del Agua Escondida. El agua brota directamente entre las fracturas de las calizas.



FOT. NÚM. 8.—Manantial de San Pedro. El agua brota entre las fracturas del conglomerado calizo.



FOT. NÚM. 9.—Manantial de San Pedro.

INDICE