

Por el Profesor de Geología en la Universidad
Central, _____

X Sr. Dn. Augusto N. Martínez. _____

X Contribuciones para el co-
nocimiento Geológico de la
región volcánica del Ecua-
dor. _____

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

LA MONTAÑA VOLCANICA QUILOTOA

La montaña volcánica Quilotoa

Entre las montañas volcánicas del Ecuador, el Quilotoa es una de las menos conocidas y nombradas. A pesar de esto merece, ya por su topografía, ya por sus caracteres petrográficos, una atención especialísima.

Se halla situado en la cordillera occidental de Latacunga pero, completamente desviado de las grandes montañas volcánicas de esa serranía y en medio de formaciones de rocas antiguas *no volcánicas*. Bajo el nombre de cordillera occidental de Latacunga, se comprende la serranía que se extiende desde el Iliniza al norte, hasta el Quispicasha y Casahuala, al sur y, por tanto, que se prosigue hasta el Chimborazo, después de emitir, hacia el este, el *espolón* volcánico del Sa-goatoa o Pilis—urcu. Mientras que designamos a la primera parte de esa serranía, con el nombre de cordillera de Guangage e Isinliví, a la última le aplicamos el de cordillera de Angamarca y Zumbahua. Fuera de estos dos miembros visibles desde Latacunga y Ambato, hay un tercero, invisible desde estos puntos, la *serranía de Chugchilán*.

La cordillera de Guangage e Isinliví, con sus crestas, no cae inmediatamente a la región baja occidental, como se podría suponer, por lo que pasa con el Pichincha y Atacatzo, sino que, atrás de ella, se halla una segunda serranía, no menos dilatada, que hay que trepar, para llegar al país bajo de la costa del Océano Pacífico. Esta segunda serranía es paralela a la de Guangage e Isinliví y a la que se designa topográficamente, como cordillera de Chugchilán y Sigchos. El valle fluvial que separa a estos dos ramales de la cordi-

llera occidental lleva el nombre de río Toachi; su ancho suelo, en remotísimos tiempos prehistóricos, fue el escenario de una actividad volcánica que edificó al cono Quilotoa de 1000 metros de altura. Se levanta en la parte superior del valle y lo llena tan completamente, que obligó al río Toachi a rodear su base oriental, en semicírculo.

De todas las montañas volcánicas del Ecuador, que en número pasan de cuarenta, no hay sino dos que se caractericen por la existencia de un lago en su cráter: el Mojanda y el Quilotoa.

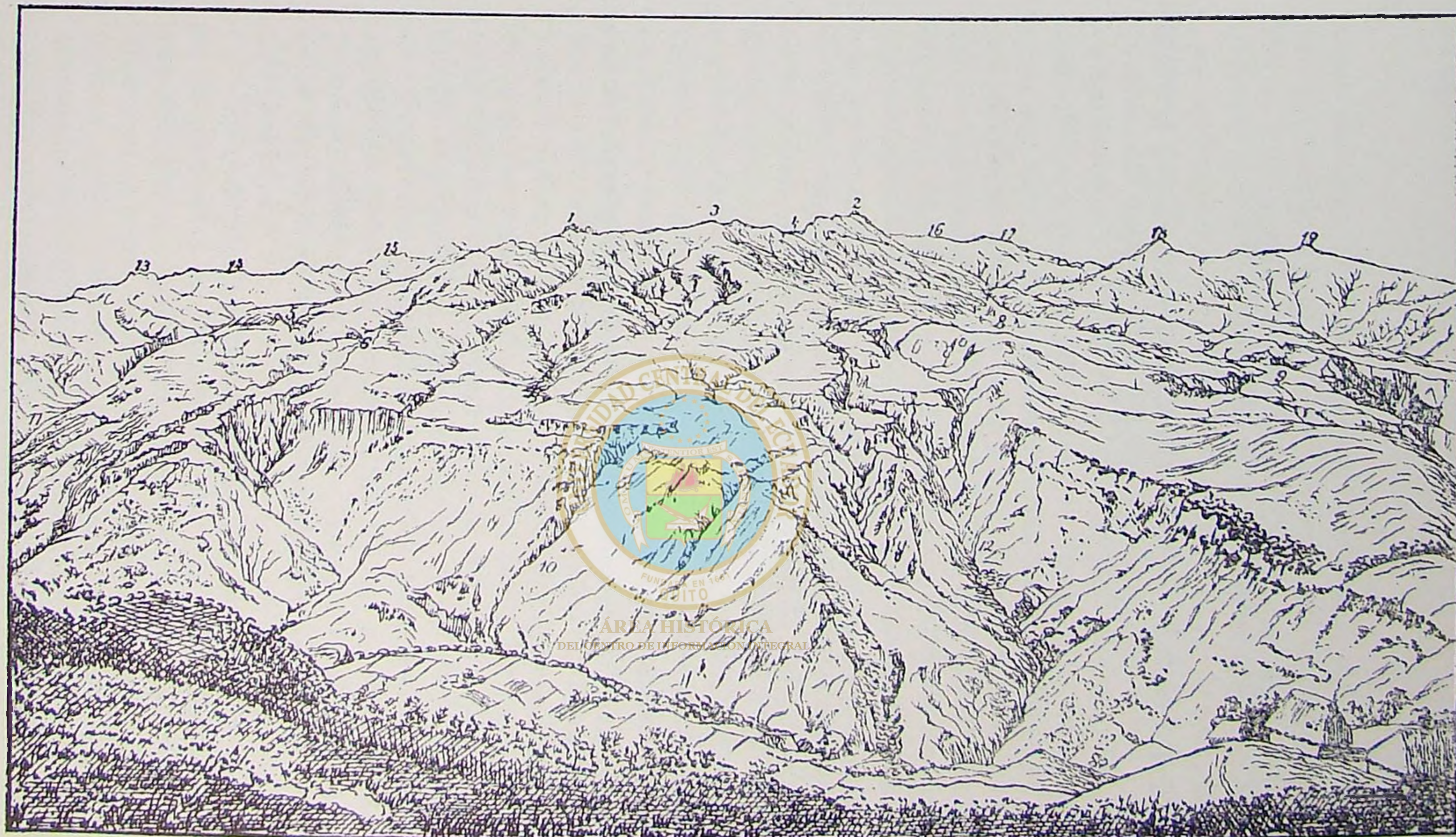
El Quilotoa, visto desde el norte, por ejemplo, desde Guantohaló (3352 m.) que queda a una distancia de 9 kilómetros, se presenta como un cono fuertemente truncado. Su altura (600—700 m.), es tan reducida en relación a la magnitud del plano cortado, que si se trata de completar a la montaña en un cono lleno a penas se llega a constituir la mitad de la altura del mismo.

Peró mejor que con un cono truncado, puede compararse a la montaña con una pirámide acortada que, desde Guantohaló aparece esquinada. La impresión que nos produce esta forma de montaña, tan extraordinaria, se realza más, porque el filo superior corre casi horizontalmente, levantándose solo en las dos esquinas de piedra exteriores. Lo contrario son los declivios bastante rápidos de la muralla de los lados norte y este, pues las caras de la pirámide son muy desiguales, surcadas por valles y quebradas y, por tanto, articuladas en contrafuertes más o menos largos.

El edificio volcánico Quilotoa, tan característico como montaña con cráter, se levanta en medio de una base de condiciones de meseta, suavemente inclinada casi en todos sus lados exteriores, por lo cual alcanza una altura total de cerca de 1000 metros, sobre el fondo del valle del río Toachi (unión de este con el río Pilaputzín).

Por su figura y la gran extensión horizontal de la valla del cráter, el Quilotoa recuerda, en mucho, al Mojanda, como este se presenta visto del sudoeste y también, por lo que su base tiene aquellas condiciones de meseta.

