

LA GEOMORFOLOGIA DE LOS PIROCLASTOS (1) EN LOS ANDES DEL ECUADOR (No se estudia la parte meridional)

Max DERRUAU* y Georges de NONI**

*Profesor de Geografía, UER-Facultad de Letras y Ciencias Humanas
y E.R.A. 54 del C.N.R.S., Universidad de Clermont II, 29 boulevard Gergovia, 63037 Clermont-Ferrand.

**ORSTOM, Geomorfólogo, Apartado Postal 099-B, Quito-Ecuador

Traducido por Nelson Gómez E., Coordinador del CEDIG-Quito

RESUMEN

Los Andes del Ecuador se extienden desde las tierras calientes a las tierras heladas (que tienen vestigios de glaciaciones cuaternarias hasta los 700-800 metros bajo el límite actual de las nieves permanentes), con un clima localmente sub-árido o lluvioso. Estos ofrecen relieves de piroclastos variados: simples espolvoreamientos que ocultan apenas el relieve subyacente, capas de cenizas plegadas y falladas por una fase orogénica, coladas de lodo volcánico (lahares) de tipos diversos, combinaciones variadas integrándose en la historia geomorfológica de los Andes.

* * * * *

Los piroclastos juegan un rol considerable en la geomorfología como también en toda la geografía del Ecuador; ante todo, porque su espesor en toda la parte andina es considerable; luego, porque los materiales caídos de la actividad volcánica alternan con acontecimientos geomorfológicos importantes: fases tectónicas, glaciación y finalmente, porque los aportes de cenizas eólicas o aluviales, en regiones diferentes a las que han sido emitidas, transforman los supuestos pedológicos y fertilizan los suelos ferrálticos, permitiendo la colonización de nuevas zonas. Nos referiremos aquí a la parte andina, la Sierra, que constituye el eje del país, entre las dos bajas regiones del este y oeste, llamadas Oriente y Costa. No nos referiremos a las regiones al sur del paralelo de Guayaquil.

La cadena de los Andes es aquí estrecha -apenas un poco más de 100 kilómetros- y sigue la dirección norte-sur. Está compuesta por una hilera de cuencas centrales longitudinales, que se comunican fácilmente por algunos pasos; no descienden sino rara vez bajo los 2.000 metros y los pasos de una depresión a la otra no suben más allá de los 3.500 metros. Este alineamiento en depresiones del Valle Central, constituye "una tierra fría" para los sistemas de explotación agrícola y es una zona de poblamiento denso. Los grandes conos volcánicos recientes no están localizados en la depresión central (habiendo algunas excepciones, como el Ilaló, vecino a Quito), sino que lo dominan de una parte y de otra. Sus alturas van de los 4.500 a 6.300 metros. Los más elevados de entre ellos están continuamente cubiertos de nieve y de hielo, en razón de su altura, y se los denomina "nevados".

El medio morfo-climático es extremadamente variado en razón de la zonificación altitudinal y de los grandes contrastes de pluviosidad a latitud igual. El límite de nieves persistentes, bajo este clima ecuatorial, es aproximadamente de 4.600 metros, pudiendo ser un poco más bajo al este, en razón de la influencia de los alisios. Los volcanes superiores a esta altitud son pues los nevados, en cambio, los que no

