

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
Ecuador _____

EL COTOPAXI Y LAS MONTAÑAS VOLCANICAS QUE
LE RODEAN: PASOCHOA, RUMIÑAHUY, SINGHOLAGUA,
Y QUILINDAÑA. _____

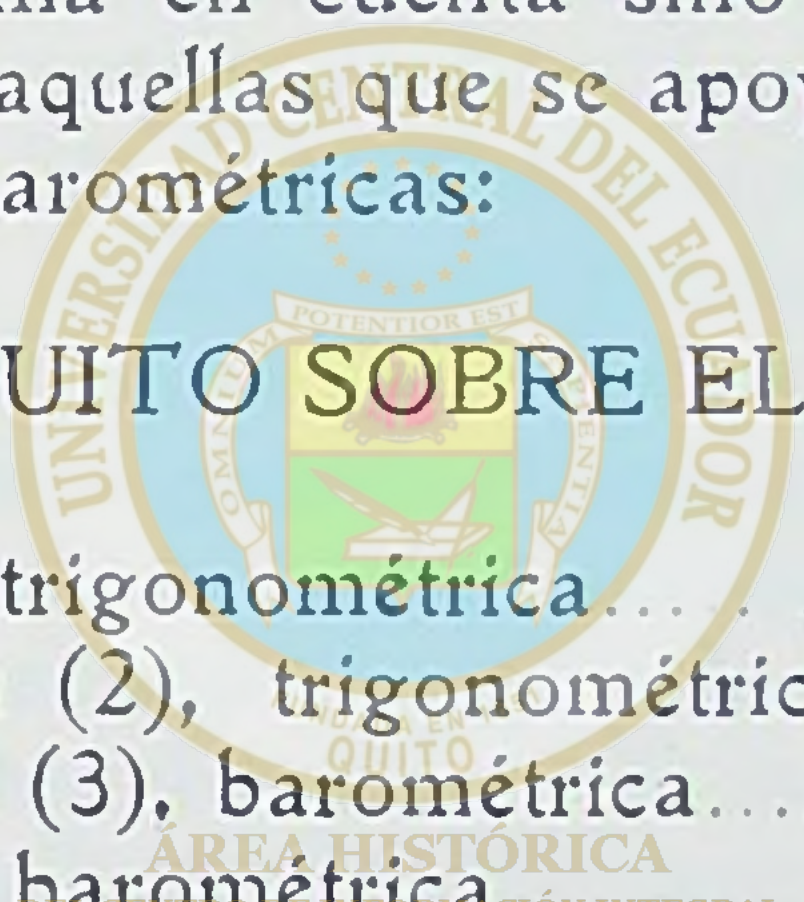
_____ (Continuación)

CONTRIBUCIONES PARA EL CONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA REGION VOLCANICA DEL ECUADOR

Se ve, por esta comparación, que no se puede encontrar error alguno esencial en el cálculo de las alturas de los Académicos Franceses, que desdiga lo que se ha dicho anteriormente; por tanto, debe considerarse como exacta la determinación de la altura de Caraburo.

Igual resultado se obtiene cuando se hace la comparación de las alturas para Quito. Existe una serie completa de medidas de altura de la Capital del Ecuador. Sin embargo, el Dr. Reiss no toma en cuenta sino las que parecen mejor fundadas, es decir, aquellas que se apoyan en un gran número de observaciones barométricas:

ALTURA DE QUITO SOBRE EL NIVEL DEL MAR



Bouguer (1), trigonométrica.....	2.857 m.
La Condamine (2), trigonométrica	2.850 »
Reiss y Stübel (3), barométrica.....	2.850 »
Whymper (4), barométrica	2.848 »
Hann (5), barométrica ...	2.855 »

Estas medidas se reparten en un espacio de tiempo de 150 años; además, los resultados obtenidos por Hann, se refieren a un año entero (1895-1896) de observaciones barométricas, practicadas por el Teniente Coronel Augusto N. Martínez. (6)

Las investigaciones anteriores le parecen al Dr. Reiss que prueban, sin dejar lugar a duda, la precisión de las medidas del Cotopaxi, verificadas por los Académicos Franceses, en tanto también cuanto ellas difieren de los resultados obtenidos más tarde por otros observadores.

-
- (1) Figure de la Terre, p. 124.
 - (2) Mesures, p. 56.
 - (3) Alturas tomadas en la República del Ecuador, I. p. 2.
 - (4) Whymper: Travels, p. 399.
 - (5) Meteorologische Zeitschrift, 1898, p. 288.
 - (6) Boletín del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Quito. Octubre de 1895 a Setiembre de 1896.

Por consiguiente, añade, sin vacilación alguna, hay que aceptar como ALTURA DEL COTOPAXI, ANTES DE LAS GRANDES ERUPCIONES DEL SIGLO XVIII, Y EN LOS AÑOS DE 1738-1740, según Bouguer y La Condamine, 5.750 metros.

No existe medida alguna del Cotopaxi, por A. v. Humbolt; da en toesas, en metros (1) y en pies (2), la altura de 5.754 metros; por tanto, una apreciación algo discrepante de la altura medida por Bouguer y La Condamine.

Tanto el diámetro del cráter del Cotopaxi (3), como también el límite de la nieve del mismo, fueron medidos por Humbolt, trigonométricamente, y así mismo, en los datos que nos da en su Nivellement barométrique (4), aparece que el Antisana fué medido de la misma manera (5), autoriza para aceptar que también la altura del Cotopaxi, haya sido medido trigonométricamente, y tanto más cuanto v. Humbolt describe con toda precisión, el punto del filo del cráter que le sirvió de mira para sus operaciones trigonométricas. (6)

Sin embargo, una nota de v. Humbolt la contradice, en la que estima la altura dada por Bouguer, como reducida. Boussingault afirma especialmente haber subido al Cotopaxi, hasta la altura de 5.746 metros, de modo que si sus medidas y las de Bouguer serían precisas, le habrían faltado para llegar a la cúspide, sólo cuatro metros. Por haber mencionado este intento de ascensión, dice A. v. Humbolt (7): «La avaluación de Bouguer es quizás demasiado pequeña, porque su cálculo trigonométrico, algo complicado, depende de la hipótesis que había adoptado para la altura de Quito». (8)

De esto resulta que Humboldt no tuvo en cuenta que sus propias medidas diferían sólo de cuatro metros, de las de

(1) Vues des Cordilleres, p. 43.—Recueil d' Observations astronomiques, I. p. 309. N°. 194.

(2) Kosmos IV. p. 283. 292. 322.

(3) A. v. Humboldt und A. Bonpland: Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, 1807, p. 51, Anm.

(4) Recueil d' Observations astronomiques, 1810, I, p. 309, N°. 194.

(5) Recueil d' Observations astronomiques, 1810, I, p. 190.

(6) Kosmos, IV, p. 354.—Edit. castellana, IV. p. 541.

(7) Kosmos IV' Edit. cast. p. 505.

(8) Este es también un error, pues todas las alturas de los Académicos Franceses, se relacionan a Caraburu; más tarde, Humboldt, tuvo que rectificarlo también en Asie Centrale, 1843, III, p. 254.