En el Quilotoa hay que distinguir dos clases de formaciones: la de la valla del cráter, construida por las fuerzas volcánicas, y una de tobas que envuelve a aquella y que se abre a los pies del espectador, desde el río Toachi y río Guayama, en un valle encañonado. Esta formación de tobas



A. Stübel: Skizzen aus Ecuador.

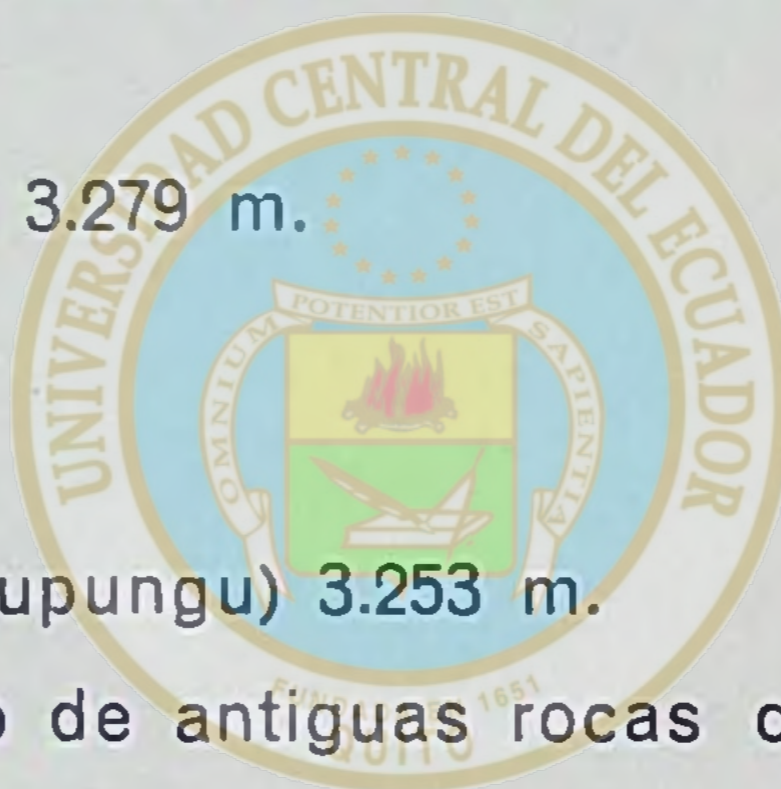
R. Troya plnx. Marzo 1874

EL QUILOTOA, Lado Nordeste

PUNTO DE MIRA: CERRO GUANTAHALO 3.352 METROS
SOBRE EL NIVEL DEL MAR

PUNTOS DEL FILO DEL CRATER:

1. El Huguantic (o Puerta Zhalalá) 4.010 metros,
2. Hatunseñora 3.981 m.
3. Caparrosa 3.915 m.
4. El Arenal (o Misanapuesto) 3.842 m.
5. Anzhi.
6. Hacienda Pilaputzin 3.279 m.
7. Hacienda Chaupi.
8. Hacienda Guaiama.
9. Muyubamba (o Muyupungu) 3.253 m.
10. Salado (afloramiento de antiguas rocas cristalinas y depósitos de azufre) 3.055 m.
11. Valle del río Toachi.
12. Río Guaiama.
13. Cerro del Hospital.
14. Chimbucuchu.
15. Quillu-urcu.
16. Hatalóloma.
17. Cerro de Arcos.
18. Cerro de Huizana.
19. Cerro Puntas.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

tiene los caracteres de una sedimentaria e, indudablemente, es de origen posterior a la de la valla del cráter, propiamente dicha; por consiguiente, no puede ser considerada como su edificio volcánico inferior, en el sentido genético, sino sólo, como una *sedimentación ulterior*. La naturaleza de los surcamientos nos demuestra, de un modo especial, lo fácilmente descomponible del material que constituye a los poderosos y dilatados yacimientos de toba clara y bancos de detritus. Su superficie está cruzada por innumerables quebradas que, en relación a su poca anchura, son enormemente profundas. El valle del Toachi, presenta aquí una semejanza extraordinaria, con el valle del río Guañabamba, en aquella parte que queda entre el Pulumagua y el Mojanda, y en donde se observa una *acción erosiva*, completamente análoga, sobre una formación de tobas, no menos poderosas.

En completa oposición a la superficie suavemente inclinada de la meseta de tobas, está la rápida valla del cráter articulado del Quilotoa. A primera vista se cree que en esas cuchillas y eminencias; se presenta el fenómeno ya conocido de articulaciones, que señaló el Dr. A. Stübel, en desarrollo semejante, en otras montañas semejantes y, que las explicó, como *forma primitiva*, ligada con la *génesis* de la montaña. Pero aquí, en donde toda ella está construida por el amontonamiento de materiales flojos y tobas, y aún más, los pocos bancos de roca de la parte superior de la muralla, están formados de un material fácilmente descomponible, se debe atribuir esta configuración del Quilotoa, principalmente a un *proceso de erosión*.

Entre esas chuchillas, sorprende especialmente una por su extensión; principia en la mitad de la coronación del cráter y forma, además de la rápida muralla, que se extiende hasta el Toachi, también la arista media la pirámide truncada del Quilotoa.

Al prolongar la línea aparente que forma la arista sur de la pirámide, se levanta el filo del cráter, en el cerro Hoyantic o Punta de Zhalalá, hasta 4010 metros. De casi igual altura, es la peña, muchas veces articulada, cuyos declivios forman la arista noroeste, siendo sus cúspides predominantes, Hatun-Señora (3981 m.) y Uchuc-Señora (3965 m.); a muy pequeña profundidad, está el arenal de Misanapuesto (3832 metros.).

Desde Guantohaló, se ve, atrás del Quilotoa a unos cerros que sobresalen y pertenecen al brazo occidental de la cordi-

llera, también occidental de Latacunga, la cordillera de Chugchilán. De sus cúspides se podría divisar al Océano Pacífico, si se lograra alguna vez que en la región de los bosques del país bajo, desapareciera la atmósfera de polvo y nubes, que perpétuamente domina allí.

La serranía que hemos designado como cordillera occidental de Latacunga se divide, como ya dejamos dicho, por el río Toachi en dos ramales, el uno, oriental, el otro, occidental. Aquél, visto desde Guantohaló, se halla a la izquierda del Quilotoa, con los cerros de «El Hospital» y de Pazuandín, quedando, al contrario, el occidental, a la derecha, con los principales picos, Huisana, Cerro Puntas, Ñuñu-urcu y Punchusagua. Los dos ramales, que para mayor comodidad en la descripción topográfica designa el Dr. Stübel, al oriental, como cordillera de Guangage e Isinliví, al occidental, como cordillera de Chugchilán, se reúnen atrás (al sur) del Quilotoa en la cordillera de Zumbagua y Angamarca.

También hemos dado a notar que, la cordillera occidental de Latacunga, en lo esencial, se compone de rocas antiguas, especialmente de *porfiritas*, junto a sedimentos de la formación cretácea; sin embargo, en algunos puntos, de reducida extensión, se presentan rocas *andesíticas* modernas y, en verdad, sin que se den a conocer sus yacimientos, por su configuración exterior, como montañas volcánicas. Uno de estos puntos es el Quillu-urcu, a cuyo pie se halla la hacienda de Zumbagua.

Qué extensión haya tenido la planicie de tobas que sepultó a toda la parte inferior del Quilotoa, antes de que el río Toachi, haya abierto en ella su profundo valle, nos podemos formar una idea, cuando encontramos los restos de estos yacimientos de tobas de igual potencia, contiguos a las cordilleras de Guangage y Chugchilán y que se prosiguen hasta Sigchos. por consiguiente, hasta muy abajo del valle del río Toachi.

Por todas partes, la erosión ha efectuado la formación de mesetas grandes y pequeñas, produciendo tal configuración en el suelo, que presenta inusitada dificultad para el movimiento comercial, pues en los valles estrechísimos, no encuentran sitio ni los pueblecitos ni haciendas y toda la agricultura ha tenido que domiciliarse en las mesetas, más favorables, aunque estas son también en alto grado, inaccesibles por las profundísimas quebradas que las separan. En esta cir-

cunstancia reside, en su mayor parte, lo característico de la comarca.

Como ejemplos de tales establecimientos de difícil acceso, mencionamos el pueblo de Chugchilán, y las Haciendas, Moreta, Moyabamba, Guayama, Anzhi, Pilaputzín y Chaupi.

