

LOS AUSOLES DE EL SALVADOR  
CON UN SUMARIO GEOLOGICO-TECTONICO DE LA ZONA VOLCANICA OCCIDENTAL

*Con 1 croquis general de El Salvador, 1 mapa geológico preliminar de la zona volcánica occidental, varios croquis de los ausoles más importantes y 17 fotos.*

\* \* \* \* \*

*Dr. Helmut Meyer-Abich*

INDICE

I. Introducción.....	pág. 56
II. Los Ausoles más importantes de la zona volcánica joven.....	57
A. Los Ausoles de Chinameca.....	57
a) Los Ausoles del Volcancito.....	57
b) Los Infiernillos de Chinameca.....	58
B. Los Ausoles del Volcán Tecapa.....	60
a) El Tronador.....	60
b) La Laguna de Alegría.....	62
C. Los Infiernillos de San Vicente.....	62
D. Los Ausoles de Ahuachapán.....	65
a) El Playón de Ahuachapán.....	69
b) Los Ausoles de Agua Shuca.....	71
c) Los Ausoles de El Sauce y San José.....	74
d) Ausol San Carlos.....	74
e) Ausol Cerro Blanco.....	75
f) Ausol La Labor.....	75
g) Playón de Salitre.....	78
h) Los Ausoles de Cuyanausul.....	79
III. Sumario geológico-tectónico de la zona volcánica occidental.....	82
IV. Otros Ausoles y fuentes termales en El Salvador.....	85
V. Consideraciones generales.....	92
Zusammenfassung (Resumen en alemán).....	92
Literatura.....	93
Fotos.....	95 - 102

## I. INTRODUCCION.

Con el nombre de 'infiernillos' o 'ausoles' se comprenden actualmente tanto fumarolas como solfataras. La palabra 'ausol' proviene del Chorotega, en esa lengua 'anzéol' significaba 'fuente termal' (v. SEEBACH 1892, p. 175).

Los ausoles han sido puntos de atracción y de interés especial para naturalistas y geólogos que en el pasado han viajado por El Salvador. Los siguientes autores han mencionado los ausoles en sus publicaciones: DIEGO GARCIA DE PALACIO (1576), FRAY ANTONIO DE CIUDAD REAL quien acompañó a FRAY ALONSO PONCE (1586), TOMAS GAGE (1637), JUARROS (1808), G.W. MONTGOMERY (1839), JOHN L. STEPHENS (1841), KARL v. SCHERZER y MORITZ WAGNER (en su visita 1854), v. SONNENSTERN (1858), v. SEEBACH (1892), DOLLFUSS & MONT-SERRAT (1868), RENSON y PUENTE (1888) y SAPPER (1896, 1897, 1913).

Como actividad fumarólica se comprenden emisiones tranquilas de vapores calientes de grietas dispersas o de canales angostos, mientras que la actividad solfatárica es la emisión tranquila de vapores de calor moderado que contienen hidrógeno sulfurado y que emanan de canales dispersos y angostos (RITTMANN 1936, 1944). Otros autores distinguen entre fumarolas y solfataras por la temperatura de las exhalaciones, pero nos parece más correcto aplicar los términos en el sentido de RITTMANN que se basa en los fenómenos italianos que les dió el nombre.

Según esto, las exhalaciones volcánicas de El Salvador que vamos a tratar son por su mayor parte solfataras, y sólo el 'Tronador' y los ausoles de 'Cuyanau sul' pueden considerarse como fumarolas. Desde unos treinta años el hombre ha empezado a utilizar la energía térmica volcánica, iniciándose este proceso en Italia. Las plantas eléctricas de aquel país que emplean esta energía natural como fuerza motriz, hoy en día producen en conjunto unos 135,000 KW.

Como El Salvador es un país volcánico con abundancia de manifestaciones exhalativas volcánicas, es más que lógico pensar en aprovechar esta energía para el desarrollo industrial y económico del país; sin embargo, la iniciación activa de los estudios respectivos se debe al dinamismo del Señor Ministro de Economía de El Salvador, Dr. JORGE SOL CASTELLANOS, quien contrató dos expertos italianos para estudiar, durante 2 semanas, las posibilidades de realizar en El Salvador la misma utilización de los vapores volcánicos.

En enero de 1953, el Prof. Ing. FRANCESCO PENTA y el Dott. Ing. ADOLFO PEROZZI, estuvieron en la República, quienes junto con el autor de estas líneas, en su calidad de Geólogo del Gobierno, formaron un grupo de estudio y recorrieron todos los ausoles de primordial importancia para opinar sobre el asunto.

Es objeto de este estudio juntar todas las referencias que en tiempos pasados hicieron observadores sobre los ausoles salvadoreños, para reconocer, mediante esta recopilación histórica, los cambios que sufrieron. Además, se ofrece una descripción de su estado actual, como resultado de las inspecciones efectuadas en 1953. He agregado para mejor entendimiento, croquis que indican la ubicación de los ausoles y un mapa geológico preliminar de la zona volcánica occidental. Después de tratar los campos fumarólicos de mayor importancia agrego un capítulo sobre los demás lugares donde se han reportado o ausoles o fuentes termales.

Por ser la región de Ahuachapán la más importante con respecto a las manifestaciones exhalativas volcánicas, he dedicado un capítulo aparte a la geología de esta zona. El mapa geológico-tectónico que lo acompaña, se basa por un lado en la interpretación de las fotos aéreas y por otro en un profundo conocimiento personal del área.

## II. LOS AUSOLES MAS IMPORTANTES EN LA ZONA VOLCANICA JOVEN.

### A. LOS AUSOLES DE CHINAMECA

Existen dos campos de ausoles en los alrededores de la ciudad de Chinameca: el primero a 1,2 km \*) al poniente ('Ausoles del Volcancito' o 'de la Viejona') a unos 600 m de altura; y el segundo a 2,5 kms al ESE de la ciudad ('Infiernillos de Chinameca') en 700 m de altura. (Vea croquis fig. 1 y 2).

a) LOS AUSOLES DEL VOLCANCITO fueron descritos por primera vez por DOLLFUSS & MONT-SERRAT (1866, p. 366-367), quienes los visitaron el 15 de abril de 1866, llámándolos 'Infiernillos de Chinameca'. Sin embargo, su descripción del lugar es tan detallada y exacta que no hay lugar a dudas que se refieren a éste lugar, indicando claramente que se encuentra a 2 kms al SW de la ciudad y a 600 m de altura. Se refieren esencialmente a dos ausoles; el 'Ervedor' (siendo éste idéntico con el que hoy se denomina 'La Viejona') y el 'Boquerón'. Dicen con respecto al Ervedor que alrededor de él se encuentra una serie de pequeños conitos de 20-30 cms de altura de donde emanan vapores. El Ervedor mismo es una elevación de unos 2 m con 4-5 de diámetro. De las exhalaciones de estos lugares dicen verbalmente: 'C'est un mélange de vapeur d'eau et d'hydrogène sulfuré, qui possède une température fort élevée variant entre 98-98,5°'. Al pié del Ervedor '. . . on voit couler, en assez grande abondance, une eau boueuse, très chaude, dont la température atteint 97-97,5°. Cette eau fortement acide, car elle rougit immédiatement le papier de tournesol, contient de l'hydrogène sulfuré en dissolution, ainsi que des sulfures alcalins, de l'acide sulfurique libre, des sulfates et des carbonates de fer, de chaux et de magnésie, etc. . .' (p. 366). La última emanación de gas se encontraba unos 100 m barranco abajo del Ervedor.

Hacia el suroeste se levanta la falda de un cerrito, donde se nota que antes hubo ausoles, sin embargo en 1866 ya no se notaron salidas de gas. Hacia el sur se encuentra otro campo solfatárico, cuyo ausol más importante era llamado 'El Boquerón'. El guía que acompañó a DOLLFUSS y MONT-SERRAT expresó su sorpresa por su reducida actividad, que según él había sido bastante mayor sólo pocos meses antes (de abril 1866). Los investigadores franceses dicen con respecto a él: 'le Boquerón ne se composait plus que de quelques émanations sans importance, dont la température égalait presque celle de l'Ervedor, et qui produisant comme lui de la vapeur d'eau mêlée d'hydrogène sulfuré'.

Cuando C. SAPPER (1897, p. 906; 1913, p. 57) visitó este lugar el 25 de abril de 1897, el Boquerón todavía estaba en la misma actividad reducida, encontrándose en este lugar una zona de unos 40 metros de largo sin cubierta vegetal donde en varios lugares había exhalaciones de vapor de agua con contenido de H<sub>2</sub>S, cuyas temperaturas acusaron 97,3°C. En toda esta zona del Boquerón se encontraban temperaturas elevadas a poca profundidad en el suelo que impidieron el desarrollo de una capa vegetal.

Tampoco los Hervederos habían cambiado mucho de 1866 a 1897. He aquí la traducción de la descripción de SAPPER (1897, p. 908) y el croquis elaborado por él. Dice SAPPER que en G se encontraba una fumarola que en 1866 produjo bastante mayor cantidad de vapor que durante su visita en 1897 y continúa:

'Dirigiéndose de G barranco arriba, se nota a 110 m de distancia en la desembocadura de otra pequeña quebrada a la izquierda una fuente de vapor considerable (E); y a otros 55 m de aquí se llega a una elevación pequeña de algunos 10 m de base y 3 de alto (A), cubierta por incrustaciones blancas, con numerosas exhalaciones de

\*) Todas distancias indicadas se refieren a líneas rectas.

vapor y varias fuentes donde vivamente nacen aguas a  $97,6^{\circ}\text{C}$ , a parte lodosas y a parte casi claras. La cubierta de alumbre generalmente es de color blanco pero a veces se presenta de un verde hermoso lo que posiblemente se debe (al igual que en los au soles de Ahuachapán) a la presencia de algas de globo. La fuente de vapor principal se encuentra en la cima de esta elevación, está cubierta por piedras y es imposible acercarse; sólo se oye el ruido que produce el chorro de vapor en su salida. Los vapores de agua están mezclados con un poco de  $\text{H}_2\text{S}$ . Es considerable el ruido silbante del vapor y el ruido hirviendo en esta elevación A, llamada 'Ervedor' por DOLLFUSS y MONT-SERRAT pero cuyo nombre me fué indicado como 'La Viejona'; sin embargo, los ausoles de Ahuachapán son mucho más fuertes.

Otras exhalaciones de consideración se encuentran al sur de A en la falda de la colina: en B ( $98,0^{\circ}\text{C}$ ), C ( $97,3^{\circ}\text{C}$ ), F ( $97,8^{\circ}\text{C}$ ) y D. Además emanan vapores en caudales pequeños en numerosos otros lugares y el suelo, por otra parte, ya es caliente a poca profundidad de la superficie de modo que impide el desarrollo de la vegetación.

Entre los Hervaderos y el Boquerón se encuentra una fuente cálida en 'Las Minitas' cuya temperatura sin embargo no puedo indicar porque, a la hora de mi visita, el agua en la pequeña captación estaba plenamente expuesta a los rayos del sol. De todos modos, la temperatura de la fuente no puede ser muy elevada'.

Cuando PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH inspeccionaron este lugar el 16 de enero de 1953, el cuadro general se presentaba igual. En el cerrito de La Viejona, situado a 595 m de altura sobre el nivel del mar (medida barométrica corregida), medimos temperaturas entre  $97$  y  $99^{\circ}\text{C}$  de los vapores que emanan suavemente y sin mayor vigor. Contrario a 1897 (SAPPER), pudimos subir al propio lugar, la actividad sin duda se había reducido bastante desde entonces. En los alrededores se nota el ruido característico de agua en estado de ebullición, en lugares donde nace vapor y agua (fo to 1).

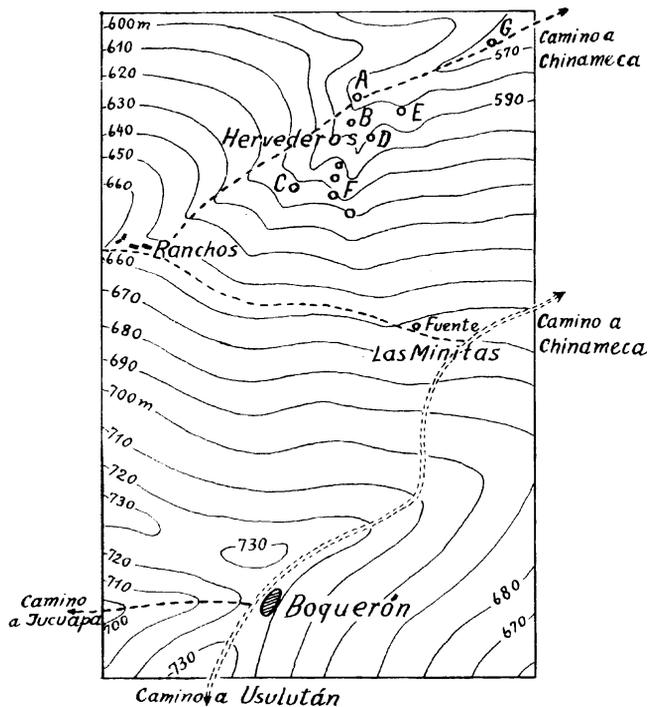
Este lugar se comprende como una zona de manantiales de una capa freática, cuya agua fué calentada por los gases volcánicos. Estos gases pueden, por consiguiente, proceder de mayores distancias, es decir, las grietas vaporíferas probablemente no se encuentran debajo este lugar. La capa freática de aguas calientes que se han encontrado en el pozo del Beneficio Funes, unos 500 m al NNE de Chinameca, y al pie del Plan de Las Mesas, posiblemente esta en conexión con estas aguas termales (MEYER-ABICH 1952, p. 4).

Unos 50 m barranco abajo de 'La Viejona' emanan suavemente vapores de  $99,5^{\circ}\text{C}$  en el borde sureste del mismo, siendo éste el lugar E de SAPPER.

No fuimos a ver los ausoles del 'Boquerón'.

b) LOS INFIERNILLOS DE CHINAMECA, se encuentran a 2,5 kms al oriente de Chinameca y a 695 m de altura (medida barométrica corregida). Para llegar se toma el antiguo camino a San Miguel; después de haber atravesado el Plan de Las Mesas hay un desvío hacia el sur que conduce directamente hacia este lugar. Fué inspeccionado por PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH el 16 de enero de 1953.

Este lugar no ha sido descrito previamente en la literatura, salvo la breve mención que acerca de él hace MEYER-ABICH (1952, p. 4), bajo el nombre de 'Ausoles del Limbo'. Estas fumarolas se encuentran alineadas en una quebrada seca que corre en dirección N  $25^{\circ}$  E. En la misma línea recta se encuentra hacia el SSW, el cono parasitario del V. Chinameca llamado 'Limbo' y hacia el NNE tres conitos volcánicos (vea mapa geológico-tectónico preliminar de la cadena volcánica oriental en MEYER-ABICH 1952).

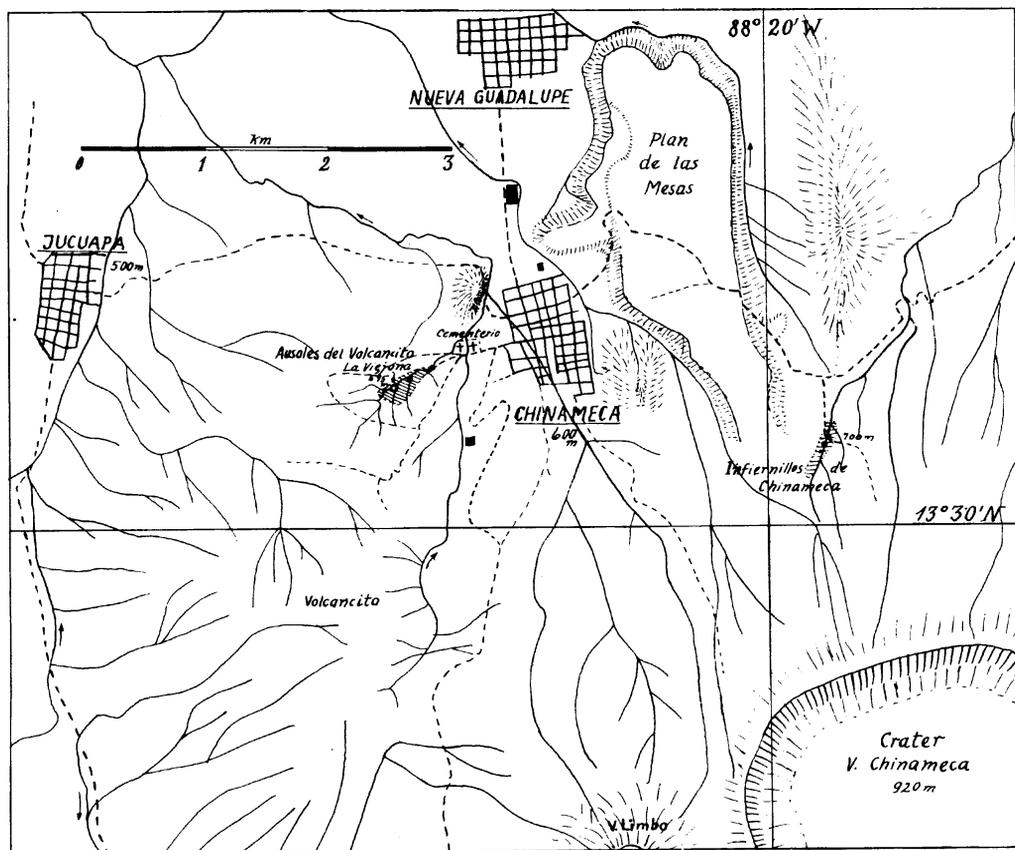


Izquierda:

Fig. 1. Croquis de los Ausoles del Volcancito (La Vieja) según SAPPER ( 1897, p. 907 ).

Abajo:

Fig. 2. Croquis indicando la situación de los Ausoles en los alrededores de Chinameca.



Cerca de los infiernillos y aparentemente en esta misma línea, un poco más hacia el SSW, se encuentra probablemente además el punto de erupción de la última corriente de lava de basalto, (el ya mencionado 'Plan de Las Mesas'), que produjo el Volcán de Chinameca. Según estas condiciones geológicas parece que los 'Infiernillos' se encuentran en o cerca de la ruptura, es decir que su lugar de emanación está encima o cerca de las grietas vaporíferas.

Otro indicio que apoya esta opinión se manifiesta en el carácter de los ausoles. En la fuente de vapor más importante, que se encuentra a unos 50 m de distancia quebrada arriba del cruce con el camino, en el paredón oriente, el vapor sale casi seco (invisible), condensándose a unos 3-5 m de distancia del hoyo. Las incrustaciones de las sales son en parte cloruros; observamos sólo trazas de incrustaciones de azufre. Sin embargo, la esperanza de encontrar vapor a mayor temperatura de 100°C no se verificó. Medimos en varios hoyos, acusando la temperatura de todos ellos entre 99 y 99,5°C. Las exhalaciones se encuentran todas alineadas en la quebrada, desde unos 50 m abajo del camino hasta unos 100 m arriba de él.

