

LAS CENIZAS DE POMEZ EN LOS ALREDEDORES DE SAN SALVADOR

Richard Weyl

Instituto Geológico - Paleontológico de la Universidad de Kiel, Alemania

DC. 551.217.24

Resumen

En los alrededores de la ciudad de San Salvador abundan cenizas blancas de pómez, la llamada "tierra blanca", resultante de erupciones del volcán El Boquerón.

Los horizontes de descomposición permiten estudiar la estratificación de las cenizas de pómez tal como se explica detalladamente en vista de 3 perfiles. El contenido mineral y el análisis químico indican un magma ácido, rico en cal. Una investigación de las distintas capas de ceniza, respecto a la distribución de granos y minerales, da a conocer diferencias cuantitativas apropiadas para la comparación de los perfiles.

En la descomposición de las cenizas el vidrio se transforma de preferencia en metahaloisa. Los demás minerales se muestran bastante estables, a excepción de los piroxenes. Por consiguiente la descomposición se efectúa solamente con pocas transformaciones químicas.

La descomposición de depósitos de edad conocida parece realizarse muy lentamente bajo las condiciones climáticas actuales en El Salvador. De eso resultan algunos datos para la historia de las expulsiones del volcán El Boquerón que muestra una actividad muy larga con largos tiempos de calma y períodos breves de erupciones violentas.

Contenido

- 1) Introducción y problemas
- 2) El aspecto de las exposiciones
- 3) Contenido material y estratificación de las cenizas
- 4) Los fenómenos de descomposición y sus consecuencias para la historia volcánica
- 5) Literatura.

1. Introducción y problemas

Entre las formaciones volcánicas que más saltan a la vista en los alrededores de la ciudad de San Salvador se halla una ceniza blanca

de pómez, a que los habitantes dieron el nombre muy adecuado de "tierra blanca"*. Cubre de manera parecida pero con cambio de espesor: las lavas y cenizas más antiguas del volcán doble San Salvador-Boquerón, las rocas expulsadas terciarias o pleistocénicas de la cumbre y los depósitos de nubes ardientes del volcán de Ilopango, también pleistocénicos. Según WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953) quienes presentaron en un mapa de los alrededores de San Salvador la distribución aproximada de la tierra blanca, ésta había sido expulsada del Boquerón. Su erupción ha sido el último suceso volcánico de importancia regional que ocurrió en los alrededores de San Salvador; las erupciones siguientes del Boquerón y del Ilopango tuvieron solamente importancia local. La importancia que tiene la capa de pómez como documento de un gran suceso histórico está subrayada por varios otros hechos: es el material básico para suelos extensos intensamente aprovechados; presta un aspecto especial al paisaje por su color blanco intenso y su reacción a la erosión; restos culturales enterrados en aquella dejan fijar relaciones con la prehistoria; y numerosas zonas de descomposición intercaladas en la capa de pómez permiten una estratificación tal vez apropiada para aclarar la historia eruptiva de los volcanes en la parte central de El Salvador. Además, la construcción de muchas carreteras, efectuada en los 10 años recién pasados crea exposiciones excelentes, así que me pareció una tarea apropiada estudiar detalladamente la tierra blanca.

El trabajo estaba apoyado por la Deutsche Forschungsgemeinschaft que puso a mi disposición los gastos para el viaje hacia Centroamérica y además favoreció por la entrega de una ayuda material (Sachbeihilfe), la evaluación

*) Según la versión popular el término "tierra blanca" no es definido exactamente ni desde el punto de vista de la estratigrafía ni de la petrografía. Conforme a WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953) yo también quisiera separar las capas de pómez más recientes del Boquerón de los depósitos de las nubes ardientes del Ilopango y usaré el término "tierra blanca" solamente para las primeramente mencionadas, las cuales tratarse en esta publicación.

del material recolectado durante la gira. Se les agradece atentamente en este lugar.

En la literatura volcanológica más antigua sobre El Salvador (SAPPER 1913) los productos eruptivos se tratan solo muy brevemente y las masas incoherentes casi de ninguna manera. Podía sacar un análisis químico de un estudio más reciente de LAHUEL (1944). BOURNE y otros (1946) publicaron un mapa muy provisional de la distribución de los diferentes suelos entre los cuales la tierra blanca está especialmente eliminada. WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953) suministraron una contribución esencial a la geología y estructura de los alrededores de San Salvador, dedicada de preferencia a la cuenca volcánico-tectónica del Lago de Ilopango, pero que también trata brevemente de la tierra blanca. Los autores dedujeron de la extensión regional la expulsión por El Boquerón y de la presencia de varios suelos entre las capas de ceniza, tiempos de calma de la actividad volcánica entre las distintas erupciones. Muy importante es su descubrimiento que abajo de la capa superior de las cenizas blancas se hallan tiestos de barro cuya edad se puede determinar en más o menos 2000 años. En una publicación preliminar he comunicado yo mismo (WEYL 1953) la comparación material de las cenizas y de sus capas de descomposición a base de un perfil al norte de la ciudad de San Salvador.

La investigación detallada a continuación de aquella comunicación se dedicaba a los problemas siguientes:

1. Cuál es la composición material de las capas de pómez?
2. Es posible caracterizar las diferentes ca-

pas de pómez según su material, de manera que se pueda distinguir una de la otra sobre áreas extensas?

3. Cuáles son los procesos de transformación que se realizan en la descomposición reciente y antigua de las capas de pómez?
4. Cuáles son las consecuencias que resultan de la contestación de las preguntas anteriores para la historia volcánica del país?

2. El aspecto de las exposiciones

La investigación se refiere de preferencia a pruebas de 3 perfiles que fueron especialmente bien explotados y parecen ser representativos para estos alrededores. Los denominaremos perfil I, II y III. Su descripción se efectúa según los apuntes que se hicieron en el diario al tomar las muestras. Una segunda investigación de los perfiles después de los trabajos en el laboratorio hubiera sido muy del caso, pero por motivo de la distancia tuve que desistir de este propósito.

En la descripción siguiente de los perfiles los estratos se numeran de tal manera que pueden ser comparados según su composición material. Resultan dificultades de nomenclatura en la descripción porque los términos en uso para masas volcánicas movedizas (LACROIX 1930, WENTWORTH & WILLIAMS 1932) se refieren a material seleccionado, mientras que las masas expulsadas aquí representan una mezcla de granos muy distintos. Si se usa el término "cenizas" según WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953) quiere decir que partículas finísimas predominan en el aspecto.

Perfil I (foto 1)

Sitio: Carretera San Salvador-Panchimalco, 3,5 kms al sur de Los Planes de Renderos 765 mts s.n.m.