Ahora, si de Guantohaló que queda al norte del Quilotoa, nos trasladamos a un punto que quede al sur, por ejemplo, a Yana-allpa, cerca de la hacienda de Zumbagua (3560 m.), este cambio ocasiona que el cerro Hoyantic, el punto más alto de la valla del cráter, queda a la derecha del espectador. Hataló-loma, un importante punto de orientación, se nos presenta como arista izquierda de aquella valla. Por lo demás, la coronación del cráter, entre estos dos puntos, se caracteriza por un desarrollo muy regular. Que la circunvalación del Quilotoa, aparezca tan baja, obedece precisamente a la circunstancia, que en este lado de la montaña, la planicie de tobas que le rodea, alcanza gran extensión y el corte del río Toachi, está muy separado de su base. La dilatada planicie de tobas que va desde Yana-allpa a la valla del Quilotoa, se conoce con el nombre de Chamí, descomponiéndose este nombre en Chamí grande y Chamí chiquito.

Ya la forma exterior del Quilotoa, permite concluir la existencia de un gran cráter. Escarpadas y desgarradas las faldas exteriores, no son un obstáculo, para ascender hasta su cúspide. Al llegar al filo occidental, a Hataló (3907 m.), se abre o los pies del viajero, la espaciosa caldera, en forma de embudo y que sirve de receptáculo, al lago azul verdoso.

Contemplando este cráter enorme, inmediatamente se viene a la imaginación del geólogo la pregunta: ¿cual ha sido su génesis, cómo se ha originado?, y esta pregunta tampoco puede alejarse de la que se relaciona con el origen de la montaña misma. Habría que averiguar si esta última se formó por el acto *de una sola erupción* o por *una serie de ellas* y, con esto, si el cráter sea *una formación original*. o si por una renovación de la actividad volcánica, nació y obtuvo la forma que hoy posee. Influye en la solución de éstos problemas, la circunstancia de que el Quilotoa esta rodeado, como ya hemos insistido de una extensa planicie de tobas, cuya masa, necesariamente, debe traerse en relación genética con aquél, ya que ella consta de los mismos materiales *dacíticos*, que arman a la montaña propiamente dicha.

Para las otras montañas volcánicas del Ecuador, como por ejemplo, el Pambamarca, el Mojanda, el Imbabura y otras más que, como el Quilotoa, se han depositado en sus bases, poderosas masas de tobas, no es difícil la explicación de su origen, puesto que necesariamente, no deben provenir de la montaña misma, en su total circunvalación, sino que, posiblemente llegaron por transporte, desde comarcas lejanas.

Si bien es verdad que, en el valle del río Toachi, las relaciones de yacimiento de las tobas, nos podrían indicar una *deposición sedimentaria*, con todas las condiciones del terreno de la comarca, no permiten la suposición de la existencia, en otro tiempo, de un gran lago, como en las hoyas relativamente planas de Riobamba, Latacunga-Ambato, Quito e Ibarra (Dr. Stübel).

La relación entre la masa de los materiales flojos con la de las rocas compactas, es en el Quilotoa, completamente inusitada, pues la primera prevalece enormemente sobre la de los materiales emitidos en estado ígneo-fluido y, que ahora, se encuentran formando bancos sólidos de roca. A pesar de esta peculiaridad característica del Quilotoa, el Dr. Stübel opina, que no hay fundamento alguno para imputarle otro modo de origen, que el del Pichincha, Iliniza, Cotacachi, etc., según el cual, prosigue el sabio vulcanólogo, todas las montañas volcánicas, se edificaron **POR UN SOLO ACTO ERUPTIVO PODEROSO, y probablemente de LARGUISIMA DURACION.** Tampoco se puede concebir la formación de su cráter en una época posterior y muy distante de la primera actividad volcánica; al contrario, la falta absoluta de corrientes de masas de lava modernas, nos atestiguan que, el Quilotoa, desde que concluyó su construcción, no ha desempeñado papel alguno, como mediador para la emisión de materiales ígneo-fundidos y de esto también, que sea inverosímil en alto grado, una diferenciación de actividad, en la *meramente explosiva*.

Lo único que podría obligarnos, dice el Dr. Stübel, para aceptar un origen posterior del cráter, sería la demostración de que, el material de la meseta de tobas, que rodea a la montaña, y que necesariamente debe ser el producto del Quilotoa, se haya depositado en un período relativamente reciente; pero tampoco se puede aducir esta demostración, ya que habla en favor de una íntima dependencia genética, la homogeneidad del material de ambas formaciones de tobas, la de

la meseta y la de la montaña misma y, en manera alguna, para una división temporal entre ellas. Por consiguiente, se caería en error, si se opinara que la formación del cráter, esté ligada con la expulsión de grandes masas de materiales flojos, como el último acto de la monstruosa erupción que levantó a la montaña volcánica Quilotoa.

Que la forma del cráter, en el transcurso del tiempo, haya experimentado muchos cambios, es tanto mas probable, cuanto que, el material que edifica sus murallas, está sometido, en alto grado, a la fragmentación y resbalamiento. Aquellas murallas en gran parte constan de *dacítas*, holocrystalinas, fácilmente desmenuzables y propensas a la formación de *pómez*, las que, a pesar del aspecto fresco de sus minerales constitutivos, se descomponen con facilidad en cascajo, en una palabra, su configuración es tal, que a menudo, el geólogo no se atreve a distinguir si es una *dacíta* que, algo descompuesta, forma bancos en la montaña, o mas bien, son materiales flojos eyectados que se han endurecido en una especie de roca compacta.

En el interior del cráter, sorprende la rapidez de su amurallamiento, rapidez que se suaviza sólo en pocos sitios, por la acumulación de masas de *tobas* y escombros derrumbados. El mayor derrumbamiento de esta clase, se halla en el lado occidental del cerro, cerca de Hataló-loma y que facilita el acceso al lago y, al mismo tiempo forma una pequeña península.

El que no se presente con claridad, la estructura en capas de las murallas interiores del cráter, como sucede en los cráteres y calderas de otras montañas volcánicas, obedece, en parte, a las condiciones de las rocas, arriba mencionadas y, en parte, al desarrollo de una compacta vegetación de zarzales, la que, tomando en consideración, su alta situación, parece indicar que allí reinan condiciones climatológicas, inesperadamente favorables.

Cerca del filo izquierdo, se observan yacimientos de *tobas*, cuyas capas no caen al exterior sino al interior del cráter. Este fenómeno local, manifiestamente, no está ligado con la formación original del cráter, sino, más bien es un fenómeno de segundo orden.

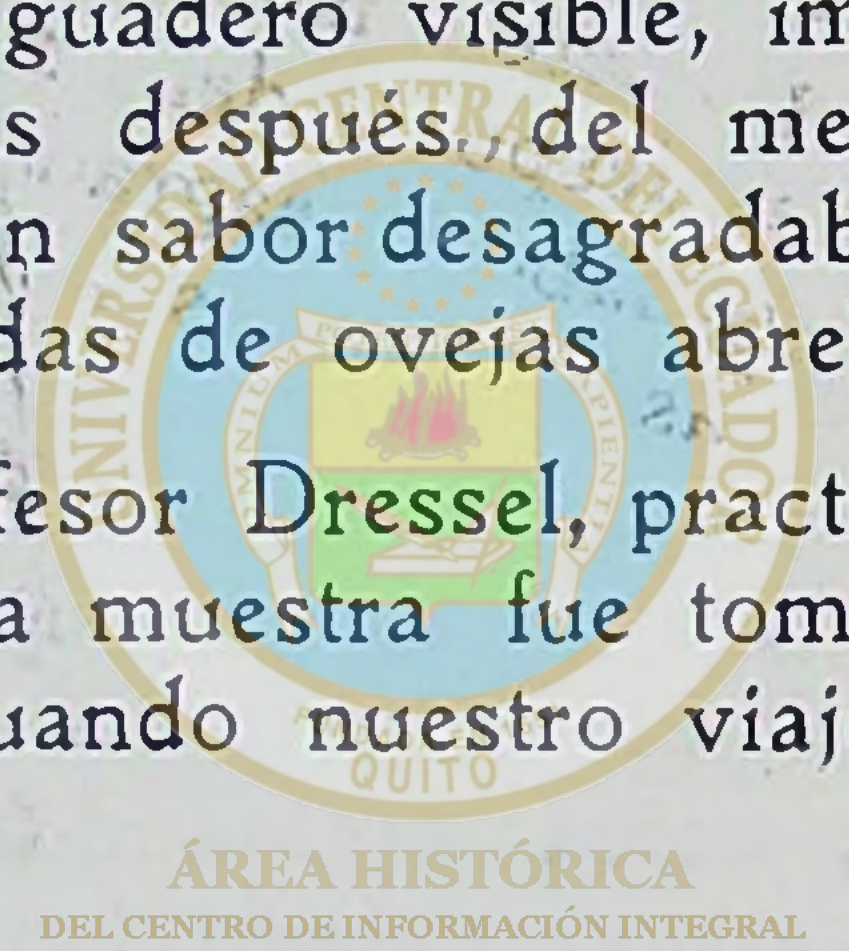
De los diferentes picachos de la coronación del cráter, sólo uno es visible desde Hataló, el cerro de Hoyantic o pun-

ta de Zhalalá, que se levanta a 440 metros sobre el nivel de las aguas del lago. Inmediatamente a su derecha, se encuentra la mayor depresión de la valla, una ensillada que tiene sólo 211 metros, sobre aquel mismo nivel. El segundo picacho más alto se llama Hatun-Señora (411 m. sobre el lago) y queda a la izquierda del observador.

