

CAPTACION
DE AGUAS POTABLES

EN EL MINERAL DE

JACALA

POR

HERIBERTO CAMACHO

... de ... en ...
... de ... en ...

... de ... en ...
... de ... en ...
... de ... en ...
... de ... en ...
... de ... en ...

CAPITACION

DE AGUAS POTABLES

JACALA

FOR

HERIBERTO CAMACHO

**PLANO
DE
JACAJA Y SUS ALREDEDORES**

Levantiado con laquímelo

por

HERIBERTO GAMACHO

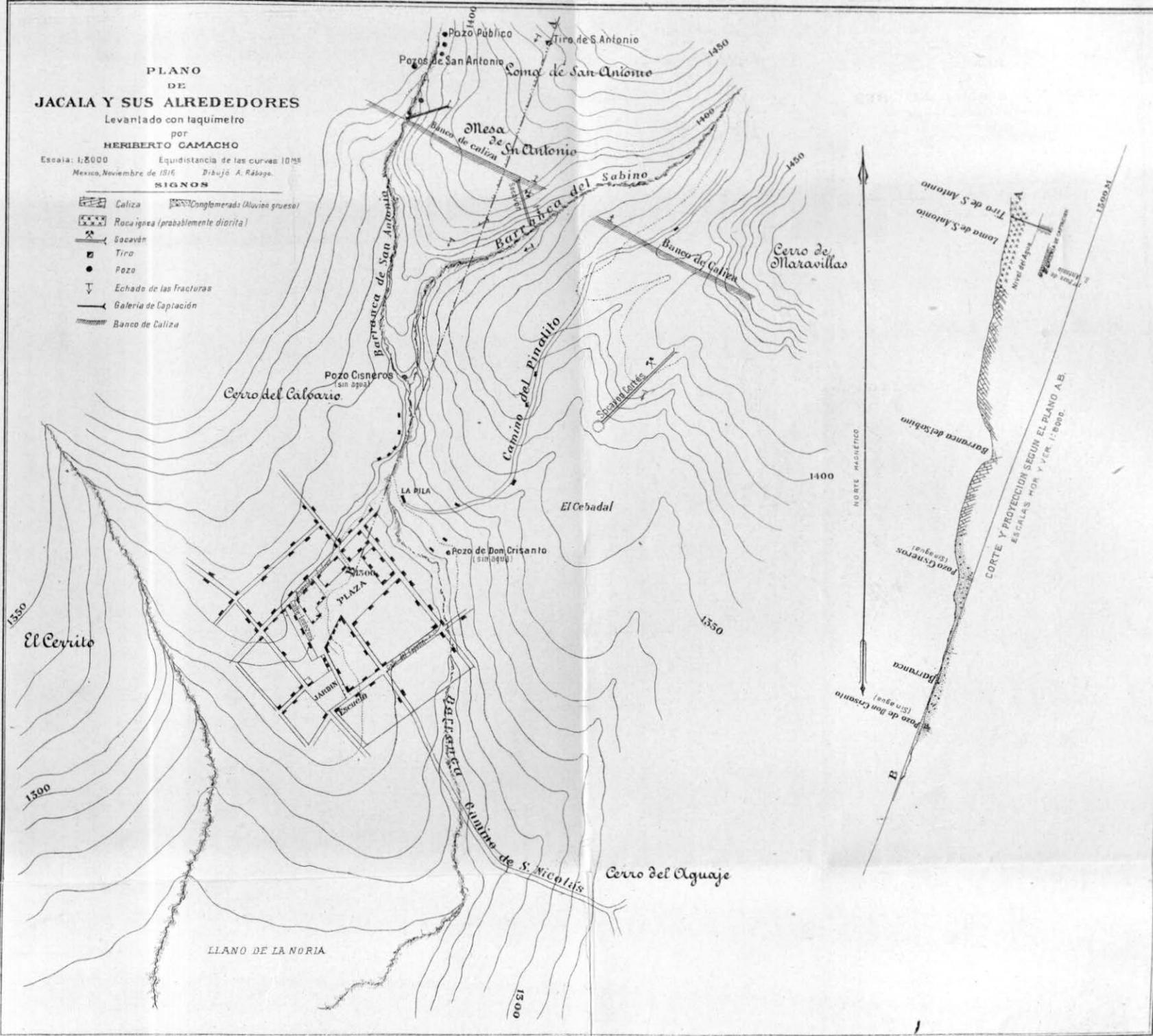
Escala: 1:2000

Equidistancia de las curvas 10^{ms}

México, Noviembre de 1916 Dibujo A. Rábago.

