GEYSERS Y MANANTIALES TERMALES DE COMANJILLA.
(GUANAJUATO),
por el Dr. E. Wittich.
(Láms. LXII y LXIII)

Entre la Sierra de Guanajuato y la de León se extiende un lomerío de unos 8-10 kilómetros de ancho, separado de las dos sierras por fracturas.

La dislocación en el N. E. que sigue á lo largo del pie de la Sierra de León toca en la cercanía de la Hda. de Chichimequillas, situada á unos 18 km. al N.E. de Silao, á una fractura que separa la Sierra de León de los llanos del Bajío (cerca de Silao).

A una distancia poco mayor de 1 km. en dirección N.N.W. de Chichimequillas se levanta rápidamente la Sierra de León formando el Cerro de las Calderas. Al pie de éste, se encuentra el Rancho de Comanjilla y en su cercanía inmediata se halla un grupo de geysers pequeños y manantiales azufro-termales é intermitentes. En este grupo de geysers conté al tiempo de mi vista 6 manantiales activos y 2 grupos de fuentes brotantes más pequeños y desprendimientos de vapor. Toda la región geyseriana tiene unos 120 m. de largo y 60 de ancho, y está situada á 1928 m. sobre el nivel del mar.

El geyser más alto y más grande llamado "Geyser Humboldt," para conmemorar la visita de A. de Humboldt en 1804, tiene un diámetro de más ó menos 1 m., y unos 15 cm. el chorro de agua, que salía de él cuando yo lo ví. Sus períodos de intermitencia son algo irregulares: más ó menos cada 6 segundos se efectúan erupciones, durante las cuales el chorro se levanta á 30 cm. de altura y aproximadamente cada 20 segundos hace una erupción más fuerte. En el tiempo de las aguas, cuando el aire contiene más humedad y la presión es menor, el agua brota hasta una altura de 1 m. Según datos que me proporcionó el Sr. Ing. F. García, en Guanajuato, este señor pudo observar hace unos años, al principio del invierno, un paroxismo excepcional del "Geyser Humboldt." El agua en toda la pila del geyser se levantó en hervor y las erupciones que se siguie-

ron en períodos de pocos segundos arrojaron el agua hasta la altura de 2 metros más ó menos. (Lám. LXII).

Según esto puede ser que el "Geyser Humboldt" tenga además de los períodos regulares pequeños, una intermitencia periódica más grande. P. Waitz (1) menciona un fenómeno parecido del geyser de "Pozo Verde," de Ixtlán de los Hervores, en Michoacán.

La temperatura de este geyser alcanza 95.5°-96.5° C. Humboldt observó 96.3° C. Mariano Leal (2) anota una temperatura de 104° en muy poca profundidad en la caldera. Un análisis del agua dió por resultado algo de H_2S y cantidades considerables de fierro. Pero ya los depósitos del geyser indican que el agua debe contener además de estas substancias por lo menos también SiO_2 .

Un análisis cualitativo de estos depósitos, que se hizo en el laboratorio químico del Inst. Geol. Nac., dió por resultado lo siguiente: el material contiene SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y H_2O en cantidades considerables en mucho menor proporción FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O y K_2O y además SO_3 , S, Cl y TiO_2 .

También en el día de hoy el geyser produce cantidades considerables de H_2S . Alrededor del margen del receptáculo del geyser se deposita azufre y alumbre en forma de costras. El terreno alrededor formado por piedras sueltas de granito está muy descompuesto, impregnado por azufre y alumbre y además está atravesado el terreno por hilos de hematita, substancia que sin duda también es un producto del geyser. A un lado de él se ha formado una veta de SiO_2 que tiene 22 cm. de ancho y una inclinación suave hacia él. En la superficie la veta está cubierta actualmente por el lodo que arrojó el geyser. La veta se presenta en forma de un depósito de SiO_2 compacto y negro en el cual están diseminadas manchas de pirita. En sus grietas y fracturas está revestida de ópalo ó de hialitas de color blanco. Fragmentos de cuarzo de veta encontré también en otros geysers de esta comarca.

El "Geyser Humboldt" debe haber depositado en mayor profundidad cuarzo, pirita y otros sulfuros, mientras que el azufre, alumbre y hematita se depositaron más cerca de la superficie y bajo la influencia del oxígeno atmosférico. Observaciones semejantes pude

(1) P. Waitz.—Algunos experimentos en geysers artificiales: Bol. Soc. Geol. Mex. II. pág. 71 y s.

(2) Mariano Leal. "Ligero estudio de las aguas de Comanjilla" Mem. Soc. Alzate. I. 1887-89 p. 139.

hacer como se verá más adelante, también en otros manantiales y geysers.