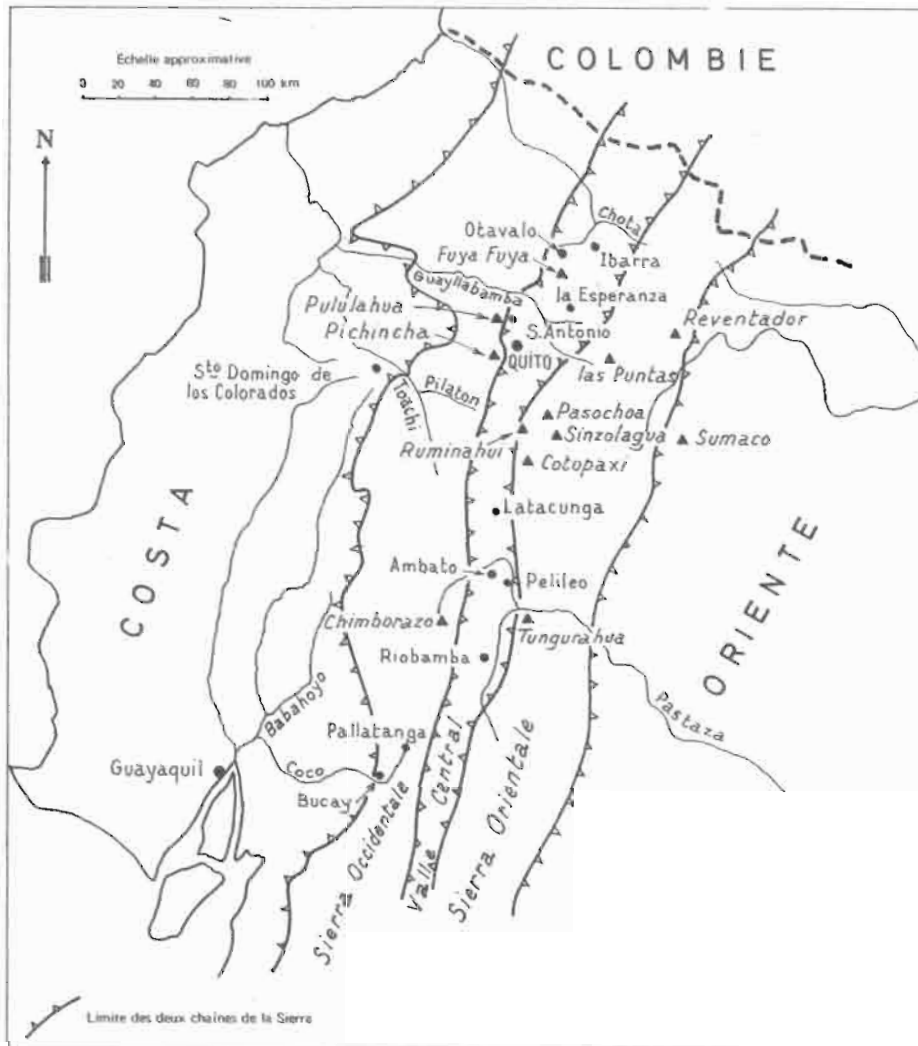


Figura N° 1 Croquis de orientación.

llegan a esa altura están cubiertos por una vegetación de páramo más o menos continua.

Bajo el límite de las nieves se pasa, en efecto, a la zona de páramo que desciende hasta los 3.300 metros. La planta característica es la célebre "ichu", al menos en condiciones secas. Los fondos húmedos son una yuxtaposición de césped almohadillado tapizados con una yerba de hojas estrelladas, que sube a la manera de trepadora, la Garpeta. El hielo moderado desciende hasta cerca de los 3.000 metros.

Bajo el páramo, reina el matorral (especie de selva arbustiva) de aspecto muy variado según las diferencias de pluviosidad, que continúa hacia abajo por bosques de tipo ceja (franja forestal de altura) o de estepas más o menos arbóreas.

Los contrastes de pluviosidad son marcados y parecen explicarse muy simplemente por los efectos del fenómeno de foehn de los alisios. Si un alto volcán se

interpone del lado este frente a un valle que ha carcomido la cordillera del oeste, se tiene el máximo de sequía y la pluviometría anual baja cerca de los 300 mm. Es el caso de la cuenca del Guayllabamba. En cambio, pese a que en la región del sur de Latacunga no hay una abra en la Cordillera Occidental, la ausencia de grandes volcanes, al este, explica su sequía. Los cambios pueden manifestarse aún en pocos kilómetros. Los barrios meridionales de Quito, dominados al oeste por el volcán Pichincha, reciben más de un metro de agua mientras que los barrios septentrionales más bajos y menos protegidos no deben recibir más de 500 mm. de agua anualmente.

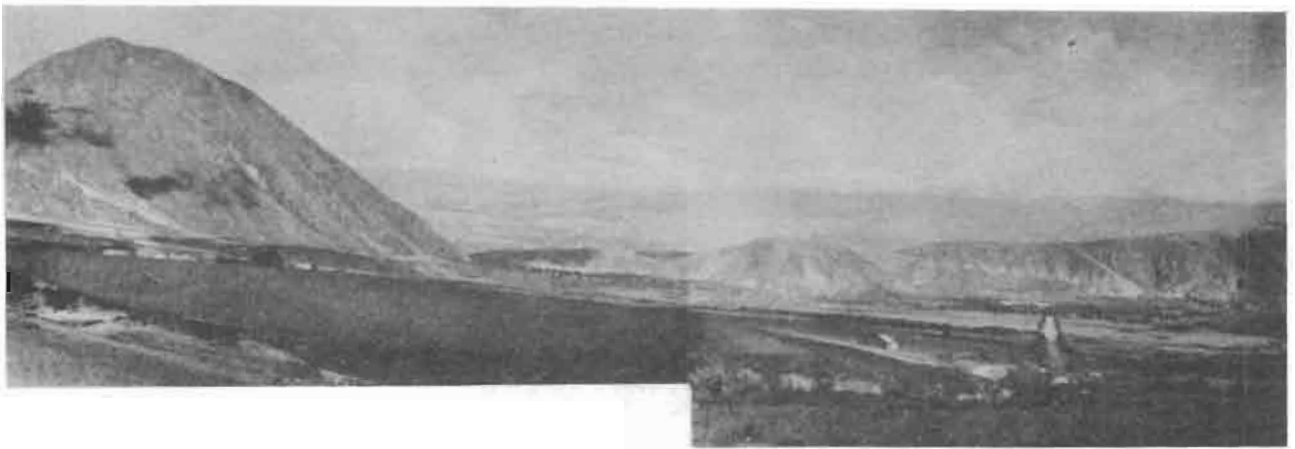
Cuando se llega a una zona subárida, los glaciares bordeantes de las cuencas ganan en nitidez: como las cuencas al sur de Latacunga, las del Guayllabamba, o San Antonio al norte de Quito, o en la del Chota al extremo norte del país. Tallados sobre los piroclastos, estos glaciares están también salpicados de escorias volcánicas, las cuales han sido esparcidas, a su vez, por arroyadas inorganizadas. Estos glaciares son frecuentemente abarrancados, de tal manera que se podría creer que no son actuales; el esparcimiento de las escorias se realiza normalmente, al menos en la actualidad, en su superficie. En cuanto al abarrancamiento, es difícil saber si sus causas son de origen climático o es debido a una nueva erosión regresiva o consecutiva a un sollevamiento.