Bouguer. Pero decisivo es el hecho de que aquel sabio, en su libro «Hypsometrie der Vulkane», la altura dada para el Cotopaxi lleva la nota «según Bouguer». (1)

Respecto a Boussingault, ya el Barón de Thielmann (2), dice haber notado que: «el maestro, tan preciso y tan digno de crédito, se presenta muy dudoso en lo que se refiere a las medidas de alturas, por ascenciones a las montañas».

Es una feliz casualidad, dice el Dr. Reiss, que los Académicos Franceses pudieron ejecutar sus medidas antes de que el Cotopaxi, después de más de doscientos años de tranquilidad, haya ingresado en un período de actividad violenta. Con esto se presenta la circunstancia de poder demostrar los cambios de altura que ha experimentado la montaña, como el resultado final de las muchas erupciones que se han sucedido ahora con bastante rapidez, unas después de otras.

La Coddamine (3) dice que por las erupciones de 1743 y 1744, el cráter se habría ensanchado notablemente; que en general, habría habido una degradación, por consiguiente, del filo del cráter, sin que, con todo, el picacho más alto haya participado de este fenómeno. Desgraciadamente, nos faltan datos posteriores. Se transcurrieron más de 130 años, antes de que se practique una nueva medida del Cotopaxi.

En 1872, el Dr. Reiss determinó por tres medidas trigonométricas completamente independientes entre sí, la altura del pico noroeste del Cotopaxi; para ello fueron medidas tres bases cuya altura absoluta fué calculada barométricamente, con lecturas de este instrumento, siempre divididas en lo posible, regularmente, en diferentes horas del día.

El cuadro siguiente expone las medidas ejecutadas por el Dr. Reiss:

(1) Kosmos, IV. p. 292.

(2) v. Thirlmann: Vier Wegw durch Amerika, 1879, p. 476.

(3) La Condamine Voyage, p. 159.

Lugar	Altura de la base s. el n. del mar	Nº. de lecturas barométricas	Distancia del Cotopaxi	Altura absoluta del Cotopaxi
Guamaní del Antisana.....	4.291 m.	15	31.152 m.	5.949 m.
Hda. Chaupi en Illiniza	3.365 »	30	24.600 »	5.942 »
Hornoloma pie N. del Cotopaxi ...	3.806 »	15	10.848 »	5.944 »
			MEDIA.....	5.944 m.

Las alturas expuestas, medidas barométricamente, se fundan para Horno-loma y Chaupi, en las observaciones del Dr. Reiss, y para Guamaní, en las de Stübel y Reiss. Hay un dato doble para Horno-loma, que resultó en otra medida de ángulos practicada en diferente día, dando por altura del Cotopaxi, 5.942 m.

La concordancia de altura, medida desde tres bases diferentes, habla muy en alto sobre la precisión de la MEDIA obtenida en las cuatro observaciones.

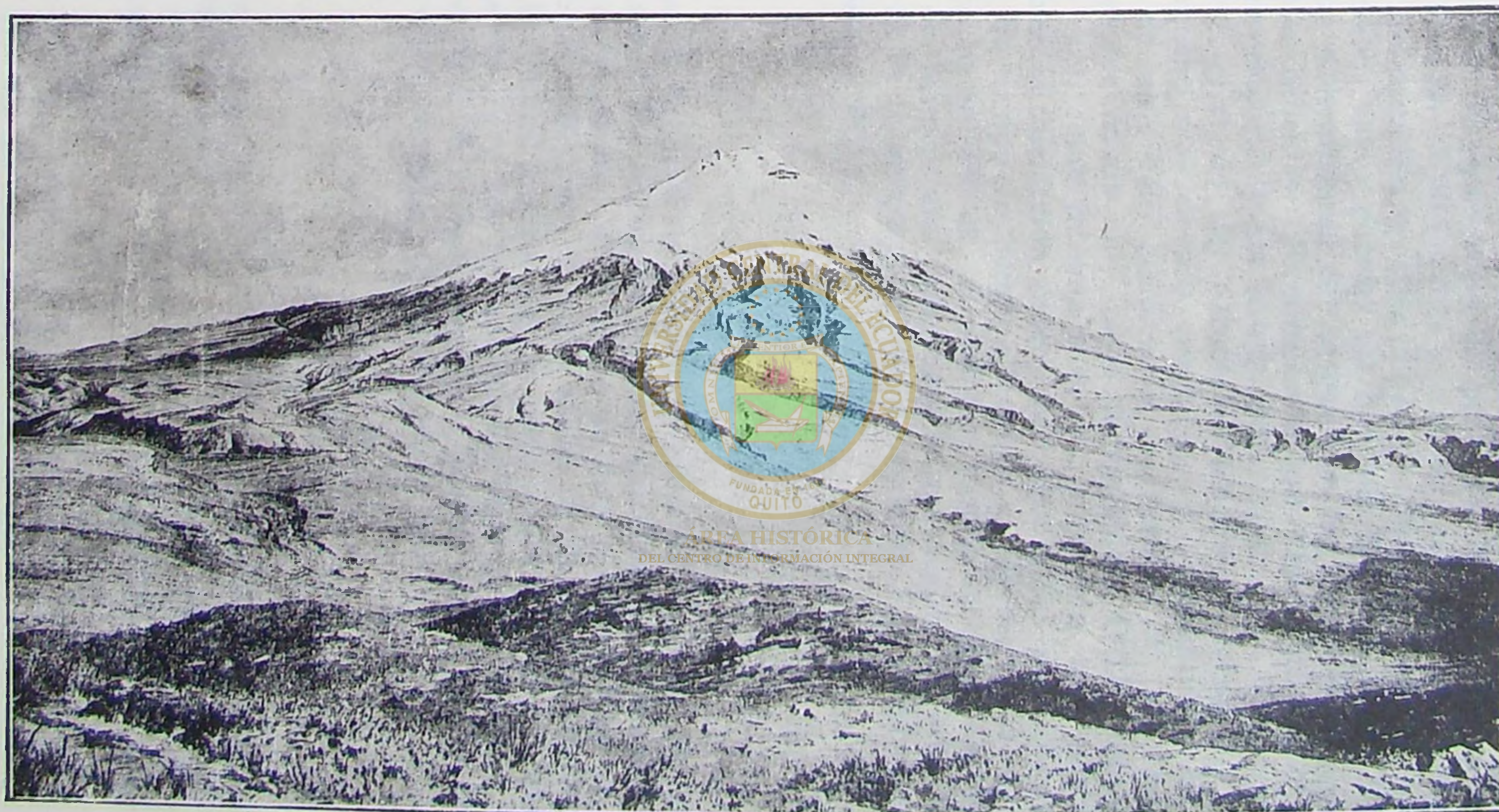
Ciertamente las alturas barométricas halladas para las bases, se relacionan con la altura aceptada para Quito; pero opina el Dr. Reiss, por los datos aducidos anteriormente, que ésta no debe adolecer de un error apreciable.

