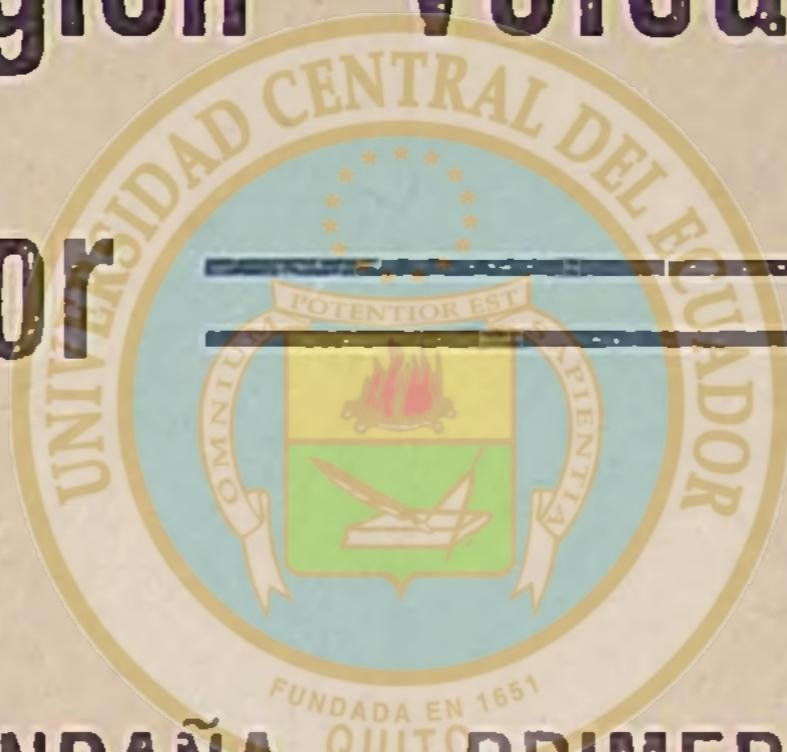
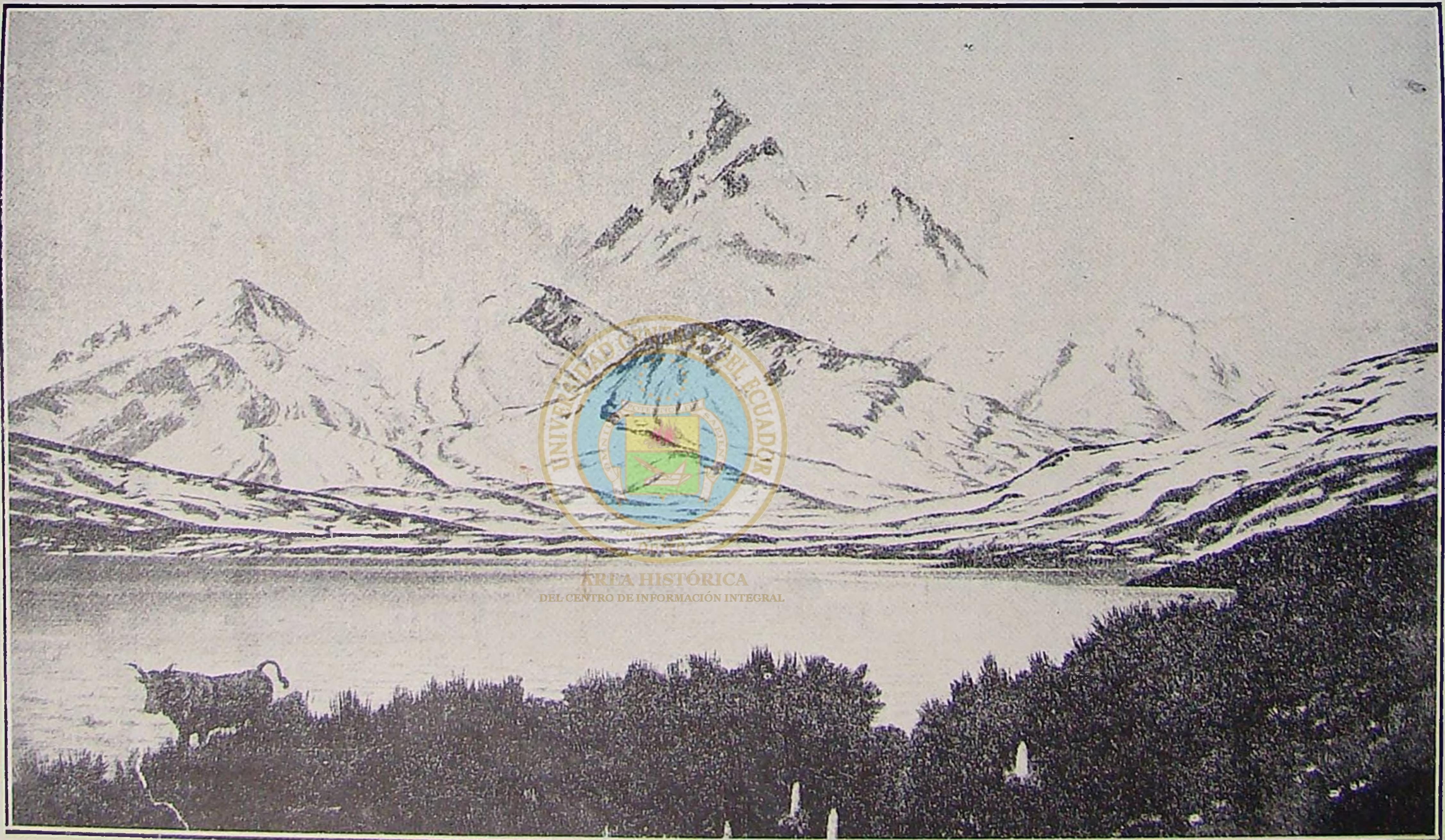


Por el Profesor de Geología en la Universidad
Central, —————
X Sr. Dn. Augusto N. Martínez. —————

Contribuciones para el co-
nocimiento Geológico de
la región volcánica del
Ecuador —————



EL QUILINDAÑA. — PRIMERAS INVESTIGA-
CIONES DE LA GLACIACION, EN LAS MON-
TAÑAS VOLCANICAS DEL ECUADOR, POR EL
DR. W. REISS. —————



H. Meyer: In den Hoch Anden von Ecuador.

R. Reschreiter Pinx. 1903

EL QUILINDAÑA (4.919 m.); lado Nordoeste con la laguna de Yurac-cocha.

EL QUILINDAÑA

(4.919 metros)

Situación y contornos.—Como el Sincholagua al norte, el Quilindaña está situado al sudeste del Cotopaxi; forma una parte del gran grupo volcánico que se asienta sobre la montaña-base del Cotopaxi, cuyas formaciones eruptivas independientes, hemos estudiado en el Paschoa, el Rumiñahui y el Sincholagua y como veremos después, también en el cono Cotopaxi, que predomina a todos ellos y que conserva hasta hoy, su actividad. Pero, apenas se puede decir que el Quilindaña, esté sobre aquella montaña-base; pues las caídas rápidas y los declivios tendidos de ésta, limitan a la depresión en que se levanta, muy retirado al sudeste, el edificio volcánico Quilindaña, ya muy fuertemente descompuesto por la acción de los agentes exteriores.

Altamente peculiar es el cuadro que presenta la montaña con sus contornos. Una ancha depresión o cuenca limitada circularmente por serranías de 4.000 a 4.300 metros de altura; el término occidental lo forma el cono Cotopaxi de 5.944 metros sobre el nivel del mar; hacia el este, cierran a la depresión, las cuchillas pizarrosas de Carrera Nueva, agudamente denteladas y brillantes a la luz del sol, como montañas nevadas; el fondo de aquella cuenca, baja desde 3.900 a 3.600 metros. En oposición a las formas ásperas de la formación de rocas antiguas, están las altas serranías volcánicas de declivios, casi completamente cubiertos de vegetación, que se extienden, por el un lado, por el norte, des-

de el Sincholagua hacia los cerros pizarrosos del Cubillan; por el otro, por el sur, se presentan como faldas de la cordillera oriental de Latacunga. En la vasta depresión, que al oeste se cierra completamente, y que al este, desagua por dos angostos valles, el del río del Valle-vicioso, por el norte, y el del río de Chalupas, por el sur, se levanta el salvajemente desgarrado Quilindaña, largamente extendido de oeste a este, cuya punta de piedra más alta, llega a los 4.919 metros, por consiguiente, casi a la misma altura que la del Picacho del Cotopaxi.

Variación del curso de los ríos.—La situación del Quilindaña en sus relaciones con las montañas que le rodean, recuerda al cono del Quilotoa que se levanta en el centro del valle del río Toache. Sólo que el último cierra al valle transversalmente, mientras que aquí el nuevo edificio volcánico, atraviesa a lo largo la depresión valar, dividiéndolo, en cierto modo, en dos valles. Ambos han debido existir ya antes del nacimiento de la montaña volcánica según parece, pues cada uno de ellos ha roto su trayecto en una quiebra que se dirige al este, profundamente cortada en las pizarras de la alta montaña de Carrera Nueva. Por consiguiente, el Quilindaña, no ha descompuesto en dos partes, una vasta depresión valar de la antigua cordillera, sino que la montaña se edificó, por erupción volcánica, sobre la pared divisoria de dos antiquísimos valles. Se asienta a horcajadas, sobre una plataforma, compuesta probablemente, de rocas pizarrosas, que ahora queda completamente sepultada debajo de las relativamente nuevas masas eruptivas. Y, como la pared divisoria, así debió también cubrirse el fondo de los valles con las lavas y material de erupción del Quilindaña, llenándolos y levantándolos gradualmente. En el lugar de quiebras estrechas, vemos ahora dos anchos fondos de valle, en los que, los torrentes se abren su nuevo cauce. Ellos, los torrentes, cuyas fuentes de origen, hoy quedan en el macizo Cotopaxi, debían también, ya antes de la formación de este grupo de montañas, que cierran por el este a los dos valles, haber tenido su origen, muy al occidente. Las depresiones valares, han debido también introducirse hasta muy lejos, en la hoya interandina, y desagüar una región de la misma, más o menos grande. En el sitio, en el que hoy se levanta una de las más altas cimas del Ecuador, ha debido encontrarse antes de la inicia-

ción de la actividad volcánica, un corte de la cordillera oriental. Grandes cambios en el curso de los ríos, en todo el sistema hidrográfico del alto país interandino, se han debido efectuar en un tiempo relativamente moderno, por la edificación de las montañas volcánicas. Los desagües que, primitivamente, del valle de Chillo y de los alrededores de Latacunga, directamente fluían hacia el este, al río Napo, ahora se desvían hacia el Norte y el sur por la poderosa masa de montañas del grupo Cotopaxi: una parte desagua por el río Pita y el Guaillabamba, hacia el norte, en el río Mira y llega con él, al Océano Pacífico; mientras que otra parte, fluyendo hacia el sur, por el río Pastaza, se derrama en las bajas llanuras del Amazonas y, tomando un largo trayecto, va al Océano Atlántico.

Cambios semejantes en el curso de los ríos y en las regiones de desagüe, han debido efectuarse frecuentemente en el alto país del Ecuador, por la edificación de las montañas volcánicas, sólo que, las más de las veces, es difícil, a menudo, aún imposible darse cuenta de cómo era la configuración del país, antes de que se hayan depositado en él las inmensas masas nuevas de materiales de erupción. Opino que también el Mojanda, influyó e hizo cambios semejantes, en las relaciones oro-hidrográficas del límite de las dos regiones, que en el día, se conocen bajo el nombre de Hoyas de Quito y de Ibarra, respectivamente.

En los alrededores del Quilindaña, se exhiben muchas condiciones sobre el llenamiento del curso superior de los antiguos valles; así se encuentran en casi todos los afluentes que bajan de las terminaciones laterales de la depresión, yacimientos más o menos poderosos de guijarros arrastrados, cerca de sus desembocaduras en los suelos planos de los valles de los ríos de Valle-vicioso y de Chalupas, masas de guijarros, que otra vez están cortadas, en parte, por los torrentes. La velocidad del agua que fluye, disminuye por el levantamiento del valle principal; los torrentes no pudiendo trasladar más a los guijarros arrancados arriba y cabando entonces su lecho más profundo, otra vez, como los torrentes principales, los canales del valle en su suelo se llenaban, principiaron a enterrar las nuevas rocas volcánicas.

Forma y construcción del Quilindaña.—Considérese a la montaña desde sus pies, cerca del Hato del Valle-vicioso,

así aparecen sus dorsos, como una cresta extendida de oeste a este, en cuya mitad se asienta una áspera pirámide de roca, que se destaca, hasta la región de las nieves perpetuas. El vértice y la denteladura de la cresta, se dejan reconstruir con el pensamiento, en una montaña tendida en forma de cúpula, sobre la cual se levanta la pirámide terminal. Según la opinión del Dr. Reiss, el Quilindaña, en su configuración actual, sería sólo el esqueleto de la construcción primitiva, que desde la extinción de la actividad volcánica, está apoderado por el trabajo destructor de los agentes atmosféricos, de la erosión, de las aguas corrientes y de los glaciares. La base o fundamento en forma de cúpula, sobre el que descansa la pirámide terminal, está cruzado por muchos valles profundos, que corren radialmente. Todos estos valles muestran en su terminación superior, cuencas calderiformes, mientras que, en su trayecto inferior, quebradas poco profundas en las que desembocan anchas depresiones valares, que rodean el pie de la montaña. Sigase a uno de estos valles, por ejemplo, al de Toruno-huaico, por el lecho de un torrente, rápidamente inclinado, se llega al suelo de un valle pantanoso, que articulado, se extiende en varias terrazas, hasta el pie de la inaccesible pirámide de rocas. Esta parte del valle está rodeada circularmente de altos peñascos, ásperos y desnudos, que exhiben profundas desgarraduras en los sitios que separan las calderas valares vecinas, sólo por gradas estrechas, por consiguiente, allí, en donde la pared divisoria se encadena con la pirámide central.