SIGNOS

- | | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------------|
| | Caliza | | Conglomerado (Aluvión grueso) |
| | Roca ignea (probablemente diorita) | | Socavón |
| | Tiro | | Pozo |
| | Echado de las Tractoras | | Galería de Captación |
| | Banco de Caliza | | |



CAPTACION DE AGUAS POTABLES EN EL MINERAL DE JACALA.

POR EL ING. HERIBERTO CAMACHO.

Comisionado por el Gobierno del Estado de Hidalgo, para estudiar la manera de proveer de agua a la villa de Jacala, me trasladé a ese lugar a mediados de enero del presente año; y a fines de febrero próximo pasado, rendí a la Superioridad un informe, cuyos puntos principales son los siguientes y que acompaño de un plano construido en la escala de $\frac{1}{8000}$ y de un perfil geológico.

GEOGRAFIA.—Jacala, cabecera del Distrito de ese nombre, tiene por coordenadas: $21^{\circ}00'31''$ de latitud Norte y $0^{\circ}03'26''$ Este de México.

Su altura sobre el nivel del mar es de 1300 m. El Distrito de Jacala está al Norte del Estado de Hidalgo y es límite al W. y N. W. con el de Jalpan, Estado de Querétaro; al Norte con los Partidos de Tancanhuitz y Tamazunchale del Estado de San Luis Potosí; al Este con los Distritos de Huejutla y Molango; y al Sur con el de Zimapán, estos últimos del mismo Estado de Hidalgo. La población de Jacala se encuentra en las fragosidades de la Sierra Madre Oriental, dentro del ángulo agudo que forman los ríos Moctezuma y Quetzalapa o Amajac, los cuales, respectivamente, pasan al Oeste y Este de la población, ambos a distancias no menores de veinte kilómetros.

TOPOGRAFIA.—La región es accidentada; encontrándose Jacala en la falda Oriental del Cerro del Calvario, al Norte de un pequeño valle, que tiene una superficie aproximada de seis kilómetros cuadrados; y que está limitado así: al Norte por los Cerros de San-

ta Ana, San Antonio, el Puerto de los Horcones y el Cerro de Maravillas. Al Norte de esta barrera montañosa existe un valle alto, llamado el Pinalito, con pendiente general al N. E. y cuyo drenaje lo hace tributario del Amajac. Al Poniente, por colinas arredondadas de poca altura, que lo separan del Llano Largo, cañada seca y caliente, cuyo drenaje es muy rápido, tanto por infiltración de las aguas como por su fuerte pendiente hacia el Río Moctezuma. Existe cerca de la parte—aguas occidental del valle de Jacala una depresión cerrada, en cuyo fondo se depositan temporalmente las aguas de lluvias y es conocida con el nombre de Hilo-Juanico. Al Sur del valle se forman varios vallecitos, alineados de Oeste a Este, cuyas aguas temporales ocupan las depresiones centrales de cada uno de ellos; y son conocidos, en el orden indicado, con los nombres de «Los Frijoles», «Los Hoyos», «Agua Fría» y «Agua Fría Chiquita.» Estos valles pequeños, lo mismo que la depresión de Hilo-Juanico, son de gran importancia para caracterizar el régimen hidrológico de la región, como se verá después.

Finalmente, al Este, el valle de Jacala queda limitado por los Cerros del Aguaje, el Potrero, el de los Conejos y una de las estribaciones septentrionales desprendida del núcleo montañoso de la Encarnación. Esta barrera divide al valle del de San Nicolás, siendo éste de menor altura que aquel; y en cuyo fondo divaga en numerosos meandros un arroyo permanente, con dirección media de Sur a Norte, y que se alimenta en la sequía con los manantiales de «Rincón del Agua.» De los cuales conocí ocho, cada uno con un gasto medio de 2.5 litros por minuto; pero es mayor el número de manantiales. El arroyo de San Nicolás es aprovechado para el riego y es tributario del Río Amajac.