Sobre los bordes exteriores de la Sierra, la zonificación climática se vuelve habitual: en el valle del río Coco que desciende hacia la costa en donde desemboca a la altura de la latitud de Guayaquil, se atraviesa la zona de ceja de los 2.200 a 1.700 metros; a los 1.700 metros se entra en la zona de tierras templadas; la ferralitización del suelo comienza hacia los 1.250 metros (es decir, a una altura bastante más baja que la de Madagascar!) Al extremo norte del país, en el Valle del Chota, la tierra templada está caracterizada por la caña de azúcar que aparece a los 1.950 metros. Naturalmente que la acción del hombre es considerable, quien ha desbrozado para desarrollar la agricultura. El campesino quema el páramo aparentemente sin grandes perjuicios. Planta las zonas semiáridas de eucaliptos. Arregla un campo cerrado que parece detener bien la erosión, (por ejemplo sobre las pendientes que dominan el valle alto del Pastaza al este de Pelileo), pero cultiva a veces en campo abierto como sucede con los campesinos de Chimborazo, lo que puede resultar un abarrancamiento bastante fuerte en las cenizas de las últimas erupciones.

Dos casos particulares, ambos referentes al Pululahua, se inscriben en la sucesión altitudinal de los sistemas morfo-climáticos: la presencia de derrubios ordenados ("Grèzes litées," en francés) en un medio aparentemente sin hielo y de curiosos barrancos rellenos por derrubios. Estos derrubios ordenados han sido observados en una quebrada profunda que sube hacia una mina de arena y gravas piroclásticas. No se trata de una simple deposición de escorias en forma de anillo alrededor de un cráter de explosión o "maar", (1) bien que el Pululahua sea un maar porque los derrubios ordenados están limitados a los flancos de la quebrada con un buqueamiento que sigue este flanco. Estos derrubios ordenados son recientes pues la quebrada ha sido abierta en la sucesión de los piroclastos anteriores. La altura está cerca de los 2.800 metros, muy baja para que la nieve y el hielo intervengan. Hay que concluir, pues, que los derrubios ordenados no necesitan para formarse la acción del hielo, es suficiente que no haya vegetación continua (estamos aquí en una zona semiárida): cada convoy de deslizamiento se descompone en el curso del movimiento en dos horizontes granulométricos, uno más grueso y otro más delgado.

Otra forma sorprendente encontrada allí exclusivamente y a una altura cercana, tallada en un domo complejo de lava ácida, es un corredor de derrubios, repetidos en 4 o 5 ejemplares y que se distribuyen en franjas en la vertiente del domo. La roca que se halla allí da origen a los derrubios, aunque no hiele a esta altitud.

La pendiente longitudinal está próxima a los 30°. Los corredores tienen un fondo transversal plano, y de un ancho de 20 metros extendiéndose aguas abajo. El perfil transversal plano se eleva, sin embargo, al contacto con los bordes, ahí donde la roca "in situ" se fragmenta en guijarros. Bien que rellenos esencialmente de derrubios, la quebrada funciona como torrente temporal, con algunos diques lodosos manifiestos. Nos encontramos en presencia de una falsa forma periglacial, la semiaridez favorece el clastismo y simula una acción del hielo.



I El "Valle Central". (San Antonio de Pichincha). Glacis en el primer plano.

Las oscilaciones climáticas de los períodos fríos, sin ninguna duda, han hecho bajar el límite de las nieves en 700 u 800 metros aproximadamente. En el Cotopaxi, se puede observar una topografía glacial y de morrenas hasta aproximadamente los 3.700 metros. De una manera general, todo volcán que sobrepasa los 4.000 metros, aunque no llegue a los 4.600 metros necesarios para la permanencia actual de nieves, presenta (si es anterior, al último período de frío) vestigios de morfología glacial, prueba que la glaciación debió descender más abajo y con un carácter más típicamente alpino. Es el caso, en particular, del volcán Pichincha que domina a Quito, del Paschocha, a 40 kilómetros al sur, y probablemente del Fuya-Fuya, más al norte y vecino de Otavalo.