Una serie completa de tales valles se encuentra, tanto en los declivios setentrionales como en los meridionales de la montaña. En el lado norte, principiando al oeste, se abre el Yurac-cocha-huaico (Verde-cocha-huaico, en la Carta de Stübel) con reducida inclinación, en los declivios que aquí se ligan con las faldas exteriores del Cotopaxi; en una amplia caldera valar, quedan próximos, uno sobre otro, dos laguitos, Yurac-cocha (4.076 m.) y Verde-cocha a cerca de 4.100 metros de altura. Ahora, mientras que las desembocaduras de los dos valles, separadas por una ancha loma, cubierta de hierba, distante de una y otra, se tocan las ensenadas superiores en forma de caldera, así que, sólo la grada angosta profundamente enterrada, separa los dos huaicos.

También, Toruno-huaico, tiene un suelo calderiforme pantanoso (4.040 m.), del cual ascienden con vertiginosa rapidez, hasta casi 900 metros, las peñas de la pirámide termi-

nal, y como las paredes divisorias entre el Yurac-huaico, que se le encadena al oeste, y el Ami-huaico, que sigue más lejos al este, están profundamente enterradas, así también es el caso, de la pared de roca que separa Toruno-huaico del Valle de Rumi-ucu, que se ingiere en los declivios meridionales de la montaña. Desde una grada en forma de cuchilla, se puede divisar ambas quebradas-valles, de las que, la una, Toruno-huaico, pertenece a los declivios norte, la otra, Rumi-ucu, a los meridionales de la montaña. Hacia el este sigue sobre Toruno-huaico, el valle de Ami-huaico, poco importante, cuya caldera pantanosa, queda a los 3.994 metros de altura.

Por consiguiente, tenemos en el lado norte de la montaña, tres profundos cortes valares calderiformes de primer orden, es decir, cortes valares cuyas paredes posteriores, fueron formadas por las rocas de la pirámide terminal cubierta de nieve; las articulaciones del lado sur de la montaña se corresponden perfectamente: cuatro valles de primer orden, Guallana, Río Blanco, Puca-huaico y Rumi-ucu (también llamado Rumi-pungo), se ingertan con sus ensenadas calderiformes en la masa de la montaña hasta su pirámide terminal. Los valles del lado norte desaguan en el río Ami, que se le designa en su parte inferior, río del Valle-vicioso, mientras que los valles del sur, envían sus torrentes al río de Chalupas. Junto a estos valles de primer orden, se presentan en las prolongaciones orientales de la montaña, pues la pirámide terminal no ocupa exactamente la mitad, aún tres valles de segundo orden, es decir valles con ensenadas calderiformes en la parte superior, pero que no se ingertan en la pirámide terminal, sino que su terminación se encuentra en las partes más altas del abovedamiento oriental de la montaña. También estos valles tienen crestas que les rodean, profundamente enterradas, y lomas que les separan. A estos valles de segundo orden pertenecen: Buena-vista-huaico al norte, y Sigsiloma-huaico al sur, mientras que Uchi-rumi-pungo se ingerta en el lado este de la montaña.

Como ya se ha dicho, estos valles se tocan en su parte superior, y en su desembocadura están separados por anchas lomas. Súbase por una de estas últimas, se tiene que vencer primero un rápido declivio, pero llega ya a una falda cubierta de hierba, que asciende gradualmente y conduce hacia la cresta de la montaña. Cuanto más alto se sube, tanto más la loma disminuye de ancho y de inclinación de las faldas, ya se

puede ver a la derecha o a la izquierda en la profundidad del valle; finalmente se convierte la loma en una grada, con caídas de piedra a ambos lados, sigue una profunda desgarra-dura, sobre la que el fin de la loma, se levanta como un áspero pico desgarrado, y como cresta dentelada, persigue siempre la pared divisoria, hasta que se adhiere en las caídas de la pirámide central de piedra, de las lomas entre los valles, descienden canalitos vallares o valles de tercer orden, que se unen o con los grandes torrentes de la montaña o desaguan directamente en los dos ríos que rodean a ésta.

Casi en la mitad del Quilindaña, se levanta la poderosa masa de rocas de la pirámide central a la altura absoluta de 4.919 metros. Su ancho pie descansa en el suelo del valle, que queda a cerca de 4.000 metros de altura, rodeado por todos lados de ese valle calderiforme, entonces aparece de allí a una altura relativa de más de 900 metros, mientras que la parte que sobresale sobre la cresta de la montaña siempre puede importar cerca de 600 metros. Tan rápida es esta pirámide terminada en punta, que la nieve puede sostenerse sólo en aislados copos y campos nevados y que por sus extensos glaciares, sólo en tajos aislados se descuelgan en el valle. El Sr. Stübel piensa que al Quilindaña puede denominársele el Matterhorn del Ecuador (Die Vulkanberge, p. 143, vgl. J. C. Russell: 18 Annual Report U. S. Geolog. Survey. Part. II, 1898, p. 385).

Para resumir brevemente, se tiene, en una montaña volcánica en sí concluida e independiente, un fundamento en forma de domo tendido, sobre cuya parte media se levanta una áspera pirámide de piedra provista de glaciares. En el fundamento en forma de cúpula o domo y al pie de la pirámide terminal, se abren valles en forma de cuenca de cuyo suelo plano, situado a cerca de 4.000 metros, bajan torrentes con rápidas caídas en los declivios exteriores. La disposición radial de los valles-cuenca es tan manifiesta, que apenas influye en la forma exterior del cerro y que, de una gran distancia y de un punto de mira elevado, aparece el fundamento cupuliforme, como compuesto de lomas a manera de contrafuertes. Los valles, por consiguiente, no conceden ojeada alguna a las cuencas situadas en la altura y limitadas por peñas que se levantan en forma de anfiteatro.

El Quilindaña se aproxima en sus relaciones de magnitud al Vesuvio con el Somma, tanto en extensión horizontal co-

mo en levantamiento vertical el diámetro de su base puede importar de 12 a 15 kilómetros, su altura relativa, 1.200 a 1.300 metros. Pero, mientras que el Vesuvio corre en línea longitudinal hacia la planicie, el Quilindaña se levanta inmediatamente de los valles fluviales que limitan a su base, y mientras que allá, por erupciones siempre repetidas, los declivios aparecen aplanados, aquí, valles profundamente cortados, descomponen a la primitiva construcción, en lomas aisladas, gradas y dientes.

Sobre la estructura interior de la montaña, nos ilustran sólo pocos aforamientos. Las faldas en su mayor parte están cubiertas con una espesa vegetación herbácea, frecuentemente pantanosa y también en las rápidas paredes de los valles calderiformes, rara vez se encuentra la roca desnuda visible. Sin embargo, es posible reconocer bien que la montaña, en su mayor parte, está construida de corrientes de lava Pseudo-paralelas, en cuyo lugar, cerca y en la pirámide central, se presentan aglomerados de escorias y poderosos amontonamientos de lava, atravesados por filones.

Corrientes de lava pseudo-paralelas, se ofrecen en la cúpula de Buena-vista grande, en potentes bancos dispuestos unos sobre otros; igualmente se reconocen en los declivios de la derecha de Toruno-huaico y en la parte superior del río Blanco, perfectamente, de 15 a 20 corrientes de lava intercaladas con capas de escorias, que bastante planas en las caídas exteriores, adquieren violenta inclinación hacia la montaña, tanto que cerca de Vergachurana, exhiben 30 y más grados. De capas pseudo-paralelas está construida también la cuchilla de San Agustín. Fuera de estos buenos ejemplos, puédese reconocer frecuentemente los yacimientos de lava, en las formas de los declivios cubiertos de hierba. La pirámide central, cuyos pies fueron cubiertos con acumulaciones de escombros, y cuyas faldas, en parte lo son de glaciares y hielo, consisten tanto en el lado norte como en el sur, de aglomerados de escorias, llenos en gran parte de grandes bloques de roca, de los cuales se levanta hasta la cumbre una enorme masa de lava.

Cerca de la parte media de la montaña, en la pared que viene desde la cúspide de Buena-vista grande al valle de Rumi-ucu, están encerrados varios filones que concurren todos a la pirámide central. Dos de ellos, de cerca de 7 a 10 me-

etros de potencia, atraviesan la grada que separa Rumi-ucu de Toruño-huaico. Otros dos más pequeños, de cerca de 2 a 3 metros de potencia, atraviesan la pared de roca del valle de Rumi-ucu, de tal manera que van muy separados en su parte superior, pero que en la profundidad de la quebra se aproximan tanto, que parecen sólo la ramificación de un filón muy poderoso.

En verdad el fondo de los valles que limitan al norte y al sur al Quilindaña, está cubierto con escombros y cantos rodados y también masas de lodo de las avenidas del Cotopaxi, pero sin embargo, en donde los ríos han lavado ya los yacimientos de materiales sueltos, exhiben bancos de lava compacta provenientes del Quilindaña; así, por ejemplo, una lava de cerca de 25 metros de potencia, de la pequeña caída de agua, la Chorrera, en el río Amí (3.774 m.)

Las rocas del Quilindaña están ya más o menos descompuestas y transformadas, les falta el aspecto fresco, lo que contrasta de un modo especial con las lavas nuevas, tan próximas, del Cotopaxi. También en el Quilindaña predominan las andesitas piroxénicas, junto a las cuales, según las investigaciones de Young, están difundidas andesitas anfibólicas y andesitas biotíticas anfibólicas.

Cubierta de hielo y nieve.—Por la situación oriental del Quilindaña expuesto, por consiguiente, a las corrientes de aire húmedo de la hoyada amazónica, se debería esperar verle cubierto hasta muy abajo de un manto de hielo y nieve poderoso. Que esto no sucede así, obedece a la forma de la montaña, cuya masa principal queda debajo del límite de las nieves perpetuas, mientras que la pirámide terminal es tan áspera y tan rápida, que no deja espacio alguno para la acumulación de un gran campo de nieve. Sólo en el lado sur se extiende un campo de nieve, contrastando las negras rocas con la blancura de la nieve en todas partes. Se puede asignar al límite de la nieve, la altura de 4.600 metros, al paso que las masas de hielo provenientes de aquélla, se extienden muy poco hacia abajo. Los glaciares cuelgan en declives casi innaccesibles de la pirámide central, sin alcanzar a llegar al fondo de los valles calderiformes. Sólo de cuando en cuando, masas desprendidas de hielo y nieve, de la terminación inferior de los glaciares, precipitándose sobre los muros de piedra llegan al fondo de los valles. Reiss determinó el

fin rapidísimo y resquebrajado del glaciar en Toruno-huaico, en 4.470 metros; Stübel encontró una masa de nieve cubierta de escombros en Toruno-huaico, a los 4.364 metros de altura; quizás fue una masa precipitada del glaciar, cuyo hielo en el fondo del valle especialmente si estuvo cubierto de escombros, se pudo mantener en ese estado por largo tiempo. Tampoco en los otros valles calderiformes, cortados a los lados de la pirámide terminal, jamás llegan a su fondo los glaciares que permanecen siempre suspendidos arriba en muros de roca. En verdad la montaña llega a cubrirse hasta muy bajo de sus faldas, con un manto blanco, por las caídas recientes de nieve, pero en la estación seca desaparece aún esa cubierta de nieve de los picos más altos, así que, como se expresan los vaqueros en el Valle-vicioso, apenas dos dedos de ancho de nieve permanecen en la montaña.

Antiguas morainas.—Pero lo que le caracteriza al Quilindaña ante las otras montañas del Ecuador, son los vestigios indudables y muy bien conservados de una gran glaciaciación en épocas anteriores. Las más perceptibles son las antiguas morainas que hay en Ami-huaico; Ami-huaico es como se ha dicho más arriba, uno de aquellos valles circundado de ásperos muros con fondo casi plano, que en su terminación inferior se cierran con rápidas peñas y cuya quebrada como corte superficial, recorre sobre las muy inclinadas vertientes de la montaña. En el ensanchamiento en forma de caldera superior, corren a derecha e izquierda, antiguas morainas laterales, costeando alto en las faldas del valle, y en cuya terminación inferior, se unen por otra antigua moraina frontal, que atraviesa al valle. El espacio, lleno en otro tiempo por las masas de hielo de este gran glaciar, aparece ahora como un hundimiento, de suelo pantanoso, cuyas aguas fluyen por un corte de la moraina frontal. En el interior, y paralelas a estas antiquísimas morainas corren, costeando más profundamente en los declivios laterales, morainas poco distinguibles, de un glaciar pequeño y corto, que corresponden a un retroceso posterior del ventisquero. Y finalmente, un tercer circuito de morainas, ahora muy perceptibles, constituido como los dos anteriores, de morainas laterales y una frontal, queda en el fondo del valle, rodeado por las dos valles de morainas más antiguas. Por consiguiente, «AMI-HUAICO, EXHIBE TRES DIFERENTES FASES DE DESARROLLO GLACIAR

CIAR»; primero, llenó un poderoso glaciar, dominando a las altas paredes del valle, a toda la depresión en forma de anfiteatro, hasta el valle cuyo trayecto se esconde en las faldas empinadas de la montaña por los torrentes glaciares que fluyen a él; entonces sigue un retroceso del glaciar, que, aunque siempre de potencia significativa llenando todo el ancho de la caldera, largo tiempo quedó estacionario y así efectuó el segundo recinto medio de morainas; un nuevo retroceso reduce las masas de hielo que descendían al valle sobre un pequeño glaciar, cuyas morainas son aún frescas y claramente perceptibles en el fondo del valle, rodeadas por los dos círcos de morainas antiguas. El suelo del valle que fue cubierto por el glaciar más reciente, repentinamente sube hacia atrás de 50 a 70 metros, hasta el último fondo de la depresión calderiforme, hoy pantanoso, al pie de las ásperas rocas que la limitan. Sobre la potencia del glaciar en los tiempos remotos, la alta situación de las antiguas morainas en las paredes del valle, no suministra conclusión alguna, por cuanto todo el valle está excavado por la erosión glaciar, de allí, que no podamos saber, a qué altura quedaba el fondo del valle, cuando se depositaron las morainas.