El cráter del Quilotoa se asemeja a un embudo, lleno hasta cierta altura con agua y, el nivel del lago se corta con tanta precisión, en los rápidos declivios que, entre éstos y la línea de las aguas, no hay siquiera el suficiente espacio para un sendero de a pie. En esto se distingue muy notablemente el lago del Quilotoa, del *cráter-lago* del Mojanda, puesto que las orillas de éste son planas casi en todo el contorno. Hasta hoy no se conoce la profundidad del lago del Quilotoa.

La temperatura del agua del lago, desprovisto éste, por otro lado, de un desagadero visible, importa, según dos observaciones verificadas después, del medio día, 17,5 grados centígrados. Tiene un sabor desagradable, salino y amargo, sin embargo las manadas de ovejas abreban en él.

En 1875, el Profesor Dressel, practicó el análisis químico de estas aguas (la muestra fue tomada el 25 de marzo de ese mismo año, cuando nuestro viaje al Quilotoa). Encontró en un litro:



Sulfato de calcio.....	0,5634
Sulfato de potasio	0,0479
Cloruro de potasio	0,0068
Cloruro de sodio.....	3,4910
Cloruro de magnesio	2,0443
Bicarbonato de magnesio	0,5803
Bicarbonato de hierro.....	0,0275
Oxido de aluminio.....	0,0538
Sílice	0,0918
Suma	6,9068 (1)

(1) A insinuación mía, el inteligente y distinguido Profesor Dr. Enrique Torres O., analizó las aguas del lago Quilotoa, a los 56 años del primero verificado por el Profesor Luis Dressel. Los resultados obtenidos por el Dr. Torres O. tenemos el honor de publicarlos, como apéndice de esta memoria.

No se hallan vestigios de que, el Quilotoa, después de concluida su construcción, haya desempeñado el papel de mediador, para erupciones posteriores, especialmente para efusiones de lava y erupciones de cenizas modernas. Las llamas que se dice, habrían salido inmediatamente del agua de su cráter-lago, las subidas repentinas de su nivel a 50 o más metros, son noticias que se pueden, sin vacilación alguna, relegar al dominio de las fábulas.

Los fenómenos extraordinarios, acaecidos en el Quilotoa, durante el tiempo histórico, deben limitarse a derrumbamientos, que manifiestamente han tenido lugar en las paredes escarpadas del interior del cráter; por ellos, las masas de rocas desprendidas y precipitadas al lago, podían ocasionar una notable subida del nivel de las aguas. Además, se podría concebir, de acuerdo con la opinión del Dr. W. Reiss, que el reducido desprendimiento de gases que se observa aún en el día, en algunos puntos, haya aumentado temporalmente y, por consiguiente, haya parecido que, aquí y allá, la superficie del agua estaba en ebullición.

La temperatura de 17,5 grados del agua del lago, ciertamente pasa con 3 a 4 grados, a la media que se puede observar en las acumulaciones de aguas, situadas a esa altura (3.600 metros) y en las horas del medio día; pero, de esta observación no se puede concluir, de un modo absoluto, la existencia de fuentes calientes en la profundidad del lago y, más bien nos explica suficientemente, la calefacción de la capa superficial de agua por los rayos solares, cuya acción debe ser considerable en esa profunda caldera, cerrada circularmente. Pero, aún cuando llegase al lago, una cantidad más o menos considerable de agua caliente, esta circunstancia no presta apoyo para la aceptación de que, el Quilotoa, en el tiempo histórico, haya manifestado una actividad volcánica.

La génesis del Quilotoa, según el Dr. W. Reiss, el primer explorador científico que lo visitara, habría sido la siguiente:

«Cuando el valle del Toachi, ya se encontraba escabado, si le imaginamos limpio de todos los depósitos volcánicos, principiaron erupciones, en el fondo mismo de ese valle, en la mitad de su curso, entre su origen y su confluencia con el río de Hatuncama. Lavas andesíticas muy viscosas, se amontonaron al rededor del punto de erupción, sin extenderse en corrientes largas y estrechas, es decir, sin formar corrientes de lava parecidas a las del Vesuvio, del Cotopaxí o del Anti-

sana, verificándose, al contrario, la acumulación de la lava, de la misma manera que se pudo observar en las erupciones del año de 1866, en la isla Kaimeni de Santorin, en el archipiélago de las Cícladas, en los mares de Grecia».

«Probablemente, duraron por larguísimo tiempo estas erupciones, acompañadas por explosiones fuertes de gases y vapor de agua, que, reventando y destrozando las lavas, lanzaban cantidades inmenzas de cenizas y pómez en forma de lapillis, los que, cayendo al rededor del cono, llenaban los intersticios de las lavas con tobas y produciendo los materiales para los depósitos en el valle del Toachi. Esto no puede dejar duda que los productos volcánicos, amontonados de esa manera, en el centro del valle, impidieron el curso a las quebradas y ríos, cuyas aguas, mezclándose con las cenizas y cascajos, debían causar de tiempo en tiempo, avenidas de lodo, que descendieron a la parte inferior del valle».

«Las lluvias y tempestades causadas por las grandes exhalaciones de vapor de agua, lavando las faldas de los cerros, trabajaban también en la formación de las mesetas de tobas, acarreando al fondo del valle, los materiales depositados por las caídas de cenizas en las partes altas de las serranías. Si en el principio no se formó sino un cerrito pequeño, en el fondo del valle, aislado de ambas cordilleras, después debía ensanchar poco a poco su base hasta ocupar todo el ancho del valle y reunirse con los cerros del oeste. A medida que iba creciendo el cono, iba también aumentándose el volumen de las eyecciones lanzadas por las explosiones en el centro del cono».

«Parece que en el Quilotoa, como muchos cerros volcánicos, continuaban por muy largo tiempo las explosiones, después de la última emisión de lava y, estas explosiones, destruyendo una gran parte del cono, *hicieron volar*, poco a poco, su parte central, acabando de formar de esta manera, el cráter grande y profundo que sirve hoy de receptáculo a la laguna de agua tibia y salada. Así se explica el hecho de que, el cono está enterrado tan hondamente entre las tobas y capas de piedra pómez. Las aguas de las lluvias, reuniéndose de todos los lados y no encontrando salida, llenaban poco a poco el fondo del cráter, formando de esta manera a la laguna, que hoy día tiene sus desagües subterráneos, sin lo cual debía subir de año en año, como la evaporación en esta altura, no puede equivaler al aumento causado por las lluvias; sin embargo, exis-

te otra causa que hace levantar, poco a poco, el nivel de las aguas, y éstos son los muchos derrumbamientos que bajan continuamente de las peñas empinadas, llenando el fondo del cráter, y disminuyendo de esta manera su profundidad».