El Cerro Puntas completamente erosionado es un ejemplo impresionante. Claro que tales volcanes con circos y valles en forma de artesa pudieron subsistir cuando las actividades ulteriores no fueron suficientemente poderosas para sepultar estas topografías. Una actividad moderada, como la del Pichincha, no ha logrado borrar las cicatrices de la glaciación.

Un asunto muy discutido es el de un loes que habría datado de las épocas glaciares, formación amarillenta, endurecida y conocida bajo el nombre de cangahua.

Los afloramientos que hemos visto en la región de Quito o en la del Guayllabamba presentan efectivamente el color y la consistencia del loes, pero contienen siempre unos granos gruesos de algunos milímetros de calibre, y además, los vestigios de remoción por escurrimiento son tan claros, con guijarros negros de 2 cm. de calibre, así como fragmentos de piedra pómez, estos elementos arrastrados modelan las quebradas en V. Se trata probablemente de caídas de materiales volcánicos acompañadas de lluvias. Sin embargo, no hay ninguna prueba que el material haya permanecido en el suelo antes de ser retomado por el viento a la manera de un loes. El endurecimiento puede realizarse bajo un clima moderadamente árido y no tiene una significación climática particular.

El rellenamiento de las cuencas que forman el Valle Central es casi enteramente piroclástico; las intercalaciones de coladas de lava -abundantes en los grandes conos complejos- o las intrusiones son extremadamente raras. El rellenamiento del Valle es el producto de las explosiones de estos conos, que enviaron materiales particularmente abundantes a muchos centenares de metros observables, por ejemplo, en el corte natural abierto a través del Valle del Guayllabamba al noreste de Quito. La caída de ceniza forma lo esencial de estos depósitos de rellenamiento; los lahares (1) o coladas lodosas, debidas a la mezcla de cenizas finas con el agua de lluvia o de vaciamiento de un lago, son mucho más raras, lo mismo que depósitos de nubes ardientes. La región del Chota hace excepción, ubicada al extremo norte, en donde los lahares parecen haber dominado; algunos lahares constituidos por bloques integrados en una matriz blanca abundantemente alternan uno con otro tipo, mucho más rico en guijarros, y con verdaderas coladas de andesitas. Todas estas formaciones autóctonas fosilizan un viejo complejo, conglomerático-volcánico llamado Piñón. Al contrario, los cortes observados en otras partes, indican relativamente poca frecuencia de lahares o de nubes ardientes. La arroyada ha reordenado, a veces, los materiales de caídas volcánicas directas, pero, en forma general, estamos en presencia de una formidable acumulación de productos de explosión volcánica depositados directamente en el sitio en seco.

La superficie terminal de este rellenamiento de cenizas caídas (ash-fall) es en general un sistema de glaciares (más o menos perfectos según el medio climático) de inclinación longitudinal muy débil en la parte central, pero más acentuada sobre los bordes y presentando una concavidad clásica a lo largo del perfil transversal. Esta disposición, en efecto, es el resultado de la arroyada y de la repartición original de las cenizas que caen con más abundancia en la cercanía inmediata a los volcanes que las emiten. Como el espolvoreamiento volcánico ha sido general y se produjo en épocas diferentes, ha podido cubrir también unos relieves diferenciados, tal como el domo de lava del Panecillo, en el sur de Quito, o las zonas de abarrancamiento (en la región al este del Chimborazo). Estas son excepciones frecuentes al aspecto general plano.

Esta topografía plana está formada en la región de Guayllabamba por un nivel generalizado, verdadera planicie suspendida que domina las formas de relieve modeladas por la incisión de los afluentes del río, las cuales dominan la garganta principal. La fisonomía del relieve es diferente en la región al sur de Latacunga. Una serie de glaciares imperfectos, tallados en los piroclastos bastante modificados por la arroyada e interstratificados con un verdadero material aluvial compuesto de cantos redondeados (pero también recubiertos de piroclastos y de material aluvial) testimonia, sin duda alguna, las fases de encajamiento sucesivo del río principal, afluente del Pastaza superior: se ve que hubo continuidad del proceso de caída de los piroclastos y de dispersión aluvial a la vez, para constituir el material encajante y recubrir el modelado. Epíclitos de erosión de esquematismo completamente davisiano se intercalan en la continuidad de la acumulación piroclástica. Sería interesante el averiguar si los períodos de excavamiento han correspondido a episodios morfo-climáticos agresivos, o si una atenuación de la actividad volcánica y

por consiguiente de la carga en materiales de caída volcánica, es suficiente para explicarlo. Por otra parte, estos dos factores han podido combinarse.