En el día, no queda glaciar alguno en este valle. Como Ami-huaico, así se presentan también los otros valles calderiformes; entre los cuales, el más grandioso es Toruno-huaico, con vestigios más o menos visibles de la acción de antiguos glaciares. En Toruno-huaico se muestran dos antiguas morainas cerca del último plano de la caldera, dispuestas en escalones superpuestos sobre la llanura pantanosa, así como rocas aborregadas y estriadas, indicando que aquí, en otro tiempo, la erosión glaciar fue activa. En el fondo del valle de Verde-cuchu quedan dos lagos, Verde-cocha y Yurac-cocha, proximamente uno sobre otro, separados por una antigua moraina frontal que se atraviesa en el valle, y ahora, cortada por el torrente que fluye de Verde-cocha. Sobre la ancha moraina, conformada en colina, quedan entre las dos mencionadas cochas, aún algunos laguitos. Verde-cocha, puede tener de 600 a 800 metros de largo sobre 200 a 300 de ancho.

También los valles calderiformes del lado sur contienen vestigios de morainas, así, por ejemplo, en el valle del río Blanco y especialmente en uno pequeño, que se cierra hacia

el oeste de aquél, se destacan como en Ami-huaico, perceptiblemente, tres círcos de morainas que se abrazan.

No hay medida alguna sobre la extensión de estos antiguos glaciares, pero el Dr. Reiss, fundándose en un bosquejo de plano, ejecutado en el lugar y sitio, opina que debían extenderse hasta por dos kilómetros, valle abajo, desde su pared de respaldo, hoy terminan los glaciares a los 4.470 metros, las antiguas morainas bajan hasta los 4.000 metros, por tanto, los glaciares de los tiempos anteriores, descendían de 400 a 500 metros más abajo, que los actuales.

El Dr. Reiss opina que en el Ecuador, no hubo época glacial.—De los hechos que dejamos expuestos anteriormente, el Dr. Reiss, sacó la deducción de que indudablemente, el Quilindaña, en tiempos anteriores, presentó una GLACIACIÓN importante, pero dice que con esto, en manera alguna se puede concluir UNA ÉPOCA GLACIAR GENERAL, acondicionada por relaciones climatológicas. Añade: para decidir tal cuestión, ante todo debe tomarse en cuenta las condiciones locales, entonces, la forma y configuración de la montaña, así como su estructura interior, junto al desarrollo de altura y trabajo de la erosión glacial, tanto más, cuanto los vestigios de antiguos glaciares, apenas bajan un poco más de los glaciares actuales y trae por ejemplo al que dímana de la caldera-cráter del cerro Altar y cuyo límite inferior queda en el día (1871), a muy cerca de los 4.000 metros de altura. Finalmente declara erróneas las citas hechas por Hans Meyer, refiriéndose a los trabajos del Dr. Stübel, respecto a la antigua glaciación en el Ecuador; he aquí sus palabras: «El Sr. H. Meyer, en su obra, *Der Kilimandjaro* (1900), cita tres veces, ps. 377, 392 y 394, los trabajos del Sr. Stübel, respecto a la antigua glaciación del Ecuador. En vano he buscado tanto en «*Skizzen aus Ecuador*, como también en *Vulkanberge von Ecuador*, sin poder encontrar ni la cita especialmente aducida (*Skizzen* p. 43), ni aún alguna otra nota al respecto».

El Profesor Hans Meyer opina que si hubo una época glacial en el Ecuador.—Este autor en todos sus escritos sobre su viaje al Ecuador, se expresa de la siguiente manera:

«En todos los ventisqueros ascendidos y observados en el Chimborazo, Altar, Carihuairazo, Iliniza, QUILINDAÑA, Antisana, etc., y por consiguiente, en los grandes volcanes extinguidos, desde hace remotísimo tiempo, me fue dado observar que los ventisqueros, experimentaron en época reciente, un enorme retroceso a causa de su fundición. Delante de cada uno de ellos, hay una serie de morainas terminales en los declivios de las montañas, dispuestas en parte, en forma de baluartes, en parte, en forma de conos y localmente, alcanzan alturas notables de 300 a 400 metros, como por ejemplo, en el ventisquero Stübel (Chimborazo). En el cuadro de cada una de esas gigantescas montañas, esa zona de morainas, es una de las facciones más sobresalientes. Las terminaciones de las corrientes de hielo, traen, consigo mismo, todas las señales del retroceso de los glaciares.

En ninguno de los ventisqueros ecuatorianos, —y yo estudié, por lo menos 26— he notado que haya excepción, en la regla del retroceso. Evidentemente, en la actualidad, allí se encuentran las mismas influencias climatológicas, que en la mayor parte de las regiones glaciares de la tierra. Pero la universalidad de la oscilación de los ventisqueros, se extiende también al pasado geológico. En los del Ecuador, encontré que desde las cinturas moráinicas recientes, que por término medio, quedan a los 4.500 metros sobre el mar, a niveles de 600, localmente de 800 metros de profundidad, o sea en un promedio de 3.900 metros sobre el mar, hay indudables formaciones glaciares antiguas, en forma de morainas terminales, depositadas a manera de arcos transversales; además, entre esas dos zonas moráinicas, en los valles de forma de U, típica de un paisaje glacial, se descubren: protuberancias redondeadas, extensas morainas laterales, que forman los lados de esos valles, en el suelo de éstos, rocas pulidas y estriadas (por ejemplo, en el glaciar Spruce del Chimborazo), y, en fin, numerosos restos de laguitos circundados, en parte por rocas, en parte, por las morainas mismas. Todas estas señales de la antigua acción de los glaciares, las observé en su aspecto más hermoso, en el lado norte del Chimborazo, en el oeste del Altar, en el sudoeste del Antisana y en el norte del QUILINDAÑA, siendo de notarse, que en estas dos últimas montañas, ya el Dr. Reiss, había señalado tales acontecimientos.

No puede caber duda que estas antiguas formaciones glaciares son, uno de los fenómenos más generales de los

altos Andes del Ecuador. En su hábito exterior, en el grado de su descomposición y erosión, en la masa de su cubierta vegetal, se parecen extraordinariamente a las DILUVIALES de Europa, Norte América y África oriental. Si reflecciónamos que las montañas del Ecuador provistas de glaciares, se originaron al fin del PERÍODO TERCIARIO y en el transcurso del CUATERNARIO, y si, además, tomamos en consideración LAS PRESENTACIONES GLACIARES en el resto de Sud América, con las relaciones geográficas de la fauna y de la flora, podemos atribuir el tiempo de origen de aquella antigua zona glaciar de los Andes Ecuatoriales, al DILUVIUM. De esto también podríamos obtener la conclusión que el Ecuador, en el DILUVIUM, llegó a una sobrecongelación de sus altas montañas, cuyos glaciares alcanzaron zonas de 600 a 800 metros más bajas que las actuales, y cubrieron una área mucho mayor de la que corresponde a los del presente.

Por consiguiente, la América ecuatorial tuvo una EPOCA PLUVIAL O GLACIAR, contemporánea con las del África ecuatorial y extratropical, con la de la Nueva Zelandia, Australia y Europa, en el periodo de la Tierra, últimamente transcurrido; y esto no excluye naturalmente, que en esa contemporaneidad geológica, hayan podido haber pequeñas oscilaciones temporales. De allí, que consideremos al TIEMPO GLACIAR-DILUVIAL como un fenómeno eminentemente universal, y no alternativo, ya en el hemisferio norte, ya en el sur, CON EXCLUSION DE LA ZONA TROPICAL, como se ha creido, hasta hace poco. El primero que presintió esto, ya en 1885, fue Albrecht Penck, uno de los mejores conocedores de los glaciares. Sin saberlo yo, llegué a las mismas conclusiones en 1898, después de mis estudios en los glaciares del Kilimanjaro, y ahora por mis observaciones en las altas montañas de la América ecuatorial, se ha transformado la cuestión en una evidencia indiscutible.

La erosión glaciar en los andes del Ecuador.—Nuestras altas montañas pasan del límite de las nieves perpetuas, sólo en cúspides aisladas. En esa región (la de las nieves perpetuas), faltan en absoluto los macizos montañosos extensos, muchas veces ramificados, que ocasionan la formación de grandes campos helados. Correspondientes a aquella circunstancia, los glaciares o ventisqueros, son también

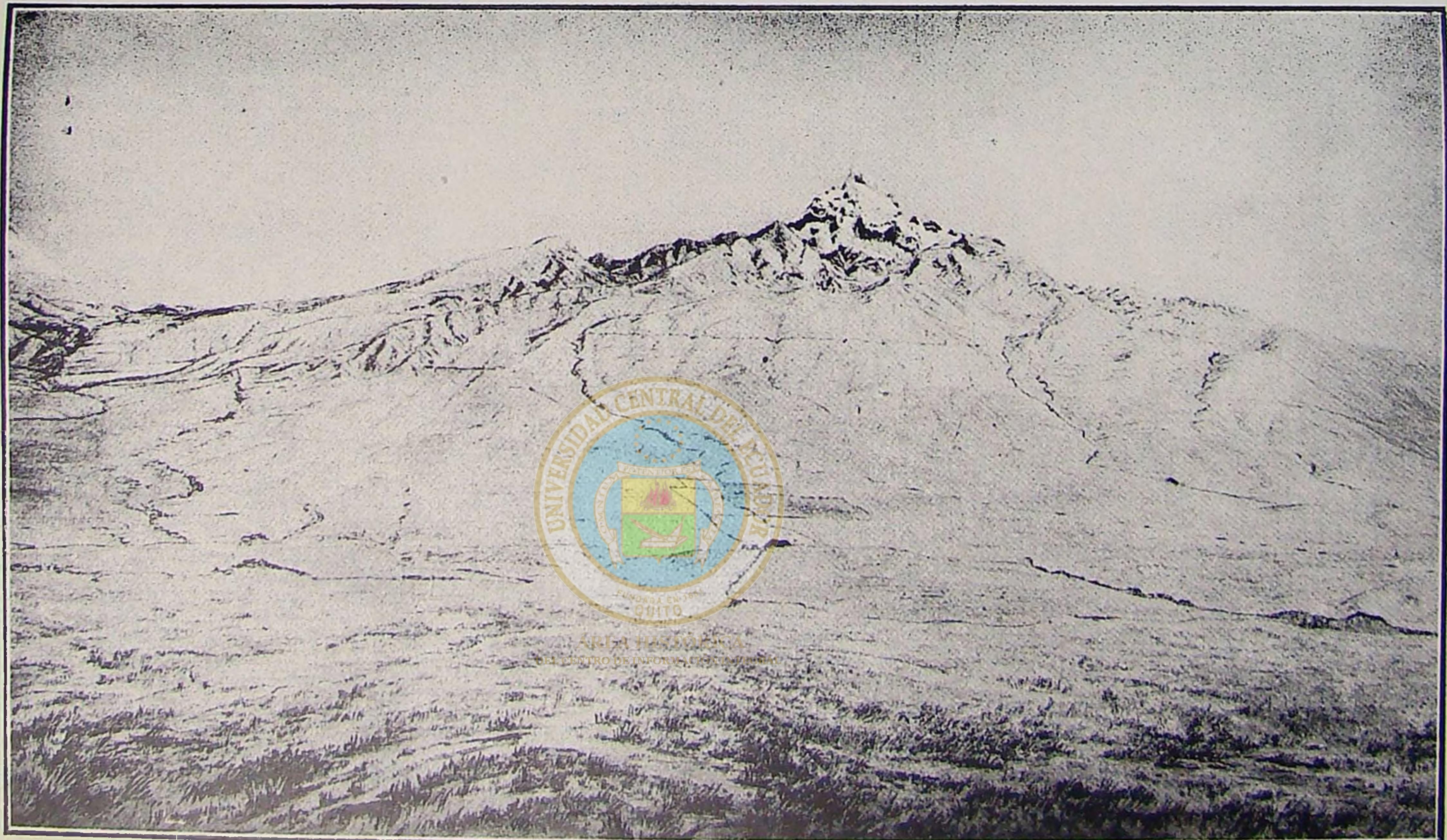
relativamente cortos y jamás descienden más allá de los declivios de las montañas.

Con pocas excepciones, todas las grandes montañas nevadas del Ecuador son volcánicas y cuyas masas, casi siempre CONIFORMES, se levantan sobre la antigua cordillera. De entre ellas, una que se levanta aislada, es el Quilindaña, cuya cima más alta llega a los 4.919 metros, por consiguiente, 300 o 400 metros sobre el límite de las nieves perpetuas. Hemos dicho, que sus antiguos glaciares se depositaron en profundas depresiones, en forma de cuencas, cuyas rápidas paredes laterales, se reunen en el último plano del valle en anfiteatro, ingráftándose en las masas de roca de la pirámide terminal por los valles de primer orden. El fondo de éstos, hoy se presentan como anchas superficies pantanosas, del cual fondo fluye el agua en quebradas poco profundas por los rápidos declivios exteriores de la montaña.

Según la opinión del Dr. Reiss, la figura de estos valles calderiformes, difiere esencialmente de la de los valles ordinarios de erosión, como se los observa en muchas montañas volcánicas. La erosión de las aguas corrientes, efectúa angostos barrancos, limitados por ásperas paredes laterales, que en su parte superior se ensanchan en valles calderiformes. El suelo de éstos, excavado por el curso de las aguas no es plano ni pantanoso; las aguas que manan de las paredes de circunvalación, se reunen más bien, en torrentes profundamente cortados, que con fuerte caída, afluyen al desaguadero del valle, por angostas quebradas de empinadas paredes laterales y que parecen una prolongación del valle, arriba ensanchado.

Para las diferentes configuraciones y modo de origen de los valles que se ensanchan en su parte superior (se habla aquí de montañas volcánicas y, en especial, de las del Ecuador), en la ciencia geológica, faltan expresiones precisas y bien definidas, en vista de esto, el Dr. Reiss, propone que se debe limitar a las siguientes designaciones:

CALDERA: un cráter-caldera ensanchado por la erosión de las aguas corrientes, del cual un barranco, ingerido profundamente en la montaña, atraviesa toda su falda. Lo que caracteriza a esta forma de erosión, es que, por la abertura del barranco, se puede dirigir la mirada al interior de la montaña.



Museo Grassi. Leipzig.

Dibujo del Dr. A. Stübel

EL QUILINDÁNA (4.919 m.); lado Suroeste.

Desde el Hato de Chapulas, 3.680 m.

VALLE CALDERIFORME: Valle de erosión, que forma por denudación, un ensanchamiento en forma de caldera, hacia atrás, en la parte superior, ingerida en los aglomerados de escorias.

KAR, CUCHU, HONDON: cuenca ingerida en el pie de la parte de la montaña, cubierta de nieve y hielo, cuyo suelo plano se hunde gradualmente hacia el declivio exterior, flu yendo sus aguas, en este último, por un valle que cae rápidamente y cuya circunvalación se abre en la parte del vértice de la montaña más alta, como ensanchamiento en forma de anfiteatro, en una palabra, un lecho de glaciar o ventisquero. La depresión queda tan escondida atrás de las poco apretadas faldas de la parte inferior de la montaña, que apenas se nota su presencia, en una inspección general y no ejerce influjo importante alguno, sobre la configuración del perfil de la montaña. Así nunca se puede obtener una mirada de un hondón, desde abajo de un valle, perteneciente a él; las más veces, deja concluir su presencia, sólo por la configuración de los declivios, a manera de contrafuertes. «UCHU», es el nombre quichua, para tales valles escondidos, que los españoles llamaron «HONDON». Esta palabra española, le parece al Dr. Reiss, la más propia para aceptarla en la nomenclatura geológica.

Ahora, si la erosión de las aguas corrientes no puede efectuar las formas de valle, tales como las que se conocen en el Quilindaña, entonces ¿cómo se han originado estos altos valles planos? Es de todo punto imposible que se los pueda considerar como espacios intercolínicos, pues, aunque se pensase por su estructura en forma de contrafuertes de la montaña, en la formación, en sus declivios, de cuencas o depresiones intercolínicas, no habrían podido cortarse de esa manera, en la parte central de la montaña, sin que su forma original se hubiese descompuesto; esta circunstancia excluye completamente la naturaleza y modo de formación de los espacios intercolínicos.

Solamente se nos presenta una explicación: los extensos valles calderiformes del Quilindaña, no existieron primitivamente, sino que se han originado a consecuencia de las acciones glaciares; esto se demuestra de una manera indudable, con todas las condiciones observadas. Los anchos y grandes glaciares, extendidos desde la parte central de la montaña, han debido cavar su lecho gradualmente, y progresar

siempre, más y más, abajo de la masa de la montaña. La acción erosiva del hielo de los glaciares, naturalmente, será más intensa, en donde principia la inclinación más rápida de la parte central de la montaña, o con otras palabras, los glaciares, atacan más violentamente las paredes de atrás del valle que escavan, por tanto, cortan la parte central. Este es el caso más frecuente en las montañas volcánicas, en las que una eminencia en forma de cono, llega a ser en todos sus lados carcomido y descompuesto. Cuanto más retrocede el glaciar su valle, tanto más pequeña se vuelve la masa central de la montaña. (1)

Los declivios, sobre los que se extienden las masas de nieve, se transforman en afiladas cuchillas de piedra, cortando a las paredes divisorias de los valles glaciares que quedan unos atrás de otros; los campos nevados, de los cuales dimanan los glaciares, disminuyen en su contorno y, el producto alimentador del hielo de aquéllos, en las altas regiones, disminuye gradualmente. Una fusión del borde inferior del glaciar y un retroceso del mismo, consecuencia de aquello, se vuelve el inexcusable factor del corte en retroceso de las partes fuertemente inclinadas del glaciar, hasta que, gradualmente ya no puede alcanzar al suelo del valle y queda sólo como glaciar suspendido desde el pico central, ahora transformado en una abrupta pirámide de roca, en el respaldo de los valles calderiformes o anfiteatros. En esta facies de descomposición, por la erosión glaciar, se encuentra hoy el Quilindaña. Esta montaña está sujeta, casi exclusivamente, a la acción de los agentes atmosféricos y al dinamismo erosivo de las aguas; la erosión glaciar se limita sólo a los dientes de roca que, como vestigios de las partes más altas del cono, se levantan ásperos e inmediatamente sobre las partes más profundas de la montaña, aplanas por la erosión de los glaciares y la más suave de las aguas.

(1) Ocasionalmente se frotan los círcos entre sí, de tal manera, que circundan anularmente a la montaña, absorbiendo completamente sus faldas. Entonces, aristas afiladas, en forma de cumbreas, son las únicas divisiones de los diferentes círcos.—A. Penck: *Die Eiszeit in den Pyrenäen*. Mittb des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1883, p. 52.

J. C. Russel (1), el gran conocedor de los volcanes y glaciares de Norte América, ha demostrado, por sus investigaciones en el Mount Reinier, de la manera más clara y precisa, propia de él, y en todos sus detalles aquellos procesos. En efecto, expone cómo un cono volcánico, por la erosión glaciar, sucesivamente puede transformarse en una montaña de ancha base terminada por una pirámide central, un *Matterhorn*, como él se expresa; minuciosamente diserta sobre la formación de los valles calderiformes, de las cuchillas que los separan y de los singulares dientes de piedra (*Tahomas*) que se destacan sobre los enterramientos, de los valles glaciares de primero y segundo orden y de la mutación del cono original, que antes se levantaba hasta las regiones de los hielos y nieves perpetuas y que ahora ya no llega a esas alturas. Si, Russel va todavía más lejos: sigue la historia de la vida de la montaña cónica, hasta su completa descomposición por las aguas corrientes, es decir, hasta el momento en que, sólo se levanta una cúspide de rocas compactas, los restos de la lava consolidada en el canal de erupción, a penas sobre una superficie abovedada y tendida.

El Dr. Reiss, fundándose en las experiencias obtenidas en Sur y Norte América, trata de representarse la HISTORIA DEL DESARROLLO DEL QUILINDAÑA, en la siguiente descripción:

En la base occidental de la Cordillera del oriente, compuesta de pizarras cristalinas (Carrera Nueva), en la pared divisoria de dos valles que desaguan a la hoya interandina, se levantó una montaña volcánica, por erupciones proseguidas repetidamente, en un larguísimo espacio de tiempo. La parte central de la montaña, en forma de cono, en altura, pasaba en la región de las nieves perpetuas, al actual pico del Quilindaña. Como en el Cotopaxi, así también en aquél, pudieron formarse poderosas corrientes de lodo (avenidas) en el pico de erupción, y derramándose hasta los pies de la montaña.

En general, predominan en la estructura interior de la montaña, corriendo lavas pseudo - paralelas, que, aproximadamente, toman la dirección de las faldas, exteriores; sólo en

(1) Glaciers of Mount Rainier by Israel Cook Russell; 18 Annual Report of the U. S. Geological Survey, 1896 - 97, 1898, Part. II, p. 349 - 424 especialmente p. 379 - 385.

la parte central se presentan poderosos aglomerados de escorias, atrevesados por filones. Si el Quilindaña fue construido como el Cotopaxi, esencialmente por erupciones del pico central o si intervinieron, para ello, erupciones laterales en grande escala, el estado actual de la montaña no lo permite determinar con seguridad.

Después de haberse terminado la actividad volcánica, comienza la descomposición del cono, completamente aislado, tanto por los agentes atmosféricos, cuanto, por la erosión glaciar y la de las aguas. Un poderoso manto de hielo y de nieve, cuya magnitud y espesor, estaban favorecidos, esencialmente, por la situación oriental de la montaña, debió cubrir a su parte superior.

De los campos de nieve (neveras), se desarrollaron glaciares que, progresando paulatinamente, cavaron gradualmente valles en forma de cuencas, en cuyo fondo descanzaban las lenguas de aquellos glaciares superficialmente, mientras que las paredes de atrás, experimentaban una violenta descomposición, ya que, en los tiempos pasados, era extremadamente fuerte la acción de los glaciares en los declivios rápidos, favorecida también aquí por la estructura de la montaña, a la fácil fragmentación y descomposición de las capas de rocas. Los bancos de lava colgados en los declivios, han debido derrumbarse, luego que les era sustraído, por socavamiento, el fundamento compacto. Además, los aglomerados de escorias, amontonados en grandes cantidades, en la parte central de una montaña volcánica, presentan muy poca resistencia a la erosión glaciar, que las corrientes de lava compacta depositadas, bastante superficialmente en los declivios exteriores. Así se originan, circos, valles en forma de anfiteatro o de caldera, hondones, mientras que las aguas que fluyen de los glaciares sólo pueden excavar, en las faldas exteriores, valles poco inclinados.

Entre los grandes valles glaciares, permanecen de pie, fracciones de las faldas exteriores de la montaña en ángulo recto, que se ensanchan hacia abajo presentando espacios en declivios favorables para pequeños campos de nieve y que, ocasionalmente, suministran material para la formación de glaciares, también pequeños. Tales valles glaciares de segundo orden se encuentran en el Quilindaña, pero, sólo en sus prolongaciones orientales.

Durante un espacio larguísimo de tiempo ha debido ser muy activa la erosión glacial en la montaña, hasta que, por la denudación de retroceso de los valles calderas, el campo de nieve, en la parte central del cono, disminuía en extensión, y tanto como lo dejaba notar su retroceso. Las morainas depositadas, las unas en las otras, son prueba evidente que, con pausas de tranquilidad, siguió su camino la obra de destrucción. *El glaciar, con su acción erosiva, aniquila, él mismo, las condiciones de su existencia.* (1) El pico central, fue convertido en dientes, en cuyos aglomerados de escorias, la lava que llenaba el canal de erupción, se levanta como poderosa y áspera peña (Toruno-huaico). En el Quilindaña, la acción glacial ha llegado casi a su fin; el pico central muestra sólo aislados flecos de nieve, ninguno de los glaciares llega al suelo de los valles.

Repartición de la erosión glacial en el Ecuador, según el Dr. Reiss.—Se ha podido explicar y comprender la historia de la vida del Quilindaña, desde su origen hasta el estado en que se encuentra en el presente, por el trabajo de las fuerzas naturales, igual hoy, como en todos los tiempos; ahora, se suscita la cuestión de que, si es ésta, la única montaña del Ecuador, en la que se han efectuado tales cambios, o si también en otras, se puede establecer la antigua acción glacial.

Al mismo grupo de volcanes que pertenece el Quilindaña, se debe colocar, ante todo, al Sincholagua (4.988 m.), una montaña que, en toda su configuración, reproduce a la del Quilindaña; un basamento tendido, con una escarpada pirámide terminal, rodeada por una serie de depresiones calderiformes. Se muestran discrepantes, en cuanto que, en el Sincholagua, uno de los valles caldera, parece ser una de éstas, propiamente dicha, ya que la parte superior de Yahuil, se abre en una gran caldera - cráter.

En el norte de la República, presenta el Cotacachi (4.966 m.), una repetición de la misma forma de montaña, y que sólo difiere de la del Quilindaña; por cuanto, el basamento del Co-

(1) J. von Hass, Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New Zealand, 1879, p. 399; St. Meunier, Revue scientifique de Paris du 27 Fevrier 1897 y Nos Terraines, 1898, p. 113 - 116.

tacachí, posee rápidos declivios. Y como esta montaña, aún todavía nevada, pertenece, también, a las montañas volcánicas transformadas por la erosión glaciar, el Rucu Pichincha (4.737 m.) que muy apenas pasa de la región de las nieves perpetuas. En verdad, el Rucu Pichincha, ya no muestra glaciar alguno, pero las depresiones planas, agrupadas anularmente al contorno de los altos picachos y que se designan con los nombres de Verde - cuchu, Altar - cuchu, San Diego - cuchu y otras, traen tanto los caracteres peculiares de los antiguos valles glaciares, de los Kar (hondones), que apenas puede quedar duda, sobre su modo de formación.

Ciertamente hasta hoy, en las tres montañas mencionadas, no se han demostrado directamente vestigios glaciares, pero, hay el convencimiento de que, viajeros posteriores, desde que hace algún tiempo, se ha llamado la atención sobre este asunto, encontraran la prueba palmaria, para confirmar la opinión de que, la configuración general de esas montañas, y su comparación con el Quilindaña, es efectiva.

Qué las formas de las cuatro montañas se presenten discrepantes entre sí, obedece a la naturaleza de las formaciones volcánicas. Pues, aunque todas estén construidas por acumulaciones en el transcurso de larguísimos espacios de tiempo, sus formas se ajustan, a la especie de los materiales amontonados, a la mayor o menor violencia de las erupciones, que se siguieron unas a otras y a la situación del centro de erupción, así como, a la configuración del basamento sobre el que se depositaron las materias eruptivas sueltas y las corrientes de lava.

Tal montaña volcánica, presenta declivios, ya más, ya menos pendientes, ya sea próxima a la forma ideal de un cono, ya a la de una cúpula, o aparece desarrollada longitudinalmente. Téngase presente aún las diversas pequeñas discrepancias, las que, por irregularidad en la estructura de las faldas de la montaña, debía influir en el modo de acción de los glaciares; con todo, predomina en la consideración de las mencionadas montañas, la homogeneidad de su configuración. El Dr. Stübel, ciertamente con otro objeto, ha calocado juntos los dibujos de los perfiles del Quilindaña, del Sincholagua y del Pichincha, en la página 407 de su obra sobre las montañas volcánicas del Ecuador. Una mirada a esta hoja, clara como la mejor descripción, muestra, que nos encontramos allí con una serie que se corresponde entre sí: las cuatro montañas representan otras

tantas faces de la serie de formas que recorren las montañas volcánicas cónicas, cuando estuvieron sometidas por larguísimo tiempo a la acción destructora de la erosión glaciar. Más abrupta se levanta la pirámide central del Quilindaña, le siguen, el Sincholagua y el Cotacachi y, finalmente, el Rucu Pichincha, ya degradado hasta casi el límite inferior de la región de las nieves perpetuas.

La Glaciación en la estructura de la doble pirámide del Iliniza.—Junto a estas montañas volcánicas: Quilindaña, Sincholagua, Cotacachi, Rucu Pichincha, típicas para el trabajo de la erosión glaciar, en el Ecuador se presentan algunas cuya forma, a primera vista, tiene algo de enigmático. Aquí sólo recordaremos al Iliniza, cuya doble pirámide cubierta de nieve, es conocida por todos los geólogos del mundo, merced al dibujo y descripción de A. v. Humboldt. El Dr. Reiss, creyó al principio que, las dos pirámides, serían los restos de dos altos conos, formados muy próximos entre sí (1). Pero, después, a la luz de los conocimientos obtenidos por Russell, en la acción de la erosión glaciar, sobre los conos volcánicos aislados, le parece que se puede explicar el asunto de otra manera más sencilla y natural.

El Iliniza, en sus declivios orientales, presenta formas completamente diferentes de las de sus faldas occidentales. Mientras que, visto del este, es decir, del lado dirigido a la meseta interandina, las dos pirámides aparecen como si nacieran de la masa total de la montaña, en los lados oeste y suroeste, se extienden, a los pies de las rápidas pirámides, terrazas o plataformas suavemente inclinadas, desde cuyo límite inferior, principian los valles, primitivamente cortados y las lomas que, como contrafuertes de la montaña, corren entre aquéllos. En el Dibujo publicado por el Dr. Stübel, en *Skizzen aus Ecuador*, página 76, a pesar de su pequeña escala, se reconoce claramente, delante de las dos pirámides, las mesetas que corren tendidas. Los rápidos declivios de la montaña aparecen allí, como pulimentados (*desbastados, acepillados*,

(1) Carta del Dr. W. Reiss a S. E. el Presidente de la República, sobre sus viajes a las montañas, Iliniza y Corazón y en especial, sobre su ascensión al Cotopaxi. Quito 1873, p. I. Zeitsch. d. d. geol. Gesell, 1873. p. 71, 72.

adelgazados), así que se puede, sin gran trabajo, viajar por alturas entre 4.100 y 4.300 metros, por todo el lado occidental, a los pies de las pirámides terminales. Ambas son fuertemente nevadas, la meridional (5.305 m) más que la del norte, algo más baja también (5.162 m.). Desde la ensillada que separa a las dos pirámides y situada a cerca de 4.800 metros de altura, descienden campos de nieve y glaciares y, desde la misma, se dilata hacia el oeste, un gran glaciar hasta los 4.484 m., mientras que, el límite de la nieve, allí debe encontrarse a los 4.653 m. Tanto éste, como todos los glaciares del Iliniza, cuelgan rápidamente en los declivios.

Cerca de 50 metros más abajo, las rocas contienen estriadas glaciares y, en un valle (cuchu) al sur de la ensillada, se exhiben antiguas morainas. En los pies de las pirámides terminales, que contienen glaciares, se cierran anchas cuencas, con suelos planos y que descienden suavemente, como los lechos de antiguos ventisqueros (como los del Quilindaña).

Grande y cerca de 800 metros de ancho, es Cutu-cuchu, que desciende desde la ensillada, entre las dos pirámides; se emplea una hora para ir desde el límite inferior, hasta la falda de escombros que han descendido de las peñas que limitan el plano posterior del anfiteatro. El fondo del cuchu u hondón, sube desde los 4.149 m., en la salida del valle que cae en las faldas empinadas, hasta los 4.378 m., al pie de la falda glaciar que se precipita de las rocas de unión de las dos pirámides. En este grande y antiguo lecho de glaciar, se encadenan, a derecha e izquierda, depresiones semejantes, que llevan todas, o el nombre quichua «Cuchu», o la correspondiente designación española, «Hondón», así, el Hondón de Huerta-sacha, Hondón de Guejala, de Quillu-turu, de Rumi-pungo, y otros tantos. Todas estas depresiones planas se transforman, en su parte inferior, en profundos y escarpados valles, los más, cubiertos de bosque.

El desarrollo peculiarmente unilateral de la acción glaciar en el Iliniza, parece demostrar que, en otro tiempo, hubo allí un ancho cráter-caldera, cuya circunvalación que se destacaba sobre la región de las nieves perpetuas, en el transcurso de las edades, fue descompuesto por la acción erosiva de los glaciares, hasta sobre las dos pirámides terminales. La razón para pensar en semejante proceso, se halla en la consideración de los grandes cráteres, llenos de glaciares, del Cerro Altar y del Antisana.

Del cráter-caldera del Altar, de más de un kilómetro de diámetro, circundado de abruptas y desgarradas peñas, dimana, por un profundo corte, un poderoso glaciar, cuyo término inferior llega, en el fondo del valle plano de Pasuasú o Collanes, hasta los 4.000 m. de altura absoluta. El glaciar se alimenta por muchos ventisqueros y campos de nieve que están suspendidos en las paredes interiores del cráter; glaciares semejantes, cubren los declivios exteriores de la circunvalación craterica. Todos ellos corroen, cavando en retroceso, las paredes, así que, proseguida la destrucción, en mayor escala, por los dos lados, aquella circunvalación debía constantemente y debe todavía, disminuir en altura y espesor. No parece lejos el momento en que, una parte de las paredes que hoy circundan al cráter, disminuya tanto, que sólo represente un lazo de unión muy bajo, entre los picachos principales que ahora flanquean la entrada del cráter y se levantan aislados. Entonces, el glaciar que sale del cráter habrá disminuido constantemente, ya que, él mismo se sustraerá por excavación. el campo de nieve, y con ello, la provisión. INDADA EN 175 QUITO AREA HISTÓRICAmente quedará en lugar de un crater ~~lleno de nieve~~, uno de suelo de roca aplanado, a cuyos lados se levanten dos altas pirámides, ligadas por una valla relativamente baja. Los glaciares que persistan, colgarán de las pirámides de roca, sin llegar a sus bases. En esta presunción, claramente se reconoce la semejanza de forma, producida por el trabajo de la erosión glaciar, con la del Iliniza de hoy. (1)

Una forma semejante a la doble pirámide del Iliniza, debe resultar de la descomposición del Antisana, por la erosión glaciar; pues también allí, existen las dos cúspides altísimas, desarrolladas como anchas partes de montoña, en los dos extremos más exteriores del respaldo del cráter, mientras que, una angosta cuchilla de unión, separa la depresión craterica, allí profundamente excavada, de los declivios exteriores de la montaña. Sin insistir más sobre estas condiciones, ya que hasta ahora

(1) Quien conozca de cerca al Altar, puede darse cuenta de su futura configuración, cuando las partes de atrás del recinto del cráter, hayan disminuido o descompuesto, por el trabajo de la erosión glaciar. Los dos picachos, «El Obispo» (5.405 m.) y «El Canónigo» (5.355 m.) corresponderán en su altura absoluta, y en su distancia mutua, aproximadamente a las dos pirámides del Iliniza.

no se ha publicado una representación, por dibujo o fotografía, del cráter del Antisana, quizás pueda bastar, remitir a una consideración comparativa de los bocetos dados por el Dr. Stübel, del Antisana, del Altar y del Iliniza, en los que se llega a reconocer, como los dos «*Matterhorner*» del Iliniza, podían haberse originado de una gran circunvalación craterica, por la erosión glaciar. (1)

También la forma del Corazón e igualmente la del Pichincha del Cotopaxi, podría atribuirse a la erosión glaciar, y quizás también, la del Rumiñahui que con la cooperación de la erosión glaciar, obtuvo su forma actual.

Serie de formas de las montañas nevadas del Ecuador.—Hasta aquí, se ha considerado, en junta del Quilindaña, aquellas montañas volcánicas del Ecuador, cuya configuración original, cambiada por la erosión glaciar si, como el Rucu Pichincha, está tan destruida que su cúspide, en otro tiempo nevada, en el presente, a penas llega al límite de la región de las nieves perpetuas, ahora nos proponemos establecer, aunque sea brevemente, la serie de formas de las montañas nevadas del Ecuador, de las que han dimanado los esqueletos de montaña actuales.

Las tres montañas volcánicas activas del Ecuador; que se levantan sobre la región de las nieves perpetuas, el Sangay, el Tungurahua y el Cotopaxi, exhiben aún la forma cónica regular original, que es propia, especialmente, a los conos de erupción, cuyas erupciones se realizan todas, o a lo menos en gran parte, por el cráter de la cúspide. Aún alternan en ellas bancos de nieve, de hielo, de cenizas y de lavas; los glaciares ocupan solamente los declivios sin profundizarse en ellos. También en el Antisana, cuyas erupciones se han efectuado en el tiempo histórico, pertenece, a lo menos, en parte, a ellas, sin embargo de que el gran glaciar que dimana del cráter, parece haber practicado importante acción erosiva.

En la fisonomía de las tres montañas antedichas, se enlaza también el Cayambe, de cuya poderosa cúpula nevada, parten grandes glaciares que, en verdad sólo se introducen

(1) A. Stübel: *Skizzen aus Ecuador.* Antisana, p. 14; Altar, p. 33 y 34; Iliniza, p. 76.

superficialmente en las faldas, sin embargo que en estas glaciares extensas adheridas a aquéllas, manifiestan su enérgica actividad erosiva.

En una facies más adelantada, se encuentra el Chimborazo. Desde los extensos campos de nieve de la ancha cúpula, descienden largos glaciares que corresponden a la magnitud de la montaña, y que, en su parte inferior, ya están depositados en profundas depresiones. Las terminaciones de dichos glaciares, quedan sepultadas debajo de una cubierta de escombros, frecuentemente, de muchos metros de alto, una señal segura de que principia el retroceso. Una gran parte de los precipicios en los sitios más altos del Chimborazo, seguramente deben atribuirse al trabajo de la erosión glaciar, a la que, las peñas de la cúspide formadas esencialmente de aglomerados de escorias, con intercalaciones, aquí y allá, de bancos de lava, han debido ofrecer sólo una reducida resistencia. Sobre estos precipicios, cuelgan amenazantes, las masas de hielo de la cima más alta, masas que, cuando se precipitan, traen consigo, nuevos contingentes de hielo, al glaciar que descansa al pie de los muros de roca. Los grandes hondones (Kars), cuyas orillas superiores debían quedar entre los 5.600 y 6.000 metros de altura y por cuyo fondo, descienden los grandes glaciares, son ya claramente visibles desde la ciudad de Riobamba. Sus formas, frecuentemente marcadas por sombras azules, animan a las extensas faldas nevadas y prestan a la poderosa montaña; el encanto de una variadísima articulación.

Entre el Chimborazo, en el que principia la erosión glaciar, y el Cotacachi, transformado ya en una aguda pirámide de piedra y que posee glaciares, falta un miembro intermedio, es decir, una montaña que, más que el Chimborazo, menos que el Cotacachi, haya experimentado la descomposición por los glaciares; entonces la serie se establecería, desde los conos de erupción, intactos, que se cubren gradualmente con una coraza de hielo, hasta el Rucu Pichincha que ya ha pagado su deuda a la acción glaciar y, por tanto, esa serie, estaría representada, en el Ecuador, en rara integridad.

Una especial consideración merecen los grandes cráteres - caldera, que pasan la región de las nieves perpetuas y de los cuales, dímanan los más poderosos glaciares del Ecuador. También, en ellos se puede seguir el trabajo de la erosión glaciar, en sus diversas graduaciones.

El gran cráter del Chimborazo, está tan lleno de nieve y hielo, que sólo se puede conocer; su tamaño y configuración, por la disposición de las cúpulas y las planicies de nieve que quedan entre ellas; profundamente cortado, circundado por altos picos y cúpulas, mantenidos aún completamente intactos, se presenta el cráter-caldera del Antisana, por cuyas paredes interiores, descienden poderosas masas de hielo, cuyo fondo está lleno por un gran glaciar que ha roto a la pared del cráter en angosto corte. Mucho más descompuestos, rodeados casi sólo de peñascos y dientes, se manifiestan los cráteres, tanto del Cariguaírazo como del Altar, ambos ocupados con sus respectivos glaciares; sin embargo, es difícil determinar, en cuanto estas formas, provienen de la primitiva, y qué participación se debe atribuir a la erosión glaciar.

La ligera ojeada del desarrollo y trabajo de los glaciares en el Ecuador (pues lo que se ha dicho sobre las montañas volcánicas nevadas, con ligeras variaciones, vale también para aquéllas que se levantan aisladas, desde las formaciones antiguas, como lo atestiguan el Cerro Hermoso y el Sara-urcu) muestra, que aquí se abre un rico campo de estudios, cuyo cultivo promete en el futuro, la solución de importantes problemas, IS en RI especial, por cuanto, dice el Dr. Reiss, no ha puesto los pies, en estas altas montañas, un viajero, familiarizado con el resultado de las investigaciones más recientes de los glaciares. (1)

Limitándose el Dr. Reiss, a la región volcánica del Ecuador, opina que ese o esos futuros investigadores, deberían to-

(1) Muy poco tiempo después de expresado este deseo por el Dr. Reiss, el Profesor Hans Meyer, visitaba el Ecuador (1903), con el objeto de estudiar los fenómenos glaciares, en nuestras altas montañas volcánicas. Los resultados, los publicó en su obra, «In den Hoch-Anden von Ecuador». Algunos años más tarde, también el Dr. W. Sievers, complementó los estudios de aquel sabio, en la parte sur de nuestra República (Loja y Azuay), y los publicó en su libro «Reiss in Perú und Ecuador». Del primero, de Hans Meyer, algo hemos dado a conocer, en estos mismos Anales de la Universidad Central. No perdemos la esperanza de ocuparnos nuevamente con los estudios de estos dos notables hombres de ciencia, ya que ellos escribieron un capítulo casi desconocido en la geología ecuatoriana, capítulo, cuyas líneas preliminares, fueron presentadas y señaladas por el Dr. Reiss. Nota de A. N. M.

mar sólidamente en consideración los siguientes problemas:

I. Una serie de las formas más peculiares, bajo las que se nos presentan las montañas volcánicas, en el «alto país tropical del Ecuador», y que deben dichas formas, su origen, a la erosión glaciar.

II. Antiguas morainas, antiguos lechos y estriaduras de los glaciares, en y por sí, no pueden valer como pruebas de una época glaciar general, acondicionada, por mutaciones climatológicas, pues los glaciares trabajan despacio, pero sin interrupción, en su propio exterminio.

a) mientras que, por la siempre eficaz actividad de erosión, en el fundamento del glaciar superficial, el suelo del valle glaciar llega a profundizarse, así que el mismo glaciar hunde su lecho más y más en la montaña, hasta que desciende a un sitio, cuyas condiciones de temperatura, ocasionan la fundición del hielo y con esto, la disminución de las masas del glaciar, occasionando, primero, su retroceso y finalmente, su exterminación;

b) mientras el glaciar retrocede cortando a la montaña, transporta también a su campo de nieve.

III. Una cúpula volcánica tendida, con una pirámide de roca central, en cuyos pies hay depresiones dispuestas radialmente, que no influyen en la forma exterior de la montaña, de un modo esencial, se hallan hondones, cuyo suelo de valle está circundado de rápidas paredes que se cierran atrás en forma de anfiteatro, en las ásperas rocas de la pirámide central, y cuyos desagües fluyen en canales planos por los declivios exteriores, muestra sin duda alguna, una glaciación muy antigua, teniendo además, una montaña ya fuertemente descompuesta por la erosión glaciar.

Primeras investigaciones de la glaciación de las
montañas volcánicas del Ecuador,
por el Dr. W. Reiss

III

Anotaciones y suplementos

Erosión glaciar en África.—Fuera de la América tropical, también en África se han encontrado condiciones semejantes de glaciación en sus montañas volcánicas, aunque, a decir verdad, sobre ellas apenas hay pocas observaciones. De esta circunstancia resulta que, el Dr. Reiss, se limite a decir que en el África tropical, el Kibo, cuya forma y extrestructura, según la descripción y representaciones gráficas, publicadas por el Dr. Hans Meyer, se presenta como una fotografía del Chimborazo, el Kenia (1), en el tamaño y poderosa construcción, es como el Quilindaña. Realícese la comparación, entonces se podría, según la opinión de Gregory, no ser INEXACTO del todo que, el retroceso de los glaciares, dependería de condiciones absolutamente locales. (2)

(1) Abb. in von Höhnel, Zwischen Rudolph-See und Stephanie-See, 1892; Bergprofil Sammlung während Graf Teleki's Afrika-Expedition, 1890, Taf. 16, 17 u. 18; Denkschriften der math.-naturw. Classe der K. Akad. der Wissenschaften, Band LVIII, 1891, Taf. I Fig. III, IX.

(2) Hans Meyer: Der Kilimandjaro, 1900, S. 375-377; J. W. Gregory: Contributions to the Geology of British East Africa. Part I, The glacial Geology of Mount Kenia, The Quarterly Journal of the Geological Society of London, Vol. L. 1894, p. 515-530; H. J. Mackinder: A Journey to the Summit of Mount Kenia, British East Africa, The Geographical Journal, Vol. XV, 1900, p. 453-456; en esta última obra hay una carta de la región de la cúspide que muestra claramente lechos de antiguos glaciares, con laguitos en su suelo.

También el Mawenzi (1), según los dibujos y descripción de Hans Meyer, tenga su configuración actual, por la erosión glaciar. Por último, en la página 231 de la obra que acabamos de citar, y en el grabado que la ilustra, vemos que las pendientes de la cúspide del Kibo, presentan precisamente como en el Chimborazo, profundos hondones (Kare), por tanto, los vestigios más tangibles del trabajo destructor de la erosión glaciar. Estos datos referentes al África, los da el Dr. Reiss, bajo toda reserva, puesto que dice que es siempre aventurado, juzgar condiciones que no se conocen con la propia vista.

El Dr. Reiss, también hace memoria de que, según las medidas de Sir H. Jonstons (2), los glaciares del Ruwenzori, descienden hasta los 4.023 metros de altura sobre el nivel del mar.

Cuadro comparativo de las medidas correspondientes de las cubiertas de nieve y hielo en las montañas volcánicas del Ecuador. (3).—Los primeros datos sobre el límite de las nieves en el Ecuador, provienen de los Académicos Franceses, según los cuales, el Rucu Pichincha, casi debía alcanzar ese límite. Bouguer (4), le da a la montaña, la altura de 2.434 toesas (4.744 m.) La Condamine, en la inscripción en la Piedra de la Universidad (hoy en el Observatorio) señala aquel límite de la nieve en 2.432 toesas (4.740 m.). (5) Como en muchísimos casos, también en éste, los sabios franceses, con magnífico tacto, han sacado inteligentemente, un muy justo término medio de los diferentes hechos observados.

A. v. Humboldt, se ocupó diligentemente con la determinación del límite de la nieve en los trópicos y publicó sus resultados, junto con las conclusiones ligadas con éstos, en diferentes célebres disertaciones. Naturalmente, aquí nos limitaremos sólo a las medidas correspondientes al Ecuador.

(1) Hans Meyer: *id. id.* p. 308-313, con dibujo correspondiente.

(2) *The Geographical Journal*, Vol. XVII, 1901, p. 42,

(3) G. Schwarze: *Die Firngrenze in Amerika, namentlich in Südamerika und Mexiko* *Mitth. d. Vereins für Erdkunde zu Leipzig*, 1890, S. I-92, und: *Verbreitung der Gletscher in den West-Gebirgen Amerikas*. *Ausland* 1891, N°. II u. 12.

(4) *Figure de la Terre*, 1749, p. XLV-XVI.

(5) *Journal du Voyage*, 1751, p. 163.

CORDILLERA OCCIDENTAL

Rucu Pichincha (1).....	2.460	toesas.....	4.795	m. b.
Guagua Pichincha	2.455	"	4.785	" "
Corazón	2.458	"	4.791	" t.
Chimborazo	2.471	"	4.816	" "

CORDILLERA ORIENTAL

Antisana	2.493	toesas.....	4.859	m. t.
Cotopaxi	2.490	"	4.853	" "

Las medidas son, en parte, trigonométricas (t), en parte, barométricas (b), verificadas en los meses de febrero a junio de 1802. (2)

Boussingault (3), midió en 1831, las siguientes alturas para el límite inferior de la nieve, en nuestras montañas ecuatorianas. Todos sus datos deben ser medidas barométricas:

Chimborazo 4.868 m.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Antisana 4.871 m.
Cotopaxi 4.804 "

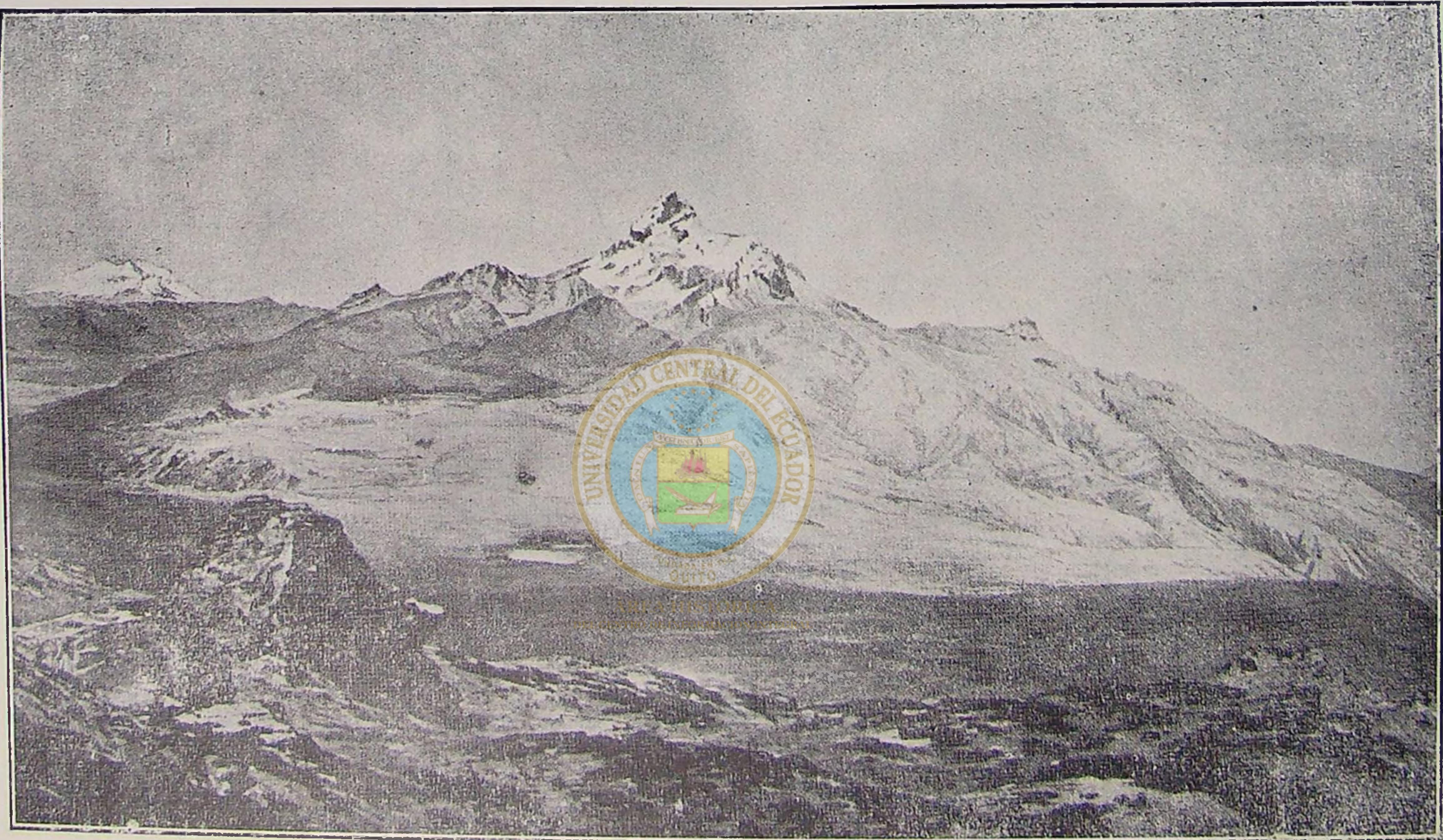
Hall, (4) compañero de Boussingault, en nuestra República, da para el límite de la nieve, los siguientes valores:

(1) Es sabido que, Humboldt, ha cambiado los nombres de los dos Pichinchas; en el cuadro, figuran con los que se usan actualmente.

(2) Asie centrale, 8, 1843, III. p. 255, y Kleinere Schriften, 1853, S. 172.

(3) Rapport sur les travaux géographiques et statistiques exécuté dans la république de Venezuela, d'après des ordres du Congrès par M. le Colonel Codazzi. C. R. XII, 1841, p. 476.

(4) Excursions in the neighbourhood of Quito and towards the Summit of Chimborazo, in 1838. By Col. Hall of Quito: The Journal of Botany being a second series of the Botanical Miscellany; by W. J. Hooker. I. 1834, p. 343.