A unos 10 m. arriba de este geyser se halla un grupo de 8 manantiales azufro-termales. En dos de ellos, que tienen el tamaño de la palma de la mano, el agua está hirviendo con intermitencia, mientras que en los otros el agua hirviendo se desborda sin interrupción. Pero al perforar el suelo p. e. con un bastón, fácilmente se forma un geyser pequeño intermitente. Abriendo en el suelo un pequeño agujero con un cincel y levantando alrededor un borde, pude lograr la formación de un geyser, al abrir este borde hasta que pudo escurrir el agua y la presión se disminuyó.

Todos estos 8 manantiales derraman su agua á una lagunita que no recibe aguas de los 6 geysers más grandes. Todos los conductos de agua y la lagunita misma están llenos de algas de azufre "*Urva labergutiformis*" (Dugès) que la gente allá llama ázoe ó lama de Comanjilla.

Unos 8 metros abajo del "Geyser Humboldt" se encuentra el manantial "Caldera Honda" que en el croquis está marcado con el n° 2. Cuando yo visité estos geysers pude observar solamente el agua levantándose como por hervores intermitentes; pero también en este manantial dicen que el agua salía en tiempo de aguas hasta una altura de $\frac{1}{2}$ m. El receptáculo tiene un diámetro de 3.8 m.; alrededor de su borde se ha depositado un poco de azufre y algo más de alumbre, en forma de alumbre fibroso.

Más abajo de este geyser se hallan dos fumarolas. El agujero por el cual se escapa el vapor de agua y sulfhídrico con el ruido propio de una emisión tumultuosa de vapor á presión, tiene el tamaño de la palma de una mano.

El geyser n° 3 tiene un receptáculo de un diámetro de 1.5 m., en el cual el geyser sale en la parte N.E. El agua brota, siempre con un ruido fuerte, de un agujero de 10 cm. de diámetro y se levanta cada 3 segundos hasta una altura de 20 cm. Parece que la temperatura de este geyser es todavía más alta que la del "Geyser Humboldt." Como un fenómeno curioso demuestra la gente á los visitantes que en este geyser se pueden cocer huevos y dice C. F. González que, elotes tiernos se cuecen en 15 minutos.

Alrededor del geyser se encuentran 7 emisiones tumultuosas de vapor y de sulfhídrico. Los depósitos del agua son sobre todo azufre y hematita suelta.

El manantial n° 4 llamado "El Horno" está cercado y tapado

con mampostería y sirve de provisión para los baños. En la mampostería se observan muchos cristales de yeso. En la actualidad no son notables los fenómenos de intermitencia, el agua hirviendo se levanta solamente muy poco y desprende una cantidad considerable de sulfhídrico.

Según González los baños son muy eficaces en casos de reumatismo, enfermedades venéreas y de la piel; pero todo el establecimiento está todavía en muy mal estado.

Unos 20 m. abajo del "Horno" se halla el geyser n° 5, el más fuerte de todos. Su receptáculo tiene solamente $1/2$ m. y el chorro 15 cm. de diámetro, pero se levanta á 40 cm. de altura. En tiempo de aguas dicen que alcanza una altura de más de 1 m. Los períodos de intermitencia duran 6 segundos; durante 2 ó 3 de éstos, el geyser queda inactivo. Con alguna frecuencia el geyser arroja con el agua piedras de unos centímetros de tamaño; contiene poco azufre pero bastante sílice, que se demuestra en los depósitos de ópalo y cuarzo en su borde.

El último manantial, el más bajo n° 6, es solamente un manantial azufro-termal del cual escurre mucha agua depositando yeso y azufre.

Enfrente del "Horno" (n° 4) á unos 25 m. de distancia, en dirección hacia el Poniente, se halla otro grupo de manantiales pequeños que se compone de 6 nacimientos, de los cuales 3 hierven con intermitencia. El más grande de éstos se encuentra en un embudo en el suelo y tiene una superficie de agua brotante de 5 cm. de diámetro. Todos éstos depositan también azufre y alumbre.

Subiendo por el arroyo seco que pasa cerca de los geysers mencionados, río arriba, más ó menos 1 km. donde ya los cerros alrededor son bastante altos, se encuentra un nacimiento de agua termal que contiene una cantidad pequeña de sulfhídrico. El agua tiene un color azul muy marcado y la gente lo llama "Agua Azul." Muy cerca de este manantial se encuentra un basalto y puede ser que él sea la causa de los geysers.

Siguiendo desde Comanjilla al pie de las montañas en dirección S. E. hacia el cerro del Cubilete, cerca de Silao, se llega al pie de dicho cerro al río de las Palomas. Su cañada separa la Sierra de Guanajuato en el N. W. de la región de lomeríos formados de granito, que mencionamos al principio de esta reseña y que se extiende hasta Comanjilla. En esta cañada, pegado al pie del Cubilete, se halla otro manantial de agua azufrosa que según los datos de los vecinos

solamente en el invierno produce agua tibia; lo que indica que la temperatura de ella es solamente un poco más alta que la temperatura media (anual) del lugar.