De la amplificación del camino a Panchimalco en la carretera en 1951 habían resultado numerosos cortes en los cuales estaba expuesta una serie reiterada de cenizas de pómez claras sobre una roca eruptiva intensamente descompuesta o breccia volcánica. Horizontes de descomposición de color café-amarillento pronunciadamente sobresalientes separan las diferentes capas de pómez, que se distinguen claramente de las rocas eruptivas más antiguas

descompuestas de color rojo a café-rojizo. La importancia de la descomposición diferente sobre rocas eruptivas más antiguas y cenizas más recientes se subrayó en otra ocasión (WEYL 1954).

Las distintas capas de ceniza se estrechan contra el relieve que tenía, en el tiempo de la erupción, casi las mismas formas de hoy. Las capas de ceniza aparecen por eso sobre las lomas de la pendiente como crestas aparentes; en los valles no están expuestas, porque allá no había necesidad de abrir cortes para la construcción de la carretera.

La serie de estratos aparece así:

Estrato 5:	20-30 cms	suelo gris humoso, penetrado por raíces.
	hasta 200 cms	ceniza de pómez, blanca arenosa, estratificada,
		en la parte superior rica en globos de toba.

Estrato 4:	60 cms	suelo gris.
	± 150 cms	ceniza de pómez blanca.
Estrato 3:	falta	
Estrato 2:	60 cms	suelo color café.
	± 150 cms	ceniza de pómez amarilla clara, arenosa, poco descompuesta.
Estrato 1:	20 cms	suelo gris café con superficie perturbada.
	± 100 cms	ceniza de pómez amarilla, arenosa, descompuesta.
Lecho:	andesita descompuesta de color café-rojizo con restos esféricos de rocas relativamente frescas.	

Perfil II

Sitio: Carretera San Salvador-Los Planes de Renderos, entre kms 3 y 4. 720 mts s.n.m. la carretera. Cubren aquí también un relieve pronunciado y aparecen en los cortes frecuentemente con superficies bastante inclinadas y en crestas aparentes.

Como en el área del perfil I, las capas de ceniza están expuestas por la construcción de

La serie de estratos aparece así:

Estrato 5:	20 cms	suelo gris oscuro.
	300 cms	arena de pómez blanca con estratificación lenticular.
Estrato 4:	20 cms	suelo gris-oscuro.
	10 cms	ceniza de pómez gris-clara, descompuesta.
	100 cms	ceniza de pómez amarilla ligeramente descompuesta.
	70 cms	ceniza de pómez blanca.
Estrato 3:	falta	
Estrato 2:	120 cms	suelo de color café-oscuro con un límite inferior ondulado.
	120 cms	grava de pómez amarilla ligeramente descompuesta.
Estrato 1:	falta o no expuesto, respectivamente.	

Perfil III (foto 2)

Sitio: Carretera Norte entre Villa Delgado y Apopa. Al norte del cruce tercero con el ferrocarril desde San Salvador. Unos 650 mts s.n.m.

En muchos cortes cerca de esta carretera está expuesta una serie de cenizas claras y oscuras y de capas de lapilli, que están sepa-

radas una de la otra por horizontes de descomposición. Las capas de ceniza cubren un relieve poco ondulado y aparecen por eso también onduladas. Surcos de erosión están tallados en las distintas capas y llenados por masas volcánicas incoherentes, trasladadas y de estratificación cruzada.

La serie de estratos aparece así:

Estrato 5:	100 cms	suelo gris.
	100 cms	ceniza de pómez gris, en la base con pedazos de pómez hasta de 4 cms de diámetro.
Estrato 4:	40 cms	suelo gris café.
	80 cms	ceniza de pómez, arriba de granos finos más gruesos hacia abajo, en el lecho grava de pómez.
Estrato 3:	50 cms	suelo café claro.
	200 cms	grava de pómez gris oscura, en parte descompuesta, de color café con lapilli de 3-4 cms de diámetro.
Estrato 2:	60 cms	suelo café.
	150 cms	grava de pómez blanca, por partes amarillas con lapilli de 2-3 cms de diámetro.
Estrato 1:		falta o no expuesto, respectivamente.

3. Contenido material y estratificación de las cenizas

El material contenido en las capas de pómez es bastante uniforme y no deja ver diferencias cualitativas pronunciadas, de manera que se podían averiguar las características esenciales de las distintas capas solamente por medio de un análisis cuantitativo. Una excepción muestra el estrato 3 expuesto en el norte de la ciudad de San Salvador que ya salta a la vista por su color oscuro entre la serie de los estratos claros.

Las sustancias siguientes toman parte en la composición de las capas de pómez:

1. Vidrio predomina sobre todo. A simple vista es blanco, pero bajo el microscopio aparece sin color o ligeramente amarillento. Tiene las formas vesiculares agudas comunes

en los vidrios volcánicos y forma una aglomeración confusa de cascotes engranados entre sí. La determinación del índice de refracción particularmente apropiado para caracterizar vidrios se dificulta porque una descomposición ligera o dehidratación efectúa una alteración esencial del índice de refracción, aun cuando el propio vidrio aparece todavía completamente isotrópico. La determinación del índice de refracción había de limitarse por eso a muestras frescas y entre éstas a los cascotes de vidrio no trastornados.

Resultó que en el caso de las cenizas de pómez blancas el índice fluctúa en límites bastante angostos, mientras que los cascotes de vidrio coloreados del estrato oscuro 3 presentan una variación mucho más amplia. El resultado de los análisis es presentado en la tabla I donde hay que tomar en cuenta un límite de error de 0,002.

Tabla I

Los índices de refracción de los vidrios

Estrato N°	Perfil I	Perfil II	Perfil III	Contenido de SiO ₂ *)
5	1,500	1,500	1,500	70/75 %
4	1,503/506	1,502	1,502	70/73 %
3	—	—	1,523/38	55/65 %
			1,555	55/58 %
2	1,500	1,502	1,500	70/75 %

*) La tasación del contenido de SiO₂ se efectúa según las indicaciones de GEORGE (1954) y SALMI (1941).

Los fragmentos gruesos de pómez consisten en el mismo vidrio que las fracciones más finas y contienen las mismas inclusiones minerales que aparecen en las fracciones más finas como cristales individualizados o cascos de cristal.

La transformación del vidrio durante la descomposición se tratará en el capítulo 4.

2. Minerales. Se desiste aquí de caracterizar los minerales detalladamente porque eso está incluido en un estudio de R. HINTZ (1954) que se ocupa en el problema de la traslación de las masas volcánicas incoherentes y en el contenido mineral de los sedimentos derivados de aquellos. Aquí se indicarán solamente algunos fenómenos importantes para nuestro problema.