«Los últimos indicios de la existencia de los gases y vapores, que han desempeñado un papel tan notable en la historia del Quilotoa, se encuentran en la temperatura elevada de la laguna y en las burbujas de gas que atraviesan el agua, y parece muy probable que las diferentes *reventazones* mencionadas en tiempos históricos, deben reducirse a un aumento de estas exhalaciones, que causaron un tal movimiento en la laguna, que toda el agua pareció en estado de ebullición. La muerte de algunos animales y el color negro que luego tomaba la carne de los cadáveres, como también el secarse los rastros en algunas partes de las peñas, se explica muy bien, con la presencia del ácido carbónico y del hidrógeno sulfurado. Las llamas que salieron de la laguna son, sin duda, una invención de los indios, de éstos, porque ningún blanco, jamás ha sido testigo ocular de una erupción. Ni en el estado de tranquilidad absoluta en que se encuentra hoy el Quilotoa, se atreven los blancos a bajar al cráter de miedo que los *trague la laguna*; sin embargo que los indios van todos los días a abreviar sus ovejas en el agua salada. Los pocos blancos que pretendan haber visto una erupción, no se han acercado al filo del cráter, sino unos seis u ocho días después del fin del fenómeno».

«Parece que el derrumbamiento en la parte occidental de las peñas del cráter, se extendió antes, mucho más adentro de la laguna, formando, según la descripción de algunos habitantes viejos, una península de bastante superficie para ofrecer pasto para algunos animales. Compuesto en su mayor parte de tobas delesnables y despedazadas por la caída desde las peñas altas, se desmoronaba poco a poco bajo la influencia del agua de la laguna y al fin, acabó por desaparecer casi completamente. Esta es la *gran insula* del Padre Velasco, que *desapareció sin que el nivel del agua se levantase hasta sesenta varas*».

«Los apuntes vagos del P. Velasco no merecen más crédito que las tradiciones, muchas veces contradictorias, de los indios, que he podido recoger en las viviendas al contorno del Quilotoa, y de las cuales he referido lo más esencial y lo más probable. Seguro me parece que nunca hubo ver-

daderas erupciones porque no se encuentran ni cenizas ni cascajos que puedan atribuirse a los tiempos históricos. Las exageraciones del peligro se explica bastante, según mi opinión, si se considera el carácter y la relación social de las dos razas que habitan el país, la una, como dueño absoluto de los terrenos y de sus habitantes, la otra, como siervos sin propiedad ninguna, y hay que contar también con la astucia de los débiles para sacar provecho hasta de las preocupaciones de sus opresores».

«El bosquejo sucinto que he dado del Quilotoa y de la historia de su formación, no solamente da razón de la existencia de las mesetas de toba, del conjunto de masas de andesitas y de tobas en el cono, de la excavación del cráter profundo y de la manera como éste se ha llenado con agua tibia y salada; sino, también demuestra que nunca ha existido un cerro alto de cuyo hundimiento hubiese podido resultar esta reunión de fenómenos que se observan en el valle del Toachi. Esta idea del hundimiento de un cerro alto, tiene tan poca razón en el Quilotoa, el Altar, el Carihuairazo, el Mojanda, el Pichincha y el Cuicocha, como es infundado el temor de que, tarde o temprano, se han de *asentar* el Chimborazo y el Cotopaxí». (1)

Cuando en Marzo de 1875, visitamos al Quilotoa, al Profesor Luis Dressel, no le pareció tan sencilla, la explicación del Dr. Reiss, sobre el conjunto de fenómenos que concurrieron para la formación del lago, a tanta altura, en un cerro tan aislado, conservándose el agua a un nivel casi constante. He aquí, como manifiesta esto dicho Profesor:

«Lo primero que se le ocurre a uno, al leer lo que acabamos de copiar (la explicación del Dr. Reiss), preguntar, por qué en este caso los cráteres que se hallan a igual altura, no tienen igualmente lagunas? ¿Por qué en el Tungurahua por ejemplo, no la hay? En segundo lugar, dado que la cantidad de agua se explique suficientemente por las lluvias, y que su carácter salino se pueda atribuir a la extracción de las sa-

(1) Carta del Dr. W. Reiss a S. E. el Presidente de la República, sobre sus viajes a las montañas del sur de la Capital. Quito, 1873. W. Reiss: Bericht über eine Reise etc. Zeitschrift der deutsche geologischen Gesellschaft. 1875.

les de las tobas volcánicas; su temperatura tibia no se concibe sin admitir fuentes termales o, a lo menos, los vapores de fumarolas en el fondo del lago».

«Ya que no se puede suponer que el cráter sea como una caldera inmensa, en la cual se calienta sobre el horno volcánico, el agua de las lluvias. El calor volcánico que, en un tiempo anterior, sin duda calentaba a todo el cerro, hoy día se ha retraído a profundidades tales, que no le dejan influir sobre dicha agua. Fuera de esto, la explicación dada, no toma en cuenta para nada, la circunstancia del terreno flojo que compone a todo el volcán. Consta del mismo material que las mesetas que le circunvalan, las cuales son, como lo dice el mismo Dr. Reiss, por la porosidad de sus capas, sumamente permeables a las aguas; de tal suerte que los pueblos edificados sobre ellas, suelen sufrir mucho por la falta de agua».

«En vista de esto, parece que, lejos de subir, debieran más bien descender las aguas de la laguna; aunque las lluvias, sobre el Quilotoa, fuesen excepcionalmente abundantes y frecuentes. Mas, sin embargo, como el nivel del lago, permanece aproximadamente, constante, preciso es que haya una causa que impida la impermeabilidad del terreno, por ejemplo, descomposición de las tobas, o que existan surtidores permanentes, que compensen las pérdidas causadas por la infiltración, al través de las capas del volcán. Que existen tales infiltraciones, lo prueban los manantiales tibios y salados que hay al pie de las faldas exteriores (habla de ellos, también el Dr. Reiss). Con todo, hay que advertir que personalmente, no tengo datos suficientes, acerca de su número y cantidad de líquido que se resuma, para poder formar un juicio aproximado sobre lo que de esta manera pierda el lago interior y, es muy factible que las tobas descompuestas por las infiltraciones, se hayan transformado en masas muy poco permeables y que así pueda conservarse el lago, en su estado normal. Pero, sin investigaciones más exactas, nada se puede decidir con precisión absoluta sobre este particular».

«Tampoco, en lo que toca a la evaporación, se puede deducir de ella, supuesto que crece con la altura y con los vientos que, en un punto tan elevado y aislado, deben ser frecuentes. Por lo tanto, si el lago se alimenta únicamente con las aguas atmosféricas, lo que no se puede negar de una manera absoluta, y si se necesitan para eso abundantes precipitados

acuosos meteorológicos, su causa principal se debe buscar en las corrientes de aire que suben por el valle del Toachi, llevando consigo, desde parajes más calientes, de la costa, humedad en abundancia. Decreciendo la tensión de esta por la rarefacción del aire y descenso de la temperatura, en las alturas del Quilotoa, se condensa al tocar al cerro, envolviéndole en nieblas y nubes». (1)

Como complemento de estos rasgos sobre el Quilotoa, exponemos algunas ideas generales sobre la constitución geológica de la región.

Los dos ramales de cordillera que forma el río Toachi y que hemos llamado, al oriente, Cordillera de Guangage e Isinlivi, y al occidente, Cordillera de Chugchilán y Sigchos, constan de rocas sedimentarias de la época cretácea, atravesadas en todo sentido, por filones (dikes) y masas de rocas eruptivas antiguas y cubiertas por lavas recientes.

En el ramal oriental, se encuentran *dioritas anfibólicas cuarcíferas*, en la quebrada de Mulinlivi, camino de Pujilí a Tiopullo. La parte más setentrional de esta Cordillera de Isinlivi, las «Peñas de Topalivi», está cubierta por lavas de gran uniformidad. Son principalmente, *andesitas piroxénicas*, pero, también, en parte, *andesitas anfibólicas*. Más hacia el sur, en la comarca «Mina de Azufre» y del lago «El Salado», igualmente, están muy difundidas las *andesitas piroxénicas*. En las cercanías de la Mina de Azufre, que hay allí, estas rocas están fuertemente descoloridas y descompuestas, con una capa de azufre.

En el cerro Amena, cerca de Tigua, en el cerro Nanhuirag, cerca de Isinlivi, por todas partes se encuentran *andesitas piroxénicas* y, también, entre Guantohaló y Tigua y en la región de Huincapana. *Andesitas anfibolo-piroxénicas propiliticas*, se hallan más arriba de Guangage y, completamente iguales son las de las poderosas peñas de la hacienda de Tigua. En la parte superior de esta serranía, allí donde el Quilotoa, cierra el valle del río, se presentan también *dacitas anfibólicas*, como bloques sueltos, en la formación pumícea que existe allí.