Se hace notar que estas fuentes de vapor son más fuertes que las del Volcancito.

#### B. LOS AUSOLES DEL VOLCAN TECAPA

Son dos los ausoles de este volcán: la fumarola 'El Tronador' en su falda NNW y las solfataras en su cráter, al margen occidental de la Laguna de Alegría (vea croquis fig. 3).

a) EL TRONADOR, es el nombre de la fuente de vapor más importante en un campo fumarólico de algunos 200 x 100 m de extensión, situado a unos 3,5 kms al NNW de la Laguna de Alegría y a 670 m de altura (medida barométrica corregida), en la falda inferior del Volcán Tecapa (foto 2). Se llega por la carretera que de Mercedes Umaña conduce a Berlín, descendiendo una vereda pedregosa que desvía en el nivel de 770 m de altura de esta carretera.

GARCIA DE PALACIO (1576) fué el primero en mencionar esta fumarola.

V. SONNENSTERN la visitó en 1857 o 1858 (1950, p. 51), y dice en su informe: 'La fuente caliente al noroeste del volcán de Tecapa tiene 132°F (o sean 55°C) y contiene fuera del hidrógeno y oxígeno, gas carbónico sulfurado, sulfato de soda, cloruro de soda, manganeso arsénico y algunas partes de estrontio, etc. Los movimientos volcánicos influyen mucho en el grado de la temperatura de esta fuente y en la cantidad del agua'.

Este autor habla claramente de una fuente de aguas termales, y parece dudoso que se refiere a esta fuente de vapor.

C. SAPPER dice (1913, p. 55): 'El Tecapa es el único volcán de este grupo que muestra señas de una actividad volcánica todavía existente. Ya PALACIO mencionó el riachuelo caliente e incrustante que nace en las faldas noroestes del cerro (a unos 700 m de altura) de unas fuentes calientes. (En 1897 pude reconocer claramente el vapor de las fuentes termales, desde la Hacienda La Barca en la orilla del Río Lempa, y así calculé aproximadamente su altura; el riachuelo 'Agua Caliente' todavía es caliente al desembocar en el Río Lempa).' (Traducción del alemán por el autor). Así que SAPPER menciona exhalaciones de vapor que ya eran visibles a gran distancia en 1897.

GUZMAN (1883, p. 67) dice: 'Del infiernillo del volcán de Tecapa emerge

el agua a  $105^{\circ}\text{C}$ , siendo él el primero en acusar la temperatura exacta que en 1953 medimos nosotros. Podemos suponer en consecuencia, que el Tronador esta en igual actividad desde por lo menos unos 70 años. Se entiende que GUZMAN quiere decir 'vapor' en vez de 'agua' porque aguas a estas temperaturas no pueden existir en la superficie.

Quiero manifestar que a unos 700 m de distancia del Tronador hacia el WSW y a igual altura se encuentra otro campo de ausoles cuya actividad pertenece a tiempos pasados. Me he dado cuenta de su existencia por el estudio de las fotos aéreas donde se reconoce que la vegetación ya está conquistando la mayor parte de esta área. Se encuentra a poca distancia al NW y abajo de aquel punto de la carretera donde desvía el nuevo camino al Beneficio Guallinac y a Alegría. No he inspeccionado el lugar personalmente.

PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH inspeccionaron 'El Tronador' el 16 de enero de 1953. Se trata de una fumarola bastante fuerte, donde el vapor sale seco e invisible a gran presión. La condensación del vapor tiene lugar hasta a unos 5 m de distancia del hoyo. Removiendo por medio de un palo las arenas y piedritas en el hoyo, éstas se observan saltando. El vapor que sale contiene cloruros, lo que se nota por el sabor salobre del vapor que se deja condensar; no sentimos olor a  $\text{H}_2\text{S}$ . El vapor sale a  $105-107^{\circ}\text{C}$  de temperatura, y debido a estas características se puede suponer que la fumarola está encima o muy cerca de las grietas vaporíferas primarias del volcán.

La fumarola se encuentra a unos 30 m de nivel superior del área plana fumarolizada y en su paredón norte. En el centro del área se oye el ruido de agua hirviendo que se nota en algunos lugares. Esta agua acusó  $96^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Toda esta zona está cubierta por incrustaciones de sales, en su mayor parte cloruros. Observamos también un poco de azufre, zeolitas, etc.

La roca inalterada del lugar (en la lomita en cuyo paredón se encuentra El Tronador) es un basalto hipersténico. Tengo la impresión que esta parte NNW del volcán, desde unos 1000 m de altura hasta el nivel de los ausoles, es relativamente joven, y que la formación de este basalto se debe a una de las erupciones finales laterales del Tecapa. Siendo esto así, tendríamos otro ejemplo más para las rupturas de dirección NNW-SSE que atraviezan los volcanes salvadoreños (San Salvador, San Miguel), según lo expuesto en otro lugar (MEYER-ABICH 1952, p. 3); esto sería otra indicación más para suponer que en El Tronador se trata de una exhalación de vapor por medio de grietas primarias.

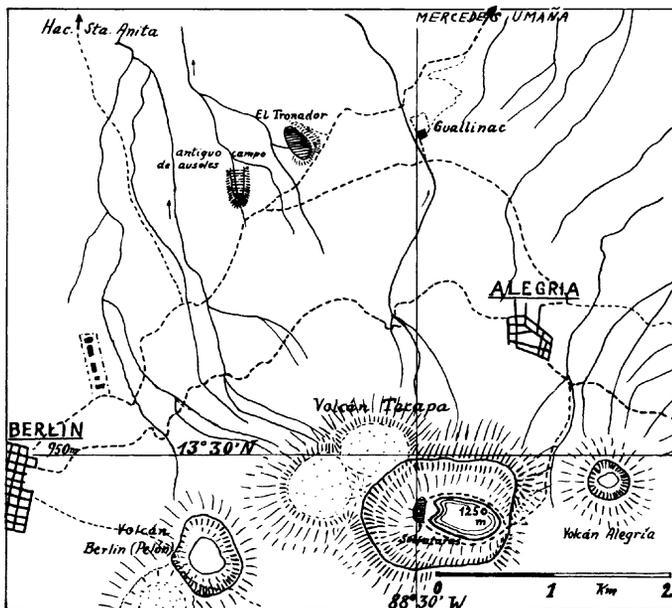


Fig. 3. Croquis ilustrando la situación de los ausoles del volcán Tecapa.

b) LA LAGUNA DE ALEGRIA está ubicada en el cráter de este volcán, a unos 1250 metros de altura (medida barométrica corregida). En su lado occidental se encuentran las exhalaciones de gases volcánicos sulfurosos (foto 3).

C. SAPPER las visitó en 1895 (vea 1897, p. 3), y las describe (1913, p. 55) como sigue: '... se encuentran una serie de fumarolas débiles y de fuentes termales que contienen  $H_2S$ , la más caudalosa de las cuales acusó en 1895  $27,8^{\circ}C$  de temperatura. El rebalse de ella y de algunas otras fuentes menores (de  $18,7$  hasta  $26,8^{\circ}C$  de temperatura) se juntan, desembocando en forma de un arroyuelo pequeño con dirección sur en el lago del cráter. Un poco antes de su desembocadura en el lago, este arroyuelo recibe del lado izquierdo el rebalse reunido de tres otras fuentes de  $20,2$ ,  $20,6$ , y de  $22,1^{\circ}C$ , de las cuales (en 1897) emanaron globulitos de gas en intervalos de dos a tres segundos'.

No he visto las fuentes mencionadas por SAPPER en las varias visitas que he efectuado a este lugar desde 1950. Probablemente estas desembocaduras son subterráneas en la actualidad. Es cierto que todavía existen estas fuentes de aguas termales porque el agua del lago, en su parte occidental, se siente a veces caliente. En la orilla del lago se notan escapes de gases en el agua.

Las exhalaciones sulfurosas se encuentran en una pequeña elevación que se compone de residuos blancos de rocas deshechas. Hay varios débiles escapes de gases difíciles de encontrar porque generalmente se encuentran enterrados. Al destapar uno de ellos durante nuestra visita en enero de 1953, se midió la temperatura de  $94^{\circ}C$ . El gas contiene esencialmente  $H_2S$ , y probablemente también  $SO_2$ , manifestándose esto en el olor de los gases y en las abundantes incrustaciones de azufre cristalino que aquí existen.

### C. LOS INFIERNILLOS DE SAN VICENTE

Se encuentran en la falda NNW del volcán del mismo nombre, a 820 m de altura (medida barométrica corregida) y fueron mencionados por primera vez por GARCIA DE PALACIO (1576, p. 18) y posteriormente por JUARROS (1808, I, p. 27). No tuve a la mano estas publicaciones para consultarlas.

STEPHENS (1949, II, p. 35) pasó en marzo de 1840 por este lugar y dejó la siguiente descripción: 'Crossing a beautiful plain running to the base of the volcano (San Vicente), we left our animals at a hut and walked some distance to a stream in a deep ravine, which we followed upward to its source at the very base of the volcano. The water was warm and had a taste of vitriol, and the banks were incrustated with white vitriol and flour of sulphur. At a distance of one or two hundred yards it formed a basin, where the water was hotter than the highest grade of my Reaumur's thermometer. In several places we heard subterranean noises, and toward the end of the ravine, on the slope of one side, was an orifice about 30 feet in diameter, from which with a terrific noise, boiling water spouted into the air. This is called El Infiernillo, or the little infernal regions. The inhabitants say that the noise is increased by the slightest agitation of the air, even by the human voice. Approaching to within range of the falling water, we shouted several times, and as we listened and gazed into the fearful cavity, I imagined that the noise was louder and more angry, and that the boiling water spouted higher at our call'.

V. SONNENSTERN, quien los visitó en 1857 o 1858, relata verbalmente (1950, p. 59): 'De las vertientes calientes del volcán de San Vicente, . . ., algunos son semejantes a los del volcán de Tecapa en cuanto a los grados de calor y las sustancias que contienen. Pero la mayor parte de estas fuentes tiene mucho más fuerza en

la producción de vapor y calor, trae mucha cal de ácido sulfúrico, lo que da al agua este color blanquecino turbio. Una vara más dentro de la cavidad, donde tiene más fuerza el vapor sulfúreo, sube el calor hasta 196 y 198 grados (= 92,2°C). Una otra más pequeña tiene agua muy clara que contiene un poco oxid de hierro lo que da a la rocalla o piedra circunyacente una costra rojiza. El agua de estas fuentes está templada a las 200 varas (unos 160 metros) de su salida, y se destila más en su curso, pero retiene aquel olor penetrante, que resulta del gas carbónico sulfurado (Schwefelkohlenstoff, CS<sub>2</sub>), que conduce consigo'.

Una descripción detallada y coincidente con estas anteriores la debemos a DOLLFUSS & MONT-SERRAT (1868, p. 368) quienes visitaron los infiernillos el 19 de abril de 1866. Siempre mencionan el riachuelo que pasa por el lugar; un poco arriba de las solfataras el agua era fría, en el ausol mismo tenía 98°C, y unos 100 m más abajo solo acusaba 58-60°C. De este hecho ellos han deducido muy bien que debe de tratarse de una capa freática superficial calentada por los vapores, y no de una fuente termal primaria. Según ellos, la zona de las fumarolas se extendió en unos 150-200 m a lo largo del barranco, encontrándose la fumarola más fuerte en su lado sur, donde salió el vapor de una apertura semicircular del paredón de la quebrada. Con respecto a ella dicen:

"La mélangé de gaz et de vapeurs en sort à une pression qui doit être de plusieurs atmosphères, avec un bruit terrible qui s'entend a une distance considerable, et forme une sorte de colonne ou de large jet qui se maintient horizontal jusqu'à plus de 3 mètres de l'orifice. Dans l'interieur de la caverne, on peut voir bouillonner une eau grisâtre, violemment soulevée par le mouvement du gaz; mais, quoiqu'elle soit à peu distance du sol, elle ne peut se déverser par là, parce que la partie inferieure de la cavité s'incline vers l'interieur. Des gouttelettes de cette eau, entraînées par le courant de gaz, sont projetées jusqu'à près de 5 mètres de l'orifice et brûlent vivement l'imprudent qui s'en approche de trop près, car elles sont aussi chaudes que le courant de gaz lui-même, dont la temperature est de 98°." Mencionan estos autores que un 95-96% del gas exhalado por esta fumarola era vapor de agua, y que en sus alrededores existe 'un très-grand nombre d'autres, reparties à peu près en une vingtaine de groupes principaux', en los cuales la temperatura era uniformemente 98°C. Los vapores contenían, según ellos, cantidades variables de SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, N y O, fuera del vapor de agua.

El próximo en visitarlos fué RENSON (probablemente en 1888), cuyo resultado fue publicado en la revista La Universidad, Serie 1, No. 2, San Salvador, publicación que no pude localizar en la Biblioteca Nacional de esta ciudad.

C. SAPPER inspeccionó los infiernillos el 9 de marzo de 1895 (1913, p.54). El carácter general no había cambiado; sin embargo, había desaparecido ya la fumarola principal con su caverna. Las fuentes de vapor principales se alinearon en dirección N 15°W; existía una fuente termal importante y varias menores tanto de aguas claras como lodosas. Reproducimos abajo (fig. 4) el croquis que elaboró SAPPER (1896, p. 17), en el cual significan: 'B, C, J, H, K y L son pequeñas y D y E fuentes de vapor bastante grandes; sin embargo, la mayor de ellas es A donde sale un chorro de vapor caudaloso con estruendo fuerte y silbante. En su pié y alrededores inmediatos se encuentran fuentes de aguas hirvientes lodosas. F, G y D son fuentes calientes donde las aguas son arrojadas vivamente, algunas de las fuentes menores de D son lodosas. La fuente de agua hirviente más fuerte es E, a la par del riachuelo, tiene alrededor de 1 m de diámetro el chorro en su centro, de 30 cm de diámetro, arroja las aguas a veces hasta 0,5 m de altura.

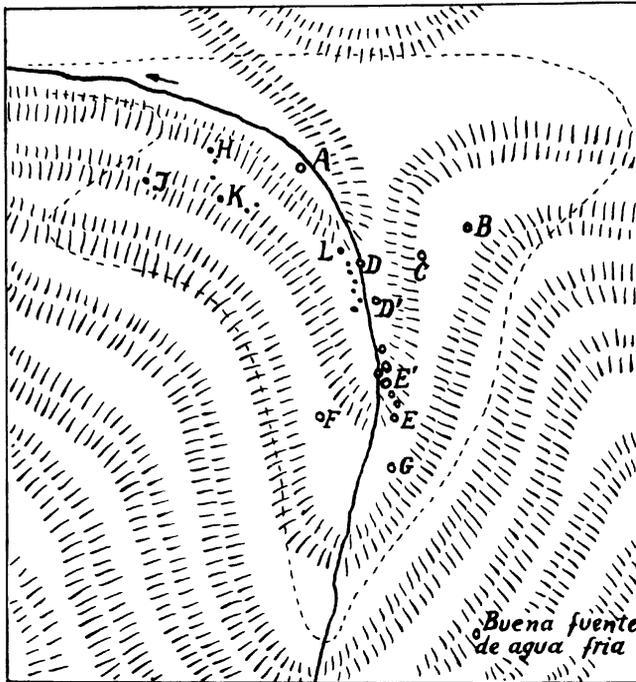


Fig. 4. Croquis de los Infiernillos de San Vicente según SAPPER (1896, p. 17).

PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH visitaron el lugar el 19 de enero de 1953. El barranco estaba prácticamente seco; en la temporada lluviosa lleva temporalmente agua según llueve, y es entonces que se manifiestan los fenómenos con mayor fuerza. Las fuentes de vapor se encontraban en el propio lecho de la quebrada (foto 4), siendo una más fuerte que las demás. Siempre estaban presentes las fuentes de aguas calientes, y había incrustaciones de azufre y alumbre en abundancia. Las temperaturas medias acusaron entre 97-99° C, tanto en vapor que en agua.

Unos 150 m arriba del propio lugar nace una pequeña fuente de aguas superficiales frías (25° C) que según indicación de los moradores no se seca en 'verano'. Otro ojo de agua existe 50 m arriba de la fuente de vapor principal en el paredón oriente, alimentado también por aguas frías superficiales. Este nacimiento, indicado en el croquis de SAPPER como 'buena fuente de aguas frías', se seca hoy día durante la época seca. En los alrededores del área solfatarizada existe una lava laminar (laja) andesítica. El paredón al oriente del respiradero principal consiste de arcillas coloradas calientes. Al excavar se encuentra el calor a pocos cm de profundidad.

El concepto geológico general es el siguiente: Existe un manto de agua calentada por los gases volcánicos que nace en las solfataras del fondo del barranco. Encima de él está como capa acuífera la laja andesítica, con aguas frías. Los vapores entremezclados en la capa inferior de aguas pueden tener un origen retirado, naciendo lejos de las grietas vaporíferas primarias. Sin embargo, llama la atención el hecho que también estos infiernillos se encuentran en dirección NNW del pico oriental (y probablemente más joven) del volcán, ajustándose esta observación a lo anteriormente dicho sobre las condiciones geológicas de la fumarola El Tronador (p. 61) No me parece imposible que también el volcán de San Vicente esté agrietado en su interior por una ruptura en esta dirección, a lo largo de la cual corre la capa inferior de aguas y con la cual se reúne en cualquier punto de este trayecto el vapor volcánico.

La fuerza y el caudal de las fuentes de vapor ha disminuído durante el

último siglo, hoy en día su actividad es comparable a la de los infiernillos de China meca, y mucho menor que la del Tronador. GUZMAN (1883, p. 66) comunica que 'las aguas de los ausoles de Ahuachapán, San Vicente y Tecapa emergen a una temperatura de mas de 100°C', sin indicar el origen de este dato. Sabemos que esto es cierto para las fumarolas de Cuyanausul y del Tronador, pero para San Vicente nos parece dudoso el dato.