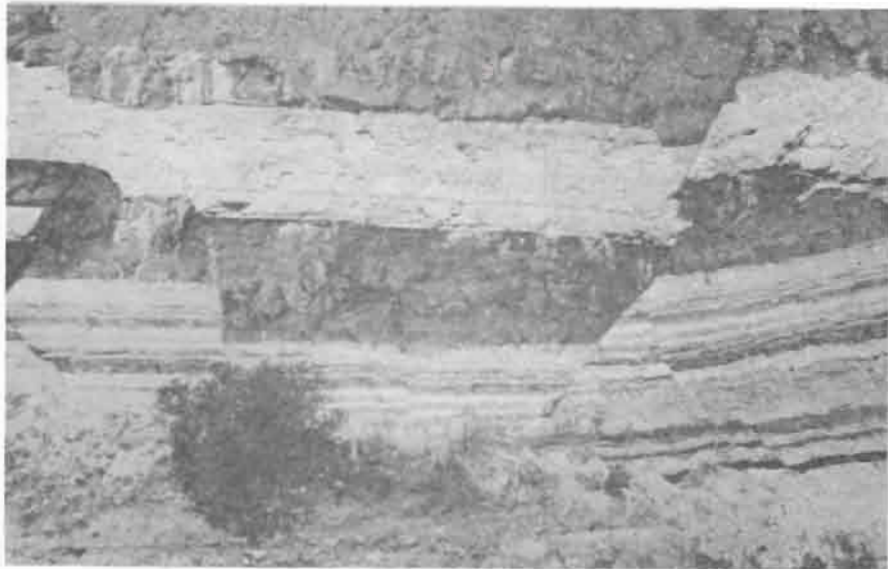
Las más antiguas capas piroclásticas de relleno de las cuencas parecen haber sufrido una fase tectónica activa. El corte del Guayllabamba muestra, en efecto, capas falladas y plegadas. No conviene evidentemente confundir la disposición en pliegues con las variaciones del buzamiento de las cenizas caídas sobre una base topográfica ondulada.

Es clásico que la fosilización de una forma de relieve con cima convexa por el "ash-fall" figure un falso anticlinal. (1) Puede suceder lo mismo, y es frecuente, que simulen falsos pequeños sinclinales cuando las cenizas han relleno un barranco. Un nivelamiento de un relieve por una superficie de erosión y la posterior caída de materiales volcánicos se traduce por una discordancia que no prueba en nada que las capas anteriores a las discordancias habrían sido plegadas. Existen en el Ecuador abundantes ejemplos que presentan estas disposiciones a la entrada en el Valle del Chota (norte del país) o en la zona de Pastocalle al subir la carretera al pie del Cotopaxi. Naturalmente, que las capas que hemos observado como tectonizadas no tienen ninguna relación con las clásicas ilusiones de pliegues. En efecto, el corte del Valle del Guayllabamba muestra, subiendo hacia La Esperanza, capas netamente falladas con desniveles del orden de un metro y variables de arriba hacia abajo, prueba que la dislocación se atenuó en el curso de la caída de cenizas. Un desnivel más importante, de una docena de metros por lo menos, se acompaña de un conglomerado de contacto que podría ser una brecha tectónica.

El mismo corte revela plegamientos: un pliegue con cabeza inclinada hacia abajo en capas regulares paralelas pero también con pequeños pliegues muy contorneados y pronunciados a la escala métrica. La primera interpretación que se presenta es la de deformaciones diápiricas (es decir por hinchamiento de los materiales). Pero no hay rastro de yeso visible. Los análisis efectuados por J. Montpeyroux, llegan a la ausencia de sal (pues no hay cloruros) y ausencia de sulfato, lo que elimina la posibilidad de una presencia de yeso no observable al ojo humano. La fracción inferior a 50 micras hay que pasarla por alto, lo que excluye toda posibilidad de arcillas hinchadas. Por consiguiente, hay que admitir que los pliegues son debidos a una fase tectónica netamente comprensiva. Las capas falladas y plegadas están arrasadas en la cima y recubiertas por nuevas caídas piroclásticas en discordancia: algunas decenas de metros de capas piroclásticas, depositadas horizontalmente, terminan de esta manera el relleno de las cuencas del Valle Central. Estas cenizas no plegadas y discordantes sobre la serie piroclástica se observan netamente gracias a algunos afloramientos como por ejemplo:

Las Quebradas del Pufulahua del lado de la cuenca de San Antonio de Pichincha, que muestran:

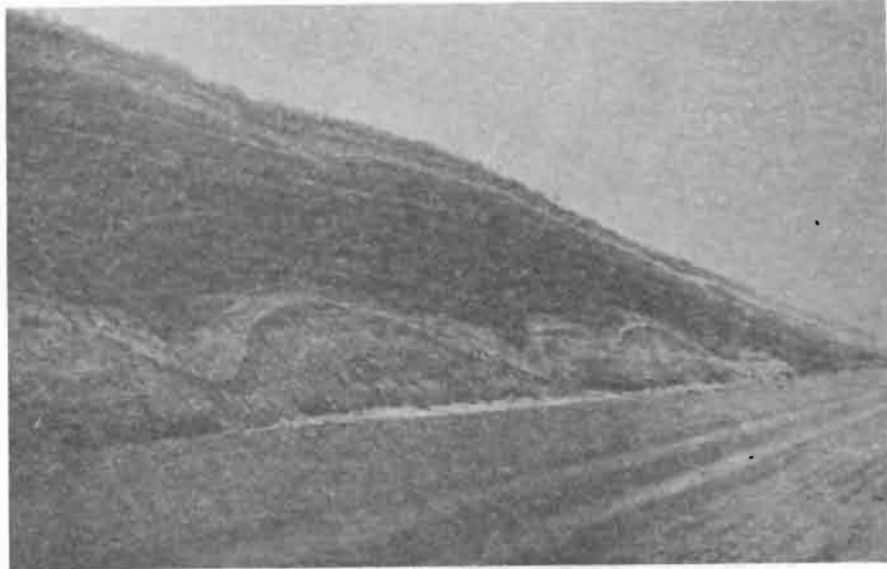
- a. Una enorme acumulación de cenizas mezcladas localmente con productos de arrojada y talvez depósitos de nubes ardientes (sin embargo, una "pumice fall" abundante se distingue difícilmente de una nube ardiente porque está menos netamente estratificada que una sucesión de caídas poco espesas).
- b. Vertientes regulares formadas a expensas de esta acumulación de materiales de caída, pero también de algunos afloramientos de lava in situ. Hacia la base, la vertiente pasa a ser un glacis.



II Fallas afectando una serie de cenizas volcánicas que están recubiertas (en la fotografía arriba) por un lahar.

III Grande discordancia entre las cineritas plegadas (Cabeza abajo) y el recubrimiento posterior de cenizas recientes no plegadas (Camino a La Esperanza de Tabacundo)





IV Dos series de cenizas: la una abarrancando a la otra, hacia Pastocalle a los 3.500 metros de altitud.

- c. Sobre el glacis, un depósito de nube ardiente o lahar caliente, rosado de dos metros de espesor.
- d. Lechos de arroyadas difusas que se han extendido encima y pasan aguas abajo a una terraza que se transforma ella misma en un sedimento lacustre.
- e. Quebradas y barrancos profundos de 6 a 20 metros, están encajados en este conjunto.
- f. Derrubios ordenados de tipo "greze" ya señalados, se han depositado por deslizamiento en los flancos de las quebradas.

AL SUR DE LATACUNGA, no son sino cenizas de caídas estratificadas con material aluvial grueso. Ha habido una combinación incesante de caída de cenizas que se han ido ordenando ya por la arroyada difusa, ya por el aluvionamiento de los lechos fluviales principales. Téngase presente que un relieve policíclico se desarrolló en estos materiales.

SOBRE LA QUEBRADA CHICA DE CHIRIACU, (flanco sudoeste del Cotopaxi) se observa, sobre unos 30 metros una capa de piedras pómez a la base, luego caídas de aspectos de pómez y de materiales negros finos y un lahar de 3 metros de espesor, modelado en una nube de piedras pómez.

En el curso de la bajada de Quito hacia Guayllabamba, se puede observar cenizas volcánicas de caída, pero además, cerca de los 2.080 metros, un lahar

caliente o depósito de nube ardiente que ha dado un "red parting" (es decir una capa de alteración roja por calentamiento) sobre un lahar frío subyacente.

El río Guayllabamba ha cavado y rellenado en su garganta recientemente y de una manera sucesiva, sobre unos 20 metros de aluviones finos compuestos de cenizas volcánicas o de bloques de lava de color oscuro. Este relleno está cortado, hacia arriba, por un depósito de cenizas de caída. Toda la acumulación, de unos 20 metros, ha sido entallada por la incisión del río y una ceniza reciente vino, luego, a salpicar la vertiente. Esta sucesión es muy visible en el puente de la vía "Panamericana" sobre el Guayllabamba, en su ribera izquierda, hacia los 2.000 metros de altitud.