Por consiguiente, dice, podemos aceptar 5.944 metros como altura del Cotopaxi, en el año de 1972, es decir, 194 metros más alto de lo que encontraron en 1739-1740, Bouguer y La Condamine. EN CIENTO TREINTA AÑOS HA GANADO EL COTOPAXI, 194 METROS EN ALTURA, A CAUSA DE LAS ERUPCIONES QUE SE SUCEDIERON DURANTE ESE ESPACIO DE TIEMPO.

En 1890, tres años después de la gran erupción de 1887, acampó Whymper, 26 horas (18 y 19 de febrero), en el filo del cráter del Cotopaxi. La altura encontrada por este observador fué la de 5.978 metros (1), por cinco lecturas barométricas, por tanto, 34 metros más alta que la observada por el Dr. Reiss, 7 a 8 años antes.

Se puede presuntir que por la erupción que acaeció entre los dos viajes, la cúspide se habría levantado por yacimientos

(1) 19 613 pies - Travels, p. 154, 343, 399.



Acuarela del Dr. A. Stübel.

EL COTOPAXI, lado Nordeste,
Desde la Loma de Parca en el Sincholagua.

de lava o acumulaciones de productos expelidos, tanto más cuanto el Dr. Wolf (1) dice que así era esto. Pero el Dr. Reiss cree que para ello se debe tomar en consideración otra causa: del cráter, cuyas paredes estaban aún incandescentes, de las grietas y hendiduras del desgarrado filo, ascendían gases y vapores calientes. Se comprende que, bajo tales condiciones, la temperatura de los termómetros, tanto para el aire como para el mercurio del barómetro, igualmente calientes, debía ser mucho más elevada que la que correspondería a las capas de aire bajo condiciones ordinarias. Y aún cuando Whymper señala muy bajas temperaturas (10,6 grados, C. bajo cero, como mínima y 6,1 C. a las 6 a. m.), menciona también la calefacción general del suelo y las nubes de vapor que, de tiempo en tiempo, llenaban el filo del cráter en donde se encontraba él. Parece que calculó la altura con el factor de temperatura más elevada que según se sabe, tanto mayor es la temperatura del instrumento, da mayor altura, ya que el factor



tiene un no despreciable influjo sobre el resultado de las alturas medidas barométricamente, calculadas por las fórmulas de uso corriente. Este influjo se deja notar ya bajo las condiciones ordinarias, como se acaba de decir, pues las lecturas del barómetro hechas en las horas calurosas del día, dan alturas mayores que las que se verifican por la mañana o en horas frías de la media noche. Quedan ambos puntos de observación en país caliente, de modo que

$$\frac{t'' + t^n}{2}$$

alcance gran valor y las diferencias medidas son pequeñas, sucede fácilmente que se encuentre por el descenso al medio día mayor altura que por la mañana. Son las anomalías barométricas que ocasionan tantas dificultades a los viajeros.

(1) N. Jahrb. für Mineral. 1878, p. 132.

Que diferencias importantes pueden ocasionarse de esta manera, nos ilustran las medidas ejecutadas por Stübel y Reiss del pico sudoeste del Cotopaxi. Al mismo tiempo que la medida del pico noroeste, el punto más alto de la montaña, el Dr. Reiss ejecutó desde la hacienda del Chaupi, una del pico que se levanta en la esquina sudoeste del filo del cráter. Encontró la altura de 5.922 metros, es decir, 22 metros más bajo que la cúspide más alta de la montaña. En las ascensiones llevadas a cabo por el Dr. Stübel el 7 de febrero de 1873, y por el Dr. Reiss el 28 de noviembre de 1872, llegaron los dos al pico sudoeste, y en ambas ocasiones fué medido barométricamente:

Reiss (1) 28, XI. 1872. 12 m.; temperatura del aire 0,5 G.....5.992 metros.

Stübel (2) 7, II. 1873. 12,30 p. m.; temperatura del aire, 3, 5.996 metros.

Dejando a un lado toda otra consideración, se puede decir que hasta la venida de la Misión Geodésica Francesa a principios de este siglo, teníamos las siguientes medidas para el borde del cráter del Cotopaxi:

CÚSPIDE MAS ALTA

ÁREA HISTÓRICA

Bouguer	(1738 - 1740)	trigonometría.	5.750 metros.
La Condamine	»	»	5.750 »
Reiss	1872	»	5.944 »
Whymper	1880	barom.	5.978 »

CÚSPIDE SUDOESTE (SW)

Reiss	1872	trigonometría.	5.922 metros.
»	»	baromet.	5.992 »
Stübel	1873	»	5.996 »

Las MEDIDAS DE LA CÚSPIDE se refieren todas al punto más alto de la montaña; pero, si éste ha sido siempre esta parte del filo del cráter, puede llegar a ser dudoso, pues, por las violentas erupciones que se han verificado en el Cotopaxi, entre los años de 1740 y 1872, no serían casos extraordinarios los cambios en tamaño y forma del cráter de la montaña

(1) Zeitschrift d. deut. geol. Gesell, 1873.

(2) Vulkanberge von Ecuador, p. 339.

volcánica, así como mutaciones en su borde. Seguramente las medidas ejecutadas por Reiss y Whymper se refieren a un mismo punto (a la esquina noroeste del filo del cráter); pero, si éste fué el pico más alto cuando los Académicos Franceses ejecutaron sus trabajos en el Ecuador, no se puede saber con seguridad. Según Wagner, en los años 1858 - 1859, el punto más alto habría sido la esquina sudeste del cráter. Ciertamente cae en contradicción con este modo de ver, ya que le sirve de fundamento para apreciar el punto más alto, la acumulación de los yacimientos de las masas eruptivas, acondicionada por la dirección de los vientos predominantes. Wagner (1), describe así el cráter: Por observaciones precisas del filo superior, obtenidas por el anteojo (larga - vista), se reconoce que no forma una línea horizontal regular, sino que posee una forma algo escotada, con dos puntas claramente visibles, llamadas «LOS CUERNOS DEL CRATER», ocupando la más alta el filo sudeste y la más pequeña el noroeste. Manifiestamente son masas de rapilli acumuladas por el viento predominante. Estos cuernos del cráter forman los picos más altos de la montaña.

Por último, tenemos para la altura del Cotopaxi, los trabajos de la Misión Geodésica Francesa ejecutados en los primeros años de este siglo XX. Sin entrar en mayores detalles, nos contentaremos exponer aquí y en la tabla siguiente, los resultados obtenidos para la altura de la montaña volcánica. (2)

Estaciones	Alturas de las Estaciones	Diferencias de altura	Peso	Altura del Cotopaxi
Pambamarca	4 072,72 m.	1 827,38 m.	4	5 900,10 m.
Pichincha	4 318,30 »	1 579,26 »	6	5 898,26 »
Panecillo	3 010,56 »	2 887,00 »	8	5 897,56 »
Corazón	4 274,68 »	1 620,08 »	24	5 894,76 »
Milín	3 919,77 »	1 982,00 »	12	5 901,77 »
Huangotasin	4 025,21 »	1 870,35 »	20	5 895,56 »

MEDIA CON PESO: altura del Cotopaxi: 5 896 m. 99.