#### D. LOS AUSOLES DE AHUACHAPAN,

en sentido amplio, se encuentran en el área limitada hacia el norte por la Carretera Panamericana (excepto el Playón de Salitre) desde Atiquizaya hasta Ahuachapán; hacia el oriente por el meridiano de 89°45' W; hacia el sur por la latitud de 13°54' N, y hacia el occidente por el meridiano de 89°50' W (vea el mapa geológico tectónico adjunto). En esta región existen los siguientes ausoles (compare croquis fig. 5) :

- a) Los ausoles del PLAYON DE AHUACHAPAN, ubicados en el cantón Santa Rosa Acacalco (o Los Magueyes ?), en 13°54,9' N y 89°49,2' W, a 750 m de altura (barométrica corregida) y a orillas del riachuelo Agua Caliente.
- b) Los ausoles de AGUA SHUCA, en el cantón El Barro (o El Barreal), en 13°54,2' N y 89°49,3' W, a unos 845 hacia 870 m de altura, y a la par del mismo riachuelo que los anteriores, pero alrededor de 1,5 kms mas rio arriba.
- c) Los ausoles EL SAUCE y SAN JOSE, en el cantón Suntecumat, en 13°54,2' N y 89°48,3' W y a unos 1010 m de altura.
- d) El ausol SAN CARLOS, en el mismo cantón Suntecumat, y en terrenos de la finca del mismo nombre, en 13°54,7' N y 89°48,0' W a 1030 m de altura.
- e) El ausol CERRO BLANCO, en 13°53,9' N y 89°48,1' W en terrenos de la finca Las Canarias, entre 1120 y 1185 m de altura y en el mismo cantón Suntecumat.
- f) Los ausoles LA LABOR, en terrenos de la hacienda del mismo nombre, en 13°56,1' N y 89°47,4' W y a 680 m de altura.
- g) El PLAYON DE SALITRE, en terrenos de la misma hacienda La Labor en 13°58,7' N y 89°47,9' W, a 540 m de altura.

h) Los ausoles de CUYANAUSUL, en sentido amplio, se encuentran en dos profundos barrancos de la falda norte de la montaña volcánica del mismo nombre. En el barranco oriental, llamado 'Presa de Atiquizaya', se encuentran 2 ausoles : a 1214 m de altura, aquel que llamaremos el ausol LAS TERMOPILAS por encontrarse en la finca del mismo nombre, en 13°54,4' N y 89°45,5' W; y 1 km más abajo, a 200 m de distancia de la misma quebrada hacia el oriente y a 1123 m de altura, el ausol de AMAYA, en 13°54,9' N y 89°45,5' W y en el cantón El Tortuguero.

En el barranco occidental se encuentran los ausoles de CUYANAUSUL propiamente dichos, entre 1283 y 1436 m de altura, en una pendiente muy pronunciada y en una línea que se extiende desde 13°54,25' N y 89°46,04' W hasta 13°54,08' N y 89°45,98' W.

Los primeros en mencionar los ausoles en los alrededores de Ahuachapán fueron GARCIA DE PALACIO (1576), FRAY ANTONIO DE CIUDAD REAL como acompañante del padre FRAY ALONSO PONCE (1586) y TOMAS GAGE (1633). De estos tres, sólo el primero ha visitado personalmente los ausoles, dándonos una detallada descripción que por la dificultad de conseguir la literatura reproduzco aquí\*. Dice PALACIO :

\* ) tomado de Diccionario Histórico - Enciclopédico de M. Angel García, Tomo III, p.81, 1929, S. Salv.



'Hay en el término del dicho lugar (Aguachapa) unos manantiales, que yo ví, de agua caliente, y tanto que quema, y tan diferentes en el color y nacimientos que espantan. Llámánle los indios el infierno y no sin alguna semejanza; brota y sale el agua en el espacio de un tiro de ballesta por muchas partes y con diversos estruendos, según los órganos por do salen; unos hacen ruido como suena un quien ronca, y de otras mil formas; en algunas partes sale el agua turbia, en otras clara, en otras amarillas y de otros colores, según los mineros de tierra por do pasan; y del humo (lodo) que allí sale se hace un betún de diferentes colores, que parece podría servir para pintar. Los indios suelen llevar sus ollas de lotes (= elotes, maíz tierno) y de carne y cocellas, en algún respiradero de aquella agua. Y para tres años que pasando un muchacho por el dicho lugar, se le sumió y undió una pierna en un pantano de esta agua, y aunque le socorrieron luego, dejó la carne de toda la pierna, y sacó el hueso y nervios mondos y limpios, y murió otro día siguiente.

Después, de todas estas fuentes se hace un río, que se llama río caliente, que aunque sale por debajo de la tierra más de media legua de este lugar, ha acontecido pelar los pies a un caballo y mancallo.

Dos tiros de arcabuz, cerca de una sierra que allí está, hay otros respiraderos de agua caliente, y está una piedra de cinco varas de largo y tres de ancho, hendida por medio, por cuya hendidura sale siempre cantidad de humo, y llegándose a ella, se oye el más horrible y espantoso ruido que se sabe. Y acontece muchas veces cuando los tiempos andan revueltos, que salen por allí unos bramidos y truenos, que se oyen media legua al rededor, cosa por cierto que admira. En el monte donde está, hay grandes árboles y un género de robles con grandísimas bellotas de que los muchachos hacen tinteros, e yo tengo una concha de las dichas bellotas, que tienen tres dedos de grueso . . .'

Diez años más tarde, el 9 de junio 1586, pasó PONCE por esta zona quien no da más que una general mención del fenómeno (reproducción 1952, p. 23):

'Entre Ahuachapa y Tiquizaya hay a la banda del sur, en una ladera de una muy alta sierra, muchas fuentes y manantiales de agua caliente, que continuamente echan de sí humo muy espeso que se ve desde muy lejos; toda esta agua se hunde en sus mismos nacimientos, y por debajo de la tierra va a salir de la otra del camino real, a la banda del norte, y de ella se hace un río de agua tan caliente, que si en ella cae alguna cosa de carne la cuece y deshace muy en breve, después un poco más abajo, entra aquel agua en el río de Aguachapa ( hoy río Paz), donde pierde su fuerza y calor.'

El humo que 'se ve desde muy lejos' eran sin duda los ausoles de Cuyanausul, y el lugar donde nace el agua 'de la otra del camino real' es el hoy llamado Playón de Salitre, siendo entonces éstas sus primeras menciones.

TOMAS GAGE pasó por el mismo camino real en enero de 1633. Su informe de los infiernillos se ha interpretado por GUZMAN (1883, p. 37) y posteriormente por LARDE (1923, p. 67) erróneamente como el origen del volcán de Izalco. SAPPER (1913, p. 41) ya puso en claro que de ninguna manera puede tratarse del Izalco, pero como hasta hoy se mantiene esta opinión errónea (LARDE Y LARIN 1952, p. 67), expondré mis razones.

GAGE caminó el 7 de enero de 1633, incluyendo las horas de noche del mismo día, en total 20 leguas. Llegó noche a un pueblo que él llama 'Trinidad', diciendo que tiene mucha fama por dos cosas, la loza que allí se fabrica y 'la otra por un sitio que está a cerca de media legua y que los españoles dicen y creen que es una de las bocas del infierno' (1838, p. 232). También PALACIO dijo que 'llámánle

los indios el infierno' y FRAY ANTONIO DE CIUDAD REAL (reproducción 1952, p.22) menciona como fama de Ahuachapán: 'Hácense en aquel pueblo tinajas, cántaros y cantarillas y jarros de barro colorado, muy bueno y todo muy curioso'. Sigue diciendo GAGE en su relación que sin detenerse partió de este pueblo a media noche' y me fui a almorzar a un gran pueblo llamado Chalevapán' (p. 324). Esto es Chalchuapa, que ya existía cuando PONCE pasó por el mismo camino en 1586! GAGE pasó por San Salvador a las 8 p.m. del mismo día 8 de enero, cosa que le hubiera sido imposible si hubiera tomado el otro camino real por Sonsonate. La mención de Chalchuapa, además de la fabricación de lozas que relata, es prueba suficiente para acertar que él confundió Ahuachapán con Sonsonate (Trinidad), que tomó el camino real norte y que su nota se refiere a los ausoles de Ahuachapán. Esta nota misma, sin embargo, es o exagerada al indicar que los indios le dijeron 'que nunca se habían atrevido a aproximarse' (diciendo PALACIO que allí van para cocer sus elotes etc.) o los ausoles se encontraron en aquel entonces temporalmente en mayor actividad.

Es muy probable que PALACIO se refiere a los ausoles de Agua Shuca, que la piedra 'hendida por medio' por donde 'sale siempre cantidad de humo' es idéntica con la fumarola descrita por DOLLFUSS & MONT-SERRAT y observada por nosotros, y que el lugar donde 'sale por debajo de la tierra más de media legua de este lugar' el agua caliente es el hoy llamado Playón de Ahuachapán.

v. SCHERZER y WAGNER visitaron los ausoles cerca de Ahuachapán en 1854. Sin embargo lo que publica v. SCHERZER (1857) sobre esto no permite reconocer a que ausol se refiere. Además no da ningún detalle de interés que merezca ser reproducido aquí.

En la literatura no han sido descritos hasta la fecha los ausoles 'de Amaya', 'San José y El Sauce', 'Cerro Blanco' y 'Las Termópilas'. Los ausoles de 'Cuyanausul' (propriadamente), 'San Carlos', 'La Labor' y el 'Playón de Salitre' se identifican fácilmente en las publicaciones anteriores, por un lado porque no han cambiado su nombre y por otro porque sus alrededores y su posición geográfica les dan características inconfundibles. Pero respecto a los de 'Agua Shuca' y 'Playón de Ahuachapán' existe cierta confusión de nombres. Presentaré en la tabla 1 un cuadro de identificación indicando la relación de los nombres aquí empleados con aquellos mencionados por los autores anteriores.

TABLA 1

RELACION ENTRE NOMBRES ACTUALES Y AQUELLOS MENCIONADOS POR OTROS AUTORES

Autores, año de su visita	Nombres actuales	
	Playón de Ahuachapán	Ausoles de Agua Shuca <sup>1)</sup>
Montgomery, 1838 ?	-----	describe este ausol, <sup>2)</sup>
Stephens, 1840	-----	describe este ausol únicamente <sup>3)</sup>
Dollfuss Mont-Serrat, 1866	-----	Se refieren a este grupo con el nombre de 'Ausoles de Ahuachapán', <sup>4)</sup>
Guzmán, 1875	-----	describe éste ausol bajo el nombre de 'El Zapote'

Renson y Puente, 1888	Ausol El Barreal, <sup>5)</sup>	Ausol El Zapote, <sup>6)</sup>
Sapper, 1895	Ausol El Barreal, <sup>7)</sup>	Sapper no visitó este ausol!

## NOTAS :

- 1) Este grupo de ausoles, según testimonios de moradores confiables, también se conoce hasta hoy día por los nombres 'El Barro' y 'El Zapote'.
- 2) vea la descripción reproducida en Dollfuss & Mont-Serrat, 1868, p. 410; en en Dicc. Hist. - Enciclop. de M. A. García, 1929, Tomo III, p. 81.
- 3) vea Stephens, nueva edición 1949, II. p. 35.
- 4) estos autores visitaron personalmente sólo éste ausol; descripción vea su obra 1868, p. 411-419.
- 5) Dice Renson (1929, p. 76): 'Saliendo de Ahuachapán por el camino que se dirige hacia la finca de La Labor, a media legua de la ciudad, se encuentra este ausol a la derecha del camino'.
- 6) Dice Renson (1929, p. 75): 'Caminando de Ahuachapán por San Juan de Dios a una legua de la ciudad, se encuentran los ausoles de El Zapote.' Puente (1929, p. 78) dice con mayor exactitud que se encuentra a dos millas de Ahuachapán.
- 7) Sapper (1896, p. 23/24) lo describe como a 3,5 kms al oriente de Ahuachapán. Según su croquis del lugar no hay ninguna duda que se refiere a este ausol.

## a. LOS AUSOLES PLAYON DE AHUACHAPAN. (Fotos 4, 5, 6).

El primer estudio detallado de ellos fué efectuado por RENSON (vea 1929, p. 76), quien ya menciona el depósito de silicato hidratado de aluminio, o sea de caolina blanca, que allí existe y el cual desde los tiempos de PALACIO y ya antes ha sido objeto de explotación para la fabricación de lozas. No ofrece medidas de temperatura.

C. SAPPER (1896, p. 23/26 y 1913, p. 36) identifica erróneamente su ausol El Barreal con aquel descrito por DOLLFUSS & MONT-SERRAT porque no conocía el ausol Agua Shuca. En consecuencia, sus deducciones comparativas respectivas son falsas. El cerrito en su croquis es muy característico y existe sólo en el Playón. SAPPER describe este lugar (1896) como sigue (compare su croquis):

'En A se encuentra un hoyo producido por derrumbamiento de edad reciente del cual sale vapor de agua.

En B se encuentran dos hoyos en forma de embudo (que talvez fueron volcancitos de lodo), de los cuales el más al sur arroja un chorro fuerte de vapor. Cerca se encuentran pequeños conitos de lodo blando de  $\frac{1}{4}$  m de altura donde hay débiles exhalaciones de gases; estas provienen de grietas subterráneas algo profundas en cuyas paredes se notan a veces cristales de azufre.

B' indica la situación de un embudo de hundimiento de forma irregular, en cuyas paredes hay mucho azufre y donde se oye el agua hirviendo en las profundidades.

En D se encuentra una gran fuente de vapor que sin embargo trabaja sin mucho ruido.

En G hay varios hoyos producidos por derrumbes; al NW de aquí existe un volcancito de lodo semidestruido de 0,5 m de altura y 2x3 m de base, con su cráter hundido. Por todos lados nace vapor de agua, mezclado con un poco de H<sub>2</sub>S y talvez SO<sub>2</sub>.

Cerca de F se encuentra un pequeño laguito de lodo seco con varios

pequeños hoyos comunicados entre si y dos embudos hundidos de 1,5 m de diametro y 1 m de profundidad cada uno. En su fondo se nota el lodo negro viscoso en ebullición. Grandes burbujas de gas que en él se notan producen al romperse un ruido sordo característico. La depresión total del laguito es de 10 por 3 m.

Otro laguito de lodo desecado (C) se encuentra en una depresión de 1 m, en cuyo fondo existen varios hoyos por los cuales se oye el ruido de aguas subterráneas en ebullición. La parte más profunda de la depresión alcanzará unos 8 m de largo por 3 de ancho, la depresión total es de unos 20 por 10 m. Muy cerca se observa una cueva (E) inclinándose en dirección sur hacia adentro y de unos 3 m de profundidad. En el fondo de ella se oye el agua en ebullición.

El suelo (arcilla) es caliente en toda esta área, atravesado por cavidades subterráneas, donde a mi compañero indígena se le hundió un pie, pudiendo comprobar por sus dolores las altas temperaturas. Me he llevado la impresión como si debajo de F, B', B, C y E se encuentren uno o varios lagos de lodo subterráneos que tienen un solo desagüe subterráneo. Todo el plan carece de vegetación, Al oriente se encuentra un plan pedregoso, lo mismo sin vegetación, donde se notan débiles exhalaciones de gas'.

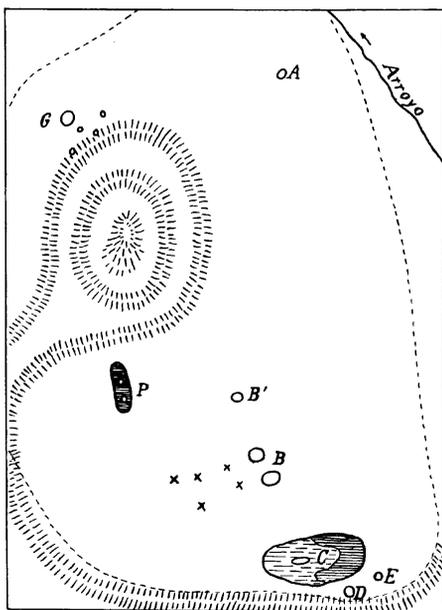


Fig. 6. Croquis del ausol 'Playón de Ahuachapán' según SAPPER (1896, p. 23) quien lo denomina como 'El Barreal'.

PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH inspeccionaron este lugar el 15 de enero de 1953. Los ausoles se encuentran en un plan (foto 5), limitado hacia el oriente por la quebrada del riachuelo Agua Caliente, de unos 4 m de profundidad y unos 8 de ancho (foto 7). Como SAPPER no la menciona, la quebrada no existía todavía en 1895, pero él habla por otro lado de muchas cavidades subterráneas. Tenemos que suponer que posteriormente y por razón de una correntada de lluvias p. ej. se derrumbaron todas estas cavidades subterráneas, originando así la quebrada que hoy existe. En tiempo de PALACIO nacían aquí las aguas termales originarias del Agua Shuca que en aquel entonces era el ausol más importante. Hoy en día es éste el campo solfatárico más conocido y visitado; y es de suponer que la potencia de los fenómenos en el Agua Shuca ha disminuido por la progresiva descomposición de las rocas en aquel lugar, de tal manera que las arcillas resultantes se infiltraron hacia abajo tapando los cami-

nos de salida de los gases.

El Playón comprende numerosas emanaciones de vapor y aguas sulfurosas. Todo el vecindario en el plan está cubierto de incrustaciones sulfurosas y otras multicolores. Al lado sur, en la falda norte del cerrito (vea croquis de SAPPER fig. 6), se notó el depósito de caolina referido, que tiene alguna extensión y que hasta hoy día es objeto de explotación en pequeña escala. La extensión del depósito comprueba que el ausol ya existe desde mucho tiempo. En el plan se midieron las siguientes temperaturas máximas; en fuentes de vapores  $97^{\circ}\text{C}$ , en aguas claras hirvientes  $99^{\circ}\text{C}$  y en lodo hirviendo  $98^{\circ}\text{C}$ . La fuente de vapor más importante está en el lecho de la quebrada, donde el vapor arroja vivamente aguas claras a  $99^{\circ}\text{C}$  (foto 7). Unos 30 m arriba de este lugar y en la pared occidental de la quebrada, medimos una exhalación de vapor de agua a  $99^{\circ}\text{C}$ .

El olor de los gases se siente desde lejos, contienen en abundancia  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4$  y también  $\text{CO}_2$ . Notamos algunos otros respiraderos (igual que SAPPER) en unos 100-200 m de distancia de la quebrada hacia el oriente.

#### b. LOS AUSOLES DE AGUA SHUCA (El Barro, El Zapote)

fueron los más visitados en el pasado y según mi opinión es éste el grupo de ausoles descrito por MONTGOMERY, STEPHENS y DOLLFUSS & MONT-SERRAT. RENSON y PUENTE lo llaman El Zapote.

La descripción de MONTGOMERY (1838?), cuya publicación original no tuve presente, es reproducida por DOLLFUSS & MONT-SERRAT (1868, p. 410/411) y me nos completo por M. A. GARCIA (1929, III, p. 81). Los primeros autores la reprodujeron de la obra de SQUIER (1856, p. 313), cuyo texto en lengua francesa es el siguiente:

'On observe en cet endroit plusieurs mares ou étangs qui occupent un espace assez considérable. Le plus grand a environ cent yards de circonférence. Dans ce lui-là, comme dans tous les autres, l'eau qui était extrêmement troublée et d'une couleur d'un brun clair, bouillait avec foueur, et s'élevait en bouillons de trois ou quatre pieds de hauteur. La vapeur montait sous la forme d'un grand nuage blanc et s'étendait a une grande distance aux alentours, tandis que je restai quelque temps debout au bord de cette chaudière naturelle, contemplant du haut de ses rivages les détails de cette effrayant phénomène, La chaleur était si intense à la surface du sol, aux environs de ces lagunes, que, si nos pieds n'eussent été protégés par d'épaisses chaussures, nous n'aurions pas pu la supporter. En enfonçant un couteau dans la terre, la lame était si chaude, après un séjour de quelques secondes, qu'elle brûlait fortement les doigts. Nos chevaux, qui n'étaient pas ferrés, suivant la coutume du pays, manifestaient des symptômes de malaise, soit à cause de la température du sol, soit à cause de l'odeur des vapeurs, et nous dûmes les attacher à quelque distance du théâtre de ces singuliers phénomènes. En quelques endroits, de petites colonnes de fumée s'échappaient avec violence des cavités ouvertes dans le sol, tandis que, dans d'autres, l'eau bouillante coulait comme d'une fontaine. L'ébullition de ces lacs et de ces sources a formé sur leur bords un dépôt d'une argile extrêmement fine, nuancée de toutes les couleurs, mais il ne semble pas que les indigènes en aient profité pour faire des poteries. Quoiqu'il paraisse extrêmement facile d'établir là les plus beaux bains d'eaux minérales du monde, ils n'y ont jamais pensé'.