El valle de Jacala es monoclinal; su *thalweg* general, dirigido de N. W. a S. E., recibe las aguas torrenciales que descienden por la barranca comprendida entre el Calvario y El Cerrito y las de las barrancas de La Cantera o de San Antonio y de El Sabino o La Presa. Estas dos barrancas que son profundas, encajonadas y de fuerte pendiente, reúnen sus aguas en un solo cauce que pasa por el Norte y Oriente de la población, al pie de los cerros de Agua-

je y de los Conejos. El curso de este arroyo temporal y la altura de su lecho se están modificando paulatinamente en distintos tramos por obras artificiales emprendidas hace algunos años para aumentar el espesor de la capa vegetal, contrarrestar los efectos de la erosión y levantar su nivel para llevar el agua a depósitos altos, que permitan el riego de los terrenos del Campo Santo y del Llano de la Noria. El valle tiene una prolongación al S. E., denominada «La Lagunita», de magníficas tierras de labor; el thalweg general pasa por ese lugar para dirigirse al pie de un anfiteatro de cerros de poca altura, que interceptan el paso de las aguas superficiales; por lo cual, el drenaje se hace por una gruta formada en las calizas.

Esta forma de desagüe, es muy común en algunos lugares de esa región, y estos sifones naturales practicados en las calizas, se conocen con el nombre local de «sótanos».

Finalmente, este valle pertenece a la cuenca hidrográfica del Amajac o Quetzalapa.

GEOLOGIA.—En camino para Jacala, desde Ixmiquilpan, comienzan a desaparecer a la vista las rocas eruptivas, representadas en ese lugar por rhyolitas y predominan las rocas sedimentarias representadas por las calizas. En Jacala, las calizas son compactas, grises y negruzcas. Algunas veces de superficie corroída por las aguas cargadas de anhídrido carbónico; en los lugares en que se observan in situ, presentan diaclasas y paraclasas notables. Son metamórficas, presentando una estructura sacarina, en la zona de contacto con la roca ígnea de que se hará mención (véase el plano). Estas calizas son cretáceas, no encontré fósiles, pero han sido estudiadas con anterioridad.⁽¹⁾ El Sr. don Emilio Raigadas, persona ilustrada de la localidad, me dijo que las calizas de Pisaflores, al Norte de Jacala, eran fosilíferas.

Posteriormente, estas calizas fueron plegadas, dislocadas y muchas veces fracturadas, debido a su poca elasticidad. En los flancos

(1). Bosquejo Geológico de México. J. G. Aguilera. Bol. del Instituto Geológico. I-III.

Itinerarios Geol. (de Tula a Jacala). E. Ordóñez. Bol. del Instituto Geológico IV-VI.

de la barranca del Campo Santo de El Oro, entre Zimapán, y La Encarnación, barranca seca, muy encajonada, que tiene una dirección aproximada de S. E. a N. W. y una longitud de ocho kilómetros, pueden verse claramente definidos los pliegues de las calizas.

Los fenómenos de diastrofismo son atestiguados en Jacala por la presencia de espejos en el socavón de la Estaca y en algunos otros lugares; un espejo in situ, se observa en el socavón mencionado cuyo rumbo es de N. 40° E., con echado al S. 50° E. Esto demuestra que la región ha sido el sitio de fenómenos orogénicos poderosos.

En la actualidad son frecuentes los movimientos del suelo y los ruidos subterráneos. Tuve oportunidad de oír uno de ellos, el 8 de febrero, a la una de la tarde, parecido a un disparo de artillería; hecho como a cuatro kilómetros, fué sonoro, prolongado, como si hubiese sido producido en la atmósfera y al Norte de Jacala. Fué escuchado por muchas personas que lo interpretaron de diversas maneras. Hago mención de este hecho que parece estar fuera de lugar, porque es conocida la influencia que los movimientos de la corteza tienen en el régimen de las aguas subterráneas.

El hundimiento en el terrero del socavón de Cortés, ocurrido a fines de 1913, aunque local, está muy bien marcado sobre el terreno y que fué debido, probablemente, al hundimiento correspondiente de una bóveda de calizas, no deberá ser considerado como un hecho aislado y sin relación ninguna con la tectónica del lugar, pues en algunos terrenos de calizas se ha observado que los hundimientos de estas bóvedas tienen lugar a lo largo de líneas de menor resistencia que guardan posiciones paralelas con las líneas de plegamiento.⁽¹⁾ Así, pues, no todos los movimientos del suelo deben atribuirse en Jacala a las cavernas cuya existencia se supone en el subsuelo de calizas, sino que algunos serán de origen netamente tectónico.

Además de las calizas se encuentra en los Cerros de San Anto

(1). *Traité de Géographie Physique*. Emm. de Martonne. (1913) pág. 473.

nio y Maravillas una roca eruptiva que contiene cuarzo en muy pequeña cantidad, feldespato en cristales muy desarrollados y bastante alterados y mica biotita; tiene los elementos del granito, (1), está muy alterada por el intemperismo y por eso es muy porosa y permeable; presenta numerosas fracturas en su masa y esto aumenta su permeabilidad.