AGUAS BUENAS (Lám. LXIII).

Más al S. E., es decir, en la misma dirección, á una distancia de 20 km. de los geysers de Comanjilla al pie de las montañas, encontramos otro manantial de agua azufro-termal, que es conocido con el nombre de "Aguas Buenas." Se halla á una hora de distancia de Silao en dirección N. E. cerca del camino de Guanajuato y á una altura de 1936 m., es decir, casi á la misma altura sobre el nivel del mar que los geysers de Comanjilla. La región en que se encuentran estos manantiales está cortada por una dislocación que se extiende en dirección S.30°E.-N.30°W. Con esta fractura forma un ángulo recto otra fractura, que separa las pizarras triásicas del conglomerado rojo terciario. (1)

Muy cerca del punto donde las dos líneas se tocan, se encuentran los manantiales azufrosos. Además del manantial más grande hay otros dos situados sobre la última fractura. El primero de ellos que derrama agua en cantidad considerable, provee los baños de Aguas Buenas con su agua. Tiene 45° C. en el nacimiento y contiene bastante H₂S. Se dice que contiene algo de Na₂SO₄ que lleva bastante SiO₂ como se puede deducir de las sustancias que deposita.

Unos 50 m. más arriba nacen los otros manantiales en la orilla del riachuelo que marca la dislocación mencionada. Su temperatura es menor y contiene menos H₂S, pero han depositado en su alrededor cantidades grandes de cuarzo, sílice terrosa, ópalo y calcedonia en diferentes formas. Llama la atención que todos estos depósitos están impregnados con mucho sulfuro de fierro, que en las grietas y poros cristalizó como pyrita ó con menor frecuencia en forma de marcasita. De vez en cuando observamos en el interior del ópalo ó de la calcedonia capas y cintas de este mineral de un espesor de varios milímetros. Los depósitos de los manantiales son tan abundantes, que forman una especie de crestón de algunos metros entre el manantial de arriba y el de abajo. Un tiro muy antiguo en el cres-

(1) Véase Etude de la Sierra de Guanajuato por J. D. Villarello, T. Flores et R. Robles. Guide des Excursions du X^e Cong. Géolog. Intern., folleto XV, 1906, Mexico).

tón cerca del manantial más alto llegó á 15 m. de profundidad y quedó alla en cuarzo, con cintas de calcedonia impregnadas las dos con pyrita. Todo esto recuerda lo que hemos encontrado en el "Geyser Humboldt" y que mencionamos más arriba. Los mismos depósitos de cuarzo, calcedonia y ópalo con pyrita encontré en los geysers grandes de Ceareo-Jaripeo en Mich., sobre todo en el llamado Marítaro y en la Laguna Seca. (1)

La formación de estos depósitos y de la hematita que observamos en el "Geyser Humboldt" nos puede dar una explicación para la formación de vetas de cuarzo y de criaderos de metales. (2)

Como cerca de Agua Azul, encontramos también aquí, cerca de Aguas Buenas intrusiones de basalto, en forma de una dolerita con separación en lajas; este basalto se acerca en su aspecto algo á una andesita. No se puede comprobar en qué relación está con los manantiales.

El crestón de cuarzo y calcedonia se extiende en dirección N.W. y S.E. mucho más sin que se hallen otros manantiales hoy en esta prolongación. Pero el crestón indica que anteriormente hubo también allá manantiales, sea que éstos se acabaron ó que cambiaron el lugar de nacimiento en estas direcciones.

Siguiendo la línea de la mencionada dislocación de Comanjilla, más allá de Aguas Buenas se encuentran más ó menos sobre la prolongación de esta línea las aguas termo-azufrosas de Tupátaro, Pueblo Nuevo y por fin las de Puruándiro; pero en todas estas ya no observamos fenómenos de geysers. La prolongación de la línea hacia el N.W. toca cerca del manantial sulfo-termal de Lagos.

Estos datos nos quieren conducir á la hipótesis que todos los manantiales mencionados nacen sobre la misma línea de aguas termales y puede ser que después de estudios detallados de los manantiales sulfotermales lleguemos más tarde á la conclusión que pertenecen á líneas termales sobre diferentes líneas tectónicas. (véase Lám. LXIII).

México, Diciembre 1909.

(1) Una descripción de estos geysers publicó el Dr. P. Waitz en el livret-guide du X^e Cong. Géolog. Intern. Mexico, 1906, folleto X "Phenomenes postparoxismiques du San Andres."

(2) Compárense los criaderos de fierro del Vogelsberg en Oberhessen (Alem.) que C. Chelius—Zeitsch. für praktische Geologie. XII, p. 360, 1904—declaró como depósitos de manantiales termales.

PLANO DE LOS MANANTIALES TERMALES Y DE LOS GEYSERS DE COMANJILLAS. E. DE GUANAJUATO.

Escala 1:600.000.

La altura en metros sobre el nivel del mar.