STEPHENS (1949, II, p. 53) visitó los ausoles del Agua Shuca en 1840. Su descripción, que difiere muy poco de la anterior, es la siguiente:

'Instead of going direct to the town, we turned round the foot of the mountain and came into a field smoking with hot springs. The ground was incrustated with sul

phur, and dried and baked by subterranean fires. In some places were large orifices from which steam rushed out violently and with noise; in other places were large pools or lakes, one of which, a hundred and fifty feet in circumference, of dark brown water, was boiling with monstrous bubbles three or four feet high, which Homer might have made the headwaters of Acheron. All around, for a great extent, the earth was in a state of combustion, burning our boots and frightening the horses, and we were obliged to be careful to keep the horses from falling through. At some distance was a stream of sulphur water, which we followed up to a broad basin where we made a dam with stones and bushes and had a most refreshing warm bath.'

Según esto, el laguito de lodo había disminuido en tamaño (de 26 a 12 m de diámetro, si los tamaños fueron indicados correctamente). Ninguno de estos dos autores ha medido temperaturas.

DOLLFUSS & MONT-SERRAT los visitaron en junio de 1866 y ofrecen una detallada descripción de los laguitos de lodo hirviendo y de los conitos de arcilla (1868, p. 415) los cuales no fueron mencionados por MONTGOMERY y STEPHENS. El laguito mayor todavía tenía 12 m de diámetro; aquí midieron ellos 97°C de temperatura, en otros vecinos hasta 98°C. Los volcancitos de lodo, arrojando lodo por medio de erupciones en miniatura hasta 4-5 m de altura, acusaron temperaturas entre 95 y 98°C.

Mencionan ellos (p. 413) una fuente de vapor que se encuentra a 300 m hacia el oriente del teatro principal. Aquí nació solo vapor de agua, con una 'assez grande porportion d'acide sulfureux' y un poco de hidrógeno sulfurado, CO<sub>2</sub> y nitrógeno. La temperatura de este vapor era 98,5°C. Este lugar, según mi parecer, es idéntico a las dos fumarolas encontradas por nosotros en 1953 (vea mas adelante) y la fumarola descrita por PALACIO que salio de una roca hendida. DOLLFUSS & MONT-SERRAT describen esta fumarola que en 1866 salió de una grieta en roca viva de 10 m de largo como sigue (p. 413): 'Entre ces interstices de ces blocs de rocher, on voit incessamment sortir un abondant volume de vapeur, qui se répand dans l'atmosphère sous la forme d'un épais nuage blanchâtre, et qui s'échappe de la fissure avec une assez forte pression. On n'entend pas d'autre bruit dans la fissure que le sifflement de la vapeur, et il est évident qu'il n'y a là aucune trace de liquide en ébullition; ...'

En unas fuentes termales (de 79 y 88°C) que estos autores observaron surgir a 150 m de distancia hacia el SE del centro del área y en el propio pie de la montaña, analizaron ellos la presencia de SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> y de trazas de N. Estas son las fuentes llamadas El Zapote.

D. J. GUZMAN (1883, p. 43, 71) visitó el ausol en 1875 y lo describe bajo el nombre 'El Zapote'. Respecto a la temperatura dice que era mayor de 100°C, porque 'un termómetro centígrado introducido en uno de estos pozos no pudo resistir la alta temperatura de aquel foco, y después de subir el mercurio toda la escala se rompió en varios pedazos'.

RENSON, refiriéndose a esta localidad bajo el mismo nombre de El Zapote, dice: 'Por varias aperturas sale el vapor de agua mezclado con hidrógeno sulfurado y vapores de azufre. El termómetro puesto a 20 cm de profundidad en el lodo que parece en ebullición, acusa la temperatura de 95°C. Este ausol contiene una capa de arcilla negra).

Su acompañante PUENTE (reproducción 1929, p. 78) da la siguiente descripción: 'Se encuentran allí (Zapote) varios: el primero, casi en la orilla del camino es un ausol próximo a extinguirse, pues según parece, los ausoles van avanzando hacia las cumbres de las montañas que los circundan, en donde estan en toda su actividad, tienen forma de cono invertido, de un metro de diámetro, y ya no se ve el agua arrollosa presentando como un indicio de su actividad únicamente un ligero desprendimiento

de gases formado casi únicamente por el hidrógeno sulfurado (vea foto 8). Un respetable anciano de aquella ciudad (Ahuachapán), nos refirió que hace veinte años estos ausoles no formaban más que uno solo, ocupando todo el espacio circular de 20 m de diámetro próximamente, una especie de laguneta de agua semejante a la que se observa en los actuales. En aquella época se oyó en la población de Ahuachapán una violenta detonación que alarmó, al vecindario, creyendo que provenía de Izalco. Los transeuntes al pasar el día siguiente por el lugar de los ausoles, notaron el cambio que en la laguneta se había operado y que en su lugar habían varios azufrales aislados. Este fenómeno, por otra parte, no tiene nada de sorprendente, y ya lo suponíamos al pedir informes a los que pudiesen dárnoslo con certeza, pues las corrientes de agua en la estación lluviosa, descendiendo con fuerza de las montañas que los circundan, ha de acarrear masas más o menos grandes de rocas, que depositándose en las cavidades de los ausoles interceptan su comunicación con el centro ígneo, de aquí la tensión de los vapores, la lanzada del obstáculo con mayor o menor ímpetu, o el apareamiento por otra parte más blanda del terreno, si aquel no cede. Esto debió haber sucedido en aquel entonces, desde luego la profundidad de la hondonada debió de ser mayor; una estación copiosa arrastra gran cantidad de materiales que se depositan, éstos se acumulan y van formando una capa más compacta a medida que la presión exterior aumenta; la fuerza interior no queda inactiva y su efecto fué la detonación que tanto alarmó al vecindario.

Esto era el fin de la lagunita de lodo hirviendo mencionada por los autores anteriores, y que pocos años después de la visita de DOLLFUSS y MONT-SERRAT, debe haber sufrido el cambio descrito.

Durante nuestra (PENTA, PEROZZI, MEYER-ABICH) visita el 15 de enero de 1953, este ausol se componía de tres grupos de ausoles vecinos. Saliendo de Ahuachapán hacia el oriente se toma el camino a la derecha en el lugar de la pila que allí se encuentra (hacia la izquierda conduce el camino a los ausoles del Playón de Ahuachapán).

A 3,4 kms de distancia desde la pila está el primer grupo en la orilla derecha del camino y en unos 845 m de altura. Aquí hay varios volcancitos de lodo (de 1 m de altura aproximadamente) en los cráteres de los cuales el lodo negro espeso esta cociendo (foto 7). Las temperaturas medidas en las emanaciones de gas resultaron de 95-96°C. Está a la orilla del camino un laguito de lodo hirviendo de unos 4 m de diámetro con un borde de unos 1,5 m de altura, (en el fondo de la foto 7), donde el lodo acusó 89°C. Este primer grupo se encuentra en un área estimada de 50 x 40 metros. A la par y a 5 m de distancia de él corre un arroyo de agua a 35°C siendo éste la parte superior del mismo riachuelo Agua Caliente que 1,5 kms más abajo cruza el área de los ausoles del Playón de Ahuachapán.

El segundo grupo se encuentra a unos 300 m al sur del primero y aproximadamente a 860 m de altura. Este grupo es más extenso y ocupa una pequeña planicie al propio pié de la cuesta, de unos 200 por 60 m. Esta extensión comprende el área solfatarizada en su totalidad, donde el punto de mayor actividad se encuentra en su parte norte. Aquí observamos un lago o cráter de lodo mayor de unos 6 m de diámetro, con paredes inclinadas, con lodo gris hirviendo y evaporaciones suaves y continuas de gases sulfurosos. En sus alrededores inmediatos existen otras débiles exhalaciones de gases que apenas se notan, haciéndose más visible al encender una llama. En aquellos se midieron temperaturas entre 95 y 98°C. Unos 100 m hacia el SSE del lago indicado se notan varias otras exhalaciones débiles de gases.

El tercer grupo consiste de dos fumarolas más caudalosas, que surgen de una roca eruptiva sólida, encontrándose a unos 300 m de distancia hacia el oriente del

segundo grupo y en un zacatal abierto enmedio de cafetales, aproximadamente a unos 870 m de altura. Estas fumarolas de vapor de agua con algún contenido de  $H_2S$  están pegadas la una a la otra en un hoyo donde logramos medir la temperatura a 3 m de profundidad, resultando ella a  $98^{\circ}C$ . Esto es el propio lugar de la 'hendidura' de PALLACIO a 'dos tiros de arcabuz' de distancia, y la grieta de DOLLFUSS & MONT-SE-RRAT; sin embargo, hoy en día ya no existe aquel ruido tremendo ni el caudal fuerte descrito por ellos.

Nos indicó un campesino residente en aquel lugar que en la finca San Isidro, a unos 2 kms hacia el sur y en la falda de la montaña, existen otras fumarolas, que no visitamos.

#### c. LOS AUSOLES EL SAUCE Y SAN JOSE.

Siguiendo el mismo camino que condujo al Agua Shuca hacia el oriente, y a 2,0 kms de aquellos ausoles están estos dos ausoles a unos 1010 m de altura. El más importante es el ausol El Sauce, al propio lado sur del camino y en terrenos de la finca del mismo nombre. Los ausoles de San José se encuentran a unos 100 m hacia el norte del camino y un poco más bajo de nivel. Estos ausoles no han sido descritos hasta la fecha en la literatura.

Nosotros inspeccionamos el lugar el 15 de enero de 1953. Los ausoles El Sauce se encuentran en un área de unos 50 por 100 m. El agua hierve bajo el suelo dando lugar a muchas débiles exhalaciones de gases. Existen además tres hoyos donde hierve lodo a  $86^{\circ}C$ . De un hoyo de embudo sale vapor de agua con temperatura de  $97^{\circ}C$ . Por todos lados hay muchos depósitos de azufre. Los ausoles de San José se extienden en una zona de unos 20 m de ancho por 100 de largo y son en lo principal respiraderos de vapor de agua que surge a temperaturas de  $95^{\circ}C$ . Existe otra fuente moderada de vapor a 5 m de distancia del camino, donde el vapor tenía  $96^{\circ}C$ .

#### d. EL AUSOL SAN CARLOS

se encuentra a unos 700 m hacia el ENE de los anteriores, en terrenos de la finca del mismo nombre y a 1030 m de altura. Está a unos 400 m al NE de la casa de la finca que está a 1080 m de nivel.

Este ausol ya fue descrito por PUENTE (reproducción 1929, p. 78 - 79) quien lo describe con las siguientes palabras:

'Estos son una serie de ausoles, cuatro grandes y sin número de pequeños; aquellos con un circuito de 1 a 2 m y éstos muy variable. Desprenden, más bien que hidrógeno sulfurado, gas sulfuroso y principalmente vapor de agua en gran cantidad. Las rocas que las circundan presentan incrustaciones silíceas, y aquellos pequeños, que dan ligero paso a pequeñas cantidades de vapores sulfurosos, presentan azufre cristalizado en bellos prismas. Las muestras que de estas cristalizaciones traemos, son dignas de verse por la pureza y brillo de los cristales de azufre'. Un poco más adelante relata: 'En todo el espacio ocupado por los ausoles, que es proximamente 100 metros cuadrados, el terreno se hunde bajo los pies, haciendo sumamente peligroso el tránsito'.

Yo he visitado el ausol el 13 de marzo de 1953. Se encuentran aquí esencialmente manantiales de aguas claras hirvientes, donde el agua brota con  $97^{\circ}C$ . Existen además uno o dos hoyos donde hierve lodo, igual que en otros lugares. Hay dos fuentes de vapor de agua regulares y 2-3 exhalaciones vaporíferas menores donde el vapor sale a  $97^{\circ}C$  y cargado de  $H_2S$ , lo que se manifiesta en las bonitas cristalizaciones de azufre alrededor de los hoyos de escape y en su fuerte olor.

Más arriba en la finca hay un manantial de agua fresca que tiene  $22^{\circ}\text{C}$  y que alimenta un arroyo. Este pasa por el área solfatárica, donde sus aguas son calentadas. Como el caudal del agua caliente, abajo de los ausoles, es mayor, no hay dudas que existen también fuentes termales en el propio ausol. Sin embargo debe tratarse también de aguas superficiales infiltradas.

El estudio de las fotos aéreas me dió la impresión que existe otro ausol a unos 700 m de distancia hacia el SE del de San Carlos, en dirección hacia el cráter del volcán de la Laguna Verde y en unos 1230 m de altura. No he comprobado su existencia.

#### e. EL AUSOL CERRO BLANCO

se encuentra en la finca Las Canarias, en unos 800 m de distancia hacia el SSE del ausol El Sauce, o sea en azimut hacia la Cueva del Cuajusto, profundo cráter de explosión situado en la depresión entre los volcanes Laguna Verde y La Lagunita. Lo visité el mismo 13 de marzo de 1953.

Está situado en un paredón altamente inclinado y completamente solfatarizado, de aspecto blanco, entre 1120 y 1185 m de altura. Este lugar se reconoce perfectamente bien desde la Carretera Panamericana y no ha sido descrito anteriormente en la literatura.

Su actividad era muy reducida el día de mi visita; en toda la pendiente no hubo más que exhalaciones débiles e invisibles de gases cargados de  $\text{H}_2\text{S}$ . Salen estos gases por un sinnúmero de escapes delgados (de 1-5 cm de diámetro), incrustando el interior de ellos con bonitos cristales de azufre. Estos escapes se encuentran a media altura del paredón, y la temperatura del gas se midió a  $93^{\circ}\text{C}$  como máximo. En el punto más alto (1185 m, altura barométrica corregida) existe un débil escape de gases solfatáricos visibles que tienen  $87^{\circ}\text{C}$ . No existen ni fuentes termales ni lodo en ebullición.

#### f. EL AUSOL LA LABOR (fotos 9, 10, 11, 12).

El camino más corto para llegar a este ausol es siguiendo la Carretera Panamericana en dirección a Ahuachapán y cruzando en el km 92,5 hacia el sur (a la hacienda La Labor). A 2,5 kms de distancia de la carretera y 400 m antes de llegar a la hacienda, este camino cruza una quebrada seca, en cuyo lecho se camina unos 500 m hacia el sureste. Aquí está el ausol en un área de unos 300 por 100 m, encercado por paredones de unos 20 m de alto.

GUZMAN (1883, p. 71) indica que la temperatura a que emergen las exhalaciones es mayor de  $100^{\circ}\text{C}$ , pero esto no fué observado por nosotros en 1953.

RENSON y PUENTE lo examinaron en 1888. Dice el primero (reproducción 1929, p. 76):

'Este ausol, bastante grande, tiene unas quince aberturas principales situadas al oriente de la casa de la hacienda. Varias de ellas proyectan vapores con ruido y mucha fuerza. El pozo principal da nacimiento a una agua roja que debe su coloración a óxido de hierro. A 4 m de este existe otro pozo pequeño, del cual sale una agua clara que es de reacción neutra, mientras la otra es de reacción fuertemente ácida. Otras aberturas dan un lodo negro'. PUENTE opina que el lugar ha sido antiguamente un cráter, y lo describe como sigue: 'Los ausoles principales son nueve. El terreno no permitiría a todos la forma de cono invertido, encontrándose solamente dos de esta forma, en un levantamiento arcilloso como de 2 m de altura; la ausencia de rocas en que

apoyarnos, así como las corrientes de vapor de agua que nos quemaban, nos impidió ver el fondo del ausol, estando por otro lado expuestos al vapor de agua caliente que con abundancia se desprendía de un riachuelo que en forma de herradura se encuentra en la base de la pendiente. En medio de este riachuelo se encuentra una abertura triangular como de 20 por 15 cms que deja oír ruido semejante al que produce una lar ga y estrecha chimenea colocada sobre una gran caldera. El termómetro colocado en la abertura subió rápidamente, pero la fuerza de impulsión era tanta, que temí su fractura; al retirarlo estaba completamente cubierto de agua incolora e insípida. Los demás ausos que en gran cantidad encontramos a nuestro paso, no me han parecido dignos de una descripción detallada.'

SAPPER los visitó en 1895 y publicó una excelente descripción (1896, p. 21) que ofrezco aquí traducida al castellano :

'Los más activos de los ausoles son actualmente (1895), según manifiestan los moradores, los de La Labor, . . . Aquí también nace vapor de agua, . . ., que sólo contiene un poco de  $H_2S$ . Mientras que en el Cuyanausol predominan las exhalaciones de vapor, aquí tienen supremacía las fuentes de agua hirviente conteniendo a veces fuertes cantidades de arcilla en suspensión. En el lugar F (vea croquis) el lodo es muy viscoso, de tal manera que se necesita cierta fuerza explosiva para dejar salir los gases. Las burbujas grandes de gas explotan a intervalos de 1, 2 o 3 segundos con un ruido sordo que se nota hasta 100 m de distancia, y que se distingue bien del estruendo general del lugar, arrojando el lodo viscoso con fuerza potente hacia adelante (falda abajo); esta especie de volcán de lodo se encuentra en el fondo de un hoyo de forma de embudo de 1,5 m de profundidad, del cual el lodo a veces es lanzado bien alto. Lo mismo ascienden burbujas gruesas de gas de un pequeño lago de lodo rojo (E), de 2 por 4 m de tamaño, encontrándose un chorro de 0,5 m de diámetro en su lado sur. Otro manantial de lodo que recuerda a un volcán de lodo, sin embargo muy diferente de los descritos por DOLLFUSS & MONT-SERRAT, se encuentra en 'N': es un chorro cargado de un lodo gris claro que arroja su caudal a veces hasta 1,5 m de altura, poseendo solamente un márgen cratérico bajo e incompleto debido a la liquidez del fluido. Otra fuente de lodo gris, parecida pero más fuerte, se encuentra en A y tiene un chorro de 1 m de diámetro que a veces se levanta hasta 1,5 m y a veces rebalsa esta fuente en su lado norte. D es un pequeño lago de lodo negro en forma de un 8, algunos 4 m de largo y hasta 1,5 de ancho, rodeado por una lomita de lodo de 0,5 m de altura; su chorro se levanta a unos 30 cms. En el croquis se han marcado con 'x' pequeñas fuentes de lodo negruzco; B, C y M son pequeños charcos de lodo hirviente de color rojo.