Tabla II

Análisis químicos

	1.	2.	3.	4.
SiO ₂	69,60	64,0	67,20	64,20
TiO ₂	n. b.	1,7	0,45	0,91
Al ₂ O ₃	18,95	17,7	16,50	14,50
Fe ₂ O ₃	} 1,85	2,0	1,50	2,90
FeO		1,55	1,30	1,20
MnO	n. b.	0,16	0,02	0,23
MgO	0,90	0,8	1,80	1,30
CaO	3,05	4,6	1,60	2,30
Na ₂ O	2,90	4,0	3,20	2,10
K ₂ O	2,00	1,4	1,50	0,68
P ₂ O ₅	0,04	0,17	0,10	0,17
H ₂ O +	n. b.	2,1	3,80	3,60
H ₂ O —	n. b.	0,3	1,20	6,86
Total.	99,29	100,48	100,17	100,95
Valores de Niggli				
si	—	262	325	340
ti	—	5,2	1,6	3,5
p	—	1,2	0,2	0,4

al	—	43	47	46
fm	—	17	24	28
c	—	20	9	13
alk	—	20	20	13

k	—	0,19	0,23	0,17
mg	—	0,29	0,55	0,36
qz	—	+ 82	+ 145	+ 188

1. Pómez de la tierra blanca, alrededores de San Salvador. Según LAHUEL 1944.
2. Pómez de la tierra blanca, estrato superior, cerca del Instituto Tropical, San Salvador. Inst. Quím. Inorg. Kiel.
3. Grava de pómez del perfil III, estrato 2, carretera del norte. Entre San Salvador y Apopa. Inst. Quím. Inorg. Kiel.
4. Horizonte de suelo sobre el estrato 2 en perfil III, carretera del norte. Comparar con análisis 3. Inst. Quím. Inorg. Kiel.

a) Plagioclasa es el mineral predominante. Su contenido de anortita varía entre 35 y 55%. La plagioclasa es excepcionalmente fresca en las cenizas y también en los horizontes de descomposición y no deja ver ningún vestigio de transformación. R. HINTZ (1954) ha logrado demostrar que el contenido de anortita de las plagioclasas es apropiado para caracterizar las distintas masas volcánicas expulsadas y sus productos de traslación.

b) Hornblenda aparece verde aceitinado bajo el microscopio, frecuentemente en elementos largos prismáticos y está todavía completamente fresca aun en los horizontes más intensamente descompuestos. Hornblenda de color café se encuentra ocasionalmente y en pequeñas cantidades.

c) Hiperstena salta a la vista en todas las muestras por su pleocroísmo violento desde verde hacia amarillo rojizo. En las cenizas frescas a menudo está idiomorfa, en los horizontes de descomposición está más o menos corroída y limitada por las crestas características para ella. Pero no se hallaron indicaciones de una corrosión magmática de la hiperstena, como la describió VAN RUMMELEN (1948). Por eso el grado de corrosión de las hiperstenas puede servir de medida para la descomposición de un estrato o de un horizonte de suelo.

d) Clinogita se encuentra mucho más escasa que la hiperstena u hornblenda y aparece frecuentemente en granos cortos prismáticos. Muestra también vestigios de corrosión más o menos pronunciados así como la hiperstena.

e) Magnetita queda bastante bien conservada aun en los horizontes más intensamente descompuestos, lo que subraya su estabilidad ya conocida contra la descomposición.

f) Como minerales accesorios se observaron biotita, enstatita, titanita, zircón, epidota y granate.

Cuarzo no se observó en las capas de tierra blanca.

El contenido mineral, la proporción relativa entre las cantidades de las plagioclasas y de los componentes mafíticos, así como el contenido de anortita intermediario de las plagioclasas, indicarían por sí solo un magma poco diorítico. Pero el bajo índice de refracción de los vidrios lo impide y habla en favor de altos valores de ácido silíceo de 70-75%. Según el contenido de minerales cristalizados, la reacción química de una muestra de pómez debiera

ser más alcalina o más ácida, y en realidad el contenido de SiO_2 fluctúa en las capas de pómez entre el 64,0 y 69,6% según los análisis realizados hasta ahora (véase tabla II).

Los resultados de los análisis, que agradezco al Instituto de Química Inorgánica de la Universidad de Kiel, dejan clasificar las capas de pómez, sin duda, como magma calizo alcalino, es decir como un magma cuarzo-diorítico hasta leuco-cuarzo-diorítico. Algunos datos, por ejemplo el c del análisis 3, son excepcionales, por cuanto el vidrio y las inclusiones no están en las proporciones que corresponden a la composición normal del magma. La discusión de la posición magmo-química de la tierra blanca se ha conservado para una publicación posterior que tendrá por base más material analítico.

Para caracterizar las capas de pómez de otra manera, se investigaron muestras frescas y descompuestas de los perfiles mencionados con métodos generalmente usados para caracterizar sedimentos clásticos, pero que se mostraban también apropiados para material volcánico incoherente (SINDOWSKI 1938, FRECHEN 1952).

La distribución de los granos se averiguó por medio de una cribadura combinada seca-mojada en el juego de coladores DIN 4022. Como los vidrios predominantes en la composición de las cenizas sufren una deformación fuerte, había que reducir el tiempo de la cribadura seca lo más posible (5 minutos), mientras el componente en forma de polvo, a menudo considerable, se separaba por cribadura mojada. Al mismo tiempo se separan también en general los componentes más gruesos. La fracción con menos de $< 0,06$ mm no se dividió más.

Los histogramas (figs. 1-3) muestran que el material está solamente poco seleccionado, pero todavía suficiente para que se suponga transporte aéreo y no sedimentación de nubes ardientes. Eso resulta especialmente de la granulación distinta de los 3 perfiles con posición diferente respecto al punto de erupción: perfil I se encuentra al lado sur de la cresta de la Cumbre, donde se depositaba de preferencia material fino y finísimo. Perfil II colocado al lado norte de la Cumbre, frente al Boquerón, contiene material más grueso en cantidades mayores y perfil III, situado al pie oriental del volcán había podido componerse de un material especialmente grueso por causa de los vientos predominantes del oeste. El material a disposición todavía no alcanza para una representación cartográfica de la distribución de los granos en las distintas capas de ceniza, pero parece que la granulación da indicaciones más exactas sobre origen y transporte del material.

Las fracciones de arena se estudiaron de manera óptica, separadas según las clases de granos, para averiguar variaciones ocasionales en la composición mineral. Con ese fin se contaron 200 granos de las distintas fracciones y además a base de un recuento especial se calculó la proporción hornblenda: hiperstena: clinaugita. Los resultados de estas contaciones se representan también en las figs.1-3. Comprueban que las capas diferentes se dejan distinguir fácilmente a base de la proporción cuantitativa de los distintos componentes.

Fig. 1-3. Serie de estratos, distribución de granos, distribución de minerales y porcentaje entre los silicados máficos en las fracciones arenosas de los 3 perfiles analizados.

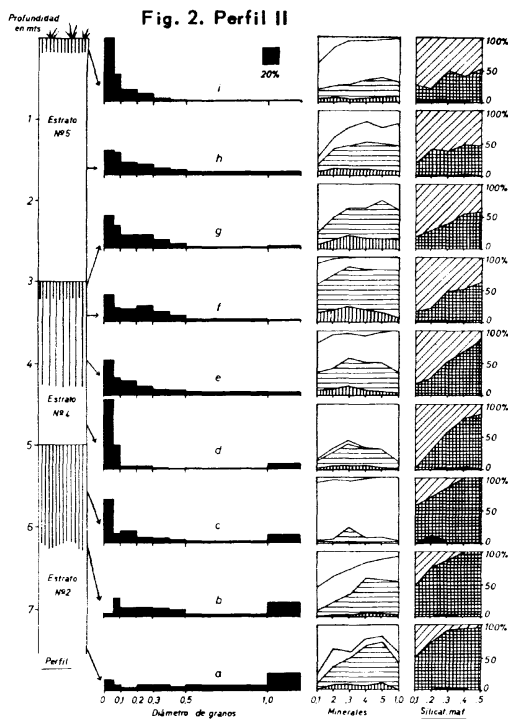
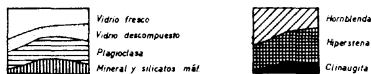


Fig. 1. Perfil I

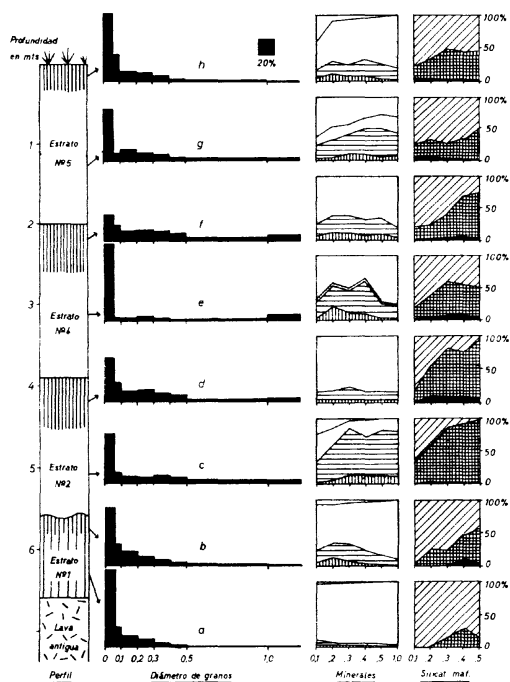
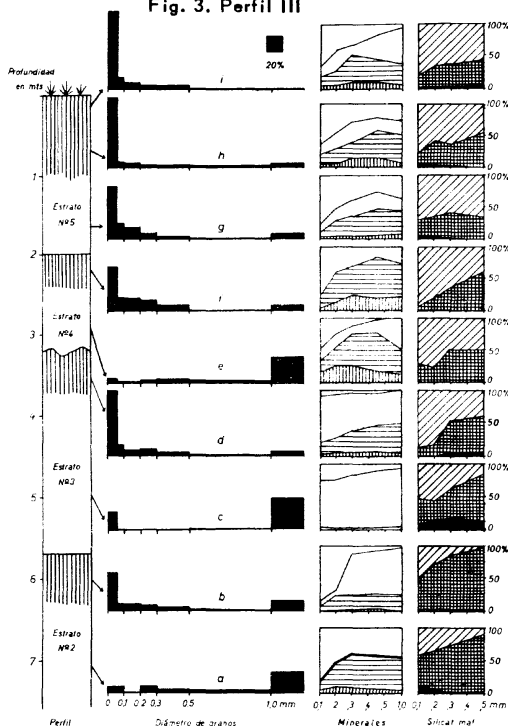


Fig. 3. Perfil III



Estrato 1. Se encuentra solamente en el perfil I. Ligeramente descompuesto. Predomina vidrio descompuesto. Entre los silicados mafíticos predomina hornblenda. La hiperstena está corroída, en parte intensamente, en parte más ligeramente.

Estrato 2. Se encuentra en los 3 perfiles. Gran cantidad de lapilli en los perfiles II y III. En las fracciones arenosas vidrio y minerales están presentes en cantidades más o menos iguales, el máximo del componente mineral está entre 0,3 y 0,5 mm. La hiperstena predomina entre los silicados mafíticos y desplaza particularmente en las fracciones arenosas más gruesas a la hornblenda que está contenida en gran cantidad en la arena fina. La hiperstena está muy corroída también en la ceniza relativamente fresca, mientras los demás minerales están frescos. El vidrio, en cambio, ya se ha descompuesto en parte (véase cap. 4).

Estrato 3. Se encuentra solamente en el perfil III. Predomina vidrio casi puro; también grava de pómez oscura en las fracciones arenosas pero la mayor parte es vidrio. De los silicados mafíticos la clinogita se encuentra más abundante que en las cenizas blancas de pómez. Aquella y la hiperstena están solamente poco corroídas.

Estrato 4. Se encuentra en los 3 perfiles. La distribución de los granos cambia mucho entre las exposiciones. La grava de pómez es abundante al lado de un componente predominante de grano fino hasta finísimo. En la composición de las fracciones arenosas intervienen a medida casi igual vidrio y minerales, los minerales muestran un máximo en las fracciones arenosas entre 0,2 y 0,4 mm. Respecto a los silicados mafíticos se nota claramente un aumento de la cantidad de hiperstena paralelo al aumento del diámetro de los granos. Está solamente poco corroída.

Estrato 5. Se encuentra en los 3 perfiles. Predominantemente granos finos. En los perfiles I y II la estratificación en forma lenticular deja suponer una traslación en agua. El componente de vidrio predomina en las fracciones arenosas. El componente máximo de minerales se halla entre 0,3 y 0,5 mm. Entre los silicados mafíticos predomina la hornblenda también en las fracciones gruesas. La hiperstena está fresca y no corroída.

Si se comparan las características de las distintas capas de ceniza, representadas en las figuras 1-3, se pone en evidencia que la distribución de los granos es relativamente poco típica porque depende de la posición del sitio respecto al volcán y del rumbo del viento que soplaba durante la erupción. La proporción vidrio : minerales ya es poco más independiente de estas influencias. Los estratos 1 y 3 son especialmente pobres en componentes minerales. La escasez se observa sin relación con el tamaño de los granos en todas las fracciones, por eso se debe negar la selección del material durante el transporte aéreo y suponer que la escasez de minerales sea una característica originaria del material expulsado.

La proporción relativa de los silicados mafíticos muestra grandes diferencias especialmente en las fracciones más gruesas y parece tener interés especial. La selección en el trans-

porte aéreo, si la hubiera, debe quedar desatendida también porque la hornblenda y la hiperstena tienen pesos específicos muy parecidos, de manera que una alteración de la proporción entre los dos por medio del viento parecería solamente cuando hubiera un transporte aéreo muy largo y aun entonces solamente en medida reducida (comp. FRECHEN 1952, p. 224). La alteración de la proporción hornblenda-hiperstena por medio de traslación hídrica, supuesta para el estrato 5 en los perfiles I y II no se puede excluir sin inconveniente. HINTZ (1954) había logrado mostrar que esta proporción se transforma claramente en favor de la hiperstena cuando los minerales pesados se enriquezcan en plácenes. Resulta de eso un aumento relativo del contenido de hornblenda en el material quitado. La capa superior de pómez en algunas otras exposiciones se estudiaba respecto a la proporción hornblenda-hiperstena, para averiguar hasta qué punto la predominancia de la hornblenda en el estrato 5 era típica de esta capa de ceniza. La proporción se comprueba fácilmente colando las fracciones arenosas correspondientes (sin pesaras) y contando los minerales fácilmente determinables. Bajo ciertas circunstancias esto puede servir para la identificación de las distintas capas de ceniza en los perfiles incompletos,*). El resultado de los recuentos está representado en la fig. 4.

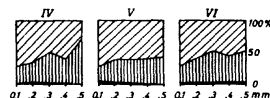


Fig. 4. Porcentaje de los silicados mafíticos en el estrato superior (5) de la tierra blanca. IV. San Salvador, cerca del Instituto Tropical. V : Carretera San Salvador-Santa Ana, 1 km al oeste de Santa Tecla. VI : Carretera Norte, unos cientos de metros al norte del perfil III. Leyenda véase fig. 1-3.

Resulta que la hornblenda predomina en las fracciones arenosas más finas en los tres casos y que el contenido de hiperstena aumenta también relativamente poco en las fracciones arenosas gruesas. Se supone por eso que la proporción hornblenda-hiperstena esté caracterizada por la predominancia de la hornblenda en todo el área del estrato 5. Sucesos de traslación que se manifiestan en la estratificación

*) FRECHEN (1952) logró estratificar de manera muy parecida tobas de pómez del diluvio posterior de Alemania central y sur, procedentes del Lago de Laach por medio de los minerales pesados formados en el magma.

del estrato 5 en algunos perfiles no han perturbado esta proporción todavía. Como consecuencia la proporción hornblenda-hiperstena-augita representada en fig. 1-3 debe ser considerada característica para las distintas capas de pómez.

4. Fenómenos de descomposición y sus consecuencias volcano-históricas

Las capas de ceniza en los alrededores de San Salvador están cubiertas por horizontes de descomposición que saltan a la vista en la exposición por su color amarillo-café y su contenido de humedad a menudo más grande. En cortes no tan frescos los horizontes de descomposición pueden hacerse notar también por zonas de vegetación más densa o cristalizaciones blancas. En las fotos 1 y 2 los horizontes de descomposición se distinguen bien por su coloración oscura.

Como tales horizontes de descomposición representan tiempos de calma más o menos largos en la actividad eruptiva de los volcanes tienen especialmente importancia para la historia de expulsiones y se han tomado en consideración varias veces. Así distinguió STONE (1926) p. ej. 4 capas de ceniza en el Kilauea, que están separadas entre sí por horizontes de descomposición, STEARNS & CLARK (1930) contaron 6 en otras exposiciones del mismo volcán. TAYLOR (1933) estudiaba en Nueva Zelanda tales cenizas, en parte suelos podsol, en parte con carácter laterítico. Señaló que los horizontes de descomposición o pueden formarse como capa de cubierta sobre una ceniza depositada en un lapso de tiempo reducido, o pueden originarse cuando el viento lleno de ceniza pasa continuamente sobre una superficie, así que aumenta el espesor del suelo con el tiempo que sopla el viento. En primer caso la vegetación hubiera sido destruida por una sola erupción y sobre el estrato de ceniza, al principio completamente desnudo, hubiera poblado una vegetación nueva. Un ejemplo de ello ofrece la famosa erupción del Krakatoa. Entre las cenizas fósiles hay que suponer este caso, cuando una parte de la ceniza queda conservada sin descomposición bajo el suelo. En el otro caso de la sedimentación aérea de cenizas, continua pero reducida, la vegetación puede persistir mientras el suelo ya existente se cubre solamente con otra capa de cenizas, lo que representa el conocido rejuvenecimiento de suelos en las áreas volcánicas. Este caso no debe ser comprobable con seguridad en los ejemplos fósiles porque la capa de ceniza completamen-

te descompuesta que resulta aquí puede formarse también en el caso anteriormente mencionado.

En los perfiles de la tierra blanca se muestra una super-posición de las masas expulsadas frescas por un horizonte de descomposición, así que hay que contar aquí cada vez con una destrucción completa de la capa de vegetación existente, una población nueva y una formación de suelo en seguida. Primeramente había que averiguar cuáles eran las transformaciones que ocurrían en los horizontes de descomposición, en seguida había que formarse una idea del tiempo necesario para el desarrollo de estos fenómenos de descomposición, y por fin relacionar los resultados con la historia volcánica.

El estudio de los fenómenos de la descomposición debe tener como base la suposición de que el material fresco todavía presente en el lecho de una capa de ceniza corresponde al material originario de la zona descompuesta en el lecho. No debe ser así en todo caso respecto a la distribución de los granos, pero más bien debe ser respecto a la proporción de las cantidades. Como las diferencias encontradas entre material fresco y material descompuesto son muy características y como se puede explicarlas sin dificultades a base de la composición de las partes de un estrato conservadas en su estado fresco, tal comparación debe realizarse.

Los fenómenos siguientes se observan en todos los estratos: El vidrio está descompuesto hasta restos pequeños en los horizontes de descomposición. Está opaco, muestra en medida reducida el fenómeno de la doble refracción, y está transformado en agregados que aparecen coloreados más o menos café-oscuro por hidróxido de hierro y prestan su color café también a los horizontes de descomposición. Los agregados procedentes de vidrio descompuesto se dejan pulverizar fácilmente con el dedo, pero resisten al tratamiento de cribación seco o mojado y por eso determinan esencialmente la cantidad de las distintas fracciones en la distribución de los granos en los horizontes de descomposición.

El índice de refracción de los agregados procedentes de vidrio se encuentra entre 1,51 y 1,56. El Dr. FÜCHTBAUER tuvo la bondad de realizar 2 análisis de rayos X para determinar los índices detalladamente, lo que le agrada mucho también aquí. Del perfil I estudió los productos de descomposición de la andesita en el lecho y la zona de descomposición en el estrato 1. En los dos casos la metahaloisa era el componente principal, en la ceniza descom-

puesta además probablemente ilita. Fuera de eso se observaron en aquella cristobalita, cuarzo, plagioclasa tendiendo a anortita y hematita al lado de unas líneas no identificables.

Resulta que el vidrio se ha descompuesto hasta un agregado de metahaloisa, cuarzo y cristobalita, coloreado café por hematita.

HARDON & FAVEJE (1939) averiguaron en Java que la metahaloisa predomina en los llamados suelos amarillos que proceden de toba andesítica; en los llamados suelos blancos que se forman sobre toba dacítica se encontró también mucha metahaloisa fuera de poca montmorillonita y cristobalita. Estas observaciones corresponden bien a la comprobación de que la metahaloisa sea el mineral de la arcilla predominante en los suelos de las cenizas de pómez de El Salvador.

Al contrario, TAYLOR (1933) comprobó caolinita y gibbsita en cenizas volcánicas de Nueva Zelanda, y SUDO (1951) encuentra en los suelos de cenizas japonesas montmorillonita, caolinita, alofana, glauconia, celadonita, así como con toda reserva haloisa.

No obstante que estos pocos datos no dan todavía un concepto final de la formación de los diferentes minerales en los suelos de cenizas ácidas o intermedias, parece que en las regiones de clima tropical la formación de haloisa o metahaloisa respectivamente sea favorecida, mientras que en las regiones no tropicales otros minerales de arcilla predomina. GRIM (1953) resumió recientemente los conocimientos sobre las condiciones para la formación de haloisa, cuando es escasa y requiere condiciones especiales para formarse, pues hay que buscar aquellas evidentemente en la descomposición de cenizas ácidas ricas en vidrio en el clima tropical.

Es digno de atención que se encontraba metahaloisa y no haloisa en los suelos de ceniza tropicales. Según los experimentos de MEHMEL (1935) la haloisa empieza a perder agua bajo 30°C y se transforma en metahaloisa por pérdida de dos moléculas de agua a 50°C. Como los suelos de El Salvador, por ejemplo, se secan completamente durante la estación seca semestral y se calientan hasta 40°C cerca de la superficie, la haloisa no debe ser persistente en ellos.

Contrario al vidrio los minerales son muy resistentes contra la descomposición. Fuera de los piroxenos no muestran ningún vestigio de descomposición: pero en la hiperstena se encuentran las conocidas crestas de corrosión y según el estado de descomposición de las hiperstenas se puede tasar bastante bien la medida del efecto de descomposición en los distintos horizontes. Por ejemplo en el estrato más reciente N°5 queda casi sin corrosión aún en el suelo oscuro humoso; en los horizontes descompuestos de los estratos 3 y 4 se comprueba mucho más intensamente corroída que en el material originario fresco correspondiente, donde muestra solamente vestigios lige-

ros de corrosión. En los dos estratos más antiguos 1 y 2 está bastante corroída ya en la parte básica del estrato. Esto indica que no se destruye solamente en el suelo sino más abajo cuando está expuesta a la influencia de la descomposición. Observaciones análogas se habían hecho en las hiperstenas de los perfiles de descomposición en Alemania del Norte donde se comprobaba uno de los minerales que se descomponen más fácilmente. Por otro lado indican los cristales completamente intactos en las cenizas más recientes no descompuestas, que la corrosión no es de origen magmático sino por lo menos en este caso debe ser interpretado como un fenómeno de pura descomposición (véase pág. 86).

Los cambios materiales que resultan de la descomposición de las cenizas son relativamente reducidas todavía, si se debe generalizar el resultado de los análisis 3 y 4. Los análisis comprueban una composición de la grava fresca de pómez y de sus horizontes de descomposición que en general están algo parecidos todavía. Corresponde bien a eso la presencia de minerales frescos en los horizontes de descomposición. Una cierta disminución de alcalinos y un aumento del H₂O, se explica por la descomposición del vidrio; el contenido mayor de Fe₂O₃ indica también que el hierro trivalente empieza a enriquecerse. En cambio, las diferencias en el contenido de CaO, presente en cantidades muy reducidas en material fresco, parecen ser originarias.

Hay que hacer los apuntes siguientes sobre las capas de descomposición de los estratos distintos:

Estrato 1. En la zona superior de este estrato ya intensamente descompuesto se han enriquecido los minerales en relación con los productos de la descomposición del vidrio. Se puede explicar eso por una extracción de los componentes más finos y de menor peso específico por medio de agua desde el horizonte superior del suelo.

Estrato 2. En los horizontes descompuestos los pedazos de pómez del material fresco se han integrado intensamente, de lo que resulta un enriquecimiento de las fracciones finas. Como el pómez desintegrado es pobre en intrusiones el contenido mineral de las fracciones arenarias está rebajado por la desintegración de los pedazos más grandes de pómez y aparece muy disminuido en relación con el material originario. Este fenómeno no se deja reducir a la descomposición de los minerales que todavía están completamente frescos sino se origina simplemente por la alteración de la distribución de granos.

Estrato 3. La desintegración de los pedazos de pómez y con eso el enriquecimiento de los materiales finísimos es característico también para este estrato. Contrario al estrato 2 el pómez es muy rico en intrusiones, así que resulta aquí un aumento del

contenido mineral en las fracciones arenarias porque la desintegración de pedazos de pómez libera los granos minerales más finos.

Estrato 4. La distribución de los granos no se deja explicar por la desintegración de los componentes mayores de pómez, porque los granos gruesos son más abundantes en los horizontes superiores que en las partes inferiores no descompuestas del estrato 4. Se supone que en este caso se trate de diferencias originarias en la distribución de los granos. Los pedazos de pómez desintegrados contienen muchas intrusiones de minerales de lo que resulta un aumento del componente mineral en las fracciones arenarias de los horizontes descompuestos.

Estrato 5. El aumento de las fracciones finas y finísimas en los horizontes de descomposición es otra vez muy pronunciado, pero no se realiza ningún cambio en la proporción vidrio : minerales. Pequeñas variaciones pueden aparecer originariamente o producirse según el contenido de intrusiones en los lapilli por rarificación o enriquecimiento respectivamente como en los estratos 2 y 3.

Los fenómenos de descomposición característicos para cada estrato se pueden usar también para la disposición estratigráfica de los distintos estratos, que antes se había verificado a base del contenido material especialmente de la proporción hornblenda : hiperstena. La comparación de los diagramas en los 3 perfiles muestra que los estratos distintos son bastante parecidos en las diferentes regiones, lo que se puede considerar como una comprobación de la estratificación establecida.

En total resulta la concepción siguiente de la descomposición: transformación del vidrio particularmente en metahaloisa, combinadas con eso ciertas transformaciones químicas; entre los minerales, en cambio, los fenómenos de descomposición se manifiestan solamente en la hiperstena y clinaugita. Respecto a la distribución de los granos: enriquecimiento de las fracciones finas y finísimas por desintegración de las partículas más gruesas de vidrio y según el contenido de intrusiones en los pedazos de pómez, aumento o reducción del contenido relativo de feldespato y de minerales mafíticos en las fracciones arenarias de los horizontes de descomposición.

Para llegar a hacerse una idea del lapso de tiempo que había sido necesario para el desarrollo de estos fenómenos de descomposición y para la formación de los horizontes de descomposición bien reconocibles en el campo, tenía que estudiarse el estado de depósitos y rocas que habían sido expuestas a la descomposición durante un lapso de tiempo conocido. Para esta investigación se ofrecían en El Salvador:

1. Las masas incoherentes al margen del cráter del Boqueroncito, es decir del cono volcánico pequeño que se formó en 1917 adentro

del cráter del Boquerón. Se compone de pedazos expulsados grandes y pequeños, negros, aparentemente vidriosos que probablemente tienen carácter basáltico*). Entre ellos se encuentra material más fino, grava-arenosa que contiene plagioclasas libres y augitas monoclinas fuera de fragmentos de roca con pasta vidriosa.

Ni el vidrio ni los minerales dejan ver algún fenómeno de transformación o vestigios de disolución, únicamente la incrustación ligera de óxido de hierro indica la descomposición incipiente de las masas incoherentes.

2. La lava expulsada también en 1917 al lado norte del Boquerón no está todavía completamente descompuesta, lleva cuando más una capa delgada de color café, superficial, y hasta ahora ha permitido solamente la población de pocos líquenes.

3. Las islas levantadas en 1880 como cúpulas de lava en el lago de Ilopango se componen de una andesita o dacita respectivamente que contiene, en una pasta vidriosa, intrusiones de plagioclasa, hiperstena, hornblenda y magnetita. A pesar de una vegetación de arbustos las rocas están cubiertas de una corteza de descomposición solamente delgadísima amarillenta; los materiales sacados de su inmediata vecindad no dejan ver ningunos vestigios de disolución.

4. Las lavas más antiguas del Izalco y del campo de lava de Teixcal (siglo XVII) dejan ver también cortezas descompuestas de un espesor de unos milímetros debajo de las cuales la roca está completamente fresca, se debe a las cenizas del Izalco y del Santa Ana, sopladadas posteriormente sobre las regiones que ahora están cubiertas de una vegetación densa y en parte pueden aprovecharse para cultivos.

5. El perfil del suelo sobre la pirámide de Zapotitán (San Andrés) es particularmente instructivo. La pirámide se había levantado sobre un zócalo ancho relleno artificialmente y construido de tobas endurecidas del llamado Talpetate. Se origina del tiempo de 700-1000 desp. C. El zócalo se aprovecha ahora para la agricultura. Sobre él se formaba una capa de tierra laborable gris humosa de un espesor de 20 cms, que descansa sobre una arcilla gris amarillenta. Los dos horizontes contienen vidrio volcánico, plagioclasas, piroxeno, monoclinos y rómbicos, hornblendas y minerales y no dejan ver ningún fenómeno de descomposición en los

*) Se prepara un resumen de la composición química y mineral de los productos expulsados salvadoreños.

piroxenos. La única transformación que se nota son capas de hierro y humus sobre los minerales de la tierra laborable.

6. Ya los ejemplos citados hasta ahora muestran una influencia asombrosamente reducida de la descomposición sobre vidrio y minerales aun durante siglos. Este resultado se justifica por las observaciones en la capa superior de pómez (estrato 5) en los alrededores de El Salvador, cuya edad es determinable a base de restos etnológicos. Según WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953) se encontraron en el estrato tiestos de barro que se originan en el período preclásico alrededor del nacimiento de Cristo. Según amable comunicación por correspondencia del Profesor TERMER hay que clasificar los tiestos en el tiempo entre 0-1000 años desp. C. El estrato superior 5 tiene por eso la edad de 1000-2000 años. Desde su sedimentación se había podido formar una capa humosa más o menos espesa, los vidrios en el horizonte de suelo superior humoso están en camino de descomposición y los primeros vestigios ligeros de corrosión aparecen sobre las hiperstenas. Fuera de eso el contenido mineral de esta ceniza está todavía completamente intacto. Resulta también aquí una descomposición bastante reducida de un material que por suposición sería muy apropiado para una descomposición rápida por causa de su porosidad y la falta de estabilidad en su componente de vidrio. La medida reducida de la descomposición es tanto más asombrosa que se había logrado comprobar fenómenos bastante intensos de descomposición de los feldespatos y los minerales pesados en los perfiles de suelo postdiluviales del clima templado-húmedo.

Tal vez la caracterización detallada del clima en que se realiza la descomposición de las cenizas de pómez dará algunas indicaciones para la explicación de este fenómeno:

El Salvador pertenece en general a la zona del clima de sabanas con períodos secos (fórmula Aw según KOEPPEN) con una estación lluviosa pronunciada de mayo hasta octubre y una estación seca de noviembre hasta abril. En particular son de gran importancia la altura y la exposición para la temperatura y la cantidad de precipitaciones. Así se puede distinguir claramente en El Salvador las zonas climáticas conocidas de la "tierra caliente", de 0 hasta 700 mts, de la "tierra templada" de 700 hasta 1700 mts y de la "tierra fría" más allá de 1700 mts. Nuestros perfiles se encuentran en la zona de transición del límite entre la "tierra caliente" y la "tierra templada", sobre cuyas condiciones climáticas existen da-

tos modernos gracias a los estudios del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas y del Servicio Meteorológico Nacional. La estación del Instituto Tropical se halla al lado SE del pie del volcán de San Salvador y está colocada sobre tierra blanca, así que especialmente las temperaturas del suelo, comunicadas de allá, se pueden aplicar bien para nuestros perfiles. En la estación seca bajan hasta menos de 18°C solamente en los centímetros superiores y alcanzan en estos mismos centímetros superiores máximos de 40°C. Ya en una profundidad de 20 cms la temperatura del suelo es casi constante de unos 26°C. Respecto a las precipitaciones hay que notar que las lluvias muy fuertes en la estación lluviosa caen frecuentemente en corto tiempo así que la cantidad principal se desagua superficialmente y puede efectuar una erosión considerable. Durante la estación seca el suelo está desecado hasta profundidades grandes, pero no existen todavía observaciones sobre su facultad de absorber agua y sobre el ciclo anual de la humedad en el suelo.

Pero en todo caso se debe suponer que la descomposición química casi se detiene durante la sequía, hecho por el cual se puede explicar tal vez en parte la larga duración de la descomposición.

Una descomposición reducida en los suelos de las cenizas recientes y una erosión fuerte en los tiempos lluviosos hacen comprensible que el material mineral muy fresco llega a los ríos y hasta el mar, donde R. HINTZ (1954) estudió las transformaciones cuantitativas de la misma asociación mineral.

En comparación con la capa de pómez más reciente N° 5 los fenómenos de descomposición en las cenizas más antiguas están bastante más pronunciados. A un lado el vidrio está completamente transformado, al otro lado las hiperstenas muestran efectos de corrosión mucho más fuertes. Hay que tomar en cuenta que la descomposición se pudiera haber realizado antes debajo de la capa de vegetación más densa y probablemente en un clima más húmedo, un poco más rápidamente que debajo de la actual cubierta delgada de grama y cultivos. Pero a pesar de eso se debe suponer que la formación de los horizontes de descomposición más antiguos sobre las cenizas 1-4 había durado mucho más tiempo del que había sido necesario para las fases iniciales de descomposición sobre el estrato 5. Aún siendo imposible dar datos absolutos, se debe suponer con cierta seguridad una duración de unos miles de años. Con

eso las capas de ceniza conducen a tiempos bastante remotos del pasado del volcán con un quintuplo ciclo de material fresco y capas descompuestas.

A tiempos mucho más remotos todavía conduce un perfil que había sido expuesto en 1951 en la falda occidental del Boquerón por la construcción de un camino desde el km 17 de la carretera San Salvador-Santa Ana hasta la finca Victoria. Unos 100 mts del espesor total de 120 mts eran accesibles para la observación y mostraban varios cambios entre cenizas finas, arenas volcánicas gruesas, lapilli, capas de pómez oscuras y claras y capas de descomposición intercaladas. En total se observaron en este perfil 48 horizontes de descomposición con un espesor total de 32 mts.

Cuando se supone, según de las experiencias en la tierra blanca, un valor mínimo de 5,000 años para el desarrollo de una capa de descomposición de 1 m de espesor incluiría es-

te perfil un lapso de tiempo de más de 160,000 años. Pero representa solamente una pequeña parte del perfil completo del Boquerón que se da a conocer de tal manera como un volcán de una actividad muy larga.

Además, el cambio entre cenizas frescas y sus horizontes de descomposición indican un cambio entre actividades breves y violentas y tiempos de calma de larga duración. El Boquerón ha conservado este género de actividad hasta los tiempos históricos, porque entre las expulsiones de 1659 y 1917 y después de la última había solamente pequeñas fumarolas que evidenciaban que el volcán no había y hasta ahora no ha extinguido*.

*) La mayoría de los numerosos terremotos que suponía SAPPER (1913) tener origen volcánico, deben ser terremotos tectónicos según la posición tectónica de la región apuntada por MEYER-ABICH (1952) y WILLIAMS & MEYER-ABICH (1953).

L i t e r a t u r a

- BOURNE, W. C., MCKINLEY, T. W., STONES, C. P. & PACHECO, M.: Investigación preliminar de las posibilidades de conservación del suelo y del agua en El Salvador.— El Salvador 1946.
- FRECHEN, J.: Die Herkunft der spätglazialen Bimstufte in mittel- und süddeutschen Mooren.— Geol. Jb. 67, 1952.
- GEORGE, W. D.: The relation of the physical properties of natural glasses to the chemical composition.— J. Geology 32, 1924.
- GRIM, R. E.: Clay Mineralogy.— London 1953.
- HARDON, H. J. & FAVEJE, J. CH. L.: Mineralogische Onderzoekingen aan Kleien en Kleimineralen.— Mededeel. Landbouwhoogeschool Wageningen 43 (6), 1939.
- HINTZ, R. A.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an vulkanogenen Ablagerungen El Salvadors.— Dissertation, Kiel 1954.
- LACROIX, A.: Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent.— Livre jubilaire 1830—1930 Soc. Géol. France 2, 1930.
- LAHUEL, M. A.: Estudio de la Tierra Blanca en los alrededores de San Salvador.— El café de El Salvador 14 (157), 1944.
- MEHMEL, M.: Beitrag zur Frage des Wassergehaltes der Minerale Kaolinit, Halloysit und Montmorillonit.— Chemie der Erde 11 (1), 1937.
- MEYER-ABICH, H.: Das Erdbeben von Jucuapa in El Salvador (Zentralamerika) vom 6. und 7. Mai 1951.— N. Jb. Geol. Pal. Abh. 95, 1952.
- VAN RUMMELEN, F. F. E.: Magmatische corrosie van pyroxenen.— Geol. en Mijnbouw 10, 1948.
- SALMI, M.: Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands.— Ann. Acad. Sc. Fenniae. Ser. A III, 2, 1941.
- SAPPER, K.: Die mittelamerikanischen Vulkane.— Peterm. Mitt. Ergänzungsh. 178, Gotha 1913.
- SINDOWSKI, K.-H.: Korngrößen- und Schwermineralverteilung in den Tuffen und Lössen des Laacher Seegebietes Nr. I.— Decheniana 98 A, 1938.
- STEARNS, H. T. & CLARK, W. O.: Geology and Water Resources of the Kau District,

- Hawai. — U. S. Geol. Surv. Water Supply Paper 616, 1930.
- STONE, J. B.: The Product and Structure of Kilauea. — Bishop Museum Bull. 33, 1926.
- SUDO, T.: Minerals from Pumiceous Tuff in Japan. — Science 113, 1951.
- TAYLOR, N. H.: Soil Processes in volcanic Ash-Beds. — New Zealand J. Sc. Technology 14, 1933.
- WENTHWORTH, C. K. & WILLIAMS, H.: The classification and terminology of the pyroclastic rocks. — Rept. Comm. Sed. 1930-1932. Nat. Research Council Bull. 89, 1932.
- WEYL, R.: Beiträge zur Geologie El Salvadors
- I. Geologisch-morphologische Übersicht. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1953 a.
- — — : Examen geológico-petrográfico de un perfil de toba en la República de El Salvador. — Comun. Inst. Trop. El Salvador 2 (1) 1953 b.
- — — : Beiträge zur Geologie El Salvadors V. Die Schmelztuffe der Balsamkette. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 99, 1954.
- WILLIAMS, H. & MEYER-ABICH, H.: El origen del Lago de Ilopango. — Comun. Inst. Trop. El Salvador 2 (1), 1953.
- Boletín Meteorológico de El Salvador. San Salvador 1952 y 1953.

Trad. O. SCHUSTER-DIETERICH.



Foto 1. Perfil I en la carretera a Panchimalco. En el lecho hasta el nivel del pecho de la persona, andesita descompuesta café-rojiza, más arriba el ciclo cuádruplo de cenizas de pómez claras y horizontes de descomposición distinguiéndose oscuros (compare fig. 3).



Foto 2. Perfil III en la carretera norte. En el lecho con superficie ondulada la grava de pómez oscura del estrato 3. Su capa de descomposición se encuentra en la sombra del estrato 4 algo sobresaliente, que rellena el relieve ondulado del estrato 3. La capa de descomposición del estrato 4 está caracterizada por la cinta superior de sombra y la zona más oscura situada sobre ésta. En el lecho el estrato 5 con suelo humoso reciente de poco espesor.