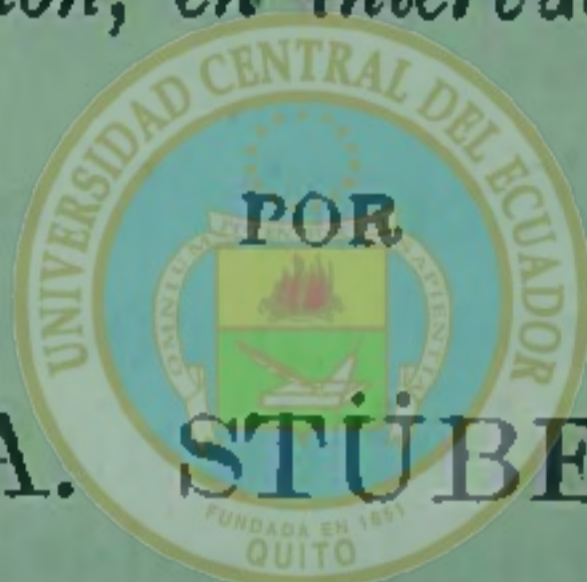


ANTISANA

Chacana, Sincholagua, Quilindaña, Cotopaxi,
Rumiñahui y Pasochoa

Un ejemplo para la manifestación de la fuerza eruptiva en focos situados á pequeñas distancias, bajo señales perceptibles de su debilitamiento y lenta extinción, en intervalos de tiempo limitados



A. STÜBEL

TRADUCCIÓN DIRECTA DEL ALEMÁN

POR Augusto N. Martínez

PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES
EN EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA DE QUITO; OFICIAL DE
ACADEMIA DE FRANCIA, ETC.

La descripción geológico-topográfica de las montañas volcánicas, Antisana, Chacana, Sincholagua, Quilindaña, Cotopaxi, Rumiñahui y Pasochoa, la hemos expuesto ampliamente en una obra anterior (1). Por con-

[1] A. Stübel. "Die Vulkanberge von Ecuador," Berlín 1897.— Siendo esta obra completamente desconocida entre nosotros, hemos

siguiente nos limitaremos sólo á algunas generalidades.

Notoriamente las investigaciones vulcanológicas encuentran su fin principal en decidir si los fenómenos eruptivos del presente, tendrían su fuente de origen en el interior del globo terrestre, en el llamado *foco central*, ó, si el sitio de esta actividad, debe buscarse en un foco, situado relativamente cerca de la superficie, limitado á un espacio circunscrito y, además, agotable.

Examinar las condiciones bajo las que, la formación de tales focos localizados, llegó á ser posible y verosímil, tal es el extenso objeto de los geólogos que, con el autor, aceptan el segundo modo de ver, y esto, sin renunciar absolutamente al principio de que, los fenómenos volcánicos del *presente* se derivan necesariamente de la igneo-fluidéz original del globo terrestre, y por consiguiente, no considerándolos sino, como los últimos ecos de una predominante manifestación de fuerzas de otro tiempo.

Para que sea satisfactoria la explicación de tal proceso, débese también tener en cuenta la cuestión de donde vendría que la capacidad de un foco relativamente pequeño, y así mismo situado relativamente cerca de la superficie, á pesar de su circunscripción limitada, y su carácter de agotabilidad, pueda persistir en las poderosísimas reacciones de otro tiempo, emanadas del *nucleo central igneo-fluido* (1).

A no dudarlo, uno de los principios más importantes para el criterio de la acción de las fuerzas volcánicas, es la agrupación de sus creaciones montañosas, como las han producido las modernas y modernísimas épocas eruptivas, en la superficie de la tierra. En la República

preparado la traducción de la descripción geológico-topográfica de las siete montañas volcánicas, objeto del presente estudio. Esperamos encontrar en los "Anales de la Universidad" la generosa acogida de siempre, para publicar aquella traducción.—N. del Traductor.

[1] Aquí no tocamos esta cuestión, porque ya, en otro lugar, hemos discertado detalladamente, sobre una de las condiciones que puede, ó más bien, debe producir esta persistencia. *Die Vulk. von Ecuador* pág 382.

del Ecuador, encontramos siete montañas volcánicas, que pasan entre las más grandes de las formaciones de la especie en el mundo entero, y están situadas tan cerca entre sí, que sus declivios ó faldas se tocan y confunden en todos sus lados, ocupando una area de terreno aproximadamente de 3000 kilómetros cuadrados. La roca constitutiva hace muchísimo tiempo solidificada, indica en cada una de esas montañas, que se levantan como grandiosos y potentes cúmulos aislados sobre el canal de su foco original, un centro común de erupción en sí limitado.