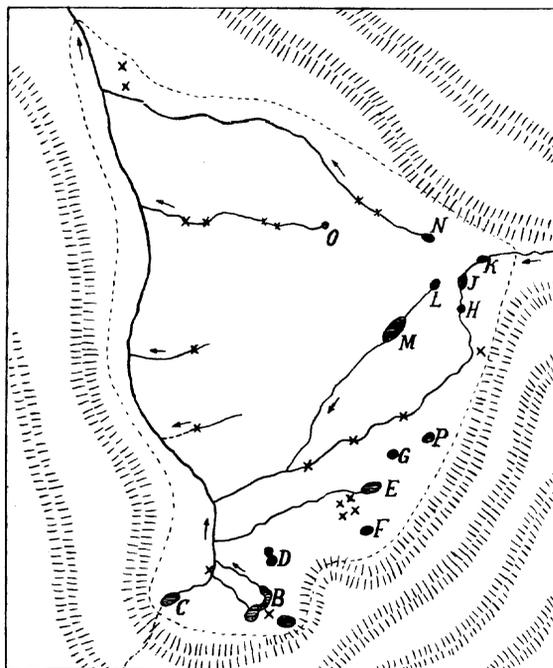
H, J, K, L y O son fuentes de agua clara hirviente, en la última se levanta el chorro a veces a 0,5 m de altura. También H es una fuente que arroja sus aguas calientes bastante alto, pero contiene a la vez un poco de lodo. La única fuente de vapor de importancia en este ausol es G, abajo de ella se encuentran manantiales de aguas lodosas de color café'.

Lamentablemente ni RENSON y PUENTE ni SAPPER indican algo sobre las temperaturas. La indicación respectiva de GUZMAN, lo mismo que las excelentes descripciones anteriores indican claramente que la fuerza de este ausol ha disminuído considerablemente.

El volcanólogo E. G. ZIES de la Carnegie Institution (Wash.) visitó este lugar hace algunos 20 años. Lamentablemente no ha publicado los resultados de sus observaciones, sin embargo, me ha proporcionado las siguientes indicaciones que le agradezco mucho: 'Considerable explotary work must be done before one can decide on the

proper method for utilizing the steam. The potentiality is there, as a matter of fact I will guess that at say 100 meters you will already find at La Labor a considerable pressure of steam. I doubt, however if it is pure enough to use directly unless the engine or turbine can be made of resistant materials. Great progress has been made in recent years, however, in developing such materials but whether it is economically sound to do so, I do not know. The acid gases and hydrogen sulfide are pretty active at say 200 to 250 °C which is not an impossible temperature for steam coming from the well that may be drilled'.

Fig. 7. Croquis del ausol La Labor según SAPPER (1896, p. 21).



Cuando PENTA, PEROZZI y MEYER-ABICH visitaron este ausol el 15 de enero de 1953, los fenómenos ya no eran tan grandiosos como en el pasado, sin embargo habían conservado sus características generales. El arroyo al pie del paredón occidental todavía tiene aguas hirvientes de un rojo vivo (color que se debe a la existencia de bacterias de hierro en temperaturas mayores de 60 °C, vea el artículo siguiente de HUSTEDT); todavía están los charcos o laguitos de lodo negro en la parte sur del área, pero nuevos charcos de lodo gris hirviente se han formado en la parte central, y siempre existe la fuente de vapor principal en la parte oriental, al pie del paredón de aquel lado; junto con la columna de vapor fueron arrojadas aguas hirvientes claras. (foto 9). La temperatura máxima medida aquí fué de 99-99,5 °C. Otras fuentes de vapor existen en el centro sur del área (foto 8).

Las aguas calientes que nacen en todo el área se unen y salen por la quebrada hacia el norte. Pero poco por poco se derrama el agua sea por evaporación o infiltración, de modo que unos 200-300 m desde la salida del área la quebrada ya está seca. Existen varias pequeñas exhalaciones de gases a unos 150 m al norte de dicha salida en el paredón oriental de la quebrada, donde también medimos 99 °C.

A 1 km hacia el NE de este ausol se encuentra el Cerro San Lázaro, de forma redonda de poco menos de 1 km de diámetro y algunos 50 m de altura relativa. Este cerro de formación volcánica relativamente joven tiene forma de tortuga y no pre-

senta restos de un cráter. No parece imposible que se trate de una cúpula de lava, su roca es un basalto con hiperstena. Sin duda es éste el cerro que mencionan DOLLFUSS & MONT-SERRAT (1868, p. 409); refiriéndose a indicaciones que les proporcionaron los vecinos en 1866 (ellos mismos no lo visitaron), comunican erróneamente que este cerro se compone de barro blanco y que 'tout autour de son pied, il existe un nombre considérable de dégagements de gaz, accompagnés d'une émission plus au moins importante de matières boueuses, . . . .' En realidad no hay ningún otro ausol cerca del cerro fuera del de La Labor, ni tampoco vestigios de tal.

#### g. EL PLAYON DE SALITRE.

Este ausol fué descrito hasta la fecha únicamente por RENSON (reproducción 1929, p. 76). Lo describe así:

'El terreno está constituido por una arcilla negra que contiene cantidad de piedrecitas formadas de carbonato de calcio. En medio de la llanura estan varias lagunas que dan nacimiento a una agua caliente (término medio 60 grados). Esta nace con ciertas sales en disolución, sales que se van depositando sobre las piedras, cubriéndolas de una capa blanca. Las aguas de las varias lagunas se juntan para formar el 'Río del Agua Caliente' que a poca distancia de allí tiene ya una fuerza relativamente considerable. Pocos ríos han tan bien merecido su nombre como el del Agua Caliente, pues sobre una distancia de dos millas conservan las aguas su calor. Es de notar que por toda esa distancia, en la propia orilla del río, salen de las rocas aguas cristalinas, algunas frías, pero la mayor parte de ellas calientes'.

SAPPER hace mención de este lugar (1896, p. 19; 1913, p. 38), indicando que en 1895, cuando él se encontraba visitando los ausoles de Cuyanausul, vió 'en las tempranas horas de la mañana los numerosos vapores procedentes de éste lugar en unos 10 kms de distancia y en dirección N 15° W'.

Yo lo visité el 13 de marzo de 1953. Actualmente no hay desprendimientos vaporíferos visibles (a medio día), y el fenómeno visto por SAPPER sin duda se debió a la condensación del vapor debido a la temperatura fresca de la mañana. Se encuentra el lugar en unos 540 m de altura en la planicie del Salitre que está cubierta de arcilla negra. Para llegar se desvía en el km 92,5 de la Carretera Panamericana, entre Turín y Ahuachapán, hacia el norte. A 2,5 kms de aquí está el Playón a 200 m al occidente del camino.

Son tres las áreas donde brotan aguas termales, rodeando una área de roca volcánica, que son las lagunas mencionadas por RENSON. Sin embargo, el día de mi visita, estaban prácticamente secas. El área de manantiales de mayor importancia es la del SW, donde hay caudalosas fuentes de aguas termales que nacen a 70°C. Unos 50-100 m río abajo, después de haberse juntado todas las aguas termales de la zona, el río se llama 'Agua Caliente' (no confundirlo con el riachuelo del mismo nombre en el Playón de Ahuachapán) y tiene alrededor de 200-300 lit/seg de caudal y entre 45 y 50°C de temperatura. Dos kms más abajo, en el cruce del río con el camino que de Atiquizaya conduce a la lagunita de Morán, el río todavía acusa 45°C, de tal manera que entre el Playón de Salitre y éste lugar deben de existir otras fuentes termales en su lecho. Las tres áreas de manantiales están atravezados por unos cuantos hilos de aguas termales que allí nacen. Noté las incrustaciones delgadas de carbonato de calcio en las piedras aquí dispersas, pero no se siente ningún olor sulfuroso ni hay incrustaciones de azufre. Un análisis del agua del Río Agua Caliente fué comunicado por GUZMAN (1883, p. 70): temperatura 54°C; contiene CO<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> y MgCl<sub>2</sub>.

Hacia el sur y a partir de las fuentes principales (de 70°C), el lecho del río es una quebrada completamente seca, únicamente la presencia de cantos rodados indica que por ella bajan fuertes corrientadas de aguas en la estación lluviosa (foto 13). Las fuentes principales nacen de una roca endurecida (toba?).

Más o menos 1 km río abajo del Playón desembocan en el Río Agua Caliente dos afluentes de ambos lados. El afluente oriental es el Río Salitrillo que también es de aguas termales. Sus fuentes termales se encuentran a unos 400 m hacia el este del Playón de Salitre, a lo largo de su lecho y en unos 150 m de extensión. La temperatura máxima encontrada fué de 49°C; en el cruce de un camino vecinal con este río (unos 100 m río abajo de estas fuentes) he medido 44°C como temperatura del agua. El caudal aproximado del Río Salitrillo, en este lugar, es de 50 lit / seg.

Dicen los moradores que el afluente occidental próximo del Río Agua Caliente también es de aguas termales, y que los demás ríos de la región son de aguas frías.

El Playón de Salitre es un área de caudalosas fuentes termales, cuyas aguas bien pueden provenir subterráneamente del ausol La Labor. No hay señas de actividades solfatáricas ni fumarólicas.

#### h. LOS AUSOLES EN LA FALDA DEL VOLCAN CUYANAUSUL.

El grupo oriental de los ausoles de Cuyanausul se encuentra en el barranco 'Presa de Atiquizaya' y se compone de los ausoles LAS TERMOPILAS y el de AMAYA. Para llegar se desvía en Turín de la Carretera Panamericana (km 90) hacia el sur, siguiendo hasta la finca Las Termópilas. De aquí está el ausol del mismo nombre alrededor de 1 km hacia el sur, en el lecho de la quebrada mencionada. Para llegar al ausol de Amaya hay que cruzar este barranco hacia su lado oriental; el ausol se ve bien desde la casa de la finca.

EL AUSOL LAS TERMOPILAS fué visitado el 20 de enero de 1953 por PEROZZI y el autor del presente reporte. Se encuentra a 1214 m de altura (barométrica corregida), en un lugar donde otra quebrada se une con la de la Presa de Atiquizaya. La quebrada debe su nombre a la captación de aguas para Atiquizaya que se encuentra más arriba en ella y cuyo rebalse corre como riachuelo en ella con unos 30 lit / seg. Unos 50 m arriba del ausol, esta agua tiene 17°C, calentándose al pasar por el área del ausol que se extiende en una longitud de 50-60 m en las dos quebradas desde su unión. Aquí el agua del río acusó 26°C. Al lado occidental del barranco existe un paredón de unos 5 m de alto (10 m de distancia de la juntura) donde nace la fuente de vapor más importante (foto 14) cuya columna a veces se reconoce desde Turín. La temperatura máxima del vapor fué 97°C; en otras exhalaciones menores se registraron entre 93 y 97°C. En los alrededores inmediatos existen rocas basálticas descompuestas y las faldas vecinas están cultivadas por cafetales. Los respiraderos tienen fuerte olor a H<sub>2</sub>S.

EL AUSOL DE AMAYA lo visitamos el mismo día. Es un área algo extensa de solfataras, a 1123 m de altura (barométrica corregida) y en terrenos de la finca San José (foto 15). Es un campo solfatárico típico: hay muchos nacimientos de aguas hirvientes claras y lodosas y varias fuentes de vapor de las cuales son tres las de mayor importancia, situadas en la parte oriental del área. En todo este campo hay mucho

depósito de azufre: en los hoyos de las emanaciones de los gases sulfurosos se encuentran cristales de azufre en forma de agujas monoclinicas hasta de 2 cm de largo. Por todos lados se oye el ruido de agua en ebullición en el suelo y se nota un fuerte olor a  $H_2S$ . Las temperaturas acusaron uniformemente  $97^{\circ}C$ , tanto en las fuentes de vapor como en las de agua. No existen laguitos de lodo hirviendo. La roca del lugar es lava básica sólida, naturalmente tanto más descompuesta cuanto más cerca de los ausoles esté. Las columnas de vapor son menos fuertes que la del ausol Las Termópilas y no se reconocen a mayor distancia.

Los AUSOLES DE CUYANAUSUL propiamente se encuentran en el barranco occidental de la montaña. Para llegar se sigue en jeep (o camión) desde la finca Las Termópilas hacia el suroeste, llegando el jeep hasta el propio lugar de la fuente de vapor principal inferior.

VON SEEBACH los visitó el 30 de junio de 1865, acercándose a ellos desde Juayúa. Su descripción, traducida al español, es la siguiente (1892, p. 176-177):

'Las notas detalladas que había apuntado en el propio lugar sobre estos ausoles, desgraciadamente se arruinaron ... en la rada de Acajutla; por esto me limité a comunicar en breve algunas observaciones generales, para no cometer errores. Un riachuelo ancho se desborda en la falda norte del cerro (Cuyanausul) encerrando los respiraderos que emanan por todos lados en un área bastante extensa. En la pendiente norte del barranco el agua caliente salta en chorros de la roca, la cual ha sido blanqueada y alterada por su acción. La fuente principal, sin embargo, se encuentra más abajo en el fondo de la quebrada, donde en medio de una aglomeración confusa de grandes bloques de roca y de robles destruidos, acumulados aquí, el agua caliente es arrojada a presión formando un chorro en forma de campana, acompañado por un bramido tremendo parecido al trueno. Numerosos otros chorros de agua que, a veces solos y a veces reunidos en grupos, salen de los bloques medio descompuestos de las rocas, cubren el área hacia arriba de este lugar. El conjunto de los fenómenos, ubicados en una selva antiquísima de robles nudosos, con sus rocas destruidas abigarradas, con los troncos y ramas quebrados, con sus chorros de agua que por todos lados saltan con fuerte ruido y con las nubes de vapor de agua encima de ellos, me dió una impresión de soledad lúgubre y de destrucción, manifestándose aquí la potencia de la fuerza descontrolada de la naturaleza en toda su magnitud'.

El informe siguiente que tenemos de este lugar es de SAPPER quien comunica lo siguiente (1896, p. 20):

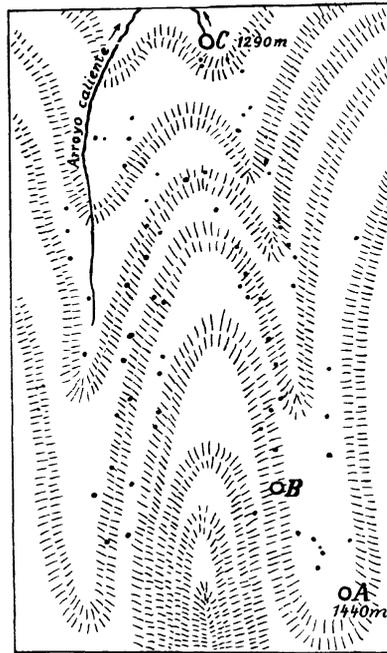
'Encontré mayor número de fuentes termales pequeñas que brotan en y entre dos quebradas generalmente secas, y además tres fuertes fuentes de vapor, de las cuales B y C (compare el croquis de SAPPER abajo), al mismo tiempo están en conexión con nacimientos de aguas hirvientes. El vapor sale de B con un ruido silbante pero más potentes son las exhalaciones en A donde se oyó simultáneamente, bajo el suelo, el ruido de agua en ebullición. Sin embargo, la fuente de vapor más importante de todas es C, encontrándose a 150 m de nivel más bajo que A y a 1290 m de altura en la misma pendiente; esta arroja un chorro imponente de vapor con un estruendo tremendo parecido al trueno que se oye hasta lejos'.

En una publicación posterior, SAPPER compara sus propias observaciones con aquellas de v. SEEBACH, y dice (1913, p. 36):

'Cuando v. SEEBACH visitó estos ausoles en junio de 1865, es decir en la temporada lluviosa, existían aparentemente fuertes chorros de aguas calientes en vez de fuentes de vapor - lo que puede explicarse (no tomando en cuenta un pequeño cam -

bio en el carácter de los ausoles) de tal modo que había más agua subterránea por ser la estación de lluvias y que el vapor ascendente de mayores profundidades se condensó en ella, arrojándola en chorros fuertes'.

Fig. 8. Los Ausoles de Cuyanausul según SAPPER (1896, p. 20).



Lamentablemente ni v. SEEBACH ni SAPPER nos dejaron indicaciones de temperaturas. Pero sus descripciones comprueban que el carácter de los ausoles no ha cambiado. Lo mismo se presentaron en 1953 que desde hace casi 100 años, excepción hecha de sus alrededores, donde hoy existen cafetales bien cultivados en vez de la selva original de robles nodosos.

Junto con PEROZZI visitamos el lugar el mismo 20 de enero de 1953. Las dos fumarolas se presentaron en forma de potentes columnas de vapor de varios decenas de metros de altura (la fumarola B de SAPPER manifestó muy poca actividad). La más potente era siempre la inferior, a 1283 m de altura (barométrica corregida). Siempre esta la aglomeración de grandes bloques de roca en el fondo de la quebrada, de donde sale el vapor vigorosamente y con gran caudal (foto 15), produciendo un ruido parecido a aquel de una locomotora cuando la excesiva presión del vapor se escapa por la válvula de seguridad. Alrededor del lugar se encuentra lava sólida de carácter basáltico. Este vapor es prácticamente vapor de agua, conteniendo solo pequeñas cantidades de  $H_2S$ . Encima de esta aglomeración de rocas, que tendrá unos 10 m de base y 1 m de altura, hay un desprendimiento fuerte de vapor seco. Aquí medimos  $122,5^{\circ}C$  al introducirlo más profundamente posible el termómetro amarrado en un palo. En el nivel de la base y en sus márgenes hay numerosas fuentes de vapor húmedo que acusaron entre  $96$  y  $97^{\circ}C$  de temperatura. El vapor seco se condensa a 1 m de distancia del hoyo, haciéndose visible. En la salida del hoyo se observan las mismas piedrecitas saltantes al revolver allí el suelo, fenómeno ya mencionado en El Tronador. Al acercarse con una llama abierta se nota una fuerte reacción de ionización, haciéndose más visible el vapor de agua.

Los moradores del lugar indican que esta fuente de vapor arroja periódicamente mayores cantidades de vapor en forma algo explosiva e intervalos de varias ho -

ras. Más tarde, cuando habíamos escalado la fuerte pendiente hacia la fumarola más alta, en realidad observé que de la fumarola inferior salía de golpe una nube de vapor bastante más voluminosa.

Subimos a pié por los cafetales entrando más arriba otra vez en el área fumarolizada que se extiende en una zona línea a lo largo de la quebrada. A 1325 m de altura pasamos por una pequeña captación de aguas termales (procedentes de más arriba) de 47°C.

A 1385 m de altura aflora lava laminar (laja). La roca es un basalto. Aquí nace una pequeña fuente de vapor (B de SAPPER) y unas pocas fuentes de aguas calientes claras. El vapor era lo mismo que abajo casi exclusivamente H<sub>2</sub>O, con muy pocos gases sulfurosos, acusando 92°C. Este lugar limita el área fumarólico superior hacia abajo, siendo estas exhalaciones de carácter secundario. Al seguir subiendo entramos pronto en el extenso campo fumarólico, donde v. SEEBACH llegó primero. A 1405 m de altura había otra pequeña fuente de vapor de 97°C, pero la fumarola importante superior se encuentra a 1436 m de altura (medida barométrica corregida).