Las diaclasas de la roca eruptiva separan planos de superficie pulida que indican movimientos de resbalamiento (la dirección e inclinación de estas fracturas se indican en el plano). Generalmente esas diaclasas están rellenas con carbonato y sulfato de cal pulverulento, que demuestra que por ellas se ha hecho la circulación subterránea de las aguas.

En la masa de la roca ígnea y en su contacto con las calizas, muy dislocadas, es donde se encuentran los criaderos minerales de Jacala. La forma de los depósitos es de cavidades mineralizadas, más bien que de vetas; y los principales minerales que contienen son: magnetita, hematita, óxido de manganeso, carbonatos de plomo y de cobre y muy poca pyrita.

Sobre las lomas de Sta. Ana, San Antonio y La Cuesta, aflora la caliza, negra y compacta en estratos muy parados con inclinación al Norte y con rumbo casi E. W. Este afloramiento contiene óxido magnético y marca sobre el terreno la zona de contacto entre la roca sedimentaria y la eruptiva. (véase el plano).

HIDROLOGIA.—El valle de Jacala es de un suelo y subsuelo permeables, no existen aguas superficiales permanentes; el clima de la región (2) favorece la evaporación en algunos depósitos como en el «Jagüey del Señor» y en las depresiones ya mencionadas.

Varios han sido los intentos para surtir de agua a la población y muchos los pozos perforados en los thalwegs de las barrancas y en la parte baja del llano. Estas obras nos proporcionan enseñanzas útiles.

(1). Es probablemente una diorita. Itinerarios Geol. (De Tula a Jacala) E. Ordóñez. Bol. Instituto Geológico IV-VI.

(2). No existen datos acerca de la precipitación; la humedad relativa del aire es muy pequeña y la temperatura media, anual, es de 25° C.

Podemos distinguir dos regiones marcadas en el terreno por el afloramiento de caliza ferruginosa que se encuentra en una gran extensión al Norte de Jacala: la del Sur, ocupada por las calizas, en donde los trabajos emprendidos no han tenido éxito; como ejemplos están marcados en el plano: el pozo «Cisneros» y el de «Don Crisanto», el primero excavado en el punto de reunión de las barrancas de «San Antonio» y «El Sabino» y que a la profundidad de ocho metros no encontró agua. El socavón de la Estaca, localizado en el plano, no encontró en las calizas una sola filtración; la segunda región es la del Norte, ocupada por la roca eruptiva que por su alteración y sus fracturas es perfectamente permeable; y en donde los pozos y algunos socavones han proporcionado el líquido, aunque en cantidad limitada. En las barrancas del Sabino y de San Antonio, que en su parte alta, pertenecen a esta región, el agua freática ha sido encontrada a la profundidad media de cuatro metros, siendo ésta menor en los pozos más próximos a la zona de contacto con la caliza. Allí están los pozos de San Antonio, cinco de ellos se encuentran a lo largo del thalweg y otro en el lado derecho de la barranca con profundidad de siete metros.

Construido el perfil longitudinal del fondo de la barranca, en ese tramo, puede apreciarse que el manto de agua freática guarda una posición casi paralela a la superficie del terreno. Al perforarse el pozo más alto de los que están en el centro del arroyo, se vió que se alimentaba por cinco veneros, de los cuales uno de ellos, era del fondo y el agua que brotaba alcanzaba la altura de siete centímetros. Todos los pozos de San Antonio suministran agua en tiempo de la sequía.

Sobre la loma de San Antonio, como a 300 metros al N. E. del pozo más bajo de San Antonio y también sobre la diorita, se encuentra el tiro del mismo nombre, que cuando alcanzó la profundidad de sesenta metros fué inundado, subiendo el nivel del agua a veinte metros desde el punto en que brotó. El pueblo estuvo aprovechando el agua del tiro que extraían por medio de un malacate, hace varios años; ahora, hasta el ademe del tiro está destruído.

De lo expuesto, se deduce que los pozos de San Antonio ocupan la región más baja de la zona de infiltración de las aguas y la más próxima al nivel de base del régimen subterráneo; que estas aguas no tienen salida natural a la superficie porque las diaclasas por donde circulan están obstruídas por la arcilla que proviene de la kaolinización del feldespato de la diorita; y que el banco de caliza ferruginosa que está cerca del último pozo (el más bajo) es perfectamente impermeable.

En vista de esto, proyecté un socavón de drenaje que partiera del segundo pozo de San Antonio, con rumbo N. 54° E para cortar normalmente el mayor número de fracturas en la diorita.