¡En una superficie de 3000 kilómetros cuadrados, siete grandes montañas volcánicas! ¿No habría bastado aquí un canal de emisión, si la masa igneo-flúida se habría levantado desde una profundidad considerable?

En la superficie de nuestro satélite observamos que, fué posible la formación de cráteres, que sobrepuja en mucho, á esa número. El circo-cráter Copérnico, para no aducir sino un ejemplo, abraza por sí solo, una extensión de 6000 kilómetros cuadrados, y la planicie interior que forma el suelo de su crater, queda 3000 metros más baja que el parapeto exterior de su valla circular. Ya esta última forma [circular], tan desarrollada en las formaciones cratéricas de la Luna, nos habla de un modo irrefutable, que cada una de ellas, sin exceptuar á las más grandes en su extensión radial, pueden ser la obra de una *sola erupción*. ¡Pero qué insignificantes nos parecen las formaciones del volcanismo terrestre del presente, ante un Copérnico lunar....!

Una asociación tan compacta de centros de erupción, y por consiguiente de siete montañas, como nos presenta la región que estudiamos, centros, que cada uno ha podido erigir con sus productos eruptivos, masas de 1500 á 3000 metros, obliga, ante todo, á dirigirnos la pregunta que, si esos centros de erupción, tan próximos unos de otros, principiaron su período de actividad al mismo tiempo, ó bien, la serie se divide en sus acciones.

Para responder á esta cuestión, deberíamos investigar primeramente, valiéndonos de sus relaciones tectó-

nicas y morfológicas, si cada una de esas montañas representa el producto de un solo período de actividad de su centro de erupción, ó, si talvez, tendríamos que aceptar que se terminaron después de una serie completa de erupciones separadas entre sí, por largas pausas de tranquilidad.

Llévenos el estudio de la arquitectura interior y exterior de estas montañas á aceptar el segundo modo, entonces tendríamos también que concluir que su formación no sería otra cosa que un juego de cambios de actividad proseguida, en el que se encontrarían separados é independientes entre sí, los siete centros de erupción; la cuestión de la contemporaneidad ó no de la acumulación de las masas de montañas, llegaría á ser en extremo accesoria y de ningún valor genético.

Pero nos decidimos por la aceptación contraria, por aquella ampliamente expuesta en la obra sobre los volcanes del Ecuador [1]: cada una de las siete montañas es, en su masa principal, el producto de un solo período de erupción, en el que se agotó más ó menos el foco perteneciente á un centro de erupción común [2].

De las siete montañas, solo tres han conservado posteriormente lazos de unión con su centro, por medio de una actividad renovada, y son, el Antisana, el Chacana y el Cotopaxi. Las cuatro restantes, Quilindaña, Sincholagua, Rumiñahui y Pasochoa, han permanecido sin renovación alguna. Es de extrema importancia in-

[1] La traducción de la hermosa teoría del doctor Stübel, la publicamos con el título de "La diversidad de las montañas volcánicas del Ecuador, bajo el punto de vista genético," en el N° 130 de los "Anales de la Universidad Central;" Tomo XVIII. Agosto de 1903, pág. 349. N. del T.

[2] La designación *monogenea* no solo comprende en sí, el origen de una montaña, en un sólo período de erupción, sino supone también que el foco que la produjo, se agotó en su mayor parte. De allí que la idea de montaña volcánica monogenea, en manera alguna sea idéntica á la de *volcán homogéneo*. Las montañas volcánicas monogeneas pueden estar constituidas, bien sea de materiales fundidos, ó sueltos, ó de ambos á la vez, pero su foco no podrá producir una segunda montaña de igual magnitud.

investigar, como y cuando se ha producido la renovación de actividad en las tres montañas nombradas, si en una sola vez, ó en espacios de tiempo separados; si ya inmediatamente después de la formación de la montaña principal en los tenebrosos tiempos prehistóricos ó en épocas muy próximas á la nuestra.