Existen grandes acumulaciones perivolcánicas consideradas como lahares, de topografía muy semejante a los de la base de los volcanes costarricenses: El Irazú, en el costado oeste de Cartago, en donde el lahar data del año 50, base sudeste del Arenal en el que se formó en 1968 o 1969. Estos lahares de Costa Rica y del Ecuador se parecen más a conos de deyección que a lahares clásicos: en efecto, todos los términos de transición pueden presentarse entre un lahar lodoso y "una lava torrencial" de cono de deyección que hemos observado en Ecuador ocupa una parte del sudoeste del Cotopaxi: es el de Silintuza; otro recubre en el Cotopaxi: el plano de Limpio Pungo. El lahar de Silintuza tiene la forma de un cono de deyección, con enormes bloques ("la piedra de Silintuza" tiene el alto de una casa); se podría ciertamente explicar la presencia de estos bloques por transporte sobre una base de hielo considerando que la erupción estuvo acompañada de un deshielo causado por la fundición del hielo -como los "jokullaup" de Islandia- pero el transporte en la lava torrencial es más verosímil, tanto más que en ciertas partes de su base se observan cenizas de escurrimiento. El corte de un pequeño barranco entallando el lahar de Silintuza muestra por otra parte que los bloques se encuentran en la ceniza. En la superficie, la ceniza ha sido lavada y transportada por el viento, despejando los bloques llevados por la lava torrencial. Una ligera eolización que ha erosionado algunos de ellos, prueba que el lahar cono de deyección no es muy reciente.

Las capas piroclásticas terminales están en algunos puntos falladas. Es probable que el escalón tectónico de Quito, cuyas formas son muy recientes y entalladas por incisiones de erosión regresiva reciente, haya sido debido a esos movimientos tardíos. En efecto, la ciudad de Quito ha sido construida sobre un horst inclinado hacia el oeste, es decir, en contra pendiente del valle principal.

Al sur de Latacunga, la Laguna de Yambo, curioso lago alargado de algunos centenares de metros de largo, no se lo puede explicar que por la acción de fallas recientes. Una neotectónica es pues poco objetable.

El volcanismo, siendo todavía activo, las cenizas han continuado cayendo sobre los relieves recientes recubriendo escarpas de fallas, barrancos, domos de extrusión como el Panecillo ya señalado.

Hemos podido observar las relaciones del volcanismo y de la geomorfología glacial en el Cotopaxi. Este volcán ha sido ya estudiado por la misión checopolaca de 1972. (HRADEKA y al.) Esta expedición ha mostrado que el cono volcánico actual es el quinto edificio superpuesto. Este reposa parcialmente sobre el cuarto en fecha correspondiente al conjunto andesítico llamado Ingaloma, que sería una inter-glaciación Riss-Wurm y que es posterior al tercer volcán caldérico, el Morruco, que dataría del inter Mindel-Riss: la erosión glacial habría actuado mucho en la destrucción de este último. El segundo volcán dacítico, llamado Salistres sería



V El Paschoa; "Planese" esquemática al centro de la foto.

del Plioceno; sus lavas salieron al norte del cono actual en el valle del río Pita. El Salitres habría sufrido la acción del hielo del Mindel. El primer volcán dataría del Mioceno.

Por nuestra cuenta, no hemos encontrado elemento alguno que nos permita saber si hubo más de una glaciación. Sin embargo, las relaciones del glaciar y del volcanismo son interesantes. Se los observa en dos grandes planos topográficos, el Limpio Pungo, al noroeste del cono actual (entre el Cotopaxi y el Rumiñahui, 4.712 metros de altitud) y el altiplano del río Pita, al norte (entre el Cotopaxi y el Sincholagua, con la cumbre nevada de 4.893 metros). No hay ninguna razón para atribuir a priori el ancho de estos planos (más de un kilómetro) a un modelado en artesa glaciar, el proceso de represamiento por los grandes conos volcánicos podría explicar suficientemente estas acumulaciones. Sin embargo, algunos rasgos debidos a una glaciación antigua son incontestables en el valle del Pita y no en el Limpio Pungo.

El Limpio Pungo está relleno, excepto un pantano de obturación, la laguna de Limpios, por un cono de deyección (lahar lavado de sus cenizas finas y transformado en reg por la arroyada difusa. En el valle del Pita, un rellenamiento fluvial de tipo lahar permite ver un umbral con partes rocosas, una morrena lateral a lo largo de la vertiente sudoeste, recubierta de cenizas y una morrena frontal cerca de los 3.750 metros de altitud también recubierta. Aguas arriba, los "DRUMLÍNS" están recubiertos también de una capa de cenizas. Uno de ellos muestra netamente su núcleo duro de lahar viejo sobre el cual vino, aguas arriba, a pegarse una morrena; todo está recubierto de cenizas volcánicas de caída; la base ha sido cubierta por el lahar torrencial reciente. Hay una curiosa interferencia de episodios glaciares y episodios volcánicos. Pero eso no puede llevarnos hasta una interpretación poliglaciolista.

En dos valles que descienden de la Sierra hacia el oeste con dirección a la Costa, el valle del río Coco aguas abajo de Pallatanga y el del Toachi que se prolonga aguas arriba por el Pilatón, existe un gran relleno entallado por el río actual, que está dominando en algunas decenas de metros. Su base está al nivel del talweg actual. En el valle del Pilatón, la altura relativa de la cima aumenta aguas arriba. Subiendo los pocos vestigios de relleno están formados cada vez más por una matriz de cenizas amarillas; en un sitio, una colada de lava fosiliza uno de ellos. Aguas abajo, en dirección de la llanura, este pasa al cono de deyección de Santo Domingo de los Colorados, cerca de los 500 metros de altitud absoluta, en el que el río Toachi se encaja de unos 60 metros. Al contrario, el relleno del valle del Coco desaparece brutalmente aguas abajo, donde la Costa está representada por la llanura baja de Bucay pasando la misma, al oeste, a la zona anfibia del delta del Babahoyo.

No sabemos si estos rellenos se encuentran en los otros valles. Hay ahí un problema a estudiar antes de hacer otra cosa que hipótesis sobre su origen, que merecen ser enunciadas.

¿Estos rellenos se explican por una crisis climática? el clima actual, tropical húmedo en la zona de contacto de la Sierra y de la Costa, pudo dar lugar en el pasado (en el Würm?) a un clima semi-árido, semejante al que conoce la costa del Perú, en el que algunos cursos de agua arrastran las alteritas de las vertientes y procuran una carga en bloques y materiales finos. No se trata, en todo caso, que de una oscilación climática ya que el talweg era, antes del episodio de acumulación, cavado al nivel actual y que ha reencontrado este nivel por escavamiento una vez que el período de relleno había cesado. ¿Conviene explicar al contrario el relleno por movimientos tectónicos y cambios climáticos?

De todas maneras, la diferencia entre los modos de terminación aguas abajo de estas formas de acumulación entre los dos valles permite una hipótesis tectónica. La desaparición brutal del relleno en el valle del Coco cerca de Bucay encuentra una explicación plausible en la subsidencia reciente en la llanura baja Bucay-Babahoyo, frente a Guayaquil. Al contrario, la región de Santo Domingo de los Colorados, a la salida del valle del Toachi, no ha sufrido tal movimiento y tal vez ha sido ligeramente sobrelevantada. Allí tenemos un problema general que concierne a la morfogénesis de todo este lado de la Costa. La morfología de la Sierra es inseparable sobre este punto, como sobre otros, de las regiones bajas que la bordean.

NOTAS:

- * Lo que los anglo-sajones llaman: "Tuff-ring"
- * Este nombre "lahar" viene de Java
- * Ver la fotografía tomada por H. Tazieff a Oshima y publicada en la versión francesa de A. Rittman "Les volcans et leur activité", Paris, Masson 1963, p. 134.

BIBLIOGRAFIA

- Atlas geografico del Ecuador, 1977.- Éd. par l'Institut Geografico Militar (avec la coll. de GOMEZ (N.) et de de NONI (B.)
- COLMET-DAAGE (F.) et al., 1967.- *Caractéristiques de quelques sols d'Équateur dérivés de cendres volcaniques*, 1re. partie : *Essai de caractérisation des sols des régions tropicales humides*. Cah. O.R.S.T.O.M., sér Pédol., vol. V, N° 1 : 3-38, 2° partie : *Conditions de formation d'évolution*, Cah. O.R.S.T.O.M., sér, Pédol., vol. VII, N° 4 : 493-558.
- CORVOLAN (N.), 1977.- *Algunos aspectos geomorfológicos sobre volcanismo y glaciación al Norte de la línea ecuatorial*, Revista geográfica, IGM, N° 9, Quito.
- GONDARD (P.), 1976.- *Zonas agrícolas de la Sierra*, Boletín de la sección nacional del Ecuador, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, N. 9-10 : 1-7.
- HALL (Minard L.), 1977.- *El volcanismo en el Ecuador*, Publicación del IPGH, sección nacional del Ecuador, Quito, 120 p.
- HRADECKA et al., 1972.- *Cotopaxí*, traduction Betesová, compte rendu de l'expédition tchéco-polonaise de 1972, 56 p.
- NONI (G. de). 1977.- *Volcanismo reciente en Ecuador*, Revista geográfica, IGM, N° 9, Quito.
- SAUER (W.), 1965.- *Geología del Ecuador*, 1ª edición castellana, editorial del Ministerio de Educación, Quito, 384 p.
- WOLF (T.), 1892.- *Geografía y Geología del Ecuador*, Leipzig, Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana, réimpression 1975 ou 1976, Quito.
- Tomado de: Cah. O.R.S.T.O.M., sér, Sci. Hum., vol. XVI, n° 3, 1979 : 251-259.

CENTRO ECUATORIANO DE INVESTIGACION GEOGRAFICA

GEOMORFOLOGIA



INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA
SECCION NACIONAL DEL ECUADOR



DOCUMENTOS DE
INVESTIGACION

Nº 1 - 1982



Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
FRANCIA