Dejé marcado el eje del socavón con estacas de cinco en cinco metros y las laterales para señalar la amplitud de la excavación, para darles a las tierras antes de encapillar el túnel, el talud de 1 en la horizontal por 2 en la vertical.

El piso de la obra estaría a 72^m.44 abajo del nivel de la boca del tiro de San Antonio y cuando alcance la longitud de veintitrés metros, estaría al mismo nivel que la agua freática de la barranca. Posteriormente habría que revestir la parte inferior de la galería de una capa de cemento para impedir la pérdida de las filtraciones superiores.

En mayo último se emprendió la obra de captación, no precisamente en el lugar en que la localicé, pero sí de acuerdo con las ideas anteriores. La obra partió del primer pozo de San Antonio (véase el plano). El eje del socavón tiene un rumbo de N. 75 E. y en el respaldo del Sur queda la caliza.

Por temor de que hubiera necesidad de atacar esta roca no localicé la obra en este lugar; por lo demás, lo que se gana en diferencia de nivel es aproximadamente dos metros.

A los 24 m. de obra, de los cuales 16 son a tajo abierto, las filtraciones en la frente aumentaron a 1 litro por minuto, habiéndose iniciado cuando el cuele de la galería era de dos metros. Adviértase que la obra se principió a fines del período de sequía y que el último año no fué abundante en lluvias, según los mismos vecinos dicen. El piso de la galería está a 76^m.51 abajo de la boca del tiro

de San Antonio. Los marcos para el ademe se han puesto de metro en metro, usando madera de enebro de 7" de escuadría.

El socavón dista como setecientos metros de la población, está a 52^m85 sobre el nivel de la plaza y se dispone de dos kilómetros de tubería de fierro de 3" de diámetro para hacer la conducción.

Si los trabajos mineros profundizan sus obras, puede perjudicarse la eficacia de la obra de captación emprendida, pues cambiará el nivel hidrostático. Recomendé a la autoridad municipal de Jacala que se hicieran esfuerzos para repoblar el arbolado sobre los cerros de San Antonio, Puerto de los Horcónes y Maravillas, tanto para evitar los efectos de la erosión torrencial en esos lugares, cuanto para que se regularizara en lo posible el régimen de la circulación subterránea y aumentara la eficacia de la obra.

Finalmente, el valle de Jacala desde el punto de vista hidrológico, es un ejemplo magnífico del régimen complicado de circulación de las aguas subterráneas en los países ocupados por las calizas: las irregularidades en la profundidad del agua freática, pues mientras en los pozos marcados en el plano, no se encontró agua, en Jacala existe un pozo con agua de catorce metros de profundidad y en el Llano de la Noria otros dos de cuatro metros, también con agua; el descenso que experimenta ese nivel es notable, pues hace 12 años existían muchos pozos con agua que ahora están secos, lo que se debe a que en las calizas, el agua subterránea busca más rápidamente su nivel de base que en la superficie; los hundimientos como el de Cortés, la existencia de depresiones cerradas y alineadas, conocidas con el nombre de «polje»,⁽¹⁾ cuyo origen son los hundimientos de las cavernas producidas por la circulación de las aguas en las calizas y que después transformadas en depresiones sobre el terreno, son ampliadas por un trabajo de erosión, hasta convertirse en pequeños valles cuyos fondos están ocupados por aguas temporales y cubiertos de tierras rojas que provienen de la descomposición de las calizas, tales ejemplos los tenemos en las

(1). Nombre introducido por Cvijie. Géographie Physique de Emm. de Martonne pág. 472 (1913).

depresiones de Hilo Juanico, Los Frijoles, Los Hoyos, El Agua Fría y Agua Fría Chiquita. Ya dijimos a qué obedece el alineamiento de estos pequeños valles. Además, la falta de corrientes superficiales en el valle de Jacala; lo encajonado de sus barrancas secas, la forma de su drenaje, etc., lo asimilan completamente en la región típica del *karst* estudiada por Sawicki.⁽²⁾ El valle de San Nicolás al Oriente del de Jacala presenta condiciones análogas por la naturaleza de su subsuelo, pero el ciclo kárstico está más avanzado y por eso tiene aguas superficiales, además, la erosión ha permitido ya que los manantiales que nacen en «Rincón del Agua» entre la caliza y la roca impermeable, tengan salida libre al exterior.

México, D. F., agosto de 1916.

(2). Sawicki (L. von). Ein Beitrag Zinn geographischen Zycelus im karst (p. 187. 204. und 259-281). Geographischen Zeitschrift. XV.—1909.