En el Antisana, Chacana y Cotopaxi, se demuestra con gran precisión que entre la primera y la segunda actividad, ha debido transcurrirse.—aún hablando en sentido geológico,—una pausa extraordinariamente larga, y á esta circunstancia, que concuerda perfectamente, la consideraremos como el argumento esencial, para el esclarecimiento de la conducta del centro de erupción y de los focos que de él dimanar, ya que sabemos, que están concentrados en una superficie relativamente pequeña de 3000 kilómetros cuadrados, siete montañas volcánicas, y que de ellas, cuatro no desplegaron actividad posterior.

Es fácil concebir que, si todas las montañas debiesen su forma á un número considerable de erupciones separadas, esa forma obedecería á la de un *modelo* único, á la de un cono de rápidas pendientes. Pero no pasa así. A pesar del yacimiento en bancos de sus masas de roca, cada una de las siete montañas trae en sí, la peculiaridad de su origen.

De un modo general, en las creaciones volcánicas más antiguas, predomina la extensión horizontal sobre el levantamiento vertical. No solo en el Ecuador, sino también en otras regiones volcánicas hay un gran número de centros de erupción, cuyas construcciones montañosas dan á conocer á primera vista su origen particular, y esta impresión de la unidad tectónica ha sido la causa para que sin vacilación alguna se caracterice á tales montañas con el nombre de *volcanes extinguidos ó apagados*. Otros de la misma especie han conservado hasta una época relativamente muy moderna, una amplia comunicación con la profundidad. Estos últimos concuerdan entre sí, especialmente en lo que, el producto de la comunicación posterior no se ingiere en la construcción an-

tigua, como un miembro orgánico, ni ha sido emitido en el sitio central eruptivo anterior, sino que se presenta en cualesquiera otro punto de esa construcción, mostrándose siempre cuantitativamente mucho más reducido que esta última. De esta contraposición, entre la construcción antigua mayor y ya terminada de cada una de tales montañas y el producto cuantitativamente pequeño que algunas de ellas han conservado, aún en el tiempo histórico, nos autoriza con plena razón para concluir la *localización y agotabilidad* de los focos de donde han emanado todas esas construcciones. No podrían concebirse en las diferentes comarcas volcánicas, nuevas emisiones de tan reducidas masas de lava, en un punto cualquiera de una montaña única, edificada en el tiempo geológico más remoto, si las atribuimos á las reacciones de un *foco central* inagotable.

De esto resulta que todas estas montañas, tanto en las que se agotó su foco completamente en el primer período eruptivo, como también aquellas, en que hubo manifestaciones de actividad posterior, no concuerdan en sus procesos, con la designación muy limitada de *volcán*.

De las siete montañas objeto de este estudio, solo á una corresponde el concepto de *volcán*, y esto condicionalmente, como lo veremos más adelante. En cuatro de ellas, como también ya lo hemos notado, sus focos no manifestaron actividad posterior, y dos de las mismas no desempeñaron un papel tan importante, como las demás, en el primer período de erupción del centro eruptivo.

Una ojeada á un mapa de la región que nos ocupa, nos da á conocer, además de la situación mutua de las siete montañas, especialmente, la de los puntos de erupción moderna, respecto á la montaña principal de la que han salido, así como la extensión que obtuvieron las nuevas masas emitidas en forma de corriente.

Por su configuración anterior, cuatro de las montañas del grupo, pertenecen á la clase de montañas con caldera [Caldera-Berge], el Antisana, Rumiñahui, Paso-

choa y el muy estenso Chacana [1], aunque éste es poco típico; dos de ellas, el Sincholagua y Quilindaña, se dibujan como construcciones de pirámide terminal rodeada de contrafuertes, y solo el Cotopaxi, en sus actuales condiciones corresponde á la forma cónica, típica de los volcanes poligeneos.

El Antisana es una montaña con caldera bien caracterizada, y sin embargo las erupciones de su actividad renovada no tuvieron lugar por esa caldera, que señala la abertura del antiguo canal del cráter y que ahora está llena con un ventisquero. El foco Antisana ha emitido cuatro corrientes de lava, relativamente pequeñas, sin previa formación de cráteres, ni respectivos conos de erupción, en los declivios exteriores de la circunvalación cratérica. Fueron manifestaciones, en extremo débiles de actividad, y sin duda alguna, las cuatro pertenecen á un solo período de erupción de su foco, y si no en el mismo día, á lo menos, en el mismo siglo, ó talvez en los mil años siguientes. Pero se debe suponer inmensamente grande, el espacio de tiempo que separó á los períodos eruptivos del foco, al que construyó la montaña Antisana y al que emitió las pequeñas corrientes de lava.