En el ramal occidental del valle del Toachi, la cadena de Chugchilán y Sigchos, predominan las rocas antiguas in-

(1) Luis Dressel: Estudio sobre algunas aguas minerales del Ecuador.—Quito 1876. Pág. 33.

trusivas. Así se encuentran las *dioritas anfibólicas cuarcíferas*, en el pueblo de Sigchos y al occidente del Cerro Puntas, cerca de Rumi-pungo, en grandes peñas, hacia Quevedo. En este último lugar se hallan también, *porfiritas diabásicas*; además, allí *arman* principalmente, rocas sedimentarias, frecuentemente, en capas levantadas rápidamente. Faltan las *andesitas*, pero, las lomas y declivios de estas montañas, están cubiertos de *productos eruptivos dacíticos* del Quilotoa. En su mayor parte son, *dacíticas anfibólicas pumíceas*, y tales se encuentran, por ejemplo, en el páramo sobre Chugchilán, cerca de Moyobamba y cerca de Sigchos.

El valle del río, propiamente dicho, entre estos dos sistemas de montañas, está lleno de monstruosos yacimientos de tobas y *brechas volcánicas*, cuya formación se designa, en el país, con el nombre de *Piedra Pishilata*. En Tigua, queda, a cerca de un pie debajo de la superficie de esta formación pumícea, un gran yacimiento de *turba*. Por entre aquellas tobas salen a luz, rocas sedimentarias, como *areniscas* y *pizarras*, éstas, en parte, *bituminosas* y con *impresiones de plantas cretáceas*, como por ejemplo, en el río Sivi.

El río Toachi mismo, es muy rico en guijarros arrastrados desde las montañas vecinas. En su lecho se hallan tanto *dioritas*, *porfiritas* y *porfiritas diabásicas*, como *dacitas* y *andesitas*. En el suelo de este valle de erosión, en algunos sitios, *arman porfiritas*. Completamente en el fondo del mismo, como ya lo hemos dicho, se levanta el Quilotoa. En su base, por ejemplo, cerca de Anshi, se encuentran *andesitas piroxénicas* descompuestas, pardas, rojas y verdosas. Pero, sobre las alturas, todo está cubierto por los *materiales dacíticos*, eruptivos del volcán. Estas *tobas dacíticas*, cerca del mismo Anshi, están cubiertas abundantemente por *estalacticas de cal*, deposiciones de las fuentes calientes que allí existen. Las minas se hallan en la cúspide del Quilotoa, en la orilla occidental de la laguna, estando aquí las *dacitas*, esencialmente muy descompuestas, bien sea, por los ácidos y gases que contiene el agua, bien sea, por la actividad de las fumarolas.

La Cordillera de Angamarca y Llangagua, que se extiende al sur de esas montañas, está igualmente constituida, en su fundamento, por rocas sedimentarias. Aquí, también, como allá, estas últimas están atravesadas por rocas intrusivas y cubiertas con *lavas andesíticas* y *tobas*. De las rocas sedimentarias, las más abundantes son, *conglomeratos cuarci-*

feros, areniscas-Nagelfluhe, así, por ejemplo, en Panza y Tí-tuañez, en las cercanías de Angamarca. Arman *diabasas* en la orilla derecha del río Guambeña, cerca de la Quebrada de Cachi-yacu; *porfiritas*, en Angamarca, *diabasas porfidícas*, en el Hondón de Pigua y en el filo, entre Zarripo y Milín, en la Cordillera de Llangagua.

Andesitas piroxénicas se hallan cerca de Mula-coral, en la Cuchilla de Angamarca, cerca de Tixán y cerca del mismo pueblo de Angamarca. Rica en ellas es también la región de Quillu-urcu, formando allí la cúspide, sobre Rumí-cruz y la loma de Chimbu-cucho. Junto a las mismas, se presentan también, *andesitas anfibolo-piroxénicas*, así como *andesitas anfibólicas*. Las primeras construyen la cúspide de Muru-urcu y se encuentran también en la Cuchilla de Angamarca y en el filo de Tixán. Las últimas están repartidas en el filo de Puca-yacu, en el Picacho de Santu-urcu, más arriba de Zumbagua y en la región volcánica del Quillu-urcu; por ejemplo, en los Picachos de Guantopolo y cerca de Yurac-rumipungo, formando la estructura del Cerro Quillu-urcu mismo.

En la Cordillera de Llangagua, las *andesitas piroxénicas* componen las peñas del Remolino, sobre la vaquería de Milní y forman principalmente las rocas de Lozan-perfecto. Juntas también se encuentran aquí, en los yacimientos de tobas, *andesitas anfibólica* y *micácea* de hábito pumíceo y fragmentadas perlíticamente.

Finalmente, la región montañosa del Cerro Quispicasha, consiste principalmente de *andesitas anfibólicas*, sin embargo, no faltan, en sus más próximos contornos, *andesitas anfibolo-piroxénicas*. Témpanos de lava roja, parduzca o amarillenta, fragmentada muchas veces en planchas (lajas), cubren a todos los declivios de la montaña y constituyen la masa de su cúspide, prestándole el color rojo, visible desde muy lejos y de allí, el nombre de Puca-Casaguala, que también así se llama.

Para ser, en lo posible, completos en este ensayo de monografía del Quilotoa, transcribimos las apreciaciones que hizo el Dr. T. Wolf, acerca de la pretendida *actividad histórica* del Quilotoa.

En la «Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador», encontramos lo siguiente:

«1725.—En este año, Velasco menciona, por primera vez unos fenómenos muy particulares en el lago que se halla en

el cráter del Quilotoa, en la provincia de Latacunga, fenómenos que después se han repetido, según dice él. Afirma que el agua subió 70 varas y cubrió la isla que había existido antes, y que *arrojó llamas de fuego de en medio de las aguas* (Velasco I. 12). Ya a La Condamine, habían contado cosas semejantes, pero se mostró muy incrédulo, tomando esta noticia, por un cuento de los indios, como él mismo confiesa (Voyage pág. 62). Sin embargo, en consideración a las noticias posteriores sobre el Quilotoa (o Quirotoa, que es lo mismo), no querría rechazar simplemente como fábula, lo que refiere Velasco; antes creo que su dicho tiene algún fundamento físico. Sin duda, Wagner, exagera demasiado la importancia del acontecimiento, interpretando las palabras de Velasco en el sentido de una gran erupción volcánica: «*La isla que se cubrió de agua, de repente se convirtió en cráter, arrojando escorias encendidas y vapores*» (Reis. im. trop. Am. pág. 455). Como a Wagner, las llamas le parecieron muy improbables, juzgó que debían ser *escorias encendidas*. Si consideramos que Velasco conoció muy bien las verdaderas erupciones volcánicas, que los fenómenos de este género, en el transcurso del tiempo por la larga tradición y, sobre todo, en la pluma de este historiador, en lugar de disminuir, aumentan y aparecen exagerados, debemos suponer que el referido suceso en el Quilotoa, fue de poca importancia. Volveremos a hablar de este lago en el año 1740, y sólo haré aquí una advertencia. El dicho de que, muchísimo tiempo antes, existió una hacienda con potreros y campos hermosos, que súbitamente fueron inundados, no tiene fundamento y pertenece a las fábulas, que en todos los países, se relacionan con muchos lagos. En Europa, habría sido un castillo o antiguo monasterio, el que se hundió, en el Ecuador, por supuesto, debía ser una hacienda».

«POR DICIEMBRE (1740), se dice que ardió de nuevo el lago del lago del cráter del Quilotoa. El Marquez de Maenza, propietario de la Ciénega, cerca de Latacunga, que en 1751 se halló en París informó a Mr. de La Condamine, sobre este acontecimiento. El lago, habría ardido durante una noche entera, las llamas habrían quemado todos los arbustos al rededor del lago y matado el ganado que pacía en las cercanías; después habría vuelto todo a su estado anterior (La Condamine, Voyage. pág. 62). En términos semejantes, se expresa Velasco, que aquí parece seguir a La Condamine; solamente

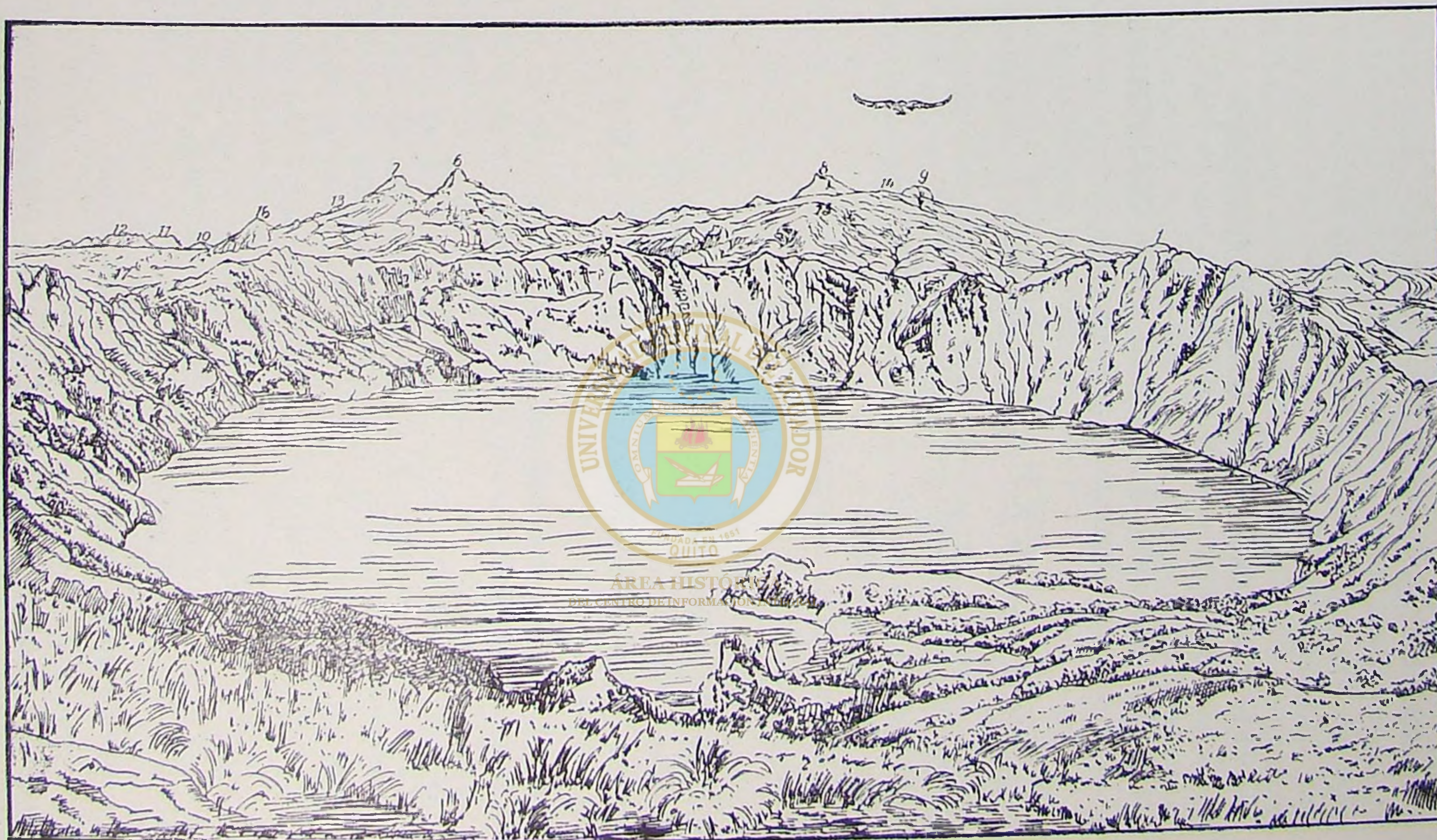
que, según él, apareció de nuevo la isla hundida, se quemaron hasta las rocas y se esterilizaron los campos (Vel. I. 12). Parece sospechoso el que la Condamine, que por setiembre de 1738 había visitado al Quilotoa, y que, en diciembre de 1740, se halló no muy lejos de esta montaña, no recibiera dicha noticia, sino once años después, en París».

«Alcedo menciona los fenómenos del Quilotoa, en los años de 1739 y 1743 (Dic. IV. 364).

Wagner dice: «Una segunda erupción fuerte de aquella isla sucedió en 1740. Todo el lago apareció en una iluminación maravillosa de llamas, como refiere el historiador (Velasco); pero sin duda fue solamente el reflejo de los proyectiles encendidos, el que iluminó el lago». (Reis. im. trop. Am. pág. 455). «¡La misma exageración que en el año 1725!»

«Las escasas noticias citadas, que tienen algo de misterioso, no son a propósito para dilucidar definitivamente la naturaleza del fenómeno en cuestión que, según es fama, se repitió varias veces aún después, siendo la última en 1859. Para poder establecer siquiera una conjetura probable, es preciso conocer de alguna manera el estado actual del Quilotoa. El Sr. Dr. W. Reiss, primer geólogo que, en diciembre del año pasado de 1872, examinó este volcán, tuvo la bondad de dirigirme una comunicación, de la cual tomo los datos siguientes».

«El Quilotoa es una montaña compuesta de lavas andesíticas y piedra pómez, en las faldas occidentales de la Cordillera occidental. Dichos materiales volcánicos con otros proyectiles han rellenado el profundo valle del río Toachi, ahondado en una formación eruptiva más antigua (de las rocas llamadas verdes). El cráter de este volcán extinguido tiene paredes muy empinadas, de cerca de 1000 pies de altura, y en su mayor parte, está ocupado por el lago. Al lado oeste del borde del cráter, baja una loma menos pendiente hasta el lago, formando una pequeña península. Esta prominencia en las paredes escarpadas, no es sino un gran derrumbo de las capas de toba volcánica, y se extendió un día, mucho más que ahora hacia la parte del lago, de manera que pudieron plantarse allí, algunas chozas y pacer el ganado. Pero, el agua que penetra fácilmente la toba floja, y el oleaje, aunque débil, sin embargo, continuo del lago profundo, desmoronaron y socabaron, poco a poco, el terreno derrumbado, y así la península, disminuyó cada día más y se redujo finalmente al resto pequeño que aún se conserva».



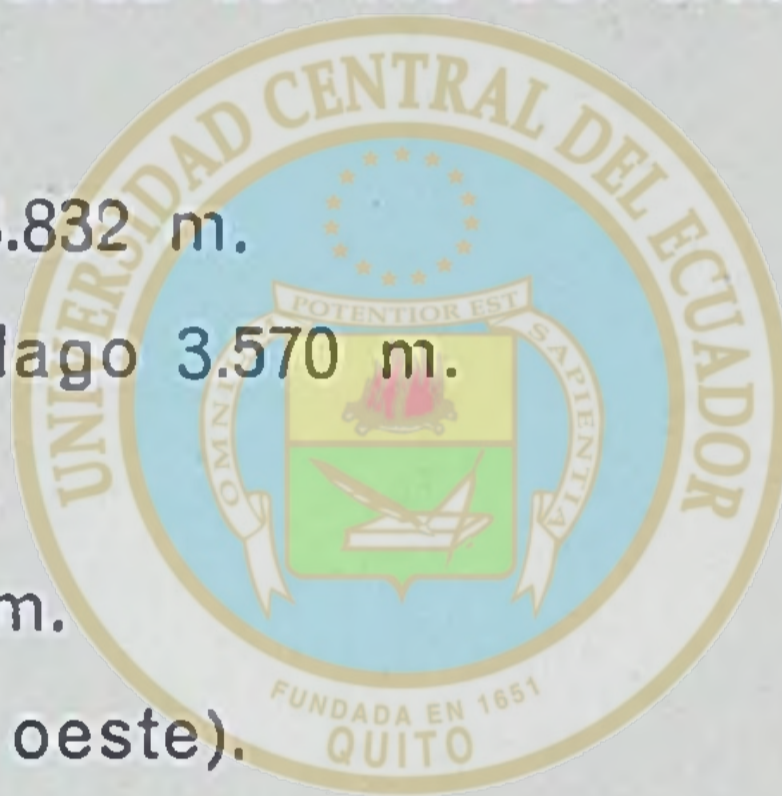
A. Stübel, Skizzen aus Ecuador.

R. Troya pinx, Marzo 1874

EL CRATER-LAGO DEL QUILOTOA

PUNTO DE MIRA: HATALO EN EL FILO OCCIDENTAL
DEL CRATER, 3.907 METROS.

1. El Huyantic (o Puerta de Zhalalá), punto más alto de la circunvalación del cráter, 4.010 m.
2. La escotadura más profunda del filo del cráter 3.781 m.
3. Caparrosa 3.915 m.
4. Arenal (Misanapueste) 3.832 m.
5. Nivel de las aguas del lago 3.570 m.
6. Iliniza: pico sur 5.305 m.
7. Iliniza: pico norte 5.162 m.
8. Cotopaxi 5.943 m. (lado oeste).
9. Padrerumi 4.292 m.
10. Atacatzo 4.539 m. (lado sudoeste).
11. Rucu Pichincha 4.737 m.
12. Guagua Pichincha 4.787 m. (lado sudoeste).
13. Cerro Corazón 4.787 m.
14. Tilincocha 4.341 m.
15. Patzuadin.
16. Cerro Umapana.
17. Nubes.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

«Esta explicación del Sr. Dr. Reiss, exacta, sin duda alguna, y conforme a la naturaleza, fue confirmada por la narración de un viejo Mayordomo de la hacienda de Tigua, quien afirmó que el lago, no había sido antes redondo como ahora, porque del lado oeste entraba un trozo considerable de terreno, que «iba derribándose», hasta que el lago tomó su forma actual.—Fácil es que, de estos sucesos, naciera el cuento de los terrenos inundados y de la isla hundida; porque desconociendo el pueblo, los fenómenos geológicos, es demasiado propenso a atribuir los efectos de los lentos procedimientos naturales, a causas instantáneas y violentas». (1)

Distancias desde Hataló-loma: al Iliniza, 33 km,—al Cotopaxi, 59 km,—al Quilindaña, 68 km,—al Chimborazo, 66 km,—al Guagua Pichincha, 68 km,—al Atacaso, 67 km,—al Corazón, 48 km,—al Tilín-cocha, cresta de la Cordillera occidental de Latacunga, cerca de 15 km,—al Quillu-urcu, cerca de 20 km.



NUEVO ANALISIS DE LAS AGUAS DEL CRATER-LAGO "QUILOTOA"

En el año 1875, el Padre Dressel, efectuó el análisis de agua de la laguna Quilotoa, y dió como resultado, las siguientes cifras:

Sulfato de potasio	0,0479	grms.	por	litro
Sulfato de calcio	0,5634	»	»	»
Cloruro de potasio	0,0068	»	»	»
Cloruro de sodio	3,4910	»	»	»
Cloruro de magnesio	2,0443	»	»	»
Bicarbonato de magnesio	0,5803	»	»	»
Bicarbonato de hierro	0,0275	»	»	»
Oxido de aluminio	0,0538	»	»	»
Sílice	0,0918	»	»	»

Suma total 6,9068 Grms. por litro

(1) T. WOLF: Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador. Quito. 1873.—Id. Id. (segunda Edición). Quito. 1904.

Advierte el autor, que por no disponer de la cantidad de agua necesaria, no pudo determinar la cantidad de calcio que se encontraba al estado de bicarbonato y que por lo tanto calculó todo el calcio, al estado de sulfato.

Por insinuación del Profesor Sr. Dn. Augusto N. Martínez, he efectuado el análisis de la misma agua, y los resultados obtenidos, van a continuación.

Extracto a 110°	11,9730 grms. por L
Pérdida por calcinación	1,0160 » » »
Sales fijas	10,9570 » » »
SiO ₂	0,1110 grms. por litro
SO ₄	2,3883 » » »
Cl	4,0470 » » »
CO ₃	0,5100 » » »
Al ₂ O ₃ y Fe ₂ O ₃	Vestigios » » »
Ca	0,8504 » » »
Mg	0,2691 » » »
K	0,2682 » » »
Na	2,5070 » « »
NO ₂	Vestigios
NO ₃	Pequeña cantidad
I y Br	No existen

Con estos datos calcularé la composición probable del extracto proveniente de la evaporación de 1 litro de agua.

La sílice se considera como que existe disuelta al estado de SiO₂. El Ion CO₃ se combina en primer lugar con el calcio, el calcio restante se combina con SO₄, el resto de SO₄ se une al Magnesio, y el resto aún al K, el resto de K, se combina con el cloro y el resto de Cl se une al Na; el resultado de estas reparticiones es el siguiente:

SiO ₂	0,1110		
CO ₃ Ca	0,8500	sobran	0,5104 de Ca
SO ₄ Ca,	1,7353	»	1,1534 de SO ₄
SO ₄ Mg	1,3322	»	0,0903 de SO ₄
SO ₄ K ₂	0,1636	»	0,1949 de K ₂
KCl	0,3723	»	3,8696 de Cl
NaCl	6,3765	»	0,0001 de Cl

Inmediatamente se nota que el total de sales disueltas ha aumentado considerablemente; el aumento representa en cifras exactas 4,0442 gramos por litro.

Un examen más detenido hace ver que:

la SiO₂ ha variado de 0,0918 a 0,1110 aumentada

el SO₄ » » » 0,4240 a 2,3883 aumentado

el Cl » » » 4,6448 a 4,0470 aumentado

el CO₃ » » » 0,4768 a 0,5100 aumentado

el Ca⁺ » » » 0,1658 a 0,8504 aumentado

el K⁺ » » » 0,2185 a 0,2682 aumentado

el Na⁺ » » » 1,3725 a 2,5070 aumentado

el Mg⁺⁺ » » » 0,6176 a 0,2691 disminuido

el Fe y Al⁺⁺⁺ a » » 0,0624 a vestigios disminuido

En definitiva, el ION que más ha aumentado es el SO₄⁻ y el que más ha disminuido, el Mg⁺⁺.

Cómo se pueden explicar estos cambios? La evaporación sería un factor de concentración, pero en este caso, todos los elementos deberían aumentar en la misma proporción, hasta llegar a los respectivos límites de solubilidad, límites que, por otro lado, no han alcanzado ninguna de las sales en juego.

El volcanismo explicaría el aumento general de todos ellos, y en particular del SO₄⁻ pero, la disminución del Mg⁺⁺, es un fenómeno que no acierto a explicar.

Dr. Enrique Torres O.,

Profesor de Reconocimiento de Especies
Orgánicas en la Universidad Central.

BIBLIOGRAFIA SOBRE EL QUILOTOA

LA CONDAMINE: Journal du voyage fait par ordre du roi a l' Equateur. Paris 1751.

J. ORTON: Notes on the physical geography of the Andes of Quito. Americ. Journ. 45. 1868. p. 99.

J. ORTON: Geological notes on the Andes of Ecuador. Americ. Journ. 47. 1869. p. 242.

REISS U STÜBEL: Alturas tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1871, 1872 y 1873. Quito 1873.

TH WOLF: Geognostische Mittheilungen aus Ecuador, I-III. Neues Jahrb. 1874. IV. V. 1875.

W. REISS: Carta a S. E. el Presidente de la República, sobre sus viajes a las montañas del sur de la Capital. Quito. 1873.

M. WAGNER: Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. Stuttgart 1870.

W. REISS: Ueber eine Reise nach dem Quilotoa und dem Cerro Hermoso in den ecuatorianischen Cordilleren, Z. d. g. G. 27. 1875.

L. DRESSEL S. J.: Estudio sobre algunas aguas minerales del Ecuador. Quito 1876.

L. DRESSEL S. J.: Erinnerungen aus Ecuador. Stimmen aus Maria Laach. XVI. XVII. Freiburg i. Br. 1878 1879.

J. KOLBERG: Nach Ecuador. Reisebilder. 3 Aufl. Freiburg i. Br. 1885

A. STÜBEL: Skizzen aus Ecuador, Berlin 1886.

T. WOLF: Geografía y Geología de la República del Ecuador. Leipzig 1892.

ADOLF KLAUTZSCH: in Reiss und Stübel: Das Hochgebirge der Republik Ecuador I. IV Río Hatuncama bis Cordillera de Llangagua. Berlin 1892—1898.

A. STÜBEL: Die Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897.

TEODORO WOLF: Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador. 2ª. Edición. Quito 1904.