Museo Grassi, Leipzig

Dibujo del Dr. A. Stübel

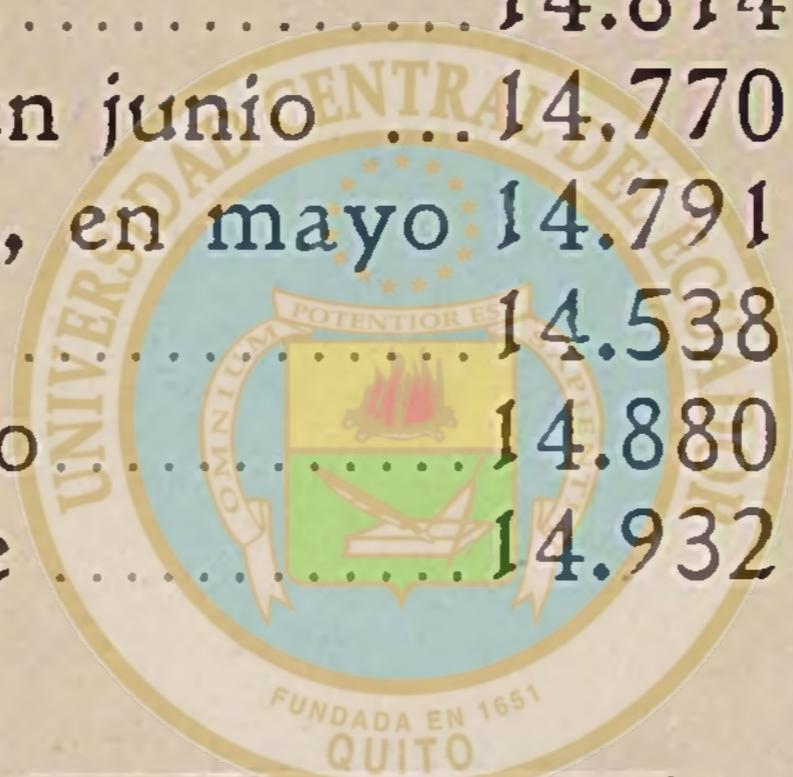
EL QUILINDAÑA (4.919 m.); lado Occidental
Desde el Morro de Chalupas (4.304 m.)

Chimborazo (diciembre)	16.000 P. I.	4.877 m.
Cayambe (octubre)	14.217 » »	4.333 »
Antisana	15.838 » »	4.828 »
Cotopaxi (noviembre)	15.646 » »	4.769 »

Ya v. Humboldt, puso en duda la exactitud de la medida en el Cayambe; seguramente se le debe atribuir, más bien, a la terminación de un glaciar y no, al límite de la nieve. Sería el modo de aclarar la nota aducida.

M. Wagner, al que debemos una serie de discusiones llenas de mérito y observaciones seguras, sobre el alto país ecuatoriano (1), dirigió también su atención a la determinación del límite de la nieve, en los años de 1858 a 1859, obteniendo los resultados siguientes: (2)

Cotacachi, en mayo.....	14.814 P. F.	4.812 m.
Rucu (3) - Pichincha, en junio	14.770 » »	4.797 »
Guagua (4) - Pichincha, en mayo	14.791 » »	4.805 »
Iliniza, en diciembre.....	14.538 » »	4.722 »
Carihuairazo, en enero.....	14.880 » »	4.833 »
Chimborazo, lado norte	14.932 » »	4.856 »



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Cotopaxi, lado sur, en diciembre...	14.337 » »	4.657 »
Tungurahua, en febrero	14.650 » »	4.759 »
Altar, en febrero.....	14.876 » »	4.832 »

ANOTACIONES Y SUPLEMENTOS

Todas las medidas son barométricas, y en verdad, las verificadas en el Chimborazo y Cotopaxi, fueron obtenidas con buenos instrumentos y con la base de observaciones practicadas simultáneamente en Latacunga, mientras que, para las demás, se ha debido emplear un barómetro poco exacto.

(1) *Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika*, 1870, S. 407 - 421, 435 - 632.

(2) Id. id. S. 628.

(3) Designado como Guagua Pichincha, por Wagner.

(4) Como Mozo Pichincha, por Wagner.

Con Moritz Wagner, principia una nueva fase de nuestros conocimientos sobre las condiciones del hielo y la nieve en el Ecuador. Pues, mientras que, todos sus antecesores, combaten decididamente la presencia de glaciares (1), logró aquel sabio, descubrir en el cráter - caldera del Altar un verdadero y gran glaciar, estableciendo definitivamente su naturaleza. (2)

Las medidas de alturas, publicadas en Quito por W. Reiss y A. Stübel, contienen una serie de datos sobre la altura del límite de la nieve y terminación de los glaciares en nuestros Andes ecuatorianos, hechas en los años de 1869 a 1873. (3). Como a continuación se dan los resultados bajo otra forma, para prevenir errores, se debe explicar el modo de origen de esta especificación de alturas.

Se ocasionaron aquellas publicaciones por el deseo que tuvieron los dos sabios viajeros, de dejar, a sus conocidos y amigos del Ecuador, que se interesaron por sus viajes e investigaciones, siquiera una parte de los resultados obtenidos. A ello se debe, ante todo, la precipitación y estrechez en el cálculo

(1) A. v. Humboldt: *Asie centrale*, III p. 264-268.

(2) Nat. Reisen, S. 487. En la vecina Colombia, ya antes fueron conocidos, tanto glaciares, como vestigios de una antigua glaciaciación, por Codazzi. (Codazzi en: Felipe Pérez, *Geografía física y política de los Estados Unidos de Colombia*, 1863, p. 409). El Dr. Reiss, no creyó necesario tomar en cuenta en sus estudios aquellas consideraciones sobre los glaciares actuales y antiguas morainas de Colombia, por no ser suficientemente conocidas. Según Hettner (Petermann Mitth. Ergänzungsb. 104, S. 62), se encuentran en el Cocui, antiguas morainas hasta los 3.880 metros de altura; Sievers (Zeit. d. G. f. E. z. B. XXIII, 1.888, S. 82), da para la altura de las antiguas morainas en la Sierra Nevada de Santa Marta, 3.600 metros; sin embargo, en esto no hay medida alguna, sino un cálculo que necesita comprobación. Hasta qué punto podrían tomarse en cuenta las mesetas de escombros, explicadas por los dos autores nombrados, de diferente manera, sólo investigaciones posteriores, deben dilucidarlas. El Dr. Reiss, personalmente cree, de acuerdo con Hettner, que aquellos yacimientos de escombros se originaron independientemente de los antiguos glaciares.

(3) Alturas principales tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1870 y 1871, por W. Reiss y A. Stübel. I. Las Provincias de Imbabura y Pichincha. Quito 1871, y: Alturas tomadas en la República del Ecuador, en los años de 1871, 1872 y 1873, por W. Reiss y A. Stübel. II. Las Provincias de Pichincha, León y Tungurahua, de Los Ríos, del Chimborazo y Azuay. Quito, 1873.

lo de las medidas de alturas; pues en una alta montaña tropical, recorrida por profundos valles y depresiones, sobre todo si se asciende a las alturas, como en las Cordilleras del Ecuador, una hacienda, forma la alta situación de un lugar y, por tanto, uno de los principales factores para el juzgamiento de su clima y facultad de producción. Todo el mundo quiere saber, en qué altura sobre el nivel del mar vive, qué alturas y profundidades debe vencer en sus viajes.

Los mismos viajeros, las más de las veces, estuvieron separados, cada uno iba por su camino; el uno, visitó primero ésta, el otro, aquella parte de la cordillera, lo que les posibilitó, ya en el año de 1873, establecer una especificación de alturas bastante completa, desde la parte norte de la República, hasta Cuenca. Las alturas publicadas dan, en parte, sólo los promedios de las observaciones de Reiss y Stübel; las más se fundan en las medidas que uno de ellos ejecutó, mientras que las determinaciones de altura, hechas más tarde, por el otro, en la misma montaña, debieron permanecer previamente, sin tomarse en consideración. Por tanto, la especificación de alturas, impresa en Quito contiene, para una serie de montañas, los resultados obtenidos por el Dr. Stübel, mientras que, para otra serie, deben aplicarse los valores obtenidos por el Dr. Reiss.

Para nuestro objeto siguiente, nos ha parecido más conveniente, citar, para cada medida a su autor, pues el dato será diverso, según el modo como comprenda el observador, la idea del límite de la nieve. En la siguiente tabla, se ha cambiado, en algún tanto, el orden, para facilitar su revisión. Pequeñas discrepancias, de los datos publicados en Quito, hubo de aportarse después de la inspección más precisa de los apuntamientos en el libro diario. Frecuentemente, es muy difícil distinguir particularmente, uno de otro, el límite de la nieve y el de los glaciares, ya que, en muchas montañas, por ejemplo, en el Cotopaxi, el Antisana y otras, forman el borde inferior del manto de nieve, poderosas masas de hielo, mientras que, en otras, por ejemplo, en el mismo Cotopaxi y el Sangay, el término de los glaciares, está oculto por capas de cenizas; en cambio, en el Chimborazo, dificultan reconocer la terminación de las lenguas de los glaciares, las extensas masas de escombros que cubren sus partes inferiores.

Ahora, en el Ecuador, el límite de la nieve, no forma en las pendientes de la montaña, una línea horizontal, como se debía esperar por los datos de A. v. Humboldt; su trayecto es

más bien en zig-zags. En los declivios, al través del manto de nieve, se destacan crestas de roca y campos de aquélla, recorren hasta los pies, igualmente, dilatadas llanuras llevan las lenguas de los glaciares a los valles. Sólo forma línea horizontal, la nieve recientemente caída. Ciertamente, en la mayor parte de los cuadros de las montañas nevadas del Ecuador, se ve el trayecto horizontal del límite de la nieve; pero, esto depende de que, muchas veces se divisa el alto perfil después de tempestades de lluvia y nevada, repentinamente claro y despejado, y por tanto, el adorno de nieve recientemente caída. Sólo, por una larga permanencia en el pie de la montaña, y por observaciones frecuentemente repetidas, se puede llegar a formarse, un concepto justo, sobre el trayecto del límite de la nieve.

La determinación precisa del límite de la nieve, bajo la línea equinocial, presenta, además, algunas dificultades. El Dr. Reiss, consideró siempre como aquel límite, la línea que enlaza la terminación inferior de las masas conexiónadas de nieve y hielo permanentes, vistas tanto de las aristas de rocas que rompen hacia arriba las superficies nevadas regulares, como desde los glaciares que se extienden hacia abajo. Esto corresponde al «verdadero límite de la nieve» de Richter (1) y se pone al abrigo de la primera definición, establecida, según Ratzels (2), por Klengel (3), ya que, apenas se presentan granizadas, en las montañas nevadas del Ecuador.

El límite de la nieve así determinado, da a conocer el influjo de las corrientes de aire que ascienden desde la Hoya Amazónica, cargadas de vapor de agua, pero, con todo, muestra también varias discrepancias, cuyas causas, se deberían buscar en ciertas condiciones locales.

Una serie de datos, sobre el punto más alto libre de nieve, por consiguiente, la mayor altura que se puede alcanzar sin pizar nieve, debería ser la que figure en la tabla. Pero, así, por ejemplo, en el Chimborazo, en su lado norte, se llega has-

(1) E. Richter: *Die Gletscher der Ostalpen*, 1.888, S. 10,278.

(2) Fr. Ratzel: *Zur Kritik der sogenannten «Schneegrenze»*; *Leopoldina Heft XXII. Jahrg. 1.886*, S. 186, 201, 220.

(3) Fr. Klengel: *Die Historische Entwicklung des Begriffes der Schneegrenze von Bouguer bis auf A. von Humboldt 1736-1820*, S. 113; *Mitth des Vereins für Erdkunde zu Leipzig*, 1888, 1889, S. 109-190.

ta los 5.000 metros sin pisarla y, en el Cotopaxi, en 1872, una faja libre de nieve, conducía desde el límite inferior de ésta, hasta la cúspide sudoeste de la montaña, por tanto, hasta los 5.922 metros. Tales discrepancias, que obedecen a causas puramente locales, deben excluirse en la determinación del límite de las nieves; unas veces son peñascos, abruptamente inclinados, en los que, no puede sostenerse la nieve, o de los cuales, es barrida por los fuertes vientos que predominan en aquellas alturas; otras veces, la nieve caída, se funde por el calor interno de las corrientes de lava recientes.

Alturas del límite de las nieves y de las terminaciones de los glaciares en las montañas nevadas del Ecuador, según W. Reiss y A. Stübel.---1871--1874

Nombre de la montaña	Altura de la cúspide	Límite de la nieve	Término de los glaciares
Cotacachi (XII. 70).....	4.966 t. R.		
lado S. W.	4.705 b. R.	4.597 b. R.	
lado E.	4.694 t. R.	4.537 t. R.	
»	4.620 » »		
lado S.		4.499 » »	
Rucu Pichincha	4.737 » »		
Guagua Pichincha	4.787 » »		
Corazón (VIII. 70).....	4.816 » »	4.679 b. R.	
Iliniza (XI. 72)	5.305 » »		
lado N. W.	4.771 » » ...		
lado W.	4.653 » » ...	4.484 b. R.	
Carihuairazo (VII. 73)....	5.106 » »		
lado S.		4.675 b. R.	
lado E.		4.386 b. St.	
»		4.354 b. R.	
lado N.		4.500 » » St	

Nombre de la montaña	Altura de la cúspide	Límite de la nieve	Término de los glaciares
Chimborazo (VII. 73) ...	6.310 » »		
lado N.	4.862 b. R. ...	4.255 b. R.	
»	4.916 b. R. ...		
lado S. W.		4.358 » »	
lado S.	4.763 b. St. ...		
lado S. E.	4.714 b. R. ...	4.550 b. St.	
»		4.516 b. R.	
lado E.	4.616 b. R. ...	4.388 » »	

CORDILLERA ORIENTAL

Cayambe (III. 71)	5.840 t. R.		
lado N.	4.672 b. R. ...	4.510 b. R. (*)	
»		4.400 b. St.	
lado N. E.	4.398 b. R. ...	4.134 b. R.	
lado E.		4.298 » »	
Saraurcu (VII. 71)	4.725 b. Whymper		
lado W.	4.364 b. R. ...	4.176 » »	
Antisana (II. 72)	5.756 t. R.		
lado N. W.	4.784 b. St. ...		
lado N.	4.721 b. R. ...		
lado W.	4.694 b. R. ...		
lado S. W.		4.620 » »	
»		4.618 b. St.	
lado S. E.		4.216 b. R.	
Sincholagua	4.988 t. R.		
lado N.	4.577 b. St. ...		
Quilindaña (IV. 72) ...	4.919 t. R.		
lado N.		4.470 b. R.	
Cotopaxi (IV. 72)	5.943 t. R.		
lado N.	4.741 » R. ...		
lado N. W.	4.763 » » ...		
lado W. (XII. 72)	4.627 » » ...		
lado S.	4.629 » » ...		

(*) Término inferior de la moraña frontal: 4.305 m.

lado E.....	4.646	»	»	4.512 b. R.
»	4.572	»	»	4.300 » »
»	4.555	»	»	4.230 » »
Cerro Hermoso (I. 73)				
lado W.	4.576	t. R.	4.242	t. R.
Tungurahua (III. 74)....	5.087	»	»	
lado N. W.	4.600	b. St.		
lado S.			4.272	b. St.
»			4.197	b. R.
Altar (IV. 74).....	5.404	t. R.		
lado W.			4.028	b. St.
»			3.978	b. R.
Sangay (IX. 73).....	5.323	t. R.		
lado S.			4.308	» »
lado S. E.			4.197	» »

t. = medida trigonométrica. b. = medida barométrica.

R. = Reiss. St. = Stübel.

Los datos anexos se refieren a las medidas del Dr. W. Reiss.

En la especificación de alturas de Whymper, solamente se encuentra, según el Dr. Reiss, una medida que tenga valor:

Antisana (1), pie del glaciar, lado oeste; marzo, 15.295 pies = 4.662 m. pues el dato: CHIMBORAZO, tiene por límite de la nieve, en julio, 16.703 pies = 5.100 m. altura imposible que se pueda atribuir al verdadero límite de la nieve (2); indudablemente se trata de la parte superior de una arista de roca que se destaca del manto de nieve de la montaña, en la que, Whymper, cuando su ascención la primera vez, volvió a pisar en roca compacta. Con todo, aunque con esto, hayamos obtenido sólo una contribución muy moderada y reducida, para el conocimiento del límite de la nieve, en nuestra República, las determinaciones geográficas, así como los hermosos grabados, diseminados en su obra, forman un auxilio, lleno de mérito, para el conocimiento de las condiciones del hielo y la nieve del Ecuador, e indudablemente, el atento lector, podrá encontrar vastísimo material de estudio, en las relaciones, muy

(1) Travels amongst the Great Andes of the Equator, 1892, pág. 400, N°. 30.

(2) Id. id. pág. 401. N°. 68.

frecuentemente plásticas de sus ascensiones a las montañas. Whymper visitó el alto país del Ecuador, de enero a julio de 1880.

En el cuadro siguiente, se han ordenado las medidas del límite de las nieves perpetuas, en las cordilleras ecuatorianas, practicadas por los diferentes viajeros, sin preocuparnos con una comparación de los valores desiguales de los datos. La ampliación de este principio la relegamos para los futuros viajeros. (1)

Siguiendo el ejemplo de A. v. Humboldt, el Dr. Th. Wolf (2), trató de establecer valores medios, tanto del límite de las nieves, como de la extensión de los glaciares, fundándose en las medidas publicadas por Reiss y Stübel.

Según estas apreciaciones, Hann (3), calcula la temperatura anual, para aquel límite, en la cordillera occidental, en 2 grados centígrados, y en la oriental, en 3 grados c.

LIMITE DE LA NIEVE: Cordillera occidental, Reiss, 2

observaciones	4.719 m.
Cordillera occidental, Stübel; 1 observación	4.763 m.
Promedio de 12 observaciones	4.722 m.
Cordillera oriental, Reiss, 12 obs....	4.615 m.
Cordillera oriental, Stübel, 3 obs....	4.652 m.
Promedio de 15 observaciones.....	4.623 m.

LIMITE DE LOS GLACIARES: Cordillera occidental,

Reis, 10 observaciones	4.499 m.
Cordillera oriental, Stübel, 3 obs....	4.479 m.
Promedio de 13 observaciones.....	4.456 m.

(1) Sea esta la ocasión, dice el Dr. Reiss, para rectificar un dato erróneo: la alta planicie de la Hacienda de Antisana, jamás está cubierta de nieve, por meses enteros, como varias veces se ha afirmado; la nieve recientemente caída, cuando más, permanece un par de días. Con justa razón, Humboldt, excluyó a esta altiplanicie, para el señalamiento del límite de la nieve. En general, jamás queda por largo tiempo, la nieve recientemente caída en las cúspides de los Andes ecuatorianos y esto obedece a su forma suelta, fácilmente distinguible de las masas de nieves permanentes.

(2) Geografía y Geología del Ecuador, 1892, pág. 406.

(3) J. Hann: Über das Klima von Quito; Zeirschrift der Gesellschaft für Erdhunde zu Berlin, 1893. S. 192.

Cordillera oriental, Reiss, 15 obs.... 4.291 m.
 Cordillera oriental, Stübel, 4 obs.... 4.330 m.
 Promedio de 19 observaciones..... 4.298 m.

PROMEDIO PARA LAS DOS CORDILLERAS (Límite de las nieves).

27 observaciones 4.667 m.

PROMEDIO PARA LAS DOS CORDILLERAS (Límite de los glaciares).

32 observaciones 4.362 m.

Nos parece muy dudoso, si promedios que se apoyan sólo en tan pequeñas series de observaciones, que difieren de 200 hasta 300 metros, obteniendo, por tanto, extremos de peso demasiado grande, generalmente, tengan alguna autoridad. Deben multiplicarse las observaciones, para que se pueda tomar en cuenta en el cálculo, las influencias locales. De aquí se puede deducir que no hay en el Ecuador, un límite de las nieves general, sino que queda a diferentes alturas, en los diversos grupos de montañas, según las condiciones climatológicas y orográficas predominantes.

Según las medidas personales del Dr. Reiss, el límite extremo de las nieves, se encontraría:

en la Cordillera occidental, en el Chimborazo... 4.862 m.
 Diferencia 246 m.
 en el Chimborazo... 4.616 m.

en la Cordillera oriental, en el Antisana..... 4.784 m.
 Diferencia 420 m.
 en el Saraurco..... 4.364 m.

Los límites extremos de los glaciares:

en la Cordillera occidental, en el Cotacachi..... 4.597 m.
 Diferencia 342 m.
 en el Chimborazo... 4.255 m.

en la Cordillera oriental, en el Antisana..... 4.620 m.
 Diferencia 642 m.
 en el Altar..... 3.978 m.

Para las dos Cordilleras resultan los extremos de la diferencia en la altura:

del límite de la nieve, Chimborazo..... 4.862 m.
Diferencia 498 m.
Saraurco 4.364 m.

del límite de los glaciares, Antisana 4.620 m.
Diferencia 642 m.
Altar..... 3.978 m.

De las medidas practicadas por los observadores anteriores al Dr. Reiss, resultan los promedios siguientes, para el límite de las nieves perpetuas en el Ecuador:

Bouger y La Condamine..... 4.742 m.
von Humboldt (6 observaciones).... 4.816 m.
Boussingault (3 observaciones).... 4.848 m. (1)
Hall (4 observaciones)..... 4.702 m.
Wagner (9 observaciones)..... 4.786 m.
Reiss (23 observaciones)..... 4.665 m.
Stübel (4 observaciones)..... 4.681 m.

Las observaciones del Coronel Hall, demuestran claramente, qué papel desempeña el acaso en tales números promedios; excluyase la medida en el Cayambe, así tendremos 4.827 metros como altura del límite de la nieve, en lugar de 4.702 metros.

La cúspide del Cerro Hermoso, no alcanzaría a la altura del límite de la nieve, encontrada para la Cordillera oriental, quedaría 91 metros más abajo del promedio encontrado para ambas Cordilleras y, sin embargo, el Cerro Hermoso no es una MONTAÑA NEVADA INSIGNIFICANTE.

Una comparación de las condiciones del hielo y la nieve del Ecuador, con las montañas nevadas de Europa, da a conocer, a pesar de gran concordancia, fundamentales diferencias. Las montañas europeas existían casi en su configura-

(1) N.º 4.720 m. como aparece en Kleineren Schriften, S. 172.

ción actual, cuando se verificó la glaciación (1). Los declivios de las montañas estaban ya descompuestos, por el trabajo de la erosión y atravesados por profundos valles, en los que se depositaron los glaciares, llenando sus depresiones, sobrepassando a sus círcos. Los poderosos glaciares de la época glacial no efectuaron las formas de erosión de aquellas montañas; relativamente, no trajeron sino reducidas mutaciones en las mismas. En cambio, las montañas volcánicas del Ecuador, crecieron gradualmente, sobre la región de las nieves perpetuas, por lenta acumulación de las masas eruptivas. Las partes que se destacan sobre el límite de las nieves y las que se cubren con las corazas de hielo, en nuestras montañas, se formaron al mismo tiempo. Las masas de nieve, aquí, no encuentran canales de agua preformados, que se ensanchen en hondones, los glaciares, ningún valle, cuyo fondo podían confeccionar.

Los declivios de las montañas volcánicas activas, son aplazados por los productos de erupción sueltos, y por tanto, se pueden formar profundos canales de agua, ya que las escorias sueltas, las corrientes de lava frescas de las que está formada la cúspide de la montaña, son penetrables por las aguas: toda humedad se infiltra en esas masas porosas, profundizándose en la montaña, brotan como fuentes, sobre las antiguas capas y ocasionan la formación de corrientes de agua y valles ramificados.

Si se ha extinguido la actividad volcánica, o el volcán ha ingresado a largos intervalos de tranquilidad, las rocas porosas se vuelven impenetrables para la humedad, a causa de su descomposición y también por cubrirse de una capa de polvos y arenas, entonces se hace notar el trabajo erosivo de las aguas corrientes, aún hasta cerca de la cúspide. Pero esto, no es el problema de aquí, puesto que, en tanto que la cúspide volcánica esté sujeta al clima del límite de las nieves, toda humedad se precipitará en forma de nieve y hielo; las cimas volcánicas que se levanten sobre esa región de las nieves, por origen se sustraerán al trabajo erosivo de las aguas corrientes.

(1) A. Penck: Die Vergletscherung der denutschen Alpen, 1882, S. 331 ff.

(1) Toda desigualdad ocasionada por erosión, las más profundas cuencas glaciares, los hondones, deben haberse efectuado, por el trabajo erosivo de los hielos. (2).

Por tanto, el Ecuador, en contra de las condiciones europeas, nos ofrece los fenómenos de las nieves y hielos, en su forma más sencilla. De esto resulta también, que mientras en Europa, la parte de montaña nevada muy articulada, forma, frecuentemente, montaña poco distinguible, en el Ecuador, tenemos una cúspide sencilla que se aproxima a la forma cónica, de modo que también, en cuanto a su figura, nuestras montañas nevadas, ofrecen las condiciones más sencillas.

En sus estudios Geomorfológicos de los Altos Alpes, E. Richter, ha demostrado que, las cimas más altas de todas las partes del mundo, presentan formas semejantes y que obedecen a la de su contorno señalado por la cubierta de nieve y hielo y debida, sobre todo a la erosión glaciar. Estas son las formas que se reconocen en las montañas volcánicas del Ecuador, ya fuertemente descompuestas por aquella erosión glaciar.

Tan clara y sencillamente, describe Richter esta transformación, que, a primera vista, se cae en cuenta de la identidad de los procesos entre los Alpes y los Andes. Las más altas cúspides están protegidas por su envoltura de nieve, contra el trabajo destructor de los agentes atmosféricos y de la erosión de las aguas corrientes, pero sus flancos, por el avance de la denudación hacia atrás de los anfiteatros o círcos que por todos lados rodean a la montaña, persistentemente se corroen más y más. «Entonces, mientras que la cúspide de la montaña, permanece inmutable, sus contornos se rebajan, y sus propios flancos están siempre empujados para atrás. Siempre se debilitan más y más y siempre, también, se aislan más y más de sus vecinas, ingresando en una diferenciación absoluta entre ella y estas últimas»..... «La reducción lateral de la alta cúspide la vuelve tan delgada que, finalmente ya no puede sostener más sobre su vértice, ningu-

(1) E. Richter, supone cosa igual para las cimas más altas de los Alpes: *Geomorphologische Studien in den Hochalpen*, petermans, Mitth. Erganzungsheft Nr. 132, 1900, S. 63, 64.

(2) Igual resultado obtuvo E. Richter, en relación a los Hondones (Kare), noruegos. 132, 1900, S. 3.

na coraza de nieve (Matterhorn, Uschba). Entonces, se producirá una rápida caída y la consiguiente disminución de altura, hasta el nivel común a todos los picos circundantes, es cuestión de un tiempo relativamente corto». (1) Todavía más, Richter, habla directamente de una «verdadera decapitación», en el límite de las nieves perpetuas. Esto concuerda, palabra por palabra, en las montañas nevadas del Ecuador y muestra con toda claridad, cómo el trabajo de la erosión glaciar, se hace valer de la misma manera en las diferentes zonas y en las diversas formaciones de rocas.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

(1) *Geomorphologischen Studien in den Hochalpen*, S. 64.