Con esto vemos que en el Antisana se originaron varias erupciones, pero la especie de su actividad, no permite colocarlo al lado de los *volcanes activos*. En él se obtiene más bien la impresión, de que, aquella renovación

(1) Enumeramos aquí al Chacana como una montaña de caldera, solo para los efectos de la clasificación, pues en la obra sobre las Montañas volcánicas del Ecuador (pág. 400) lo hemos considerado como: "Grupo de montañas sin configuración típica, grupo que lleva en sí el carácter de formación monogenea, pero que no dá á conocer un centro de erupción especial y que, probablemente sus montañas salieron de varios canales de emisión, muy cercanos entre sí." Debe considerarse como centro topográfico de todo el macizo, á la prominencia que en el país lleva el nombre de Chacana, y que lleva en dos de sus lados, valles extensos en forma de caldera. Algunas montañas situadas á cierta distancia del centro, como por ejemplo el Chusalougo, el Ñuño-ureu etc. se deben mirar con gran verosimilitud como contemporaneas con la cúspide Chacana, y al mismo tiempo como formaciones de un enorme y mismo período eruptivo.

de actividad reducida era el último vestigio de su foco, próximo al agotamiento.

Algo diferentes son las condiciones de las grandes corrientes de lava históricas del macizo Chacana. El punto de salida de la una, de la corriente de Antisanilla, debía estar en comunicación muy próxima con el centro principal de erupción del Chacana; ese punto puede considerarse casi como una caldera de erupción. Debemos mencionar también, como un hecho característico, el no haberse formado tampoco aquí un cono de escombros. El punto de partida de la segunda corriente, la de Potrerillos queda á cerca de trece kilómetros del presumible centro de erupción del Chacana, de la fuente de origen de la corriente de Antisanilla. Tampoco en este caso, observamos la formación de un cono de escombros. Se puede considerar á las dos corrientes como contemporáneas, pues datan [á lo ménos la primera determinada con cierta seguridad], de la segunda mitad del siglo XVIII. [1] Una tercera, pero pequeña corriente de lava, la de Cuscungo, prorrumpen en el pie suroeste de las rocas de Tablarumi, cerca del pico Chacana, y concuerda con las dos grandes corrientes anteriores, en lo que no se nota en ella, ni la formación de un cráter, ni el amontonamiento de un cono de erupción. Lo que enseña la unanimidad de las investigaciones vulcanológicas sobre la tierra: la emanación de materia igneo-flúida, como último objeto de toda actividad eruptiva, se comprueba explícitamente, aunque en pequeña escala, en las emisiones de lava del Antisana y Chacana.

Ya hemos hecho notar que al Cotopaxi, le corresponde la definición de *volcán*, solo de un modo condicional. Al tener ante sí al soberbio cono, y á primera vista, cualquiera cree que principió su actividad en remotísimo tiempo prehistórico, actividad que se habría continuado periódicamente hasta nuestros días. Pero eviden-

[1] Teodoro Wolf: Geografía y Geología del Ecuador, Leipzig 1893, pág. 357.—Wilhelm Reiss: Ecuador 1870-1874. Petrographische Untersuchungen etc. Heft 1. Berlín 1901, pág. 18.

temente se establecería una falsa conclusión, pues el estudio detenido del cono actual del Cotopaxi, nos enseña claramente que está construido en un fundamento prehistórico, y que éste fué destruido antes que la formación del nuevo cono haya principiado; en otras palabras, antes de que se inicie el segundo período eruptivo del foco, período que, por otra parte, se prosigue hasta el presente, y que probablemente se continuará hasta que el foco se haya agotado del todo. Por consiguiente también el foco Cotopaxi, como los del Antisana y Chacana, ha tenido una gran pausa después del primer agotamiento. Entre las siete montañas que estudiamos, no hay alguna á la que se pueda ajustar las condiciones que requerían las doctrinas anteriores para establecer el modo del volcanismo terrestre en el presente; á ninguna se le puede aplicar el nombre de *volcán* en el sentido antiguo. Cuatro de ellas no han manifestado erupción alguna desde su origen monogeneo, lo que para el comportamiento del foco, es muy significativo, y más, si se tiene en cuenta que entre las 40 grandes montañas volcánicas del alto país del Ecuador, solamente hay tres—el Cotopaxi, el Tunguragua y el Sangay—que por sus emisiones temporales de lava dejan concluir sobre la acción inmediata de su foco, en el presente.