En la propia incisión de la quebrada (aquí poco profunda) existe una fuente de vapor de casi igual fuerza y caudal que la inferior ya descrita (foto 16). Aquí también nace el vapor seco, condensándose 1 m después de su salida. El ruido que produce es casi igual que abajo, y lo mismo consiste casi por completo de vapor de agua. Solo trazas de H<sub>2</sub>S se sintieron. La pequeña proporción de azufre en las exhalaciones se manifiesta también en el carácter general del área fumarolizada (de unos 100 m por 50 m de extensión): hay muy pocas incrustaciones sulfurosas. La temperatura que medimos aquí acusó como máximo 111°C. Se extiende la zona fumarolizada hasta unos 20m arriba de esta fumarola. En toda esta zona el suelo es muy caliente, arcilloso y liso, a pesar de que era la estación seca.

RESUMIENDO podemos decir que los ausoles del barranco 'Presa de Atiqui zaya', o sea el grupo oriental, tienen carácter de solfataras, donde las temperaturas del agua y vapor permanecen inferiores a 100°C. En los propios ausoles de Cuyanausul se trata de fumarolas de vapor de agua caudalosas con temperaturas mayores de 100°C; aquí si podemos suponer que los chorros de vapor salen directamente (o por lo menos en las cercanías inmediatas) de las grietas vaporíferas primarias, y que por lo tanto encontráramos vapores aún más calientes a poca profundidad. Estas fuentes de vapor han conservado seguramente su carácter y fuerza por casi 100 años.

### III. SUMARIO GEOLOGICO - TECTONICO DE LA ZONA VOLCANICA OCCIDENTAL .

En otra ocasión hemos expuesto (WILLIAMS & MEYER-ABICH 1953) que probablemente a fines del terciario tuvo lugar el hundimiento de una zona estrecha pero larga, atravesando el territorio salvadoreño de occidente a oriente. En este graben regional se formaron posteriormente los volcanes de la actual cadena volcánica, desde el grupo del volcán Santa Ana, pasando por los volcanes de San Salvador, por la depresión volcano-tectónica de Ilopango con sus grupos de cúpulas de lava vecinas, por el San Vicente y los volcanes del grupo Tecapa hasta el San Miguel. Se prolonga este graben hacia el oriente a las depresiones de los lagos nicaragüenses. Los bloques que limitan este graben hacia el sur y el norte son compuestos de rocas volcánicas terciarias. La dislocación que limita esta zona de hundimiento hacia el norte es fácilmente reconocible por presentarse generalmente en forma de un escalón de terreno pronunciado (véase

también MEYER-ABICH 1952), mientras que la dislocación que la limita en el sur se traza difícilmente (excepción de Ilopango). Esto se debe a que los volcanes pleistocénicos se formaron en general encima o cerca de ella, enterrándola bajo sus depósitos jóvenes al levantar sus conos.

Estas condiciones generales se manifiestan con más claridad en la zona central de la República, desde el volcán de San Salvador hasta el Tecapa. Al occidente del volcán San Salvador (Boquerón) ellas sufren modificaciones locales que se sobrepasan a este cuadro general: Al NE y E de la Laguna de Coatepeque, p. ej., la dislocación al norte tiene forma de arco concéntrico a ella, encontrándose en forma escalonada al oriente de la ciudad de Coatepeque, siguiendo un rumbo sur hacia Ciudad Arce y perdiéndose luego hacia el sur debajo los depósitos lacustres aluviales de la depresión de Zapotitán. Otro ejemplo es el volcán Chingo, con una serie de volcancitos recientes al sur y sureste de él que se encuentran sobrepuestos en el bloque terciario del norte del graben hundido, cosa que en otra parte de la zona del hundimiento joven no conocemos. El cuadro tectónico de esta parte occidental de El Salvador es mucho más complicado y las direcciones de las fallas y rupturas no se ajustan a un cuadro tan simple como en la parte central; aquí se interfieren varios sistemas de fallas. Además, la zona del graben en la parte central (p. ej. Ilopango) fue rellenada con productos volcánicos pleistocénicos (tobas, depósitos de nubes ardientes, cenizas etc), de modo que se reconoce bien la diferencia entre éstos depósitos jóvenes y las rocas descompuestas terciarias al norte y sur; pero en esta zona occidental, el desplazamiento vertical del graben por un lado y la producción de tobas etc. por otro han sido menores, de tal manera que en el graben, frecuentemente se encuentran las rocas pliocénicas aflorando en la superficie, especialmente en el área entre Ahuachapán y el Río Paz. Según la topografía, esta superficie ha sido cubierta por una capa delgada de cenizas pleistocénicas o por arcillas aluviales acumuladas en las depresiones del terreno; presentando los suelos de esta región, en términos generales, un espeso horizonte de descomposición de barro o arcilla.

En la prolongación del graben hacia Guatemala, se encuentran al occidente del Río Paz altas montañas volcánicas, fuertemente quebradas y atravesadas por dislocaciones; con mucha probabilidad de edad pliocénica. Esto significaría que la zona de hundimiento salvadoreña-nicaragüense terminaría en la zona frontera con Guatemala, y en realidad, las siete fallas paralelas (con rumbo astr. de  $33^{\circ}$ ) normales que se encuentran entre el Río Paz y Ahuachapán (vea mapa) apoyan fuertemente esta idea. Este sistema de fallas es limitado hacia el sur por el Río Apunían que corre desde Ahuachapán en dirección  $293^{\circ}$  ( $113^{\circ}$ ) al Río Paz; y hacia el norte por el Río Pampe. El bloque al sur del Río Apunían (zona de Tacuba) es una región fuertemente disectada por la erosión, encontrándose en las cercanías de dicho río, casi en su totalidad, a niveles inferiores que la planicie del graben entre Ahuachapán y el Río Paz, de tal modo que aquí se verificó una inversión del relieve. Algunas de las fallas paralelas de rumbo  $33^{\circ}$  ya mencionadas se prolongan al sur entrando en el bloque de Tacuba, pero cambian luego de dirección hacia el sur y el sureste; como la que pasa al margen occidental de la Laguna del Llano, doblando más al sur su dirección hacia Ataco y formando así una falla concéntrica en el SW del grupo de los volcanes de La Lagunita.

En la zona limitada por el Río Apunían, por la línea Ahuachapán - Playón de Salitre, el Río Agua Caliente y el Río Paz, existe además otro sistema de rupturas paralelas entre sí de rumbo NNW que interfiere con las fallas NE y WNW ya mencionadas. El sistema hidrográfico de esta área es un ejemplo escolar para la adaptación de la red hidrográfica a las líneas tectónicas (ríos estructurales); y el mismo Río Agua Ca

liente, desde su nacimiento (Playón de Salitre) hasta su reunión con el río de San Lorenzo, corre en una de estas rupturas NNW. La prolongación de ésta línea hacia el SSW conduce exactamente al ausol de La Labor, haciendo posible una conexión subterránea de las fuentes termales del Playón de Salitre con aquellos ausoles. En el lugar marcado con F en el mapa geológico adjunto me fué reportada una fumarola, encontrándose ella lo mismo en unas de estas rupturas NNW.

En la zona de San Lorenzo, Atiquizaya y Chalchuapa predominan las fallas NW-SE, encontrándose los bloques hundidos al lado SW de estas fallas normales. Una de ellas viene desde el Río Pampe, sigue hacia el SE en dirección a los volcanes El Aguila y Los Naranjos (Pilón). Por medio de todas estas fallas que circundan los volcanes Cumbre de Apaneca, La Lagunita, Laguna Verde, Cuyanausul y Las Ranas, en una forma más o menos concéntrica, se reconoce que dichos volcanes están efectuando movimientos de asentamiento que son la razón principal de los terremotos que de vez en cuando afectan la zona de Ahuachapán.

La alineación de los volcanes se ajusta a las condiciones prescritas por las líneas tectónicas. La cadena principal de volcanes (del Santa Ana hacia el occidente), inclusive la Laguna de Coatepeque, en términos generales, se ha formado encima de la dislocación principal sur del graben, en prolongación oriente de la ruptura indicada por el Río Apunían. Como volcanes aislados se formaron el Cerrito de Apaneca, el Cerro Grande de Apaneca (Chichicastepeque) y el Cerro de Oro (Volcán de la Savana) encima de los depósitos volcánicos terciarios.

Dos rupturas volcánicas primordiales atraviezan la planicie de Ahuachapán y Chalchuapa: la primera en la línea Ahuachapán - San Lorenzo - V. Chingo, llevando un rumbo astronómico de  $32^{\circ}$  paralelo al sistema de las fallas predominantes de esta área; la segunda en unos  $345^{\circ}$  rumbo astronómico, partiendo del cráter del volcán Santa Ana, pasando por un cráter de explosión semidestruido que se encuentra en su falda norte, por el Plan del Hoyo, y por una serie de cráteres de explosión alineados al E y SE de Chalchuapa. Es posible que la ruptura sigue de aquí pasando por un cono volcánico joven que está a 3,5 kms al N de Chalchuapa y que de aquí tenga alguna conexión con el grupo volcánico del Chingo\*). La primera ruptura es marcada por un enorme cráter de explosión, extinguido, en cuyo fondo plano se encuentra el pueblo de San Lorenzo, y dos (talvez tres) semidestruidos cráteres de explosión a pocos kms al W del Playón de Salitre. En la probable continuación de la segunda ruptura hacia el sur se encuentra el volcán de Izalco.

La agrupación tectónica de los volcanes del grupo del Chingo es menos evidente. Comprendo aquí los volcancitos al pié sureste y sur del Chingo y un grupo aislado de volcancitos al norte de Chalchuapa. Sin embargo, su alineación general es NW-SE, y estos volcanes están en la prolongación de la dislocación principal del norte que de El Congo y Coatepeque (ciudad) se dirige hacia el NW. No hay dudas que el Chingo y sus volcancitos vecinos están en conexión con el sistema de fallas que limita la zona de hundimiento hacia el norte.

Los ausoles se encuentran en las faldas o a los pies al norte de los volcanes, desde el Cuyanausul hasta la Cumbre de Apaneca. Esta Cumbre es el borde sur de un enorme cráter (de unos 2 kms de diámetro) de uno de los volcanes más antiguos del grupo, cuyo borde norte ya fué destruido por la erosión. Al pié norte de él están los ausoles de Agua Shuca, en una especie de plateau rodeado por tres lados por la falda de la montaña. Del estudio de las fotos aéreas he tenido la impresión que éste lugar antes ha sido un cráter de explosión, hoy semienterrado por productos volcá-

\*) Esta misma idea ya fué expresada por SAPPER (1893, p.59; 1897, p.6).

nicos posteriores. Se encuentra este sitio en la propia prolongación de la ruptura del Río Apunían, lo que apoya ésta idea. En los tiempos de PALACIO y GAGE era éste el ausol principal, que con el tiempo disminuía su actividad, sin duda debido a la fuerte descomposición de las rocas por los gases ácidos, donde las arcillas resultantes se infiltraron hacia abajo, impermeabilizando las grietas vaporíferas y dificultándoles su salida. Estos, en consecuencia, buscaron otra salida más abajo que encontraron en el Plá yón de Ahuachapán\*). Este último ausol aparentemente aumentaba su actividad al mismo grado que el de Agua Shuca perdió fuerza.

Los demás ausoles que se encuentran en las faldas inferiores de los volcanes La Lagunita y Laguna Verde (El Sauce / San José, San Carlos, Cerro Blanco) no me parecen tan dignos de exploraciones detalladas que el de Agua Shuca. Otra cosa es el ausol de La Labor, cuya actividad posiblemente está conectada con la extrusión del vecino Cerro San Lazaro, que yo comprendo como una cúpula de lava de edad relativamente reciente. Por esta razón, posiblemente, no están muy distantes las grietas vaporíferas primarias que alimentan este ausol. Queda sin comprobar la opinión de PUENTE que este lugar ha sido un cráter de explosión, pero no parece imposible.

Los ausoles de Amaya y Las Termópilas quedan por de pronto descartados para exploraciones inmediatas, al igual que los de San Carlos y El Sauce; tienen más carácter solfatárico que fumarólico y las condiciones geológicas no revelan indicios para suponer que se encuentran en cercanía inmediata de las grietas vaporíferas primarias.

Empero, de suma importancia son las fumarolas de Cuyanausul; sobre todo la fumarola inferior merece una exploración pronta por medio de perforaciones, porque tan to su elevada temperatura y su fuerte caudal como la permanencia de su actividad duran te los pasados 100 años indican la proximidad inmediata de las grietas vaporíferas pri marias.

#### IV. OTROS AUSOLES Y FUENTES TERMALES EN EL SALVADOR.

Los ausoles hasta aquí descritos son los más importantes y se encuentran en las faldas o alrededores de la cadena volcánica joven que se levantó en tiempos pleistocénicos en la zona de hundimiento y que atravieza la parte meridional de la República con rumbo astronómico medio de  $110^{\circ}$  (MEYER-ABICH 1952, WILLIAMS & MEYER-ABICH 1953) Aquí se encuentran todas las fumarolas y solfataras importantes, manifestando así su íntima relación con el estado final del volcanismo.

Fuera de estos hay una serie de otros ausoles o fuentes termales en esta zona que se mencionan en la tabla 2 y que, con los mismos números, están indicados en el croquis general. Su ubicación, sin embargo, y aún su existencia puede ser dudosa en algunos casos; los campesinos acostumbran frecuentemente denominar como 'termales' aquellas fuentes que tan sólo tienen (como ellos creen) carácter medicinal, y que nacen frías.

Otros ausoles y fuentes termales se encuentran fuera de la zona volcánica joven, pero no cabe duda que deben de guardar relaciones con ella, como p. ej. el No. 28 (tabla 2) que se encuentra en la prolongación de una ruptura que atravieza el volcán de San Miguel en dirección NNW-SSE, encontrándose en ésta línea el propio cráter del volcán, la boca que arrojó la corriente de lava del 25. IV. 1844 (DOLLFUSS & MONT SERRAT 1868, fig. 2) en la falda NNW del volcán; las fumarolas 'Los Perolitos' en su falda SSE y la fumarola No. 22.

\*) El depósito de caolina (véa pág 71) comprueba que la edad de este ausol es bastante alta, así que no puede tratarse aquí del origen del ausol, sino solamente de un aumento relativo de su actividad.

TABLA 2

## LISTA DE LOS DEMAS AUSOLES O FUENTES TERMALES EN LA ZONA VOLCANICA JOVEN

No.	Nombre y ubicación	Comunicado por	Observaciones
1	Una fuente de agua caliente en las márgenes del Río Paz	A. Cardona Lazo 1953	
2	Fte. termal Apunian, al S de Ahuachapán, temp. 41°C.	D. J. Guzmán 1883, p. 72/73.	Según referencias de moradores confiables se trata de aguas frías!
3	Fte. caliente en el Río Shutecat que pasa al este de Caluco	A. Cardona Lazo 1953	
4	Lag. de Coatepeque, frente a isla La Cabra, fuente termal de 69°C, en la ribera SW del lago.		He visitado estas fuentes en octubre de 1952.
5	Lag. de Coatepeque, fuente termal de 59°C, en la misma ribera SW del lago, pero 300 m más al S que 4.		
6	Fte. termal en Hac. Agua Caliente, en terr. de Talnique	A. Cardona Lazo D. G. 1945, p.6.	
7	Fte. Term. 'El Agua Cal.' que brota a 5 km N de Quezaltepeque.	A. Cardona Lazo D. G. 1945, p.43	
8	Fte. term. 'El Coro', San Salvador, Río Acelhuate	Fray Ant. Ciud. Real 1586 (1952, p.59). A. Cardona Lazo D.G. 1945, p. 52.	Existe una fuente de agua tibia a la par de otra fría.
9	Fte. term. en el Río Ag. Cal., a poca dist. al E. de S. José Guayabal.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.6.	
10	Fte. term. 'El Cacao', Tenancingo	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p. 6.	
11	Fte. term. al W de Perulapía	A. Cardona Lazo 1953	
12	Fte. term. al E. de San Juan Talpa, al pie de un paredón	A. Cardona Lazo 1953	
13	Fte. term. 'El Ausol', en la margen del Río Tilapa San Pedro Masahuat	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.44.	existencia comprobada
14	Fte. term. 'Los Borbollo-nes' en el lugar El Cacaoatál, a 1,5 km de San Ramón.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.137	
15	Fte. term. 'Pozos Tibios' al E y en los suburbios de San Vicente.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.171	
16	Ausoles en ctón Obrajuelo, a 5 leguas de San Vicente	Esteban Castro 1878	Descripción del Ausol 'El Obrajuelo' (Castro): 'Son pozos de agua hirviendo y a zufrada, de los que se desprenden columnas de vapor blanco que despiden el olor penetrante de H <sub>2</sub> S. El mayor tiene como 1 vara de Ø, y hay 2 un poco menores, y multitud de pequeños. Todos están en un espacio como de 12 varas en cuadro, al pie de una loma
17	3 nacimientos de agua term. (40°C) al pie del Co. Chanmico, ctón. S. Bartolito, a 4 leguas SE S.Vic.	Esteban Castro 1878	
18	Ftes. term. en La Joya, Temp. mayores de 36°C, 500 m S casa de la hac.	Esteban Castro 1878	
19	Ftes. cal. en ctón. Nombre de Dios, a ¼ de milla	Goodyear, citado por Guzmán 1883, p.74	

	del Lempa, a 100 piés más alto que el nivel del río. Temp. calculada de 75 <sup>o</sup> C Olor de H <sub>2</sub> S.		baja llamada La Isla'
20	El agua cal. de San Marcos, com temp. superior a 50 <sup>o</sup> C. Contiene H <sub>2</sub> S, S, CaSO <sub>4</sub> etc.	Guzmán 1883, p. 74	
21	Ftes. term. 'Agua Caliente', a 2 km S de Tecapán	A. Cardona Lazo 1953	
22	Ftes. term. en la falda del volc. Jucuapa ( El Tigre ), frente a ciudad de Jucuapa.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.97	
23	Fte term. 'La Poza' a 3 millas de Usulután en camino a Jiquilisco, temp. de 23,4 <sup>o</sup> C.	Guzmán, 1883 p. 67	La temp. indicada es la corriente en esta zona, <u>no es termal!</u>
24	En la falda SW del Volc. 'Limbo' existen varias fumarolas.	Sapper 1913, p. 57	
25	Ausol 'Chambalite' en hac. La Joya (?), jurisdicción San Jorge.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.38, y 109	
26	Respiraderos de vapores azufrados en el cráter del V. San Miguel.	v. Sonnenstern 1858 (repr. 1950, p.52-53)	
27	Fumarolas 'Los Perolitos' en falda SSE de V. S. Miguel, visibles a gran dist.		observación personal
28	Fumarola observada desde las colinas de Jucuarán, al pié SSE del V. S. Miguel.	Dr. F. Hustedt comunic. verbal	
29	4 km al W de S. Miguel (ciudad) hay varias ftes. cal. y los baños tibios 'La Cueva.'	A. Cardona Lazo 1953	
30	Riachuelo El Capulín que brota en jurisd. Moncagua; este río es de aguas termales y sulfurosas.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.46	
31	Como a 300 m al S de la ciudad de San Miguel está el famoso 'Borbollón' o 'Hervidero.'	A. Cardona Lazo 1953	
32	A 24 kms al S de la ciudad de S. Miguel están las fuentes term. de El Borbollón o Hervideros.	A. Cardona Lazo 1953	Serán idénticos estos dos ?
33	Fte. Caliente 'Pozo de Chilanguera' que brota en las márgenes del Río Grande y a 20 km de S Miguel	A. Cardona Lazo 1953	
34	Infiernillos 'La Laguneta' o Laguna Agua Caliente en jurisd. de Chirilagua y al W del valle de Chilanguera ( Al NE de Jucuarán).	A. Cardona Lazo 1953	
35	Ausol 'El Borbollón' o 'Hervidero' en una isla de la Lag. de Olomega.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.14	
36	'Respiraderos Payitas', Ftes. term. y exhalaciones de vapor, cerca Pta. Chiriquín.	Sapper 1913 p.63 v. Seebach 1892 p.119*	los observé personalmente al pasar de cerca en 1950

\*) Dice v. SEEBACH: 'Finalmente tenemos que mencionar el Respiradero al pié del Cerro (Conchagua) en la Bahía de Chicarene. Según BELCHER, éste consiste de varias fuentes calientes, cuya más caliente alcanza 100°C, junto a los cuales se encuentran incrustaciones de azufre y cloruro de sodio. No los pude examinar personalmente, pero observé claramente los vapores de agua al pasar de cerca en el barco (1865)'.

En la parte septentrional de El Salvador son reportados igualmente un gran número de ausoles, respectivamente fuentes termales. La mayor parte de ellos se ajusta también en una línea (LARDE 1924, p.34) y en una zona más o menos paralela a la actual cadena volcánica. Las ruinas de volcanes antiguos, probablemente en plena actividad a fines de la época terciaria, se encuentran en términos generales en una zona paralela, pero más al norte a la del volcanismo actual (El Pinar\*, Capullo, Guazapa, Cacaguatique); es de suponer que focos volcánicos de aún mayor edad se encontraron más al norte todavía, a juzgar por las enormes capas de tobas dacíticas piroclásticas en el norte de Chalatenango, desde La Reina hacia El Carrizal y aún más al oriente en territorio hondureño. Lo mismo se encuentran rocas piroclásticas dacíticas en gran extensión en el norte del Departamento de La Unión: por Corinto, Lislique, Anamorós y Nueva Esparta.

Con esto se manifiesta una migración del volcanismo hacia el sur, probablemente acompañando el levantamiento epirogenético del continente que hasta hoy continúa. Lo mismo valdrá para los fenómenos postvolcánicos, o sea las fumarolas, solfataras y fuentes termales, de tal manera que éstos, en la zona norte, son los testigos finales de un volcanismo antepasado.

Estos fenómenos postvolcánicos se encuentran, en rasgos generales, en una zona que desde Agua Caliente (Chalatenango) se extiende hasta Carolina (San Miguel), pasando por El Paraíso, Chalatenango, San José Las Flores y Nombre de Jesús. Existen además fuentes termales en los alrededores del extinguido volcán El Pinar (en la jurisdicción de Texistepeque), al NE del Guazapa (Suchitoto, San Francisco Lempa) y en los alrededores del Cacaguatique (Ciudad Barrios, San Francisco Gotera). Un último grupo aislado se encuentra en la zona de Santa Rosa de Lima (vea croquis general).

Presento en la tabla 3 un cuadro de los ausoles y fuentes termales reportados en esta zona norte, repitiendo que hay que aceptar estos datos con alguna reserva por las razones antes expuestas. No los he inspeccionado personalmente.

\*) no conozco su nombre verdadero, por esto le doy el nombre del cantón y de la hacienda que se encuentran en su cima. Se encuentra este cerro entre Candelaria y Texistepeque, en 14°06' N y 89°34' W (vea mapa geológico).

TABLA 3

## LISTA DE LOS AUSOLES O FUENTES TERMALES EN LA ZONA NORTE DE EL SALVADOR

No.	Nombre y ubicación	Comunicado por	Observaciones
I	El Infiernillo del Yute y el de Orajuelo, ftes termales a 8 kms S de Agua Caliente	Lardé 1924, p. 34 A. Cardona Lazo D.G. 1945, p. 60	
II	El Hervidero y El Tibio ftes. term. que brotan	Lardé 1924, p. 34 A. Cardona Lazo	

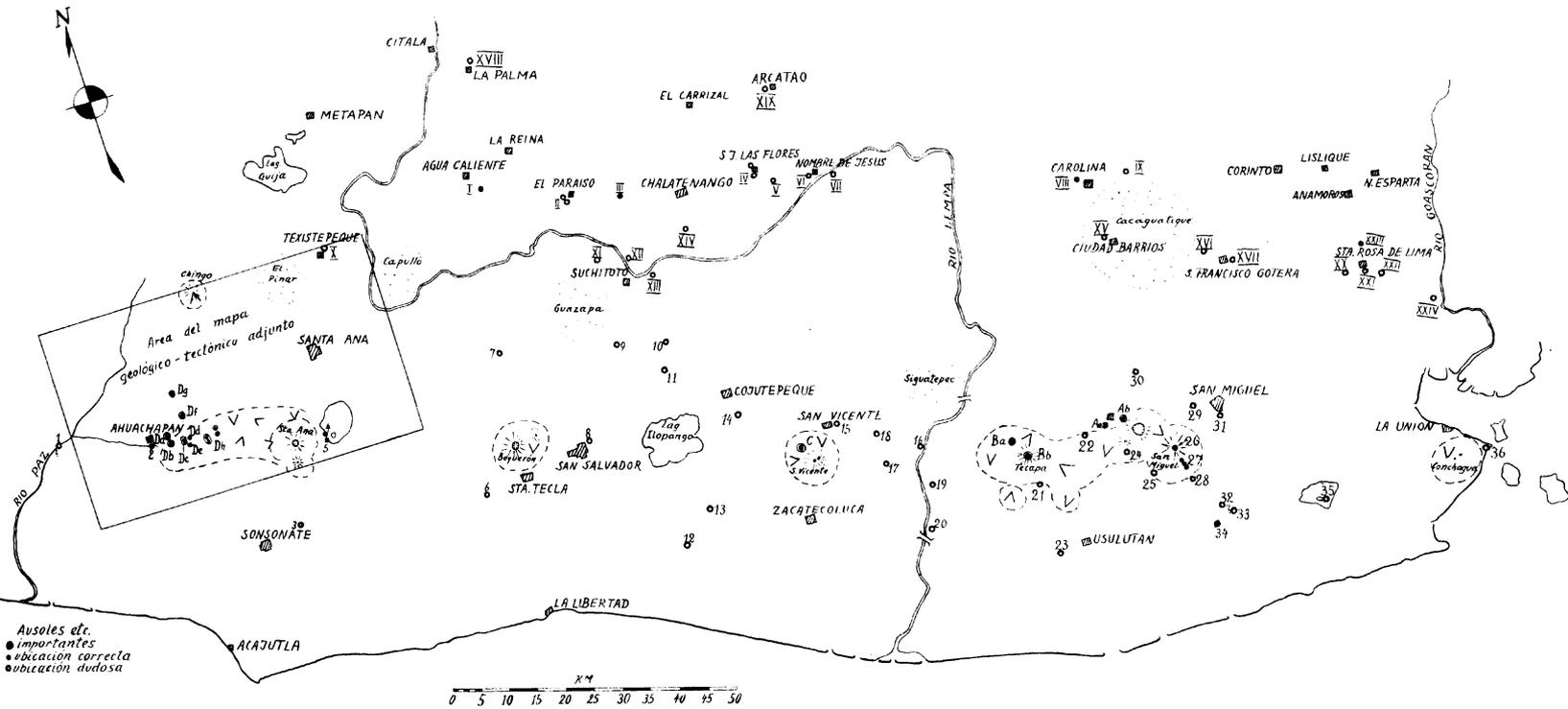
	al W y S resp. de El Paraíso.	D. G. 1945, p. 60	
III	Ftes term. en el lecho del Rfo Asambio, en el lugar donde lo cruza la carretera troncal nueva a Chalatenango.	J. Mejía comun. verbal	
IV	A 4 km al N de S. José Las Flores están las fuentes calientes 'Los Hervideros' en el Rfo Yusique.	A. Cardona Lazo 1953	
	'Hoyos Calientes', profundos agujeros naturales, en jurisd. S.J. Las Flores.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.89	
V	Fte term. 'El Ujushte', a 1,5 km al E de San Antonio de la Cruz.	A. Cardona Lazo 1939 (Dep. Chal.) p.130	
VI	'Existen 3 ausoles, (cerca de Nombre de Jesús): uno en el riachuelo del Agua Caliente, otro a orillas del Lempa, llamado El Bufadero, y otro en la quebrada de la Aldea. Hay también varias ftes. term.: La Toma de Agua, El Talquezal, El Yute, El Almendro y El Agua Tibia.	Sant. I. Barberena 1910, p.22	
VII	'El Agua Caliente de la hac. S. Antonio *) (Cabañas) está situada inmediata al Lempa, su temp. es cercana al punto del agua hirviendo y contiene un poco de H <sub>2</sub> S y de CO <sub>2</sub>	Guzmán 1883 p. 74	
VIII	'Los ausoles o hervideros de Carolina que brotan en las márgenes del Rfo Torola. Uno de ellos lanza un chorro vertical de vapor de 9 m'.	A. Cardona Lazo 1939 (Dep. San Miguel) p. 91	He visitado este lugar en octubre de 1950. En aquel tiempo no hechaba vapor, pero si existían varias fuentes de aguas claras hirvientes, arrojadas con alguna presión. Está a 2 kms NNW de Carolina en la margen del Rfo Torola.
IX	Fte term. 'Agua Caliente' en territorio de San Isidro (Morazán).	A. Cardona Lazo 1953	
X	Fte term. 'Agua Caliente' en terrenos de la hac. del mismo nombre, jurisdicción Texistepeque.	A. Cardona Lazo D. G. 1945 p.6.	
XI	Fte term. 'Manantial del Tablón de Sta. Lucía', a 8 kms al NW de Suchitoto.	A. Cardona Lazo 1953	
XII	Ftes term. y medicin. al S de San Franc. Lempa, 'El Ujushte' y 'Agua Tibia', en la margen derecha de la Quebrada de San Francisco.	Lardé 1924, p.34 A. Cardona Lazo 1939 (Chalat.), p. 139/140	
XIII	Fte de aguas tibias en ctón, El Platanar, jurisd.	A. Cardona Lazo 1953	

\*) según Dicc. Geogr. 1940 de la Dirección General de Estadística, p. 262, existe un cantón de este nombre a 8 kms al norte de Villa Victoria, donde supongo que se encuentra dicha hacienda.

	dicción de Suchitoto.		
XIV	Fte. term. 'Quebr. Honda' al sur y cerca de San Miguel de Mercedes.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p. 173	
XV	Pozo de aguas term. llamado 'Pozo de los Alvarez' en jurid. Ciudad Barríos.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.171	
XVI	Fte. term. Agua Caliente' en el munic. de Chilanga.	A. Cardona Lazo 1953	
XVII	Fte. caliente 'El Salto' en la margen del riach. San Juan, jurisd. San Francisco Gotera.	A. Cardona Lazo 1953	
XVIII	Fte. term. 'Las Piletas', a 1 km de La Palma.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.130	?
XIX	Fte. term. 'El Yute' en los suburbios de Arcatao.	A. Cardona Lazo D.G. 1945, p.62	?
XX	Ftes. term. del Río Agua Caliente ('Mercuelisis', 'Germanes', 'La Ceiba', 'del Junco'), 4 kms W de Sta. Rosa de Lima. Otra fte. en la hac. Brizuela. Temp de éstas cerca de 80°C.	Sant I. Barberena 1913 (reprod. en M.A. Garcia, 1929, p.82)	
XXI	Fte. term. Pozos Tibios, al S y 300 m de Sta. Rosa.	, ,	
XXII	Fte. term. 'Pasaquinita', a 4 km SE de Sta. Rosa.	, ,	
XXIII	Fte term. El Hervadero donde nace el Río del mismo nombre que a su vez afluye al Río Agua Caliente. La fuente está en el camino de Sta Rosa a Anamorós, a 3,0 kms de Sta. Rosa	comunicación verbal Dr. LAUER	Hace 30 años debe haber sido más fuerte porque entonces hubo siempre mucha niebla en este lugar. En abril de 1953 el nacimiento acusó 83°C de temperatura.
XXIV	'Dos fuentes y manantiales de agua caliente que continuamente están hechando de sí humo', 'cerca del mar del sur, y entre unos esteros y manglares', más o menos 1 legua al W del Río Goascorán.	Fray Antonio de Ciudad Real 1586 (reprod. 1952, p. 30)	

Fuera de las fuentes mencionadas en las tablas 2 y 3, hay las siguientes indicadas por GUZMAN (1883, p.77), sin que él de mayor detalle: 'Las fuentes del Agua Caliente de Ilobasco, las fuentes minerales templadas y frías de Sensuntepeque, las termales de las márgenes del Río del Sauce', (Departamento La Unión ?), 'los baños de Nejapa, el agua de Calderas de Opico, las fuentes del Guazapa, las vertientes de Santa Clara y de la meseta de Siguatepec'. Es probable que la mayor parte de ellas no sean fuentes termales propias.

Pág. 91: Fig. 9. Croquis general de la República de El Salvador ilustrando la situación de todos los ausoles o fuentes termales reportados del país. Los números del croquis corresponden a los números de las tablas 2 y 3, las letras a los ausoles importantes, indicadas de acuerdo con el índice.



## V. CONSIDERACIONES GENERALES.

En la explotación de vapores endógenos para fines industriales se distinguen dos casos diferentes (PENTA & PEROZZI 1953):

1º Regiones del tipo Larderello, donde los desprendimientos del vapor del subsuelo se verifican en áreas que a primera vista no parecen tener relaciones inmediatas con los fenómenos volcánicos. Los vapores de las profundidades, en los casos más simples, ascienden por grietas etc. (en rocas sedimentarias) hacia la superficie donde puede procederse a su utilización, como en la región de Larderello (Italia). Generalmente hablando, tales condiciones se encuentran, con alto grado de probabilidad, en depresiones regionales entre dos volcanes distantes el uno del otro y en la propia alineación del eje volcánico. Aún cuando aquí las manifestaciones volcánicas no se presentan en la superficie, hay la posibilidad de llamarlas por sondeos profundos. Tales regiones, en El Salvador, son: la depresión de Zapotitán (Valle de San Andrés) entre los masivos volcánicos Santa Ana-Coatepeque y de San Salvador (Boquerón); el Valle de Cuscatlán (donde se encuentra la capital de San Salvador), entre este volcán y el Cerro San Jacinto-Ilopango; y la depresión entre el V. de San Vicente y el de Tecapa, la cual atraviesa el Río Lempa en su cauce inferior. Esta última región se encuentra a niveles inferiores de 100 m (en cercanía del Lempa), el valle de San Andrés está a unos 450 m sobre el nivel del mar y la capital en 650 m. Es lógico que se recomiendan perforaciones profundas en las áreas de menor elevación sobre el nivel del mar para economizar gastos (PENTA & PEROZZI). Empero, las mismas condiciones geológicas generales existen en el subsuelo del Valle de Cuscatlán.

2º Regiones volcánicas, donde las manifestaciones del volcanismo se presentan en fumarolas o solfataras. Aquí se recomiendan trabajos exploratorios en lugares donde, según la apariencia geológica, hay esperanza que las exhalaciones volcánicas se encuentran en cercanías inmediatas de las grietas vaporíferas primarias del subsuelo. Como tales se presentan en ésta República, en primer lugar las fumarolas de Cuyanausul y la del Tronador; en segundo, recomiendo efectuar sondeos en los Ausoles de Agua Shuca y La Labor, por las razones anteriormente expuestas.

Con el dictamen favorable del Prof. Ing. FRANCESCO PENTA (Roma) y del Dott. Ing. ADOLFO PEROZZI hay una buena esperanza de aprovechar la energía térmica ofrecida por los volcanes para fines prácticos industriales. Esto es el regalo compensatorio de la naturaleza para un país, cuyo gobierno y población están inspirados de un alto espíritu progresista, pero donde, hasta la fecha, la falta de yacimientos de combustibles ha presentado un obstáculo serio.

## ZUSAMMENFASSUNG (Resúmen en alemán).

Die vorliegende Arbeit enthält eine Zusammenfassung mit kritischer Durchsicht des aus der Literatur bekannten Beobachtungsmaterials von den Fumarolen und Solfataren der Republik El Salvador. Bei den wichtigeren Ausoles ('anzéol' bedeutete in der Chorotegasprache 'Terma'quelle'; heute wird das Wort Ausol im hiesigen Sprachgebrauch auch für Fumarolen und Solfataren angewandt) werden die früheren Beschreibungen wegen der schwierigen Literaturbeschaffung grösstenteils im Originaltext zitiert, die genaue geographische Lage der Ausoles mitgeteilt, ihre Nomenklatur berichtigt, ihr heutiger Zustand mitgeteilt und ihre Eignung für in absehbarer Zeit durchzuführende Voruntersuchungen mit

Hinblick auf mögliche industrielle Verwertung als Energiequellen untersucht.

Dazu ist die Gegend von Ahuachapan in erster Linie berufen, wo Fumarolen mit Temperaturen von  $122,5^{\circ}\text{C}$  (Cuyanausul) auftreten. Als vielversprechend werden auch die Fumarole El Tronador und die Ausoles von Agua Shuca und La Labor angesehen. Wegen der Bedeutung dieser Gegend wurde eine eingehende Analyse der Luftaufnahmen (Masstab 1:40.000) durchgeführt, die auf eingehender persönlicher Kenntnis des Gebietes beruht und deren Ergebnis die beiliegende vorläufige geologische Übersichtskarte (1:150.000) ist. Im Kapitel III ist diese näher erläutert.

Ein weiteres Kapitel (IV) ist den anderen nicht besuchten Ausoles und Thermalquellen des Landes gewidmet, soweit sie in der örtlichen Literatur erwähnt werden. Die Tabellen 2 und 3 enthalten diese Angaben zusammengestellt, unterschieden nach solchen, die ausser den ausführlich behandelten in der jungen Vulkankette liegen und solchen, die nördlich von ihr sich in eine ihr parallele Zone eingliedern (Übersichtskarte). Wie der Vulkanismus im allgemeinen, so verlagerten sich auch die postvulkanischen Erscheinungen im Laufe der Zeit von Nord nach Süd.

Die Möglichkeiten zur technischen Nutzung des vulkanischen Dampfes liegen einerseits in der Erbohrung von Dampf (oder Heisswasser) bei den Ausoles selbst; andererseits in regionalen Depressionen zwischen weiter voneinander entfernt liegenden Vulkanen, jedoch in der Achse der jungen Vulkankette, die das Land von West nach Ost in etwa  $110^{\circ}$  Richtung durchzieht. Hier könnten analoge Verhältnisse wie im italienischen Larderellogebiet erwartet werden (PENTA & PEROZZI), jedoch sind Tiefbohrungen erforderlich.

#### LITERATURA

- Barberena, Santiago I., 1910: Monografías Departamentales, IV, Departamento de Chalatenango. San Salvador.
- - - - - 1913: Monografía del Departamento de La Unión. S. Salvador.
- Cardona Lazo, A. 1939: Monografías Departamentales (La Libertad, San Salvador, Chalatenango, Cuscatlán, La Paz, San Vicente y Cabañas) Publ. del Min. de Hacienda, Dir. Gen. de Estadística.
- - - - - 1945: Diccionario Geográfico de la República de El Salvador. Publ. del Min. de Economía. S. Salvador.
- - - - - 1953: Lista de los ausoles de la República, elaborada para el Min. de Economía en enero de 1953. Manuscrito.
- Castro, Esteban 1878: Estadística de la jurisdicción municipal de San Vicente. San Salvador.
- Dollfuss & Mont-Serrat, 1868: Voyage Géologique dans les Républiques de Guatemala et de Salvador. Paris.
- Fray Antonio de Ciudad Real, 1586: Relación breve y verdadera de algunas cosas de las muchas que sucedieron al PADRE FRAY ALONSO PONCE en las provincias de Nueva España, siendo Comisario General de aquellas partes. (Reproducción parcial en Anales del Museo Nacional 'D. J. Guzmán', Tomo III, No. 9, p. 8-102, 1952).
- Gage, Tomas (1637): Los Viages de Tomas Gage en la Nueva España. Edición 1838, Paris, Librería de Rosa.
- García, M. A. 1929: Diccionario Histórico-Enciclopédico de la República de El Salvador. Tomo III, San Salvador 1929.
- Guzmán, D. J. 1883: Apuntamientos sobre la topografía física de la República de El Salvador. San Salvador.
- Juarros 1808: Compendio de la Historia de Guatemala. Guatemala.
- Lardé, Jorge 1923: El Volcán de Izalco. San Salvador.
- - - - - 1924: Geología General de Centro América y especial de El Salvador. San Salvador.

- Lardé y Larín, J. 1952: Geología Salvadoreña. San Salvador. Ediciones del Min. de Cultura.
- Meyer-Abich, H. 1952: Terremoto de Jucuapa en El Salvador (América Central), 6-7 de mayo de 1951. Comunicaciones del ITIC, 1952, No. 2.
- - - - - 1952: Das Erdbeben von Jucuapa in El Salvador (Zentralamerika) vom 6. und 7. Mai 1951. Neues Jb. Geol. u. Paläontol., Abh. Bd. 95, H.3. Stuttgart.
- Montgomery, G.W. 1839: Narración de un viaje a Guatemala, en Centro América, New York 1839.
- Palacio, Diego García de 1576: Carta dirigida al Rey de España. (Reprod. parcial de lo que dice sobre ausoles en M.A. García, 1929, Tomo III, p. 81.)
- Penta, Fr. & Perozzi, A. 1953: Dictamen sobre el valor industrial de las manifestaciones fumarólicas y exhalativas - volcánicas en general de la región salvadoreña. Manuscrito presentado al Min. de Econ.
- Renson, C. Puente, J. 1889: Informe sobre la expedición científica a los ausoles de Ahuachapán. La Universidad No.2, serie 1. S. Salvador. Reproducción en M. A. García, 1929, Tomo III. p.73).
- Rittmann, A. 1936: Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart.
- - - - - 1944: Vulcani. Attività e Genesi. Napoli.
- Sapper, Carl 1893: Bemerkungen über die räumliche Vertheilung und morpholog. Eigentümlichkeiten der Vulkane Guatemalas. Ztschr.Dt. Geol. Ges., 1893. Bd. 45, pp. 54-62.
- - - - - 1896: Dampfquellen und Schlammvulkane in San Salvador. Ztschr. Dt. Geol. Ges. Bd. 1896, pp. 14-26.
- - - - - 1897: Über die Infiernillos von Chinameca. Ztschr.Dt. Geol. Ges. Bd. 1897, pp. 906-908.
- - - - - 1897: Vulkane in Salvador und Südost-Guatemala. Pet. Mitt. Bd. 1897, pp. 1-7, 3 Taf.
- - - - - 1913: Die mittelamerikanischen Vulkane. Pet. Mitt. Erg. Heft 178 Gotha.
- - - - - 1925: Los volcanes de la América Central. Halle 1925.
- v. Scherzer, K. 1857: Wanderungen durch die mittelamerikanischen Freistaaten Nicaragua, Honduras und San Salvador. Braunschweig 1857.
- v. Seebach, K. 1892: Über Vulkane Mittelamerikas. Abb. K. Ges. der Wissenschaften, Bd. 38, Göttingen 1892.
- v. Sonnenstern, M. 1858: Carta topográfica de la República de El Salvador, con una descripción de cada uno de los Departamentos del Estado de El Salvador. (Título exacto es dudoso). (Reimpreso 1950 en Anales del Museo Nacional 'D.J. Guzmán' Tomo I, No. 3).
- Squier, E. G. 1856: Notes on Central America, especially on Honduras and El Salvador. París.
- Stephens, J.L. 1841: Incidents of Travel in Central America, Chiapas, Yucatan. New York. New edition 1949, New Brunswick, Rutgers University Press.
- Weyl, R. 1953: En los volcanes de El Salvador. Anuario del ITIC, Tomo II, 1952, San Salvador, 1953.
- Williams, H & Meyer-Abich, H. 1953: El origen del Lago de Ilopango. Comunicaciones del ITIC Año 2, 1953, No. 1. Con dos mapas y secciones diagramáticas. S. Salvador.
- - - - -



Foto 1.—Chinameca. Ausoles del Volcancito. Ausol La Viejona, vista hacia el sur.



Foto 2.—Fumarola El Tronador. Vista hacia oriente de unos 300 m de distancia.



Foto 3.—Laguna de Alegría. Vista hacia el oriente. Las solfataras no aparecen en la foto, se encuentran en primer término del panorama pero un poco más a la izquierda.

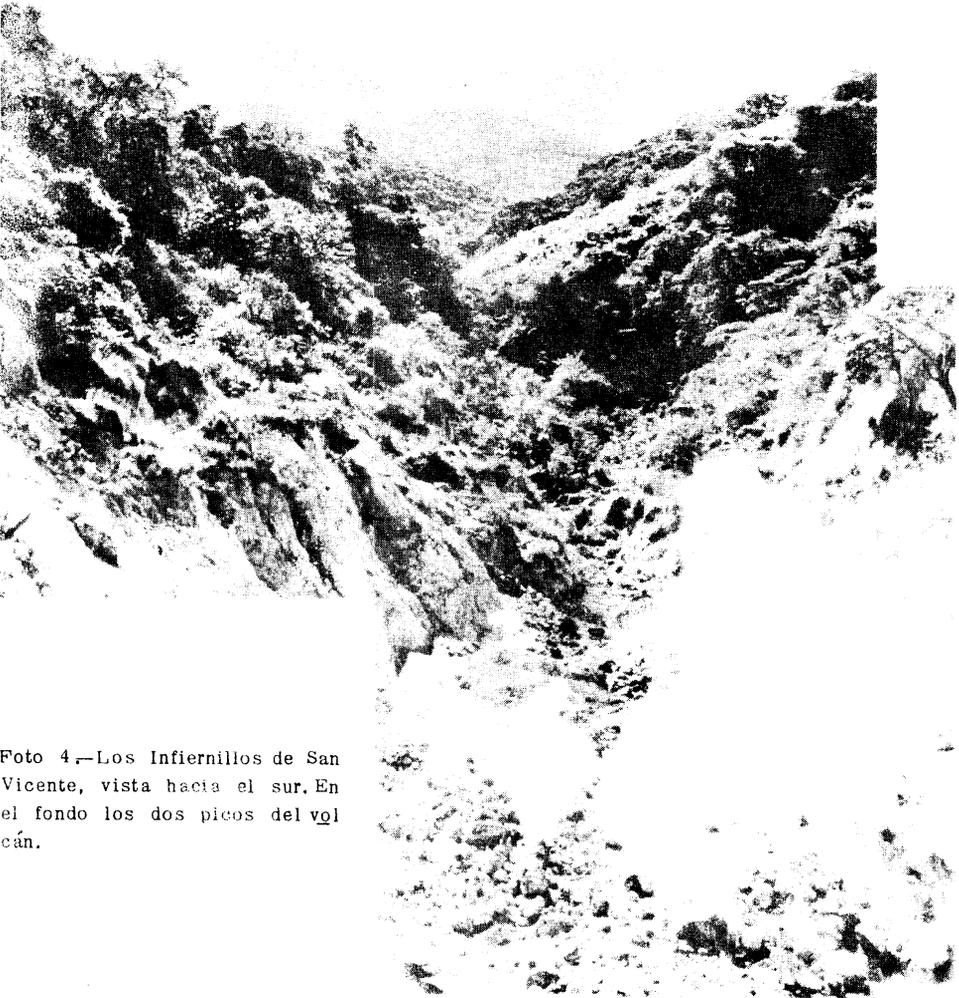


Foto 4.—Los Infiernillos de San Vicente, vista hacia el sur. En el fondo los dos picos del volcán.

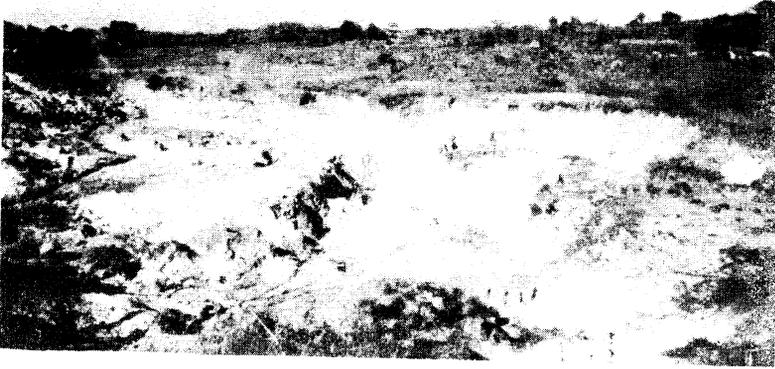


Foto 5.—Asoles Plazón de Ahuachapán. Panorama general, vista hacia el norte.

Foto 6.—Asoles Plazón de Ahuachapán. Vista al sureste, detrás del área solfatarizada se nota la quebrada del riachuelo Agua Caliente.



Foto 7.—Asoles Plazón de Ahuachapán. Quebrada del riachuelo Agua Caliente, vista al sur. En el lecho la fuente de vapor principal.

Foto 8.—Ausoles Agua Shuca, grupo primero a la orilla del camino. Volcancitos y cráteres de lodo. El lago de lodo hirviendo de unos 4 m de diámetro está detrás de la persona parada.

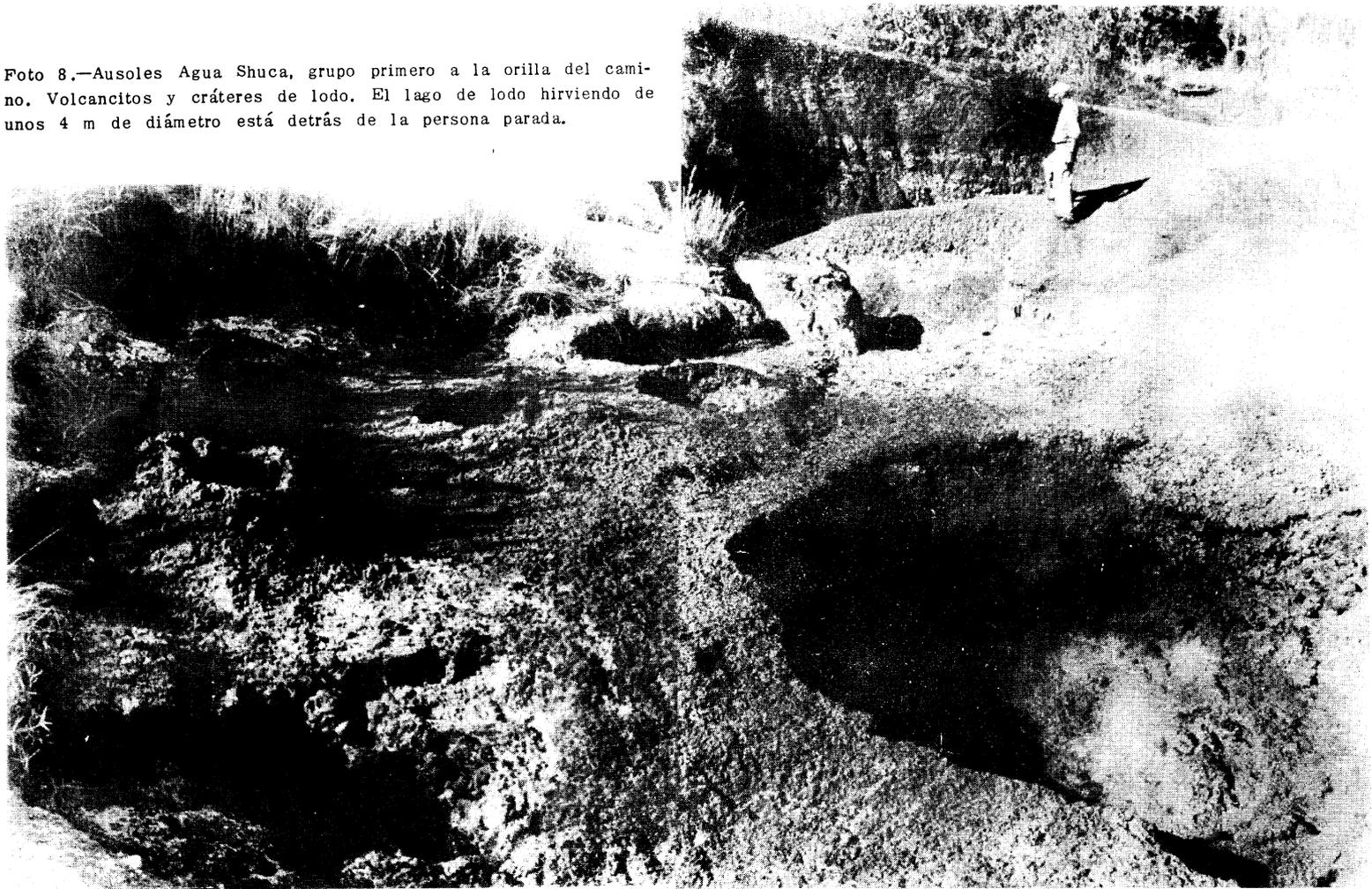


Foto 9.—Ausoles La Labor. Vista del centro hacia el sur.



Foto 10.—Ausol La Labor. Fuente de vapor y agua hirviente en el paredón oriente.



Foto 11.—Ausoles La Labor. Grandes burbujas de gas en el lodo negro hirviente. Rincon sur del área.

Foto 12.—Ausoles La Labor. Liguito de lodo hirviendo en la parte central del área.

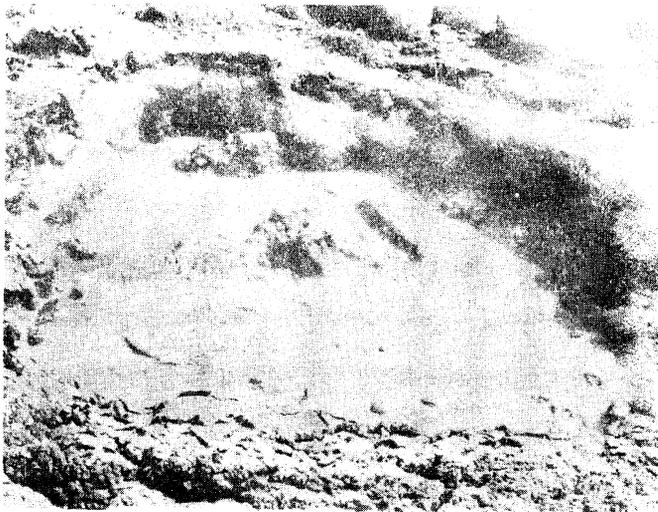


Foto 13.—Playón de Salitre. Área de las fuentes principales. Vista al sur donde se nota el lecho seco arriba de las fuentes termales.



Foto 14.—Ausol Las Termópilas.  
Fuente de vapor principal.



Foto 15.—Ausol de A-  
maya. Vista al norte.  
En el fondo el vol-  
cán Chingo.



Foto 16.—Ausoles Cuyanausúl. Fumarola inferior en 1283 m de altura.

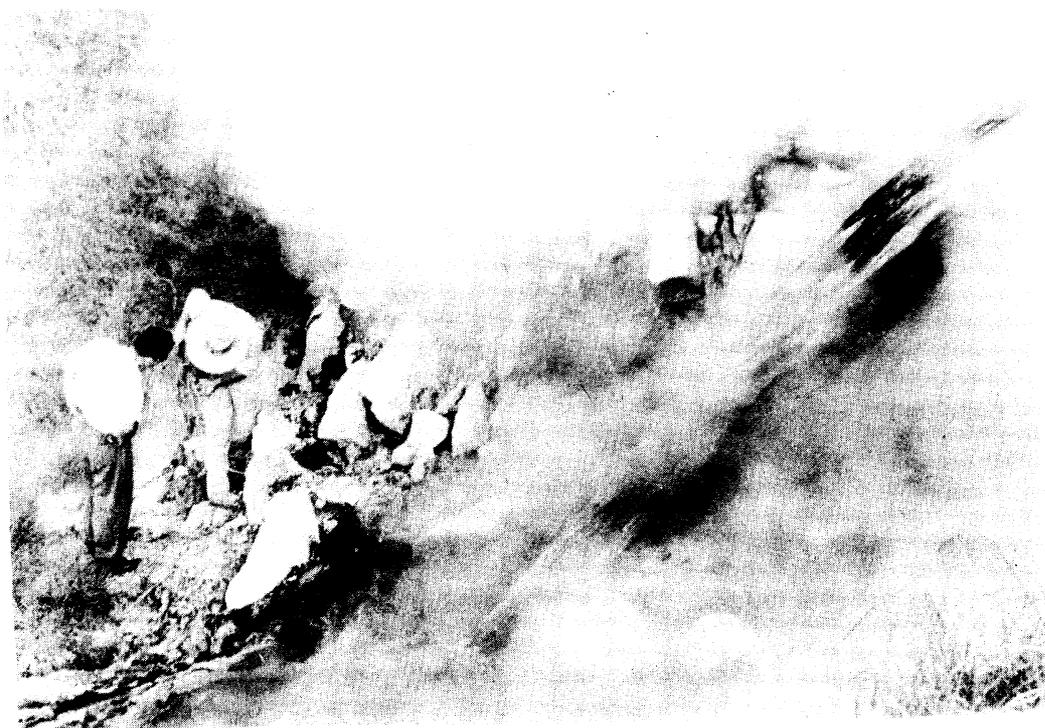


Foto 17.—Ausoles Cuyanausúl. Fumarola superior en 1436 m de altura.