(1) Haturw. Reisse im tropischen Amerika, p. 515.

(2) Général Georges Perrier: Triangulations de détail des régions andine centrale et septentrionale. La Géographie. Paris 1929, p. 10.

Las PROPORCIONES DE MAGNITUD DEL COTOPAXI, se explican mejor con algunos números y por la comparación con otras montañas; pues, aún cuando el Cotopaxi, por su altura absoluta, pertenezca a las montañas más altas del globo, sin embargo, hay que tener en cuenta que la mayor parte de esta altura corresponde a la base, desde la cual se levanta el cono propiamente dicho, tocándole a éste sólo una fracción, o sea, cerca del tercio de la altura total.

Sin cometer gran error, bien se puede aceptar que la distancia de la cúspide a la base del espacio intercolínico entre el Cotopaxi y el Sincholagua, representa el radio del círculo cuyo contorno limita al pie de aquél; según las medidas practicadas por el Dr. Reiss en Horno-loma, aquella distancia se puede apreciar en once kilómetros, de modo que el diámetro de la base del Cotopaxi, sería de 22 kilómetros, su contorno de 69 kilómetros y la superficie en que está sentado el cono, en 380 kilómetros cuadrados. Calcúlese la inclinación media del cono, por consiguiente, el ángulo bajo el cual es visible la cima, desde el borde de la base, nos encontramos con el sorprendente valor pequeño de once grados. Esto obedece a que a los declivios rápidos de las partes cubiertas de nieve, se añaden faldas planas, largamente extendidas.

Para determinar la inclinación de las partes superiores cubiertas de nieve, el Dr. Reiss midió con el kilómetro, desde grandes distancias, una serie de ángulos de inclinación y obtuvo los resultados siguientes:

INCLINACIÓN DE LOS DECLIVIOS DEL COTOPAXI, CUBIERTOS DE NIEVE Y HIELO:

Vistos desde el Ilaló:

Declivios orientales, 32°; occidentales, 30°.

Del este, desde el Vallevicioso:

Declivios meridionales, 40°, 35°, 28°; norte, 30°, 29°.

Del sur, desde una altura sobre Baños:

Declivios occidentales, 35°, 24°; orientales 32°;

Del oeste, desde Tisisiche, Iliniza:

Declivios del norte, 30°, 29°; del sur, 26°;

de lo cual, cuanto más ángulos se dan, tanto más se suceden las inclinaciones desde la cúspide hacia los límites inferiores de la nieve.

Pero estas medidas, en manera alguna, dan los declivios más rápidos del cono; desde grandes distancias, siempre se ven los declivios tendidos en el perfil, mientras que los más rápidos permanecen ocultos. Cerca de la cúspide se presentan muchas pendientes de 40 a 45 grados. Las que caen por el sur, este, oeste y norte del borde del cráter, son especialmente rapidísimas e inaccesibles, al paso que las lomas que descienden por el noroeste, noreste, sureste y sudoeste del cráter, presentan inclinaciones más restringidas.

Ahora, si el Cotopaxi también en sus partes superiores es muy rápido, quizás tan rápido como muchos de los conos volcánicos conocidos, su forma completa no es excepcional. Para demostrar esto, el Dr. Reiss estableció un cuadro en el que constan las dimensiones vertical y horizontal de algunas montañas volcánicas, y para ello el ángulo de altura, calculado bajo el cual aparece su vértice, desde el filo hasta la base.

Ese cuadro que no le reproducimos aquí, muestra cómo, desde el cono rápido del Stromboli, pasa sucesivamente la forma cónica de las montañas a la de cúpula o domo, por aplanamiento progresivo de sus faldas. Para la comparación se aducen algunas cúpulas volcánicas cuyo ángulo de inclinación varía en extensos límites, como el de las montañas cónicas.

Un cotejo entre el Cotopaxi y el Vesubio demuestra que ambos poseen un ángulo de inclinación igual; pero que las dos montañas volcánicas difieren entre sí en tamaño y significación, nos demuestran las consideraciones siguientes: imagínese a los conos de los Andes con una base situada a más de 3.800 metros sobre el nivel del mar, colocados en lugar del Vesubio; resulta que su cúspide alcanza casualmente una y media veces la altura del volcán italiano; sus declivios se extenderían casi hasta el camino central de Nápoles; la costa, hasta Torre del Greco, estaría cerca de cinco kilómetros mar adentro, y el punto en el que está situado este último lugar (Torre del Greco), estaría sepultado debajo de capas de lava y cenizas de 200 y 300 metros de potencia.

Para calcular el VOLUMEN DEL COTOPAXI, se presentan serias dificultades y se llega sólo aproximadamente con el auxilio de datos más o menos arbitrarios. Pero siendo interesante saber exactamente qué cantidades de material eruptivo son necesarias para la edificación de una tal montaña,

el Dr. Reiss cree conveniente exponer aquí los datos en que se funda el cálculo y los resultados obtenidos: el área superficial del cono Cotopaxi abraza, como ya se ha dicho, 380 kilómetros cuadrados; por consiguiente, el volumen importaría para un cono de altura de 2.144 metros, cerca de 272 kilómetros cúbicos.

Pero, ahora sabemos que a este cono le circunda una antigua montaña volcánica que, en su cúspide más alta, alcanza la elevación de 4.900 metros. Supóngase al Picacho como los restos de un cono asentado en la montaña base, algo como el Chacana en la del Antisana, o mejor como una pirámide de roca, como el vértice del Sincholagua o el del Quilindaña, se debe concluir que la antigua montaña que ciñe al Cotopaxi, a los 3.800 metros en la actualidad y en parte cubierta por las masas eruptivas de este último, se ha levantado a la altura de más de 4.000 metros. Aceptemos que las masas de antiguas rocas se levanten en el cono Cotopaxi a más de 4.000 metros de altura, y que los nuevos productos de erupción del cono hayan descendido hasta los mismos 4.000 metros en que se equilibren, y que entonces el cono que se levanta sobre una base cubierta hasta los 4.000 metros, represente la masa total de las lavas y escorias amontonadas desde el principio de las erupciones del Cotopaxi, al contorno del centro eruptivo, entonces se podría calcular aproximadamente el volumen conociendo, o el ángulo de inclinación de este cono, o su diámetro. Pero éste no es el caso, pues se presentarían aceptaciones hipotéticas, en vez de magnitudes medidas.

Calculando la inclinación del cono, sobre los 4.000 metros de altura, en 18 grados e imputándole una base de 12 kilómetros por tanto 113 kilómetros cuadrados de superficie, sobre la cual se levantaría el vértice del cono, a 1.244 metros, tendríamos entonces que el volumen del cono no importaría sino 73,3 kilómetros cúbicos.

Todo cálculo que se establezca para determinar el VOLUMEN, la MASA de una CORRIENTE DE LAVA, por la naturaleza misma de las cosas, tiene que dar resultados imprecisos e inseguros. Para ello hay que aceptar valores medios, pero de modo bastante arbitrario, para la longitud, ancho y profundidad de aquellas corrientes. Con todo, tales cálculos presentan material estimable para el juicio y comparación de las erupciones volcánicas, cuando las aceptaciones necesarias para ello

se hacen con la circunspección correspondiente. Para formarse una idea aproximada de la cantidad de lava emitida por una erupción del Cotopaxi, el Dr. Reiss calculó la masa de la corriente de Manzana-huaico (lado oeste de la montaña), por consiguiente, de la lava que fué emitida en 1853. Y, en verdad, eligió esta corriente por cuanto, en el tiempo de su permanencia allí, o sea en el año de 1872, estaba completamente desprovista de nieve y podía ser recorrida en su total longitud.

La corriente de lava fluyó por sobre el filo del cráter, pero no se sostuvo en la parte superior, pues, en los rapidísimos declivios exteriores, se precipitó y se fragmentó. En el día, queda el límite superior o sea el principio de la corriente, a los 5.559 metros; el inferior, en Manzana-huaico, a los 4.194 m.; por tanto, la diferencia vertical importa 1.365 m., o en números redondos, 1.400 m. Para calcular con este dato la verdadera longitud de la corriente, es menester la aceptación de un ángulo medio de inclinación. En la parte superior, bien puede valer aquella cerca de 35 grados; pero, repentinamente, obtiene la del cono 30 y 20 grados. En los 4.627 m. de altura, se amontonó la lava y desde allí se precipito, dividiéndose en dos brazos, en las quebradas Manzana-huaico y Puca-huaico, sobre las que queda hacia atrás un espacio de 423 m., muy poco inclinado. Supóngase ahora la inclinación media en 28 grados, como la más próxima a la verdad. De la distancia vertical de las dos corrientes (1.400 metros) y una inclinación media de las faldas del cono de cerca de 28 grados, resulta una corriente cuya longitud, en números redondos, sería de 3.000 metros.

A los 4.627 metros sobre el nivel del mar, tiene la corriente una anchura de 600 metros; pero, en este sitio, hubo una acumulación favorecida por el trayecto que forma la pared divisoria de las dos quebradas mencionadas. Hacia la mitad de la altura de este punto, la corriente se estrecha mucho y disminuye en anchura cuanto más se aproxima al punto de erupción. Ahora, supóngase que la corriente posea una anchura media de 300 metros y que también los dos brazos que fluyeron por las quebradas de Manzana-huaico y Puca-huaico en conjunto, tengan la misma anchura de 300 metros, obtenemos una superficie de 900.000 metros cuadrados.

También para la potencia o sea el espesor de la corriente, se debe emplear sólo una aproximación. Ciertamente tiene

cerca de su ramificación en dos brazos, una altura de 60 m. sobre el suelo de los declivios circundantes; pero un espesor medio de 25 a 30 m., correspondería a la verdad. Con 3.000 m. de largo, 300 de ancho y un espesor de 25 a 30 m., el volumen de la corriente de lava importaría de 22 y $\frac{1}{2}$ hasta 27 millones de metros cúbicos. Redúzcanse las suposiciones anteriores o auménteselas, se debe apreciar el volumen de la lava emitida en 1853 en números redondos, en 25 millones de metros cúbicos o sea $\frac{1}{40}$ de kilómetro cúbico.

Supóngase con Abich (1) el peso específico de las Andesitas del Cotopaxi en 2,7, resulta que el peso de la corriente de lava es de SESENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS MILLONES de kilogramos, o sean, SEIS MILLONES SETECIENTAS CINCUENTA MIL toneladas. Esto es poco en comparación con las grandes emisiones de lava de Islandia, Hawaïi o del Etna, pero casi corresponde al volumen de las grandes corrientes del Vesubio.

El Dr. Reiss todavía va más lejos: trata de averiguar también la EDAD DEL COTOPAXI, es decir, el tiempo que ha debido transcurrirse para que por erupciones semejantes a las que en el día se suceden, se haya levantado un cono como el de la montaña actual. Pero si las suposiciones para ello son muy arbitrarias, con todo dice que espera del lector ilustrado tome tal pretensión con indulgencia, pues sus resultados, por combatibles que sean, siempre proporcionan un punto de apoyo para la apreciación del espacio de tiempo, que aquí se toma en consideración.

Según los cálculos que se dejan establecidos, se tiene que el volumen de los materiales modernos, acumulados al contorno del punto de erupción en el Cotopaxi, da 73 kilómetros cúbicos. Por otro lado, encontramos que la corriente de lava de 1853, que pertenece a las más grandes de la montaña, tiene $\frac{1}{40}$ de kilómetro cúbico. Ahora, supóngase que las emisiones de cenizas y escorias que se depositaron en las faldas del cono, en esa erupción, no tengan sino la mitad del volumen de la corriente de lava, o sea $\frac{1}{80}$ de kilómetro cúbico, tenemos que toda la erupción aumentó el volumen del cono con un $\frac{3}{80}$ de kilómetro cúbico.

(1) Ueber die Natur und Zusammensetzung der vulkanischen Bilpungen, p. 56.



R. Roschraiter Pina 1903

EL COTOPAXI, lado Sudoeste,
Desde el valle del río Saquimalac

En el tiempo histórico, es decir, desde la conquista del Ecuador por los Españoles en 1533, se ha verificado una serie de erupciones en las que han fluído corrientes de lava, pero junto a las grandes erupciones, pocas en verdad, hubo también un número de menores (véase más arriba la ojeada de las erupciones históricas del Cotopaxi); no hay dificultad para aceptar que todas reunidas habrían suministrado tanto material como diez erupciones de la magnitud de la de 1853. Con esto, tenemos que la cantidad de lava solidificada y materiales eruptivos sueltos, importa $\frac{30}{80}$ o 0,375 de kilómetro cúbico, que en el espacio de cerca de 350 años se han depositado en el Cotopaxi.

Hay que limitarse a este espacio de tiempo, ya que sólo hasta mediados del año 80 del siglo antepasado (siglo XVIII) poseemos noticias de la actividad del Cotopaxi. En estos 300 años tuvo el Cotopaxi largos períodos de tranquilidad, junto a tal aumento de actividad; por 200 años, de 1533 a 1742, se manifiesta el volcán casi extinguido, pero desde ese entonces, otra vez, se suceden en serie irregular, ya grandes, ya pequeñas erupciones, a intervalos más o menos largos. Supóngase que en los 350 años que abraza el tiempo histórico del Cotopaxi, el volcán haya tenido una actividad mediana, que entonces, para cada 350 años, se hayan depositado 0,735 de kilómetro cúbico de material de erupción, al contorno del punto de emisión, resultaría de esto que para la construcción total del cono, se habrían transcurrido 68.400 años. En el lenguaje geológico, es un espacio de tiempo muy reducido, pero siempre diez veces mayor que el tiempo histórico supuesto de la humanidad.

Por la gran arbitrariedad que rige al fundamento del cálculo para las suposiciones anteriores, parece conveniente conocer también los resultados que se sacarían de condiciones diferentes. Supóngase que para cada erupción, las cenizas y escorias emitidas y depositadas en el cono, tengan el mismo volumen que las corrientes de lava eyectadas, que como en 1853, se hayan depositado en el cono $\frac{1}{4}$ de kilómetro cúbico de lava y $\frac{1}{40}$ de productos sueltos, resulta, bajo iguales aceptaciones que las anteriores, para la edad de la montaña, un espacio de tiempo de 51.100 años. En cambio, acéptese que en cada erupción saltó la cantidad doble de masas de rocas igneo-flúidas, añadiéndose a la montaña, y así podríamos obtener, para la edad del Cotopaxi, siempre 34.000 años.

La primera suposición, la que asigna la mayor edad al Cotopaxi, parece la de mayor confianza, aunque para los cálculos no se hayan tomado en consideración las pérdidas que experimenta la montaña, desde su vértice que se levanta sobre la región de las nieves perpetuas, en cada erupción, por las avenidas de lodo. Si serian justas las aseveraciones del P. Sodiro (1), el Cotopaxi, en cada erupción, perdería más material arrastrado por las avenidas de lodo, que el que se aumentaría por la efusión de la lava; la montaña misma estaría degradada por sus erupciones. Aunque este no es el caso, sinembargo, las avenidas efectúan un retardo tan importante en el crecimiento del cono, que el número de años que se han transcurrido desde que la primera erupción tuvo lugar sobre la montaña base, ha debido ser muy grande. Tomando en cuenta todas las condiciones, le parece al Dr. Reiss que se debe aceptar para la edad del Cotopaxi, de 80.000 a 100.000 años, como la que mejor corresponde a las condiciones.

Pero este espacio de tiempo, es sólo una mínima partícula de aquel que ha debido transcurrirse, desde que principiaron las erupciones volcánicas en el alto país ecuatoriano, de aquellas que cubrieron a las rocas pizarrosas sedimentarias y antiguas masas eruptivas de que se componen las Cordilleras oriental y occidental. Pues, como expresamente se ha dicho anteriormente, el cono Cotopaxi descansa sobre una montaña volcánica antiquísima de gran extensión, cuya formación no sólo era completa, cuando principiaron las nuevas erupciones, sino que también, según toda probabilidad, ya cuando por la erosión, había cambiado de forma.

Si tomamos en cuenta la extensión y potencia de aquella antiquísima montaña volcánica y se trate de representar su edad, nos encontramos con un espacio de tiempo que ya no se puede calcular en años, sino sólo en masas de tiempo geológicas. (2)

A cuanto tiempo debemos retroceder para el principio de la formación volcánica en esta parte de la Cordillera, no se

(1) L. Sodiro: Relación, p. 21.

(2) En otro lugar, el Dr. Reiss trata de demostrar que, para la construcción de las montañas volcánicas del Ecuador, habría sido necesario un espacio de tiempo de 1 a 1½ millon de años.—W Reiss: Ecuador, 1870 a 1874; Mineralogische—Petrographische Untersuchungen, Heft I, 1891, p. 52.

puede apreciar en el alto país del Ecuador. El encuentro de Mamíferos fósiles (1), nos ilustra sólo que ya durante la época sub-pleistocena, existían allí grandes montañas volcánicas.

Las montañas volcánicas del Ecuador en general, y el Cotopaxi en particular, han desempeñado muchas veces un papel importantísimo en las HIPÓTESIS y TEORÍAS que se han formulado sobre el ORIGEN Y MODO DE FORMACIÓN DE LAS MONTAÑAS VOLCÁNICAS. Los domos traquíticos campaniformes, hinchados, de A. v. Humboldt, las montañas empujadas como masas de escombros de Boussingault, pertenecen a la historia de la ciencia. Karsten, rindiendo homenaje a las ideas de Boussingault, asigna a las montañas volcánicas del Ecuador, un origen sub-marino y que, después de haberse terminado su construcción, se levantaron. De la misma manera, enteramente con el espíritu de la teoría de los cataclismos, Moritz, Wagner, trató de interpretar y explicar tanto la formación del Cotopaxi, como la de su montaña-base, el origen de las grandes series de montañas volcánicas, así como la formación de los valles que cortan a las Cordilleras. Para él, el Picacho, son los vestigios de un circo de la especie del Somma; las grandes montañas volcánicas se habrían originado en un empuje; las erupciones, como las que se verifican hoy día, no serían sino los restos moderados de una actividad volcánica, en otro tiempo violentísima; las hoyas interandinas habrían estado ocupadas con grandes lagos, cuyos desagües se habrían verificado por los valles violentamente levantados. Las últimas palabras con que Wagner consigna el resultado total de sus investigaciones sobre las regiones volcánicas, expresan:

«Esta roca volcánica negra de origen reciente, que precedió directamente al origen de los andamios campaniformes de los volcanes, hoy activos, desempeña un papel de suma importancia en las Cordilleras de los Andes de la zona Ecuatorial. De ella se componen, no sólo las quiebras volcánicas modernas y las colinas de las altiplanicies de Imbabura, Quito, Latacunga, Ambato y Riobamba, y el circo envolvente de al-

(1) Branco: Paleontolög. Abhandl. herausgegeben von Dames und Kayser I, 1883, p. 192.

gunos volcanes, por ejemplo el Tungurahua, sino también los muros orientales de las grietas valares».

«Las grandes desgarraduras transoersales, sólo en parte colmadas de ella, abren en la Cadena oriental de los Andes, los cauces por los que en otro tiempo se desaguaron los lagos valares, originando especialmente, como tales desagaderos de la altiplanicie, a los ríos Napo y Pastaza. Su ruptura fué pues, más o menos, el acto final de aquel período geológico, en el que la costra de la tierra aún se abría en anchas grietas. El período que siguió al de los levantamientos de las andamias campaniformes con comunicación permanente entre el foco volcánico y la superficie de la tierra, por abismos de cráteres humeantes, muestra, a pesar de la violencia de algunas erupciones volcánicas sucedidas en ellos, en comparación con aquel antiquísimo tiempo, un decrecimiento notable de la vida volcanica». (1)

El Dr. Th. Wolf (2) opina que el Cotopaxi se originó por amontonamiento tanto de los materiales sueltos que fueron expelidos, como de las lavas que fluyeron por el canal de comunicación con el foco volcánico: «... por una simple acumulación de los materiales arrojados, ya líquidos, ya sólidos, al rededor de la boca del canal que conduce al foco volcánico, o del cráter, en términos más cortos: por grandes y repetidas erupciones en el transcurso de los siglos». (3) En otro lugar, el Dr. Wolf se expresa más decididamente: «De muchos de nuestros grandes volcanes, por ejemplo del Cayambe, Cotacachi, Corazón, Iliniza, Chimborazo, etc., no tenemos tradición alguna de erupciones y sinembargo, todos ellos fueron contruidos por las mismas fuerzas que los volcanes activos». (4)

En el año de 1897, publicó el Dr. A. Stübel su hipótesis de los volcanes monogéneos, estrechamente ligada con las opiniones de A. v. Humboldt y Wagner. (5) Según este último, el Cotopaxi, en cierta manera, se originó de un empuje y ha debido transcurrirse un inconmensurable intervalo de tiempo de tranquilidad, entre la terminación del edificio volcánico y las

(1) M. Wagner: Reisen im tropischen Amerika, págs. 532, 533.

(2) N. Jahrb. für Mineral. 1878, p. 121.

(3) Memoria, p. 9.

(4) N. Jahrb. für mineral. 1875, p. 155.

(5) A. Stübel: Die Vulkanberge von Ecuador, 1897.

erupciones que suministran las corrientes de lava. Según las suposiciones del Dr. Stübel, las fuerzas volcánicas como las vemos obrar ahora, no habrían sido suficientes para edificar una montaña cónica como el Cotopaxi. (1). El mismo Dr. Stübel considera también al Picacho como los vestigios de una construcción de la especie del Somma (2), y las depresiones interandinas como receptáculos de antiguos lagos. (3)

El Dr. W. Reiss, encadenando las consideraciones teóricas de sus predecesores, trata también de establecer el origen y el desarrollo del Cotopaxi, como a él le parece más posible y verosímil, fundándose en la base de sus estudios hechos en 26 días de observaciones en los sitios y lugares. (4)

Dice: El Cotopaxi se levanta sobre una antigua región de actividad volcánica. Su fundamento está formado por una montaña volcánica que mide cerca de 30 kilómetros de diámetro, que compuesta de dos diferentes formaciones de rocas eruptivas, se adhiere inmediatamente a las rocas esquistosas (pizarrosas) de la Cordillera oriental. Designa a esta montaña, en el día, en gran parte cubierta por las masas de erupción modernas, bajo el nombre de MONTAÑA-BASE del Cotopaxi.

Lavas ácidas de la serie de las Andesitas (Andesita biotítica), se presentan en poderosos yacimientos de tobas y pómez, tanto al norte como al sur de la montaña, mientras que corrientes de lava de Andesitas augíticas básicas depositadas pseudoparalelamente, cierran los lados este y oeste. Qué forma tuvo originalmente la montaña-base se puede saber hoy, sólo parece muy seguro que la más alta cúspide llegaba a la altura de 5.000 metros o quizás más, pues hasta cerca de esta altura, se destaca el antiguo diente de piedra del Picacho constituido por aglomeratos de escorias.

Los dientes de roca constituidos por Andesitas anfibólicas y augíticas, enseñan también que la antigua montaña estuvo ya en un estado de descomposición muy avanzada, antes de que fuese cubierta por las masas de erupción mo-

(1) Die Vulkanberge, p. 152, 153.

(2) Die Vulkanberge, p. 153.

(3) Die Vulkanberge, p. 187.

(4) W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-America. Dos Hochgebirge der Republik Ecuador. II. 2. Ost-Cordillere. Berlin 1902 p. 146-151.

dernas. Los yacimientos de lava andesítica augítica con las intercalaciones de capas de escorias y lapillis, no dejan duda alguna que también esta antigua montaña fué construída por erupciones, semejantes a las que se observan en el día en los volcanes activos del globo. Tan correspondientes con los yacimientos de los volcanes actuales son estos bancos de lava amontonados unos sobre otros, con inclinación superficial tan regularmente caen ellos del centro del macizo de montaña hacia el exterior, que es muy difícil en los casos aislados, distinguirlos de las lavas antiguas originadas en el cono Cotopaxi, donde ambos en las profundas quebradas se encierran juntamente y una sobre otras.

Sobre esta montaña volcánica que parece haber tenido una altura media de cerca de 4.000 metros, se levantaron nuevas montañas volcánicas por erupciones repetidas, montañas que en cualquier otro país del mundo llamarían la atención en alto grado, pero que aquí, a la proximidad del volcán gigante que se levanta sobre la región de las nieves eternas, parecen de segunda o tercera magnitud.

En el borde norte de la montaña-base, se edificó el Sincholagua (4.988 m.); el noroeste, y en parte el oeste, desaparecen debajo de las nuevas masas de erupción del Pasochoa (4.255 m.) y del Rumiñahuy (4.757 m.). Pero mientras que el Sincholagua se presenta como una formación volcánica, ya fuertemente atacada por la erosión, el Pasochoa y el Rumiñahuy exhiben formas frescas, aún cuando sus cráteres están cortados profundamente por un lado y por la acción de las aguas, transformándolos en calderas.

En el centro de la montaña-base se verificaron las erupciones, con las que poco a poco se edificó el cono Catopaxi.

¿Cuál era la primitiva configuración del Cotopaxi?, ya no se puede reconocer; lo único que es dado aceptar como seguro es que las nuevas masas eruptivas debieron primeramente aplanar las desigualdades de la antigua montaña; los valles existentes debieron rellenarse; sus paredes divisorias desaparecer poco a poco hasta que se edificó el cono Cotopaxi sobre la antigua montaña-base, en y para siempre grandiosa configuración. Ahora cubre toda la parte central del antiguo fundamento; las nuevas lavas y campos de cenizas se extienden uniformemente, como un manto en inmenso círculo, dejando visibles de la montaña-base los últimos respaldos, las partes exteriores. Único y solitario el Picacho, restos de

una de las cúspides más altas de aquella montaña-base, interrumpe en el lado sur, la uniformidad de los declivios del cono.

Parece que desde el principio, si no todas, a lo menos la mayor parte de las erupciones del Cotopaxi se verificaron por el cráter de la cúspide; ningún cono de escorias de erupciones laterales, ningún punto de erupción de lava pastosa, interrumpe la forma regular del rápido cono. Se han acumulado corrientes de lava sobre corrientes de lava que, separadas por delgadas costras de escorias, siguen en yacimientos pseudo-paralelos, los declivios de la montaña.

Como ya se ha dicho, el Cotopaxi es un cono de lava en cuyo edificio las capas de tobas y de lapillis desempeñan un papel muy subordinado; los aglomerados de escorias tan frecuentes en la montaña-base, parece que faltan completamente en el cono. El hecho de que en la erupción de 1877 se formaron aglomerados tales, no contradice aquella aseveración, ya que estos amontonamientos de escorias sueltas se producen por el arrastre de las olas de lodo, depositándolas en las quebradas; en las próximas erupciones, si es que las hubieren, esos amontonamientos cambiarán de lugar, porque las avenidas los repartirán en la planicie al pie de la montaña, de modo que jamás quedan en el cono ni vestigios de esos yacimientos.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

En una fase completamente nueva de su desarrollo, debió entrar el cono del Cotopaxi, cuando su vértice pasó del límite de la región de las nieves perpetuas, pues con ello las avenidas de agua y lodo, principian a desempeñar un gran papel en la historia del volcán.

Con el crecimiento en altura, el perímetro de la montaña debió experimentar un aumento en anchura correspondiente; en las rápidas jorobas que debían circundar al filo del cráter por la acumulación de la lava, se adherían sucesivamente declivios de trayecto tendido en curvas hermosas, transformando, por otra parte, en formas superficiales al antiguo fundamento.

El predominante Cotopaxi con su montaña-base y los cerros que le rodean: Sincholagua, Paschoa y Rumiñahui, forman un todo intimamente unido, pero tan conexionado hacia el norte, este y sur, con las regiones volcánicas contiguas, que a ese todo se le puede considerar sólo como una parte desmembrada e individualizada de las grandes formaciones

volcánicas que en la República del Ecuador constituyen la Cordillera oriental.

Todo el COMPLEJO en su encadenamiento, tanto del tiempo como del espacio, se origina sencillamente por acumulación, es decir, por erupciones volcánicas, muchas veces repetidas, cada una de las cuales era precisamente idéntica a las que observamos en el día en los volcanes aún activos.

Ahora es muy complicado actualizar la extructura de un punto de erupción volcánica que haya conexionado al Cotopaxi en una masa de montaña, y la dificultad crece si las erupciones en el futuro se verificarían también como hasta ahora. Imaginémonos que en el transcurso del tiempo, el cono Cotopaxi duplique su altura por erupciones proseguidas; entonces se aumentaría la anchura en mayor escala, ya que el levantamiento del cono no podría sucederse sin antes tener la base correspondiente. El diámetro de esta última sobre la que descansaría aquel cono gigantesco, aumentaría, se comprende, considerablemente. Los declivios se extenderían hacia el sur, cubriendo al valle de Baños, al Morro y a una parte de la serranía de Pansache; hacia el este, desaparecería el Vallevicioso y se establecería un lazo de unión con el Quilindaña; hacia el oeste, las corrientes de lava llenarían la parte norte de la hoya de Latacunga, extendiéndose hasta la Cordillera occidental. Pero los cambios más importantes se realizarían en los lados noroeste y norte. Allí llegarían las lavas del Cotopaxi a llenar los espacios intercolínicos, que quedan entre éste y el Rumiñahuy, por un lado, y el mismo y el Sincholagua por el otro, además se depositarían en los declivios de estas montañas.

Finalmente, estos obstáculos serían vencidos: las lavas del Cotopaxi se derramarían en las calderas de las dos, llenándolas y cubriendo aún a sus declivios occidentales y septentrionales, se verterían hacia los Cerros del Chaupi y en la hoya de Quito, penetrando al valle de Chillo. Con la imaginación se puede establecer que un cono tan poderoso como el supuesto, enterraría con sus declivios a las montañas vecinas. Entonces las más altas cúspides del Sincholagua y el Rumiñahuy que habrían permanecido por tan largo tiempo sujetas a la acción destructora de la erosión y reducidas ya a simples puntas de piedra, se destacarían de los declivios regulares del cono Cotopaxi, de dimensiones gigantescas, tal como hoy el



H. Roscheller Pinx 1903

EL COTOPAXI, del lado Oeste sud oeste,
Desde el linde superior del bosque del Cerro Ami.



AREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Picacho, y entonces, apoyados en la fe, se podría fácilmente opinar que esas puntas de piedra sean los vestigios de una circunvalación monstruosa de un cráter de la especie del Somma, desde cuyo centro se levantó el Cotopaxi, siendo así que no son en verdad sino las cumbres de importantes montañas volcánicas completamente independientes, que fueron sepultadas por las lavas del Cotopaxi.

Con el pensamiento, demos un paso más adelante y figuremonos que después que el Cotopaxi se hubo desarrollado en una gigantesca montaña, que sepultó debajo de su manto cónico al Sincholagua, al Rumiñahuy y al Pasocha, se extingue allí la actividad volcánica y sólo queda en acción el trabajo demoledor de los agentes atmosféricos y de la erosión; entonces llegaría un momento, ciertamente después de inconmensurables espacios de tiempo, en el que la acción de las aguas convertiría a la gigantesca montaña, al estado de ruinas. Profundos valles cuya fuente de origen estarían separadas entre sí sólo por bajas ensilladas; montañas que en otro tiempo formaban un sólo conjunto, se descompondrían en lomas y serranías aisladas, aparentemente independientes; aquí y allá, las masas capaces de mayor resistencia, se destacarían como eminencias en forma cónica; se formarían extensas mesetas limitadas en su superficie por capas de lava, en yacimientos también aparentemente horizontales; en el fondo de los valles más lejanos, se habrían depositado potentes masas de escombros, y en sus taludes se presentarían a la vista una confusión de capas, a menudo, rápidamente inclinadas unas sobre otras, encajonándose entre sí, que a penas se podría desembrollarlas.

El futuro geólogo, al contemplar la cartografía de ese distrito, en los tiempos pasados, apenas podría evitar en sus investigaciones, de apelar en su auxilio a los CATACLISMOS, para darse cuenta de condiciones de yacimiento tan enigmáticas. En el tiempo presente, al investigar a una montaña volcánica y se ponen al frente masas volcánicas que desde la época diluvial o quizás de una todavía más remota, que por sucesivas erupciones se acumularon y extendieron, estamos en las mismas condiciones que el supuesto geólogo, respecto a los cambios que se verificarán, desde hoy hasta esa época futura. Sólo podemos esperar de obtener una explicación justa de las condiciones que se nos presentan, si siempre toma-

mos en cuenta que, como para los yacimientos de las formaciones sedimentarias, así también para la formación de las rocas eruptivas, no bastan los centenares o aún miles de años que ambos períodos geológicos reclaman espacios de tiempo que para nosotros humanos parecen inconmensurables, pero que sin embargo sólo abrazan una insignificante partícula de la historia del desarrollo del globo terrestre. Que a pesar del influjo contradictorio de la erosión, podían originarse en tales espacios de tiempo, formaciones volcánicas de 5 a 5 mil y más metros de potencia, por erupciones como las que ahora observamos en los volcanes activos de la tierra, debería parecer tanto menos dudoso cuanto que todas aquellas formas de montañas por acumulación, podían originarse en centros de erupción variables y cuya riqueza de formas le es al geólogo tan difícil de descifrar.

Y que los centros de erupción cambien, que muden de sitio, tenemos una prueba evidente en el complejo volcánico que estudiamos. Para la montaña-base, el punto principal de erupción parece haber estado situado en el lado sur, en las cercanías del Picacho; luego se edificó en el borde norte de aquella montaña-base, el Sincholagua; después de la extinción de éste, la actividad volcánica se abrió un nuevo camino hacia el borde occidental, en el que se levantan el Pasochoa y el Rumñahuy; en el presente, las erupciones tienen lugar, otra vez, cerca de la parte central de la montaña-base; por tanto, el centro de erupción ha vuelto a su sitio original.

Lo que se ejecuta en el Etna, por innumerables erupciones laterales, para la construcción de una gran montaña volcánica, ha sucedido también en el Cotopaxi, por pocas, pero en series de muchísima mayor escala de erupciones. Como poderosos pilares contenidos en el edificio de una obra gigantesca, cuya unión en un todo se hace con una cúpula predominante, se levantan desde los bordes de la montaña-base, el Sincholagua, el Rumñahuy, el Pasochoa y el Quí Lindaña, entre los cuales sobresale poderoso el cono del Cotopaxi, que en sus futuras construcciones puede reunir a todas aquellas partes aisladas en UN GRAN TODO.

(Continuará)