Que estas siete montañas se levantan sobre focos localizados, parece un hecho irrecusable; al contrario la sucesión de su origen apenas se deja establecer. Es muy posible que, los centros de erupción que vemos señalados por ellas ingresaron en la actividad al mismo ó casi al mismo tiempo; pero sería igualmente posible que esta actividad fué sucesiva, de modo que á la extinción de uno de los centros se seguía la formación de otro. Ahora, si el Antisana, se formó antes que el Chacana, el Rumiñahui, antes que el Pasuchoa, la base fundamental del Cotopaxi, antes que el Sincholagua ó el Quilindaña, apenas se podría demostrar por los cambios que han experimentado cada una de esas montañas, por la acción de los agentes atmosféricos en el transcurso de los tiempos. Por lo demás es de significación genética muy

accesoria la investigación de que si la actividad fué contemporánea ó sucesiva, en tanto que pueda demostrarse el origen monogeneo de las montañas.

Lo que podemos establecer con suma precisión es que el actual cono del Cotopaxi es el más moderno de esta creación volcánica. Lo particular es que las fuerzas creadoras de su foco fueron suficientemente poderosas para erigir una segunda construcción que aproximadamente iguala en masa á la primera, mientras que el caso general es que las creaciones del segundo período de erupción son más restringidas que las del primero.

Ahora, si se debe suponer para la formación de estas siete montañas, tan compactamente agrupadas, un foco localizado y agotable, en manera alguna se quiere decir que cada una de ellas lo haya tenido exclusivamente propio y perfectamente limitado. Es muy posible que muchas montañas puedan haberse levantado sobre un mismo foco, ramificado en su interior, ó sobre departamentos del mismo, que perdieron su comunicación, cuando ingresó en uno ó en otro, la emisión del magna igneo fluido. De la íntima conexión del centro volcánico, se desprende la muy notable observación de que, un canal de comunicación abierto por el magma igneo-fluido hácia la superficie de la tierra, descarga de la masa que llena al foco, solo en una cantidad relativamente pequeña, y además, que tales masas vecinas difícilmente llegan á establecer entre sí, una comunicación lateral, cuando se han abierto un nuevo camino hacia la superficie en dirección vertical.

En la construcción tectónica íntima, especialmente en la predominancia de las masas fundidas, sobre el material emitido en estado sólido, concuerdan seis de las montañas de nuestro estudio; esta concordancia es tan completa, que si se considera á una de ellas como monogenea, á las otras se les debe atribuir la misma naturaleza. Añádase á esto, que indudablemente las seis presentaron al influjo de los agentes destructores, iguales masas, lo que á pesar de la diversidad de sus formas originales, ha permanecido hasta ahora claramente visible. De esta última circunstancia podríamos concluir que aun

que los diferentes períodos de actividad debían derivarse de un solo, pero extenso foco, estos períodos han sido tan próximos entre sí, que se puede considerar á sus intervalos como excesivamente pequeños, junto á la duración del espacio de tiempo que se ha transcurrido desde la formación de la más moderna de las siete montañas.

Como hemos visto, solo tres han suministrado en el tiempo próximo á la era actual, modernas masas eruptivas, después de que su construcción primitiva había caído en ruinas. Lo más notable y sobresaliente, á lo menos para el Antisana y Chacana, consiste en que las creaciones de los dos períodos eruptivos, los bancos de lava del primero, con sus propiedades peculiares, y las lavas escoriaceas del segundo, se presentan completa-é inmediatamente la una al lado de la otra, mientras que se debía esperar que un *volcán activo*, en su construcción tectónica entera, exhibiría corrientes de lava y masas eyectadas de muy diferentes épocas de actividad, en lugar de las que señalan los períodos geológicos rigurosamente deslindados y separados entre sí, por un enorme espacio de tiempo.

La inmediación se funda en el hecho de que cuando se estableció el segundo período de actividad del foco, la formación del primero, había sido en gran parte destruída, como podríamos demostrarlo en una larga serie de creaciones volcánicas, y cuya exposición detallada se halla en el ejemplo de la isla de Sao Vicente de Cabo-verde (1); pero también en que el producto del segundo período de erupción, no fué emitido, las más veces, por el canal del cráter central, tanto que la impresión de su conexión genética con la estructura antigua se vuelve muy débil, aunque se aproxime de aquella cuantitativamente.

Comparemos la insignificancia cuantitativa de las masas eyectadas en el tiempo moderno, la situación apartada de sus puntos de erupción y el enorme intervalo del

(1) A. Stübel. Über die Genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge, Leipzig 1903, pág. 38.

principio del segundo período eruptivo, con las creaciones del primero, entonces tendremos derecho para afirmar que el Antisana y el Chacana, jamás han sido volcanes activos, en el sentido de la escuela antigua, y el Cotopaxi lo sería tan solo, aparentemente; y decimos aparentemente, porque sin duda alguna, se ha vuelto un volcán activo á consecuencia de un segundo foco de erupción, por medio del cual, su poderoso cono conservaba esencialmente la forma y magnitud que ahora poseé. No puede pasar desapercibida al geólogo, la observación que las corrientes de lava de todas las erupciones posteriores del foco Cotopaxi, se comportan tectónicamente del mismo modo que las del núcleo monogéneo, como las modernas corrientes de lava pequeñas del Antisana y Chacana, con las de la formación primitiva de la montaña, con la diferencia que el sobrante de la masa igneo-fluida en el Cotopaxi, quedó mucho mayor que el de aquellas, y que hasta ahora sube por un canal directo derramándose de vez en cuando por los bordos. Y efectivamente parece que el Cotopaxi no ha tenido emisiones de magma, sino por el cráter central, y ninguna por los flancos. Las masas de lava modernas, que ahora encontramos al rededor de la base del Cotopaxi, á manera de radios, y que parecen nacer de debajo de la cubierta de nieve, extendiéndose en forma de corrientes, fueron emitidas por el filo del cráter, y esto se comprobó espléndidamente en la erupción del año 1877. La rapidez de los declivios que forman la parte superior de la montaña, impide al magma igneo-fluido, derramarse en corriente continua; se divide en fragmentos que se empujan unos á otros en los rápidos declivios, para amontonarse en las partes bajas donde ha disminuído la inclinación; desde este punto de amontonamiento, continúa fluyendo la lava en forma de corriente, produciendo, al enfriarse, la impresión que es el producto de una erupción lateral.

Las tres montañas, Antisana, Chacana y Cotopaxi, son poderosos amontonamientos de un material derivado de focos, que no se agotaron con el primer período erup-

tivo, sino que después de una pausa de monstruosa duración debieron entrar otra vez en actividad; no así en el Sincholagua, Quilindaña, Rumiñahui y Pasochoa, en los que sus focos se agotaron por completo después de la terminación de su estructura monogenea. Pero, si el segundo período de erupción de un foco, en otro tiempo poderosísimo, se caracteriza por emisiones de masas relativamente insignificantes, como se observa tan claramente en el Antisana y Chacana, se puede concluir, con gran probabilidad, que jamás acaecerá en esos centros una erupción poderosa nueva, y que más bien están completamente agotados. He aquí uno de los casos rarísimos en que talvez pueda aceptarse un pronóstico científico, puesto que encuentra fundamento en el estudio de la conexión interior de los fenómenos volcánicos; pero no puede aplicarse á un Cotopaxi, á un Vesuvio, á un Stromboli, á un Pelée y muchos otros, en los que su actividad debe considerarse como la continuación de un segundo período eruptivo, conducido por la nueva formación de un foco, en verdad agotable, pero no todavía agotado completamente.

Por consiguiente las peculiaridades del foco Cotopaxi, en oposición rigurosa con los del Antisana y Chacana reside en que, de un modo excepcional, era capaz por una reserva notable de la capacidad del magma, formar una segunda montaña monogenea de significativas dimensiones, permaneciendo por otro lado, en una mediana, pero duradera actividad.

El grupo de montañas, objeto de nuestro estudio, una pequeña parte de la gran región volcánica ecuatoriana, suministra ciertamente un ejemplo instructivo de la manera de acción de las fuerzas volcánicas en el presente y en la época geológica más próxima á la actual, y no puede pasar desapercivido para nadie que, exactamente una región volcánica, cuyas formaciones eruptivas, se cuentan entre las mayores del volcanismo terrestre proporcione un testimonio irrecusable para la acción de un foco localizado y agotable. Y lo que hemos tenido ocasión de observar en este grupo, se repite en igual

ó casi semejante manera, en las otras numerosas montañas volcánicas del Ecuador y aún en todas las de Sud-América, pareciendo estar además, en completo acuerdo con los fenómenos de las formaciones volcánicas de todas las regiones del globo, en tanto que estas han sido sometidas á una precisa investigación.

(Continuará)



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL