



HAL
open science

La catástrofe del Nevado del Ruiz, ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi.

Robert d'Ercole

► **To cite this version:**

Robert d'Ercole. La catástrofe del Nevado del Ruiz, ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi.. Estudios de Geografía, 1989, Riesgos Naturales en Quito, 2, pp.5-32. hal-01184809

HAL Id: hal-01184809

<https://hal.science/hal-01184809>

Submitted on 25 Aug 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA CATASTROFE DEL NEVADO DEL RUIZ

¿ UNA ENSEÑANZA PARA EL ECUADOR ?

EL CASO DEL COTOPAXI

*Robert D'Ercole**

El 13 de noviembre de 1985, el volcán colombiano, el Nevado del Ruiz, erupcionó provocando la muerte de unas 25.000 personas. Esta es la mayor catástrofe causada por un volcán desde la que produjo 29.000 víctimas, en 1902 en la isla Martinica, luego de la erupción de la Montaña Pelée. La magnitud de las consecuencias y el hecho de que el Ruiz haya dado signos de reactivación mucho tiempo antes, plantean el problema del fenómeno natural pero también de los factores humanos que originaron la tragedia.

La catástrofe colombiana permite comprender mejor un fenómeno destructor, hasta entonces poco conocido por los no especialistas, los lahares. Esta tragedia proporciona enseñanzas a través de los eventos ocurridos y de los errores que se cometieron. Por lo tanto esta catástrofe constituye una referencia de primer orden para los países susceptibles de vivir, algún día, un drama de esta naturaleza.

¿ Se puede incluir al Ecuador, vecino de Colombia, entre estos países ? Sabemos que, en el pasado, el Ecuador ha sido frecuentemente víctima de desastres naturales, siendo el último el sismo del 5 de marzo de 1987. Además, no faltan los volcanes activos. Entre ellos; el Cotopaxi ha conocido varias erupciones durante el período histórico. Actualmente está "durmiendo" (o en sub-actividad) y sólo se manifiesta por una leve actividad de sus fumarolas. Plantea, sin embargo, varias preguntas a las cuales este artículo pretende contestar. ¿ Podría este volcán, en un futuro más o menos cercano, provocar una situación comparable a la del Nevado del Ruiz ? Si se contesta afirmativamente : ¿ Cuáles son los factores de riesgo, humanos, específicos de los territorios potencialmente amenazados ? Por fin, ¿ Son los habitantes de estas regiones tan vulnerables como lo fueron los del Nevado del Ruiz antes del 13 de noviembre de 1985 ?

* Geógrafo IFEA, miembro del Colegio de Geógrafos

Agradezco a Claude De Miras (ORSTOM), René Marocco (ORSTOM), Fernando Moncayo (Estudiante de la PUCE), Pierre Peltre (ORSTOM) y a Thierry Winter (IFEA) por sus sugerencias durante la elaboración de este artículo. También agradezco a Olga de Chávez por la traducción.

1. LAS CAUSAS DE LA CATASTROFE COLOMBIANA DEL 13 DE NOVIEMBRE DE 1985.

1.1. El fenómeno natural

1.1.1. El Nevado del Ruiz

El Nevado del Ruiz pertenece al macizo volcánico del Ruiz - Tolima, localizado en la Cordillera Central de Colombia a 150 km al Oeste de Bogotá (fig. 1). Este domina el valle del río Cauca por el lado occidental y la planicie del Magdalena por el Este. En el mismo sector existen otros volcanes nevados como el Tolima y el Santa Isabel. El Ruiz es el volcán que está localizado más al Norte y el más alto (5300 m).

El Nevado del Ruiz consituye un amplio edificio volcánico de aproximadamente 250 km² [Thouret, 1988]. Su forma es compleja debido a la diversidad de sus unidades geomorfológicas y estratigráficas relacionadas con varias fases de actividad constructivas y destructivas (1). La cumbre comprende tres cráteres entre los cuales, solo uno, el cráter Arenas, es activo. Una plataforma glaciar de 17 km² de superficie y de aproximadamente 1 km³ de volumen (2) cubre la cima del edificio. Algunas lenguas glaciares se separan de esta plataforma para alcanzar los 4800 m. de altitud. Desde estos glaciares, la red hidrográfica se organiza hacia el Oeste (río Chinchiná y sus afluentes), hacia el Norte y hacia el Este (ríos Gualí, Azufrado, Lagunilla y Recio).

Los trabajos realizados por Thouret [1986, 1988] muestran un marcado carácter explosivo de la actividad del Ruiz desde el Pleniglaciario (25.000 BP) que se tradujo en erupciones plinianas (3) y laterales. Estos trabajos evidencian, así mismo, la existencia de unos doce episodios eruptivos mayores acaecidos desde hace aproximadamente 10.000 años.

Las dos últimas erupciones importantes, antes de la del 13 de noviembre de 1985, tuvieron lugar el 12 de Marzo de 1595 y el 19 de febrero de 1845. Se manifestaron sobre todo por flujos de lodo o lahares, provocados por el derretimiento de una parte de los glaciares (4). Este fenómeno, el único que causó daños humanos y materiales, fue descrito por Fray Pedro Simón en 1635 y por el Coronel Joaquín Acosta en 1846. Estos relatos, reproducidos a continuación en citas parciales, son particularmente elocuentes (5) :

“ ... En la parte por donde reventó ahora tienen su principio dos famosos ríos, el ... Gualí... y otro mayor... el de la Lagunilla... Salieron después con tanto ímpetu... que fue cosa de asombro sus crecientes, y el color del agua que traían, que más parecía que agua, masa de ceniza y tierra, con tan pestilencial olor de piedra azufre que no se podía tolerar de

muy lejos... Fue más notable esta creciente que en el río de Gualí, en la Lagunilla, cuya furia fue tal que desde donde desemboca por entre dos sierras para salir al llano arrojó por media legua (6) muchos peñascos cuadrados,...y entre ellos uno mayor que un cuarto de casa. Ensanchóse por la sabana más de media legua de distancia por una parte y otra...anegando la inundación todo el ganado vacuno que pudo antecoger en cuatro o cinco leguas, que fue así extendido hasta entrar en el de la Magdalena, abrasando de tal manera las tierras por donde iba pasando, que hasta hoy no han vuelto a rebrotar sino cual y cual espartillo...” [Fray Pedro Simón, erupción de 1595].

“... Bajó del Nevado El Ruiz por el río Lagunilla, un inmenso flujo de lodo espeso el cual, llenando rápidamente el lecho de este río, cubrió o arrastró los árboles y las casas, sepultando hombres y animales... Se evalúa en 1000 el número de víctimas... Llegando a la llanura con ímpetu, la corriente de lodo se dividió en dos brazos: el más importante siguió el curso del Lagunilla dirigiéndose así hacia el Magdalena; otro, después de haber franqueado una divisoria bastante alta, se apartó siguiendo una dirección formando un ángulo casi recto hacia el norte y recorrió el Valle de Santo Domingo, trastornando y arrastrando selvas enteras... El terreno cubierto por escombros y lodo es de más de cuatro leguas cuadradas. Presenta el aspecto de un desierto... El espesor de la capa de lodo varía mucho: es mayor hacia la parte superior, donde alcanza a menudo 5 a 6 metros...” [Joaquín Acosta, erupción de 1845].

1.1.2. La erupción del 13 de noviembre de 1985 (7)

Las manifestaciones previas.

Luego de 139 años de calma, el Nevado del Ruiz volvió a manifestarse, casi exáctamente un año antes de la erupción del 13 de noviembre de 1985. Se sintió un ligero sismo el 22 de noviembre de 1984. La actividad prosiguió el 22 de diciembre con una pequeña explosión freática y una sucesión de sismos locales. Estos movimientos sísmicos fueron acompañados por ruidos subterráneos, por una intensificación de la actividad de las fumarolas y por una modificación del color de la nieve por el azufre. La actividad sísmica y fumarólica fue variable hasta el 11 de septiembre de 1985. Ese día, una violenta explosión provocó la emisión de cenizas que cubrieron gran parte del Nevado y que alcanzaron Manzales y Chinchiná a más de 25 km del cráter. Al mismo tiempo, un lahar de 27 km avanzó por el valle del río Azufrado, cortando la carretera Manzales-Murillo. Luego, durante el mes de octubre, la actividad del Ruiz disminuyó sensiblemente.

Cronología de la erupción del 13 de noviembre.

La erupción empezó a eso de las 15h (3 p.m.) con un fuerte evento sísmico local y una explosión acompañada por

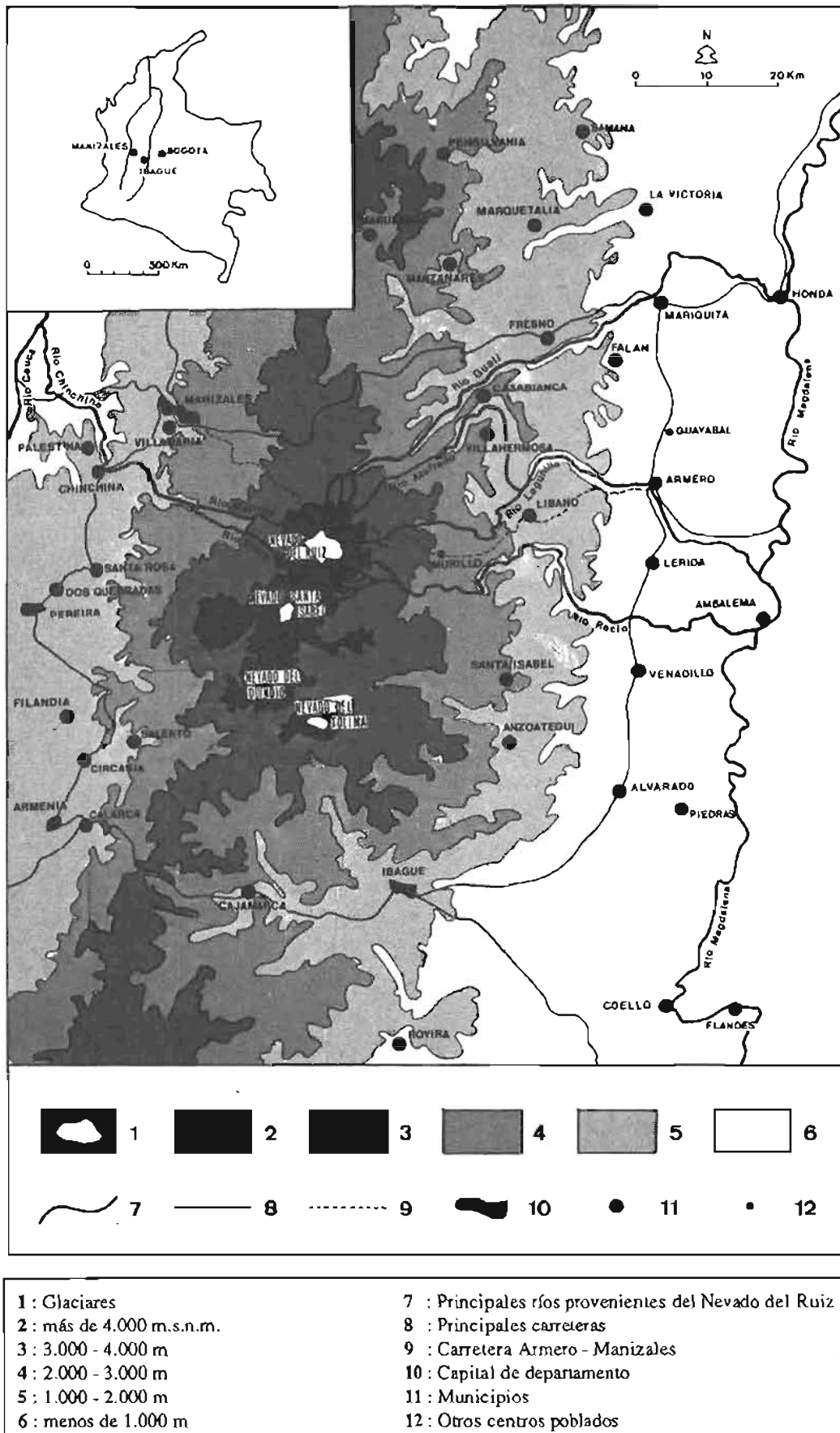


Figura 1 : Mapa de localización de la región del Nevado del Ruiz

la emisión de piroclastos. Los lapilli y las cenizas fueron regados hasta 50 km hacia el Norte y el Nor-Este. La fase paroxísmica de la erupción empezó hacia las 21h15 con dos fuertes explosiones, avalanchas de hielo y de nieve y derrumbes de rocas. Hacia las 21h30, se formó una columna eruptiva que alcanzó por lo menos 6500 m arriba del cráter. Los elementos contenidos en esta columna fueron principalmente diseminados hacia el Norte y el Nor-Este. Al mismo tiempo, un flujo piroclástico afectó la parte alta del río Azufrado. Los productos incandescentes emitidos por el volcán provocaron un derretimiento intenso del hielo y de la nieve, originando los lahares que se canalizaron hacia el Oeste por los ríos Nereidas y Molinos, hacia el Norte por el río Gualí y hacia el Este por los ríos Azufrado y Lagunilla (cf. foto 1). Chinchiná fue alcanzada por los lahares a eso de las 22h30 y Armero aproximadamente a las 23h35, es decir más de dos horas después de que empezaron los fenómenos.

Características de los lahares y de su flujo.

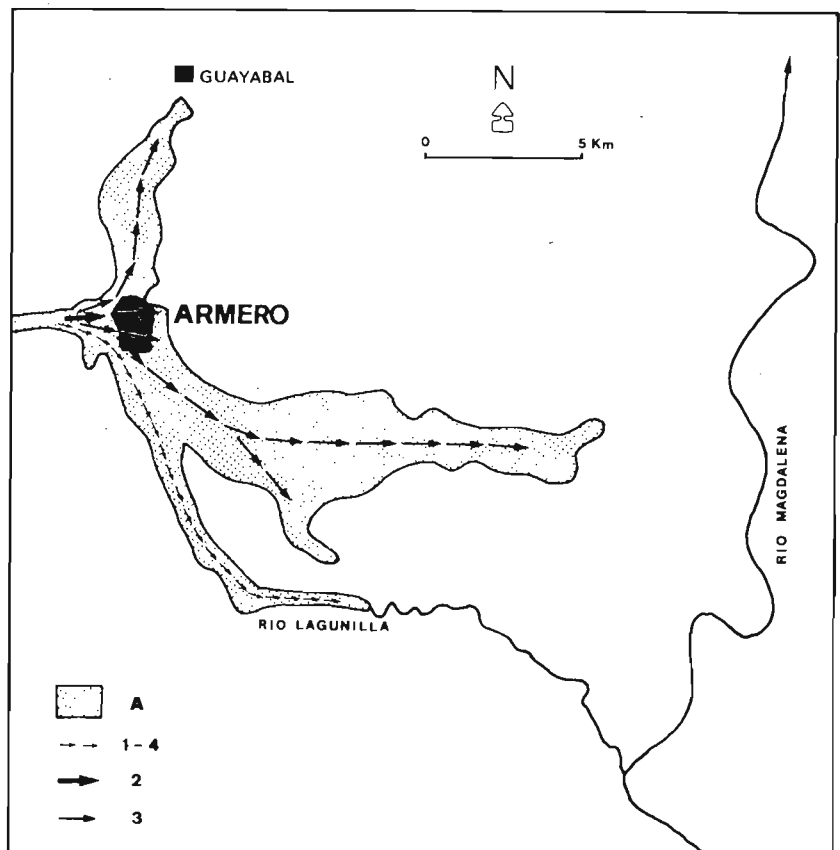
Estos lahares estaban constituidos por una mezcla heterogénea, más o menos densa, de elementos líquidos y sólidos. La parte líquida provenía de las aguas producidas por el rápido derretimiento de la nieve y del hielo, de las aguas provenientes de la misma erupción, de las que captan habitualmente los sistemas de drenaje de los ríos y de las aguas lluvia provenientes de las torrenciales precipitaciones que precedieron y acompañaron la erupción volcánica. La parte sólida acarreada por el elemento líquido estaba constituida por productos incandescentes expulsados por la erupción, por antiguos depósitos piroclásticos muebles, por depósitos morrenicos, por aluviones y coluviones acumulados en los valles. A esta masa hay que añadir el material arrancado de la cobertura vegetal, del suelo y del substratum rocoso.

El volumen del material acarreado por los ríos Azufrado y Lagunilla hasta la llanura del Magdalena, fue estimado entre 80 y 100 millones de m³ [Mojica y al, 1985]. El flujo alcanzó una altura de 14 m antes de la confluencia Azufrado-Lagunilla y sobrepasó los 40 m. en el cañón del Lagunilla, luego de la confluencia, debido al aporte superior del Azufrado.

No fue un evento único el torrente de lodo. Al contrario, se produjo en forma intermitente, bajo la forma de pulsaciones sucesivas (oleadas). Esto se explica por la acción repetida de diferentes explosiones y caídas de tefras (8) pero también por la retención momentánea del alud debido al estrechamiento de los valles y a su bloqueo por material sólido acumulado en el frente y a lo largo del flujo. Según las características de los diversos flujos y de la topografía del cono de deyección del Lagunilla, se pueden distinguir tres tipos de zonas diferentemente afectadas (cf. fig. 2 y foto 2).

En la región de Armero, en la desembocadura del Lagunilla en el llano del Magdalena, al principio solo una corta inundación afectó los sectores más bajos del valle a lo largo del cauce del Lagunilla. Luego, vino un flujo muy denso y relativamente lento de aproximadamente 30 km por hora que utilizó en línea recta el antiguo cauce del Lagunilla (río Viejo) en la parte más alta del cono de deyección y que afectó el norte de Armero. Esta masa invadió las calles y las viviendas en una altura de 2 a 3 m. La fuerte densidad, se debía a la limpieza de los cañones del Azufrado y del Lagunilla y sus depósitos hasta el substrato rocoso. Este explica el hecho de que las destrucciones solo fueron parciales en esta zona. En las partes un poco más elevadas, las viviendas fueron rodeadas y llenadas como si fueran moldes

Figura 2 : Principales flujos lahéricos que afectaron Armero y su región en noviembre de 1985.(según Mojica y al., 1985, para los límites de los sectores afectados).



- | | |
|----------------|-------------------------------|
| A : | Zona afectada por los lahares |
| 1 - 4 : | Primer y último flujo |
| 2 : | Secundo flujo |
| 3 : | Tercero flujo |

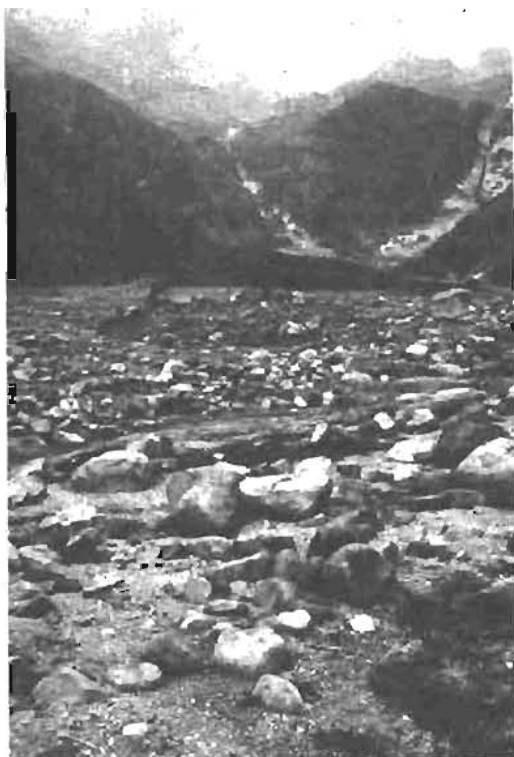


Foto 1 : Depósitos lahóricos observables en la parte alta del río Lagunilla.



Foto 2 : Ambo antes y después de la catástrofe del 13 de noviembre de 1985. (Fotografías aéreas del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" de Bogotá, tomadas el 5/5/1985 y el 24/11/1985).



Foto 3 : Sector norte de Armero afectado por un flujo muy denso y relativamente lento. Las destrucciones son parciales.



Foto 4 : Sector centro y sur de Armero afectado por flujos menos densos y más rápidos que el que se proyectó sobre la parte norte de la ciudad. Las construcciones han sido arrancadas a nivel de los cimientos.

y más bien pocas derrumbadas (foto 3). Luego de este aluvión, acaecieron flujos menos densos y más rápidos (unos 40 km por hora) debido a la limpieza de los cañones hecha por el flujo anterior. Estas coladas, cuya altura alcanzó 5 m (9) en algunos lugares, afectaron más específicamente el centro y el sur de Armero, arrancando las viviendas en el nivel de sus cimientos (foto 4). Estos escurrimientos se dirigieron hacia el Norte por 8 km y hacia el Este en dirección del Magdalena sobre aproximadamente 18 km. Los últimos flujos, menos importantes, siguieron el cauce habitual del Lagunilla sobre un trozo estrecho de unos diez kilómetros de largo.

1.1.3. Síntesis de los factores naturales de la catástrofe

La erupción volcánica en sí sólo desempeñó un papel indirecto en el desastre. Las explosiones, las caídas de tefras, el flujo piroclástico causaron pocos estragos. No se señala ninguna víctima entre las poblaciones que vivían en las faldas del volcán, a veces muy cerca del cráter. Sólo las viviendas sufrieron por la precipitación de piroclastos. Sin embargo, fueron los conglomerados alejados del cráter, instalados al borde de los ríos provenientes del Ruiz y generalmente asentados en los valles, los que fueron afectados:

- 1500 a 2000 muertos y destrucción de algunos barrios de Chinchiná (Departamento de Caldas) localizada a unos treinta km del cráter;
- algunas destrucciones materiales en Mariquita y Honda (departamento de Tolima), localizadas respectivamente a 60 y 70 km del cráter.
- 23 a 24.000 muertos, 5.000 heridos y destrucción casi total de Armero a 45 km de distancia (foto 2).

Por otra parte, la erupción volcánica no fue de una violencia excepcional sino de talla moderada: VEI = 3 (10) y el volumen de las tefras emitidas fue relativamente bajo: 39 millones de m³ [Naranjo y al., 1986.].

Sin embargo, esto bastó para generar lahares destructores debido a la existencia de un casquete glaciar, aunque solamente entre el 8 y el 10 % del volumen de este casquete se haya fundido bajo el efecto del flujo piroclástico y de las caídas de tefras. También fueron otros los factores que contribuyeron para acrecentar y orientar este fenómeno, por ejemplo la pendiente particularmente fuerte (5000 m de desnivel en 45 km entre el cráter y Armero), o la canalización del flujo en profundas quebradas. Coadyuvaron también condiciones meteorológicas particularmente malas antes y durante la erupción: las lluvias intensas saturaron el suelo y disminuyeron la cohesión de los depósitos de pendiente, también volvieron difícil o casi imposible la observación de los fenómenos. Hay que anotar también que los mayores eventos se produjeron de noche. Por fin, la orientación privilegiada de los lahares hacia el Este se debe principalmente a la localización del cráter Arenas, descentrado sobre el margen noreste del casquete glaciar cerca del nacimiento

del río Azufrado. El flujo piroclástico en particular afectó esta parte del glaciar.

1.2. El fenómeno humano

1.2.1. El problema de las fuentes de información.

Las consecuencias de la erupción del Nevado del Ruiz, volcán que daba signos premonitorios un año antes, son tan graves que inmediatamente se plantea una pregunta: "¿Es el volcán el único responsable de la catástrofe o sólo constituye un elemento que origina una situación cuyo desenlace depende antes que nada de la acción humana?"

Una primera respuesta nos proporcionan los titulares de los periódicos colombianos (El Expectador, El Tiempo, entre otros) que aparecieron luego del 13 de Noviembre. Entre estos titulares, algunos son particularmente duros y con mucho contenido: "La tragedia de Armero: una avalancha de errores", "La culpa no es del Ruiz", "Rudimentarias medidas de prevención", "El gobierno ha ignorado mapas de riesgo del Ruiz", o también "Crónica de una muerte anunciada", retomando el título de la célebre novela de Gabriel García Márquez. Estos artículos no inculpan ni al volcán, ni a Dios, ni a la fatalidad. Atacan directamente a las personas, esencialmente a las autoridades nacionales y regionales, a los responsables políticos, de la Administración y de la Defensa Civil.

Si bien parece evidente considerar la responsabilidad de las autoridades como un elemento clave, resulta sin embargo difícil contentarse con esta única versión, a veces simplista y muchas veces dictada por la cólera y la pasión comprensibles ante el fenomenal suceso. Es necesario ir más allá y distinguir las causas inmediatas de las causas profundas de la catástrofe. Esto plantea el problema de las fuentes de información. Estas son múltiples y, por la gravedad del tema y la importancia de los factores en juego, se notan, inevitablemente, numerosas contradicciones en todo lo que pudo ser dicho o escrito después del desastre.

Tomando en cuenta este hecho, se intenta hacer a continuación un ensayo de síntesis de las causas de la catástrofe, a partir de las versiones de las diferentes partes:

- utilización de documentos oficiales [Secretaría de Información y Prensa de la Presidencia de la República, 1986]; de obras colombianas dedicadas a la catástrofe [Restrepo, 1986; Pardo, 1986; Santa, 1988]; de documentos científicos que evocan los aspectos humanos [Parra y Cepeda, 1987; Thouret, 1988];
- revista de prensa (El Expectador, El Tiempo, varias revistas semanales) desde el 13 de noviembre de 1985;
- entrevistas personales con científicos colombianos y extranjeros que han participado, en una forma u otra, de los eventos que precedieron la catástrofe; con representantes de la ONAE (Oficina Nacional de Atención de Emergencia), del

SENA de Ibagué (Centro de Formación Ambiental), de organismos que trabajan particularmente para los damnificados de Armero (Foro Nacional para Colombia) y con sobrevivientes de Armero, instalados hoy en día en Lérica.

1.2.2. Las causas inmediatas de la catástrofe.

Las causas inmediatas nos llevan a considerar lo que pasó en la tarde y noche del 13 de noviembre de 1985. A eso de las 15h, se produjo la primera explosión. Una hora más tarde, el director de la Defensa Civil del Departamento de Tolima es alertado por radio de la erupción. Una larga reunión, dirigida por el director de la Defensa Civil y el de la Cruz Roja, tuvo lugar en los locales de esta última en Ibagué. Estaban ausentes, el gobernador del Departamento y el comandante de la Policía. Según la versión oficial, a las 19h30, al término de esta reunión, se transmite por las radios nacionales un mensaje de evacuación de Armero y de los otros conglomerados amenazados. ¿Cómo fue recibido el mensaje en Armero? Los sobrevivientes hablan de informaciones confusas escuchadas a eso de las 21h o de consejos como el siguiente: "Por el radio nos avisaron que nos fuéramos para el estadio y nos protegíramos como pudiéramos". Numerosos fueron los que no escucharon estos avisos o que no los interpretaron en su justo valor.

Hay que considerar, para entender esto, que, desde que las cenizas habían empezado a caer sobre Armero, se había hecho todo lo posible para tranquilizar a la población. Las personas preocupadas, que buscaban informaciones y consejos sobre la actitud a tomarse, se acercaron a gente de su confianza, tales como el cura y un profesor de Armero, miembro del comité local de la Defensa Civil. Parece ser que éste último se comunicó con Bogotá para obtener instrucciones, a lo que se le hubiera aconsejado no alarmarse, transmitir mensajes tranquilizadores a la población. Así lo hizo y usando los parlantes de la iglesia incitó a los habitantes a tomar la situación con calma y quedarse en casa. Les aconsejó ¡aplicarse un pañuelo húmedo en la nariz y utilizar buenos ventiladores para dormir! Numerosos testimonios son pruebas de la confianza depositada en las palabras apaciguantes del cura y del profesor: "Cuando empezó a caer ceniza, el cura nos dijo que no temiéramos"; "Si nos hubieran avisado con tiempo, habríamos podido evacuar. Pero siempre nos decían que NO había peligro. Por eso no nos movíamos".

Preocupado por la evolución de la situación, el alcalde de Armero, por su parte, intentó comunicarse con el Comité de Seguridad de Ibagué y con el gobernador del Departamento, para pedir instrucciones sobre el comportamiento que había que seguir. Fue imposible debido a la ausencia del gobernador pero también por culpa de problemas técnicos. Sin embargo, a eso de las 21h45, una llamada de Murillo (pueblo cercano al cráter pero retirado del paso de los lahares) confirmó la erupción del Nevado del Ruiz. En seguida, el alcalde ordenó a los bomberos alertar a las poblaciones que

vivían al borde del río Lagunilla, en particular a los habitantes de los barrios "La Acequia" y la "Pradilla", y evacuarlos hacia el centro de la ciudad o hacia las colinas cercanas. Al mismo tiempo, los bomberos tenían como encargo el de tranquilizar a los demás habitantes de la ciudad. Esta medida, que de todas maneras hubiera tenido una eficacia limitada, fue tomada demasiado tarde. Los lahares ya se proyectaban sobre Armero.

Esta rápida descripción de los acontecimientos permite sacar algunas conclusiones:

- Existió una evidente falta de coordinación entre las autoridades nacionales, departamentales y locales. Todos los responsables no estaban en su puesto en el momento crítico y se puede hablar de negligencia a este nivel. Sin embargo se transmitió la alerta desde Ibagué.

- El mensaje fue mal recibido, o por lo menos mal entendido en Armero, lo que plantea el problema del modo de transmisión y sobre todo el del contenido del mensaje de información. Este seguramente no fue lo bastante claro, preciso, repetido o adaptado a los que iban a recibirlo. De cualquier manera, no fue convincente.

- Los problemas de orden técnico fueron numerosos: entre otros, problemas de comunicaciones entre Ibagué y Armero, sirena de los bomberos de Armero averiada.

- Las medidas tomadas en un Armero aislado pero alertado, fueron tardías y/o inadaptadas a la situación, que se trate de las que fueron aconsejadas por el cura y el profesor o de las que fueron ordenadas por el alcalde.

- Pese a las caídas de cenizas, la mayoría de la población no hizo mayor caso de los mensajes difundidos por radio y prefirió escuchar las voces tranquilizadoras de los que conocían y de quienes confiaban. Durante las horas que precedieron la irrupción de los lahares, pocas personas dejaron sus casas por iniciativa propia para irse a refugiar en las colinas cercanas. Algunos sobrevivientes confiesan que tuvieron ganas de hacerlo ¡pero la noche y la tormenta les disuadieron!

Si sólo se consideran los hechos registrados durante la tarde y noche del 13 de noviembre, se tiende a decir que la responsabilidad de la catástrofe recae en parte sobre las autoridades nacionales y regionales, pero quizás más aún, sobre los problemas relacionados con las deficiencias técnicas, sobre las autoridades políticas y morales (cura, profesor, etc...) de Armero y sobre la misma población. Así fue como las autoridades culparon generalmente a los habitantes de Armero: "La Cruz Roja Colombiana alertó a la población de Armero, Líbano, Mariquita y Honda que debía evacuar, que debía salir del área, pero la población no acató tal llamamiento. Diversas versiones han indicado que la gente en su mayoría, no creyó en la advertencia sobre el peligro y pensó que nada pasaría, por lo cual no se retiró de la zona" [General Miguel Vega Uribe, Ministro de la Defensa Nacional]; o también "La gente no creyó por tratarse de algo desconocido e impredecible" [Jaime Hoyos Arango, Gobernador del departamento de Caldas] (11).

Por lo tanto, es necesario ver más allá de los hechos de este día para buscar las causas profundas de la catástrofe.

1.2.3. Las causas profundas de la catástrofe.

Una preparación muy insuficiente.

Para protegerse de los peligros naturales o para limitar sus consecuencias, la sociedad dispone, para simplificar, de tres tipos de medios:

- La limitación de la ocupación humana en las regiones que presentan un riesgo elevado;
- La protección tecnológica frente a los fenómenos naturales;
- La preparación de los hombres, tanto moral como práctica, destinada a afrontar, con los medios disponibles, una eventual situación de emergencia. Esta preparación atañe a los científicos, a las autoridades políticas y administrativas, tanto nacionales como regionales y a las poblaciones que viven en las regiones amenazadas.

Insistiremos poco sobre los dos primeros puntos. Es evidente que si algunas reglamentaciones hubieran prohibido, en Chinchiná, la construcción de viviendas en el borde del río que drena las aguas del Ruiz, que si Armero no hubiera sido construida sobre un cono de deyección a la desembocadura de la cordillera volcánica en la llanura del Magdalena, la catástrofe no hubiera tenido el efecto que se le conoce. Ya, luego de la erupción de 1845, que produjo unas mil víctimas en una región todavía poco poblada, Joaquín Acosta escribía: "Lo que es extraño, es que ninguno de los habitantes de estos pueblos construidos sobre lodo solidificado de antiguos derrumbes ha sospechado jamás el origen de este amplio terreno...". La calidad de los suelos de origen volcánico, la presión demográfica, las estructuras socio-económicas del país hacen que el impedimento o la limitación de la ocupación humana en los sectores potencialmente peligrosos resulten muy difícil, a veces imposible. La prueba radica en que ya se está cultivando con éxito en los depósitos de los lahares de 1985, quizás es cuestión de tiempo para que se construyan nuevas viviendas.

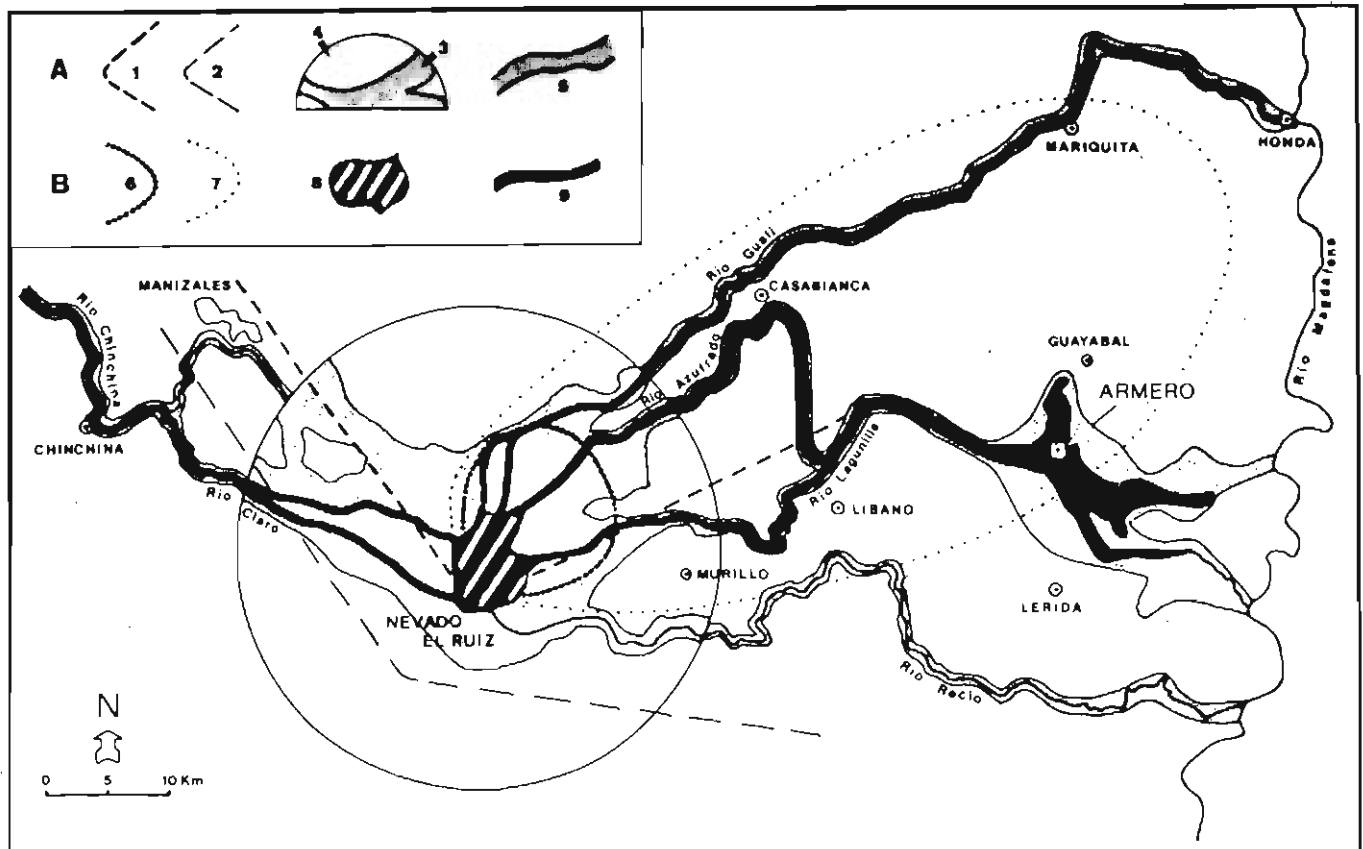
En segundo lugar, ¿hubiera sido útil una protección tecnológica? En el caso del Ruiz, represas, muros de estribo, sistemas de desviación de los escurrimientos como los que existen en el Japón ¿hubieran sido eficaces? Quizás, pero el disponer de estos medios supone cierto nivel de desarrollo económico que todavía pocos países en el mundo han alcanzado. En cuanto a la tecnología poco onerosa, algunos sistemas detectores del paso de los lahares, haciendo funcionar una sirena de alarma, hubieran seguramente sido muy útiles. Pero hubiera sido necesario implementar cierta disciplina (12) y enseñar a la gente a reconocer las señales y a reaccionar en consecuencia.

Esto nos lleva a considerar el tercer punto. Cuando la limitación de la ocupación humana no ha sido posible, cuando la protección tecnológica es limitada, la magnitud de la catástrofe depende sobre todo del comportamiento humano durante el período que precede inmediatamente al impacto natural. Este comportamiento está en gran parte relacionado con la calidad de una preparación emprendida con la suficiente anticipación.

El Nevado del Ruiz había dado signos que anunciaban su erupción, un año antes. Varias misiones científicas extranjeras (UNDRO (13), misión italiana, etc...) se habían sucedido para observar el volcán y se habían marchado dejando a las autoridades colombianas informes alarmantes. Existía un mapa de los riesgos potenciales del Ruiz indicando casi exactamente los sectores que iban a ser efectivamente afectados (fig. 3). La maqueta de este mapa fue terminada el 7 de Octubre y publicada en el diario *El Expectador* el 9 de Octubre (es verdad que la versión definitiva sólo fue entregada a las autoridades gubernamentales el 10 de Noviembre). Pese a todo esto, la falta de coordinación de las autoridades, la reacción de la población de Armero o, en forma general, la improvisación y la confusión en cuanto a la toma de decisiones y a las actuaciones, muestran que, con toda evidencia, nadie estaba realmente preparado a afrontar la situación del 13 de noviembre.

Durante los meses que precedieron a la catástrofe, se pudo notar, a través de los conflictos y de los estudios separados, una dispersión de los esfuerzos científicos. En particular, a la escuela de los geólogos universitarios, se oponían los de Ingeominas (Instituto de Geología y de Minas) (14). Por otra parte, estos geólogos no disponían de los medios técnicos y financieros necesarios para asegurar una vigilancia satisfactoria del volcán (15): la red de sismógrafos era insuficiente, los aparatos sólo eran consultables en el lugar, estos no estaban sincronizados y muchas veces averiados, eran necesarias varias semanas para la elaboración de registros sísmicos y estos eran los únicos datos referentes al volcán. No existía ningún helicóptero disponible para observar el comportamiento del volcán, los viáticos para las visitas de campo eran difícilmente otorgados, etc. Por estas razones y tomando en cuenta la apaciguación de la actividad del volcán, éste ya no era observado en forma rigurosa y continúa la víspera de la catástrofe. Por irónico que parezca, el Ruiz se ha vuelto, desde entonces, uno de los volcanes más vigilados del planeta. Por fin, según el ex- director científico del Observatorio Volcanológico Nacional (16), no habían expertos suficientemente competentes y los que existían no gozaban de la plena confianza de las autoridades.

Si bien se habla mucho de la falta de coordinación entre científicos, el caso es igual entre estos y las autoridades (17). Estas dejaron, generalmente, que las cosas demoren mucho. Esto se manifestó, por ejemplo, en la vaga diligencia en contestar a las propuestas de ayuda de organismos científicos extranjeros, por la instalación tardía de cuatro sismógrafos



A - Lo que fue previsto desde el 7 de octubre de 1985	Riesgo por caída de cenizas 1: alto 2: bajo	Riesgo por flujo piroclástico 3: Alto 4: Bajo	5: Riesgo por lahares
B - Lo que ocurrió el 13 de noviembre de 1985	Cenizas 6: Más de 10 cm de espesor 7: Más de 1 mm de espesor	8: Sector afectado por flujo piroclástico y derrumbamiento de rocas y hielo	9: Zona afectada por los lahares

Figura 3 : Erupción del Nevado del Ruiz: comparación entre lo que se había previsto en octubre de 1985 y lo que ocurrió en Noviembre de 1985. (Fuentes: Thouret, 1986; Secretaría de Información y Prensa de la Presidencia de la República, 1986; Naranjo y al., 1986).

portátiles, sólo instalados el 20 de julio, por un pedido también tardío de un mapa de los riesgos potenciales a Ingeominas. También se hizo lo posible para ahogar las voces consideradas como alarmistas (por ejemplo, informes de científicos extranjeros quedaron secretos; la intervención de los representantes del departamento de Caldas en la Cámara de Diputados fue considerada como "dramática y apocalíptica" (18), etc...).

Por otro lado, las autoridades se preocuparon poco de la preparación de las poblaciones amenazadas. Sin embargo no se puede negar la actividad tardía pero real de los organismos regionales de defensa civil o de capacitación (tales como el SENA: Centro de Formación Ambiental). Estos organizaron algunas conferencias, en particular en Armero, sobre el tema de los riesgos volcánicos y particularmente sobre los del Ruiz. Sin embargo, parece que estas conferencias estaban destinadas, sobre todo, a las autoridades y personalidades

locales que debían, a su vez, traducir y transmitir las informaciones necesarias a la población. Según los sobrevivientes, esto no se realizó o no se encaminó en forma clara y precisa. Además, parece que los afiches destinados a informar al público sobre las medidas a tomarse en caso de emergencia, fueron poco difundidos, y por lo tanto, generalmente no eran conocidos. Por otra parte, las informaciones accesibles al conjunto de la población, esencialmente a través de los medios de comunicación que evocaban periódicamente la situación del Ruiz, eran ante todo informaciones de orden general. En realidad, nada que pueda crear una verdadera conciencia de los peligros o de los riesgos o que pueda ser útil a nivel práctico para afrontar una situación de emergencia.

Esta preparación insuficiente a todo nivel, está principalmente relacionada con dos factores :

- la falta de conciencia de los peligros reales y de los

riesgos relacionados con estos peligros;
- el contexto político, económico y social del país.

Una falta de conciencia de los peligros reales y de los riesgos relacionados con estos peligros.

Ya sea por parte de las autoridades o por parte de las poblaciones, nadie imaginaba o creía que podría producirse un fenómeno de la importancia del que conocemos hoy en día. La tendencia general era la de minimizar el riesgo relacionado con una erupción del Ruiz o con el derretimiento del hielo que hubiera provocado esta erupción. En este sentido, la reacción del alcalde de Armero es característica. El hecho de intentar evacuar solamente a las poblaciones que vivían al borde del Lagunilla muestra perfectamente que esperaba una inundación importante, pero sin relación de medida con los acontecimientos que se produjeron realmente. Este, además, pensaba sobre todo en la ruptura de una represa natural, El Sirpe, localizada arriba de Armero y cuyo contenido sólo era de aproximadamente 1 millón de m³ (a comparar con los 80 millones de m³ que se volcaron sobre la región de Armero). Varios sobrevivientes confiesan que no creían en una inundación y en caso de que se produjera, "el agua sólo hubiera alcanzado el nivel de la rodilla". La pasividad de las autoridades gubernamentales y su hostilidad frente a algunas personas consideradas como alarmistas, entre ellas el alcalde de Armero, también pueden ser consideradas como las manifestaciones de una ínfima percepción del riesgo real. Por fin, todos los científicos ¿estaban concientes de la magnitud potencial del fenómeno?

La explicación de esta ínfima percepción se localiza a dos niveles:

Por una parte, nadie poseía una experiencia anterior de una erupción del Nevado del Ruiz. Tampoco existía una memoria colectiva, ya que Armero fue fundada solamente en 1890, es decir posterior a la última erupción del Ruiz en 1845. En realidad, es sobre todo después de la catástrofe que se tuvo conocimiento de los relatos de Fray Pedro Simón y de Joaquín Acosta, o que se los volvió a leer con un nuevo interés. Además, y sobre todo a nivel de la población, ya la gente empezaba a acostumbrarse a las manifestaciones del Ruiz que se producían desde hacía un año y que hasta entonces no habían sido de peligro para la gente.

Por otra parte, a nivel mundial, no existía caso alguno de catástrofe de tipo comparable, que pueda servir como referencia. Sin embargo, los lahares no constituyen fenómenos excepcionales: se conocen en Islanda, en Japón, en Nueva-Zelandia o, más cerca, en Chile (Cabalco en 1961; Villarrica en 1971), para citar sólo algunos ejemplos. Pero hay que remontarse a 1919 para encontrar un caso de lahares particularmente mortíferos (unas 5000 víctimas en Java, en Indonesia, luego de la erupción del volcán Kelud) y además, en este caso, estos lahares tenían un origen diferente a los del Ruiz (expulsión de un lago de cráter). En 1980, la erupción

del Santa Helena en los Estados Unidos, había provocado lahares pero éstos habían parecido ocultados, por lo menos ante el público, por fenómenos de mayor importancia como las avalanchas de escombros y las nubes ardientes.

El contexto político, económico y social

Las permanentes dificultades de orden político, económico y social (un ejemplo, el ataque al palacio de justicia de Bogotá por el M19 con unos cien muertos, un poco más de una semana antes de la tragedia del Ruiz) hacen que, inevitablemente, los riesgos naturales no constituyan una prioridad entre las preocupaciones de las autoridades colombianas. Sin embargo, había habido el terremoto de Popayán en 1983, importantes inundaciones al norte del país en 1984, para citar solamente las catástrofes más recientes. Esto plantea el problema de los inconvenientes relacionados con una defensa civil no autónoma, confiada solamente al nivel político.

También se plantea el problema de la centralización excesiva de los trabajos de planificación sobre los riesgos naturales y su prevención en Colombia. Los organismos de defensa civil han trabajado independientemente de la población. La comunidad nunca ha participado en la elaboración de planes que le conciernen. Sin embargo, sobre este tema, uno de los participantes en un seminario sobre las catástrofes naturales, que tuvo lugar en Ibagué el 1ro de Octubre de 1985, declaraba: "Los ciudadanos deben ser los protagonistas de su futuro y no los simples espectadores de él" [citado por Pardo, 1986].

Se hace muchas veces referencia al papel de la burocracia colombiana en la catástrofe como un factor del bloqueo a nivel de las tomas de decisiones y de las acciones. Un artículo publicado en el diario El Tiempo del 20/12/85, titulado "La burocracia casi peor que el volcán", muestra el curioso camino tomado por una carta de la UNESCO que proponía los servicios de sus científicos. Según el autor de este artículo, esta carta circuló durante varios meses, de escritorio en escritorio, desde el ministerio de Relaciones Exteriores al de Planificación Nacional en donde se perdió, luego de haber pasado por el ministerio de Educación, Ingeominas, el ministerio de Obras Públicas y las oficinas del gobernador del departamento de Caldas.

Por otra parte, ya hemos hablado de los problemas económicos y sociales relacionados con la limitación de la ocupación humana en las zonas peligrosas, del problema del costo de una protección tecnológica eficaz y el de la falta de medios técnicos y financieros disponibles para los científicos. El factor económico también interviene a otro nivel. Los responsables de la economía local, basándose en importantes actividades agrícolas (café, arroz, algodón, soya y sorgo), comerciales y bancarias, temían la propagación de un movimiento de pánico que hubiera comprometido sus intereses [Restrepo, 1986; El Tiempo, 23/11/85]. Por lo tanto

se puede pensar que éstos ejercieron presiones para que las autoridades minimizaran los riesgos y para que la población fuese tranquilizada.

Por fin, también se muestra a veces la debilidad de las organizaciones comunitarias del departamento de Tolima [Santana, 1986] y la ausencia de hombres políticos suficientemente fuertes en la región de Armero (El Tiempo, 23/11/85). Nunca hubo reuniones de asociaciones o de comités para conversar sobre la situación provocada por el volcán. Tampoco hubieron reclamaciones colectivas al gobierno y los requerimientos del alcalde de Armero siempre quedaron sin respuesta.

También hubiéramos podido evocar otros factores, indirectamente relacionados con la catástrofe colombiana. No se trata de realizar aquí un inventario exhaustivo de estos factores sino de mostrar, a partir de algunos ejemplos, el papel a veces complejo y decisivo del factor humano en un evento de esta naturaleza, sobre todo en un país en vías de desarrollo. El fenómeno natural, en particular cuando es previsible, no puede ser considerado como el principal responsable de una catástrofe. Este perturba el fragil equilibrio que existe entre el hombre y la naturaleza pero la importancia de los estragos está relacionada, ante todo, con la respuesta que el hombre da a la situación. Esta respuesta está principalmente asociada a la memoria del hombre frente a la naturaleza y al contexto político, económico y social.

* * *

Otro volcán andino, el Cotopaxi, se ha manifestado en varias ocasiones en el pasado y las consecuencias de sus erupciones fueron muchas veces muy graves tanto a nivel humano como material. Vivimos actualmente un período de reposo del volcán ecuatoriano. Pero ¿por cuánto tiempo todavía? En la eventualidad de una reactivación, ¿podría el Cotopaxi provocar una situación comparable a la que provocó el Nevado del Ruiz?

2. LOS FACTORES NATURALES DE RIESGO RELACIONADOS CON UNA EVENTUAL ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI (ECUADOR)

2.1. El volcán Cotopaxi: contexto geográfico y geomorfológico.

El Cotopaxi (5897m) está localizado en el borde occidental de la Cordillera Oriental o Real del Ecuador, a 60 km al sur de Quito. Se eleva en medio de tres volcanes apagados y muy erosionados: el Rumiñahui, el Sincholagua y el Quilindaña y domina la depresión interandina poblada, cuya altura se acerca a los 2800-3000m (fig. 4).

El aparato volcánico cubre una superficie de 380 km², su volumen está estimado en 272 km³ y el diámetro a la base es de 32 km [Hantke y Parodi, 1966]. A diferencia del Nevado

del Ruiz, presenta una forma cónica casi perfecta y la inclinación de sus flancos es de aproximadamente 35°. En la cima del aparato y ligeramente decentrado hacia el sur-este, se abre un cráter de 800 m de diámetro en el cual se encaja un segundo cráter de 250 m de diámetro y de 120 m de profundidad.

Un gran casquete glaciar de 5 km de diámetro y de 27 km² de superficie (foto 5), cubre la parte somital del volcán sin tapar el cráter. La altitud de la base de los glaciares está localizada a cerca de 4700-4800 m en la vertiente occidental y baja a cerca de 4500-4600m, en la vertiente opuesta que se encuentra bajo la influencia amazónica. Su volumen, estimado en 1,089 km³ [Jordan y al, 1986] es comparable al de los glaciares del Ruiz pese a desniveles sensiblemente diferentes (aproximadamente 500 m para el Ruiz, más de 1000 m para el Cotopaxi). Esto se explica por una mayor profundidad de los hielos del Ruiz, ya que la topografía favorece la existencia de una plataforma glaciar.

Debajo del límite de los glaciares, los flancos del volcán son profundamente cortados por ríos con una disposición radial. Las quebradas dejan aparecer una estructura sub-yacente característica de los estrato-volcanes (sucesión de lavas andesíticas y de abundantes capas de material piroclástico: bombas, lapilli, cenizas). A partir de estas quebradas, el sistema hidrográfico se organiza en tres direcciones:

- hacia el Norte (río Pita y luego río Guayllabamba y río Esmeraldas, que desembocan en el Pacífico);
- hacia el Sur y luego hacia la cuenca amazónica después de cruzar la Cordillera Real (Río Cutuchi y luego río Pastaza);
- hacia el Este directamente (ríos Tambo y Tamboyacu, luego río Napo).

Los suelos de los valles seguidos por los ríos Pita, Cutuchi, Tambo y sus afluyentes, están tapizados con depósitos laháricos. Los más espectaculares están localizados en la base de la vertiente norte del Cotopaxi en donde los de la Pampa del Limpio y los del río Pita se juntan y se expanden sobre cerca de 6 km de ancho.

2.2. Recuento histórico y actividad del Cotopaxi.

En el estado actual de las investigaciones, es posible distinguir dos grandes períodos en la historia del Cotopaxi [Sauer, 1965; Hall, 1977, Hall, 1987]:

- Un primer período que empezó hace aproximadamente 40.000 años y que se caracterizó por una actividad muy explosiva (19). Este período culminó con la formación de una caldera. El pico Morurco o Picacho localizado en la vertiente sur del Cotopaxi, así como algunos afloramientos localizados en la base de la vertiente norte (Incaloma), constituirían los principales vestigios del volcán anterior [Hradecka y al., 1972].

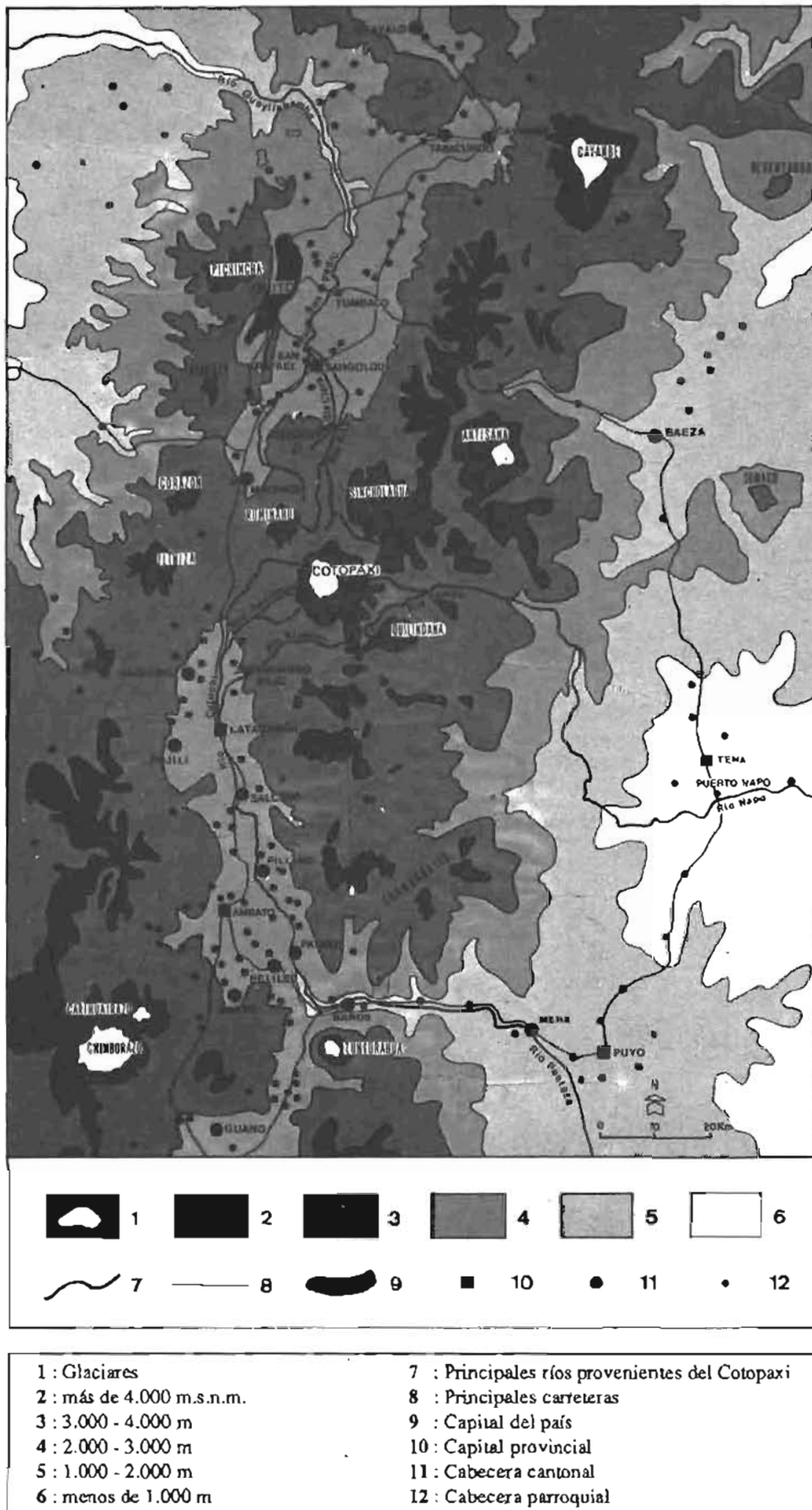


Figura 4 : Mapa de localización de la región del Cotopaxi.

Cuadro 1 : Síntesis de las principales erupciones del Cotopaxi desde 1532 (Productos, tipo de actividad, regiones afectadas, consecuencias humanas y materiales)

		15/11/1532	?/10/1533	?/06/1534	?/?/1698	15/06/1742	9/12/1742	?/04/1743	30/11/1744	10/02/1766	4/04/1768	4/01/1803	?/04/1845	?/06/1851	?/?/1852	13/09/1853	?/09/1854	?/11/1855	?/05/1856	?/?/1863	21/09/1866	21/04/1871	26/06/1877	23/08/1878	26/02/1879	3/07/1880	?/01/1882	?/08/1883	23/09/1885	26/01/1903	?/09/1904			
Productos de las erupciones	Lava	●		●	?	●	●			●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	Caída de piroclastos (cenizas, lapilli, bombas)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	Flujos piroclásticos					?		●							?								●	●										
	Avalanchas de escombros (*)																																	
	Lahares	?		?	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●				●		●	●	●	●	●	●	●
VEI (Volcanic Explosivity Index) (Índice de expositividad volcánica)		3	2	4	?	2	2	2	4	3	4	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	4	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	
Regiones afectadas por los lahares	Norte del volcán (Valle de los Chillos, de Tumbaco)				?		?		●	●													●											
	Oeste y Sur-oeste (hacia Latacunga, Salcedo)				●	●	●	●	●	●	●												●											
	Este (hacia el Oriente, el Napo)				?		?		●	●													●											
Consecuencias	Daños materiales				●	●	●	●	●	●	●													●										
	Pérdidas humanas				?	?	Cent.		?	Pocos														≈1000										

(*) Última avalancha de escombros fechada entre 25.000 y 13.000 B.P. (Smith y Clapperton, 1986)
Fuentes : cf. nota (22)

Cuadro 2 : Síntesis de las principales erupciones del Nevado del Ruiz desde 1595 (Productos, tipo de actividad, regiones afectadas, consecuencias humanas y materiales)

		12/03/1595	?/?/1828	?/?/1829	?/?/1831	19/02/1845	13/11/1985
Productos de las erupciones	Lava		?	?			
	Caída de piroclastos (cenizas, lapilli, bombas)	●	●	●	●	●	●
	Flujos piroclásticos	●				●	●
	Avalanchas de escombros (*)	●				●	
	Lahares	●				●	●
VEI (Volcanic Explosivity Index) (Índice de expositividad volcánica)	4	2	2	2	?	2	3
Regiones afectadas por los lahares	El Oeste (hacia el Río Cauca)	?				?	●
	El Este y Nor-este (hacia el Río Magdalena)	●				●	●
Consecuencias	Daños materiales	●				●	●
	Pérdidas humanas	≈650				≈1000	≈25000

Fuentes : - Thouret 1988
- Simkin y al. 1981
- Mojica y al. 1985

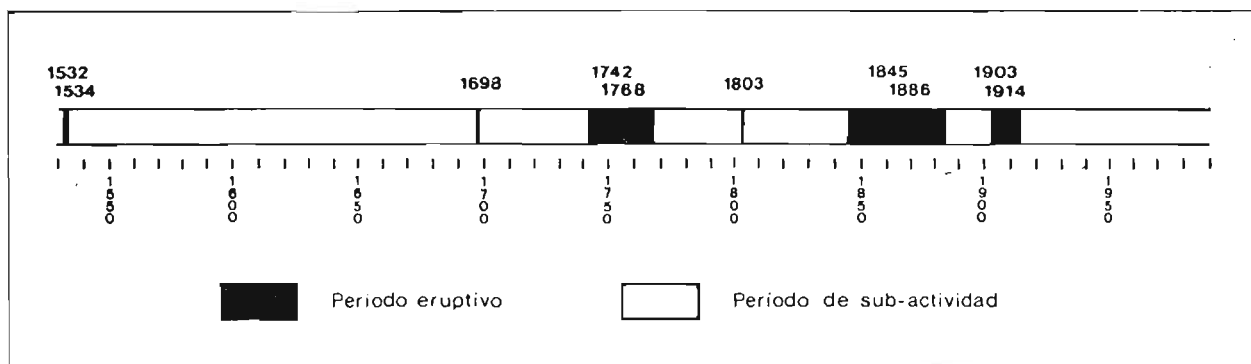


Figura 5 : Períodos eruptivos y períodos de sub-actividad (reposo) del Cotopaxi desde 1532 hasta la fecha.

- Un segundo período, que dura desde hace aproximadamente 14.000 años, caracterizado por una actividad menos explosiva y por el establecimiento del cono actual en los restos de la caldera antigua. Durante este período, el volcán se ha manifestado por erupciones de tipo diferente (20) con la emisión de flujos piroclásticos menos importantes que durante el período anterior, por coladas de lava y por la producción de lahares. Smith y Clapperton (1986) confirman esta evolución e indican que desde la última avalancha de escombros (21), que remonta a una época situada entre 25.000 y 13.000 BP, las erupciones del Cotopaxi se han vuelto más básicas y menos explosivas, dominadas por la producción de andesitas basálticas.

Sin embargo, por lo general, y pese a los recientes trabajos, sólo se conoce relativamente bien la historia del Cotopaxi desde hace 2.400 años aproximadamente y sobre todo desde el período histórico que va desde la conquista española hasta nuestros días.

Se habría producido una importante erupción hace 2405 ± 130 años [Hall, 1987] y ésta habría generado lahares de muy gran amplitud cuyos depósitos de cerca de 2m de espesor, son visibles en algunos puntos del valle de Los Chillos: Conocoto, Tumbaco, carretera San Rafael-El Tingo [Mothes, 1988]. El volcán parece haber sido muy activo desde entonces, ya que se reconocieron por lo menos 41 erupciones [Hall, 1987].

Desde el principio del siglo XVI, se ha podido constituir el recuento histórico de las erupciones del Cotopaxi gracias a los testimonios y a los trabajos de numerosos viajeros y científicos (22). La figura 5 y el cuadro 1 indican las fases eruptivas y las principales erupciones del Cotopaxi desde 1532 hasta nuestros días. Durante este espacio de tiempo, el volcán ha conocido seis episodios eruptivos de duración desigual: tres períodos muy breves (1532-1534; 1698 y 1803), un período de unos diez años (1903-1914) y dos períodos largos (1742-1768 y 1845-1886). Estos dos últimos han sido el marco de erupciones particularmente violentas y catastró-

ficas, sobre todo las de 1742, 1744, 1768 y 1877. Los períodos de reposo (o de sub-actividad) del Cotopaxi resultan igualmente importantes de considerar (fig. 5). Luego de un largo período a escala humana (164 años) suceden períodos mucho más cortos (44, 34, 41 y 16 años).

Hay que anotar, por fin, que el volcán no ha presentado una actividad importante desde 1914, salvo algunas manifestaciones muy localizadas en los años 30 y un sensible aumento de la actividad sísmica y fumarólica en 1975 [Hall, 1975]. Desde entonces, se puede notar una moderada actividad de fumarolas en el cráter [Miller, Mullineaux y Hall, 1978; Hall, 1987].

Ya que los conocimientos de la historia del Cotopaxi sólo cubren una pequeña fracción de su existencia, no resulta posible, ni serio, prever un cálculo de probabilidades acerca de una posible fecha de reactivación. Sin embargo, en menos de 500 años, el volcán ha conocido seis períodos eruptivos y unas treinta erupciones notables. Por otra parte, el volcán se encuentra en calma aparente desde hace 75 años mientras que los últimos cuatro períodos de reposo han sido mucho más cortos. Estos elementos, aunque insuficientes, son bastante significativos para que no se descarte la posibilidad de una erupción volcánica en los años venideros.

2.3. Los lahares del Cotopaxi.

Además de la reconstitución de la cronología de las erupciones del Cotopaxi desde 1532, los antiguos escritos permiten en algunos casos conocer, o por lo menos hacernos una idea, de la fenomenología de las erupciones, de la localización de los sectores afectados, así como de las consecuencias materiales y humanas. El cuadro 1 resume las principales informaciones adquiridas hasta la fecha.

Es importante notar que los testimonios y escritos de los contemporáneos y científicos insisten particularmente sobre los lahares (llamados "lodazales", "avenidas", "aluviones" y



Foto 5 : El Cotopaxi (5897 m.) y su casquete glaciar.



Foto 6 : Ruinas de la fábrica textil Villagomez destruida por los lahares de 1877. Se puede ver el río Cutuchi entre la fábrica que están desenterrando y un barrio de Latacunga localizado en la orilla izquierda del río.

Foto 7 : "Cerca de Mulaló a 20 kilómetros de distancia del centro del Cotopaxi, una vasta llanada constituida por una mezcla caótica de arenas y bloques volcánicos de todo tamaño, representa el enorme torrente pétreo de una avenida. En este sitio sorprende el gigantesco bloque de andesita biotítico-arfíbólica llamado Quilindusi que, como testigo de la formidable fuerza arrastrante de las avalanchas, está medio enterrado en el aglomerado desecado de la avenida, de cuya superficie aún emerge por 8,5 metros midiendo 45 metros de circunferencia" (Sauer, 1965).



Foto 8 : Enorme bloque de tamaño comparable al Quilindusi. El 13 de noviembre de 1985, los lahares del Nevado del Ruiz lo arrastraron sobre varios kilómetros, hasta Armero.

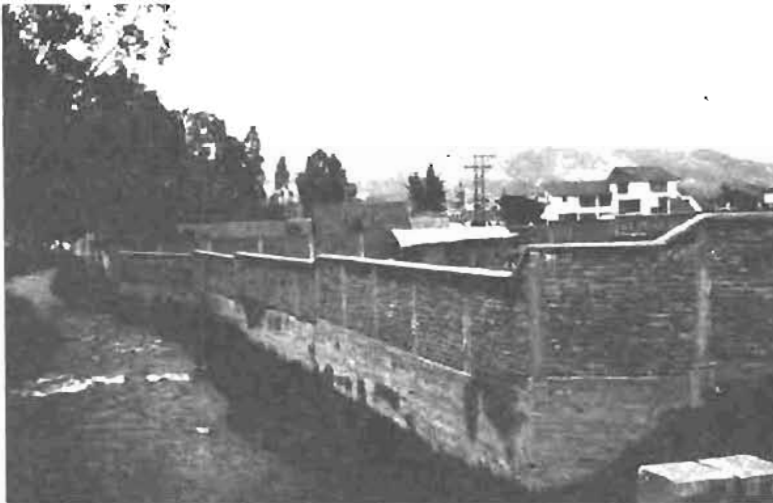


Foto 9 : San Rafael: construcciones muy recientes a lo largo del río Pita, en un sector que fue afectado por los lahares en 1877.



Foto 10: Latacunga: construcciones sobre depósitos laháricos (orilla izquierda del Cutuchi).

más recientemente flujos de lodo o lahares). Estos fenómenos, asociados a las erupciones volcánicas, son los que han marcado más profundamente a los contemporáneos debido a su repetitividad (20 veces sobre las 30 erupciones censadas en el cuadro 1) pero también debido a su violencia y a las consecuencias catastróficas para los hombres, superiores a las de cualquier otro fenómeno eruptivo. Los siguientes extractos son particularmente ilustrativos:

- Luego de la erupción del 17 de junio de 1742, La Condamine (1751) habla de "los terribles efectos de la erupción de ese volcán y de la inundación que la siguió. Esta, más terrible todavía que la erupción misma que fue su causa, llevó muy lejos la desolación y la muerte".

- "Las inundaciones fueron en esta ocasión tan considerables y acaso más aún que en 1766. Las avenidas se derramaron de nuevo por el valle de Chillo, y el río de San Pedro arrebató los puentes y llevó ganados y algunas chozas de paja por el valle de Tumbaco. Naturalmente las inundaciones de la provincia de Latacunga fueron aún mayores..." [Erupción del 4 de abril de 1768, según Wolf, 1905].

- "Eran inmensos caudales de agua con enormes masas de hielo, lodo, piedras y peñascos que con ímpetu inconcebible se precipitaban del cerro. A poco rato brotaban ya de las grandes quebradas del lado austro-occidental arrancando árboles, destruyendo casas y arrebatando consigo ganados, personas y cuanto encontraban en su curso... En menos de una hora el terrible aluvión había arrasado y cubierto de arena y enormes piedras la vasta planicie, que del pie del Cotopaxi se extiende hasta Latacunga... Casi todas las casas que constituyen el barrio Caliente fueron destruidas o llenadas de barro... Llegan a 300 las personas que perecieron en solo el distrito de Latacunga... Del lado boreal había recorrido los páramos desde el pie del mismo cerro hasta los llanos comprendidos entre Alangasí, Guangopolo, Sangolquí y Conocoto... Ni la parte que por el Vallevecioso se dirigió a los bosques del Oriente, ha sido del todo innócuo, pues, llegando al pueblo de Napo destruyó, según las noticias que nos llegaron de allá, muchas casas, situadas en la orilla de ese río, arrebató como 20 personas y todas las canoas de los indios..." [Erupción del 26 de junio de 1877, según Sodiro, 1877].

Según los relatos y las recientes observaciones de campo, estos lahares que habrían alcanzado velocidades superiores a 40 km/h en un radio de 20 a 40 km del cráter [Hall, 1987], siguieron tres direcciones privilegiadas (fig. 4).

- El sur-oeste y el sur, a lo largo de los ríos Cutuchi, Saquimala y Alaques, que confluyen para dar un único río, el Cutuchi, que atraviesa Latacunga. Pueblos o ciudades tales como Lasso, Mulaló en parte, San Felipe, Latacunga (foto 6) y Salcedo se encuentran, pues, en el paso de los lahares. En 1877, estos habían hecho sentir sus efectos más allá de Baños y Puyo, es decir a más de 150 km del lugar de erupción (Sodiro habla de la destrucción de los puentes de Pillaro,

Patate, Baños y Agoyán, de molinos y haciendas entre Latacunga y las regiones de las provincias orientales).

- El norte, a lo largo de los ríos Pita, San Pedro (23) y Santa Clara que confluyen en el Valle de los Chillos. En 1877, las inundaciones relacionadas con los lahares fueron sentidas hasta Esmeraldas en la costa Pacífica (según Wolf [Wolf, 1878], "a las 4 de la mañana siguiente, es decir, 18 horas después del principio de la catástrofe, llegó la avenida en forma de una creciente del río Esmeraldas al Océano Pacífico").

- El este, a lo largo de los ríos Tambo y Tamboyacu, luego el río Napo. Las enormes crecientes del Napo que luego de erupciones del Cotopaxi, han provocado importantes daños a cerca de cien kilómetros del volcán (cf. la citación de Sodiro antes mencionada).

2.4. Un intento de comparación Cotopaxi-Ruiz

La lectura de lo que precede habrá permitido notar algunas diferencias, pero también muchas similitudes entre los dos volcanes, su actividad y las consecuencias de sus erupciones.

Las principales diferencias se encuentran al nivel de la forma de los edificios volcánicos y de la de los casquetes glaciares aunque tengan un volumen comparable. También se encuentran en cuanto al desnivel que existe entre las cimas de los volcanes y las llanuras o valles que dominan (aproximadamente 5.000 m para el Ruiz contra 3.000 m para el Cotopaxi).

Además, el Cotopaxi y el Nevado El Ruiz son dos volcanes de tipo explosivo localizados en el Cinturón de Fuego del Pacífico y su existencia está relacionada con la zona de subducción de la placa Nazca debajo del continente suramericano. Los cuadros 1 y 2 permiten sin embargo notar las particularidades de cada uno de los volcanes en lo que se refiere a las frecuencias de erupciones y a los dinamismos eruptivos. La frecuencia de erupción del Cotopaxi es netamente superior a la del Ruiz; sin embargo, este último parece haberse manifestado, en el período histórico, por un tipo de actividad relativamente más explosivo. Pese a VEI comparables, que van de 2 a 4 según las erupciones (o sea una explosividad de moderada a fuerte), se nota que, durante el período histórico, el Ruiz no ha producido ninguna, o casi ninguna lava. Por otra parte, las erupciones de 1595 y de 1845 han dado lugar a fenómenos de avalanchas de escombros mientras que la última avalancha de escombros del Cotopaxi tiene como fecha entre 25.000 y 13.000 BP. La diferencia de explosividad que se nota entre los dos volcanes puede estar relacionada con la influencia, al nivel del Ecuador, de la dorsal Carnegie [Barberi y al., 1988] que daría al magma una composición más básica, por lo tanto menos explosiva.

Habría que tomar en cuenta otros elementos para realizar una verdadera comparación entre los dos volcanes y su

CUADRO 3 : EVOLUCION DE LA POBLACION DE LAS PARROQUIAS AMENAZADAS EN PARTE O TOTALMENTE POR EL COTOPAXI (1877-1988)

	1877*	1950	1988**	1877-1988	1950-1988
VALLE DE LOS CHILLOS***	6000	17311	75000	x 12,5	x 4,3
PICHINCHA 18 parroquias	20000	58268	185000	x 9,3	x 3,2
COTOPAXI 11 parroquias	25000	71656	132500	x 5,3	x 1,9

* Estimación según la evolución de la población de la Sierra (siglos XIX y XX)

** Estimación según la evolución de la población de las cabeceras y del resto de las parroquias de 1974 a 1982

*** Son consideradas las parroquias siguientes: Alangasí, Conocoto, Sangolquí, San Pedro de Taboada y San Rafael.

actividad. Sin embargo, para lo que nos interesa, es importante notar que las diferencias registradas anteriormente no parecen tener un efecto decisivo sobre la producción, el volumen, la velocidad y el efecto devastador de los lahares. En los dos casos, se puede constatar que durante el período histórico, los lahares resultaron de la fusión de una parte relativamente pequeña de los casquetes glaciares (24) y que sus consecuencias son perfectamente comparables (25). El paralelo que el lector habría podido establecer entre los relatos de las erupciones del Cotopaxi y del Nevado del Ruiz es particularmente significativo.

Las condiciones naturales y el pasado del Cotopaxi indican que el volcán podría, según toda posibilidad, provocar una situación comparable a la sucedida en el Nevado del Ruiz en su erupción. Pero el Cotopaxi, tanto como el Ruiz, domina regiones particularmente pobladas. ¿Cuáles son, por lo tanto, los factores humanos de riesgo específicos de estas regiones?

3. LOS FACTORES HUMANOS DE RIESGO ESPECIFICOS DE LA REGION DEL COTOPAXI

3.1. Un crecimiento demográfico espectacular en los territorios potencialmente amenazados.

En su relato de la erupción del 26 de junio de 1877, Luis Sodiro [Sodiro, 1877] escribe: "El torrente que siguió por el río Pita causó algunos daños en la hacienda "El Colegio" pero muchos más en la de "San Rafael" perteneciente al

señor Manuel Checa. Lo desplayado de esa hacienda y la superficialidad y estrechez del cauce ordinario, se prestaba demasiado a la invasión, y así es que todo ese inmenso raudal de agua se derramó ampliamente en el espacio de más de dos kilómetros en longitud, y uno y medio en latitud, cogiendo en el primer sentido de más arriba del Colegio hasta el pié de Conocoto, y en el segundo desde el río Cunugyacu hasta San Pedro del Tingo, pueblecito situado en las faldas meridionales de Ilaló, y cubriendo toda esa vasta extensión de cascajo y de arena".

Sodiro describe en el relato anterior los sectores del Valle de los Chillos que fueron afectados. Esta región era poco poblada en 1877, solamente ocupada por haciendas y algunos pueblos, en su mayoría en altura, es decir fuera del alcance de los lahares. Desde entonces, la población del valle se ha multiplicado aproximadamente por doce y cuadruplicó desde 1950 (cuadro 3). Al mismo tiempo, se extendió hacia las partes bajas y el actual desarrollo de las construcciones se realiza en gran parte al borde de los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro (foto 9).

La explosión demográfica del Valle de los Chillos, relacionada con la reforma agraria, con condiciones climáticas

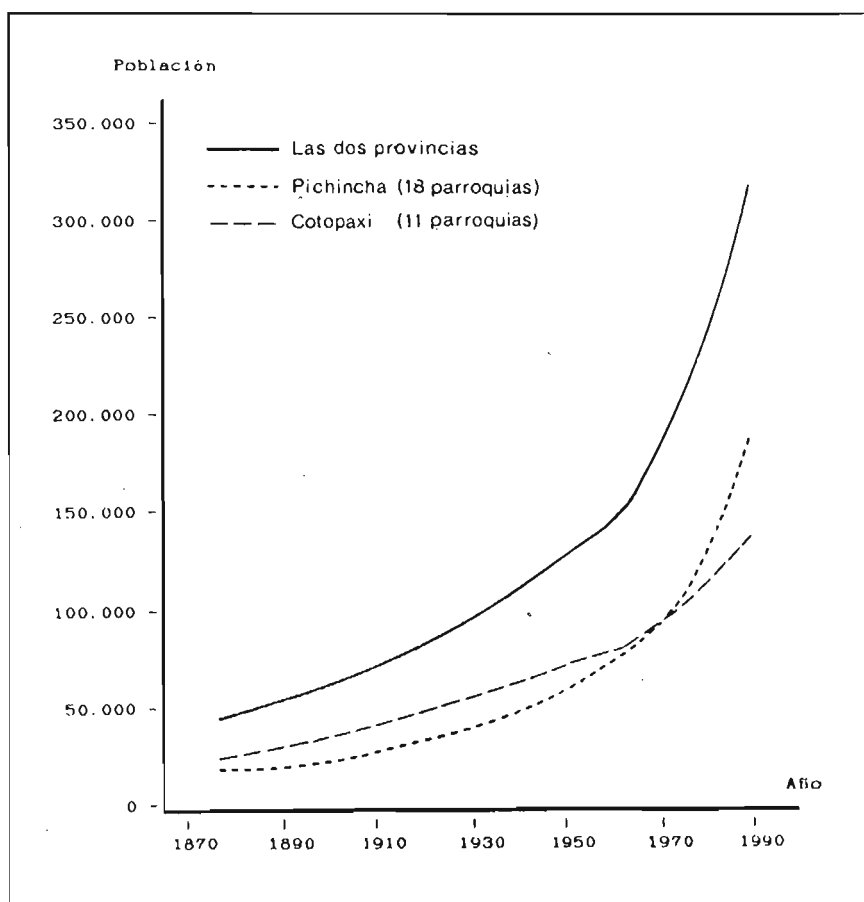


Figura 6 : Curva de evolución de la población: parroquias de las provincias de Pichincha y Cotopaxi amenazadas en parte o totalmente por el Cotopaxi.



Figura 7 : Parroquias de las provincias de Pichincha y Cotopaxi amenazadas por el Cotopaxi e incluidas en el mapa de los riesgos volcánicos potenciales.

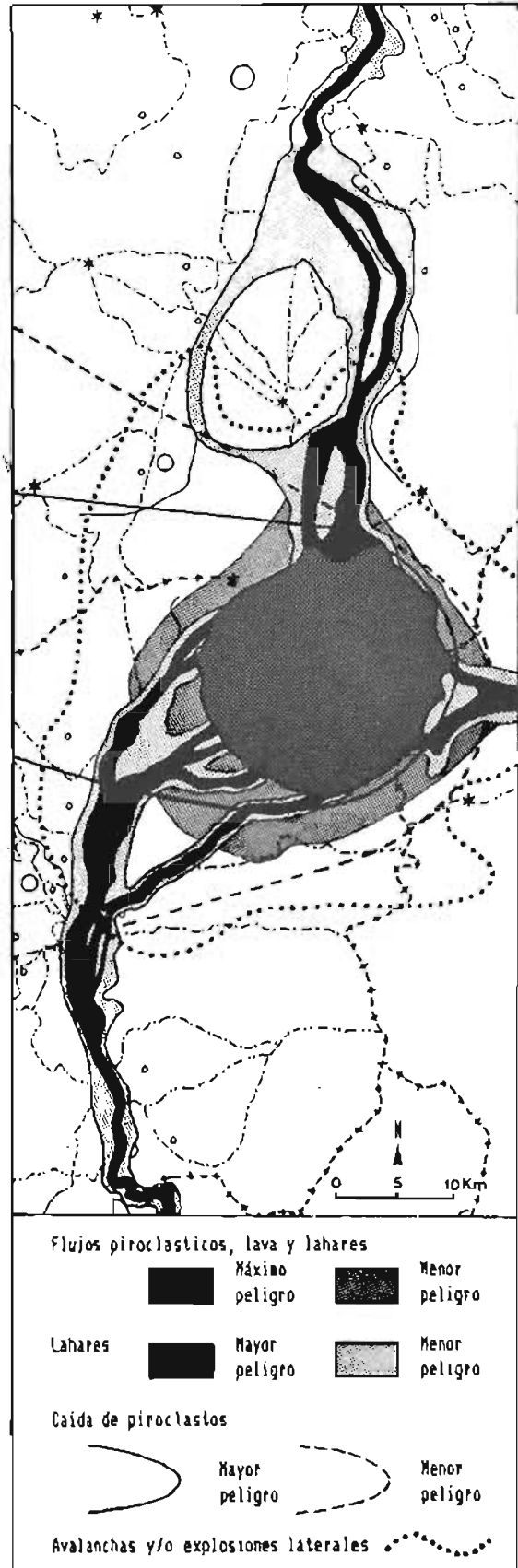


Figura 8 : Mapa simplificado de los peligros potenciales del Cotopaxi. (según los mapas del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Quito).

favorables, con el mejoramiento de las vías de comunicación, con la extensión de la capital y con la especulación inmobiliaria, no es un caso único. Esta incidencia toca, por lo general, a todas las parroquias de la provincia de Pichincha que podrían verse seriamente amenazadas por el Cotopaxi (fig. 6 y cuadro 3) y que presentan, sobre todo desde los años 60, una fuerte aceleración de su crecimiento demográfico. Se encuentra el mismo fenómeno, aunque en menor escala, en la provincia de Cotopaxi.

Si se consideran las 29 parroquias de las provincias de Pichincha y de Cotopaxi, amenazadas por el volcán y comprendidas en el mapa de riesgos potenciales relacionados con el Cotopaxi establecida en 1988 por el Instituto geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (fig. 7 y 8), 218.000 personas aproximadamente viven en una zona potencialmente peligrosa, o sea 68,5 % del conjunto (cuadro 4). Entre ellas, 151.000 están amenazadas por los lahares (riesgo mayor: 28.500; riesgo menor: 122.500) (26), o sea el 47,5% del conjunto de la población. Esto ilustra perfectamente la extensión del campo de acción de este fenómeno en relación con otros peligros.

Hay que notar que 94.500 habitantes de la provincia de Pichincha viven actualmente en sectores que podrían ser afectados por lahares, lo que, en comparación con el efectivo total de 1877 y de 1950, indica un fuerte crecimiento demográfico en este tipo de zona. Los lahares amenazarían globalmente a menos gente en la provincia de Cotopaxi (56.500), pero éstas son más numerosas en los sectores con alto riesgo (fig. 9).

3.2. Una población por lo general no preparada.

La preparación psicológica y práctica de una población que le permita afrontar en las mejores condiciones posibles el

CUADRO 4
POBLACION AMENAZADA POR EL COTOPAXI
SEGUN EL TIPO DE PELIGRO.

Son consideradas 29 parroquias de las provincias de Pichincha y de Cotopaxi (estimación de la población total : 317500 habitantes en 1988)

POBLACION AMENAZADA POR	NUMERO DE HABITANTES	EN % SOBRE POBLACION TOTAL.
LOS LAHARES	151000	47,5
LA CAIDA DE CENIZAS Y PIEDRAS	77500	24,5
LOS FLUJOS PIROCLASTICOS	3000	1,0
UNA AVALANCHA DE ESCOMBROS	62000	19,5
FOR LO MENOS POR UNO DE LOS CUATRO PRODUCTOS ANTERIORES	218000	68,5

impacto de un fenómeno generador de catástrofe puede ser natural como voluntaria.

La experiencia reciente de una catástrofe del tipo de la que podría producirse constituye una preparación natural. Por ejemplo, en 1768, "el gran estampido que el Cotopaxi dejó oír al comienzo de su erupción había sido una señal benéfica: al momento huyó todo el mundo a las alturas aún antes que la densa lluvia de cenizas hubiera cubierto la región con su impenetrable obscuridad. Esta vez por excepción, la irrupción del aluvión no arrebató ninguna vida humana, cuando en otros tiempos hizo desaparecer a cientos [Kolberg, 1885]. En 1768, no habían científicos para explicar lo que podría pasar; tampoco habían autoridades que pudieran dictar la conducta a seguir. Sin embargo, la gente tenía la experiencia de las erupciones anteriores del Cotopaxi y, además, una reciente experiencia (erupción de 1742, 1744 y 1766) del mismo tipo en lo que atañe a los productos liberados directa o indirectamente por el volcán. Al reconocer los signos precursoros de una inminente erupción, la población amenazada comprendió que el volcán se había vuelto, otra vez, peligroso. Sabía los riesgos que corría y conocía, por muy sencillas que sean, las medidas de protección adaptadas a la situación. Un siglo más tarde, los habitantes de la región del Cotopaxi habían perdido la experiencia de sus ancestros y la erupción del 26 de junio de 1877 quitó la vida a un millar de personas. Hoy en día, 112 años después de esta erupción que fue la última manifestación importante del Cotopaxi, esta experiencia se ha vuelto a borrar. Además, las erupciones anteriores del volcán, como fue el caso en 1902 de la de la Montaña Pelée en la Martinica (29.000 víctimas), no

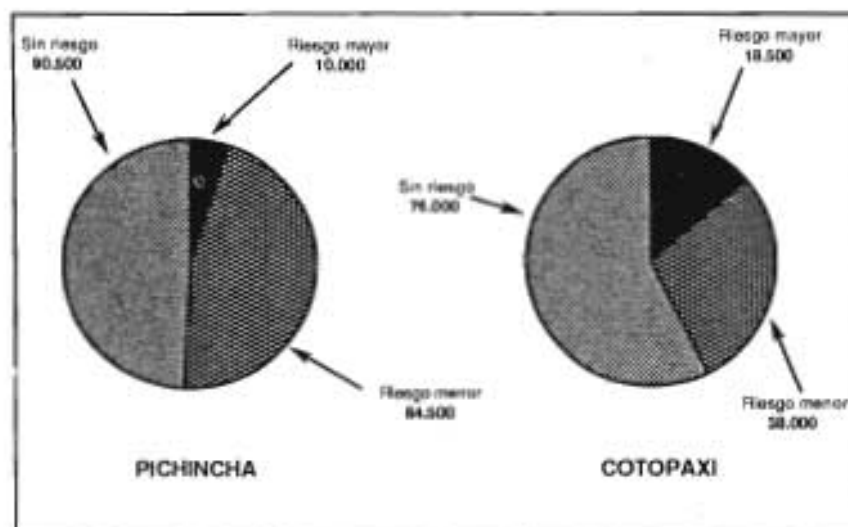


Figura 9 : Población amenazada por los lahares según el nivel de riesgo. (Pichincha : 18 parroquias tomadas en cuenta; Cotopaxi : 11 parroquias).

tuvieron una amplitud suficiente para quedar grabadas en las memorias, por lo menos con fidelidad.

Una encuesta realizada en septiembre de 1988 permite medir y matizar este fenómeno (cuadros 5 a 9) (27). Ataífe a 91 personas del Valle de los Chillos, viviendo en la parroquia urbana de San Rafael (708 habitantes en 1950, 4480 en 1982, más de 6000 en 1989) y 50 habitantes de Joseguango Bajo,

parroquia rural de la provincia de Cotopaxi, localizada al pie del volcán (1035 habitantes en 1950, 2036 en 1982, cerca de 2400 en 1989). Todas las personas entrevistadas viven en un sector que presenta por lo menos un tipo de peligro (cuadro 7). En las regiones de reciente urbanización, como el Valle de los Chillos, por ejemplo San Rafael, muy pocas personas son capaces de hablar del pasado del Cotopaxi. En las regiones de asentamiento humano más antiguo y cercanas al volcán, como la de Joseguango Bajo, existe una memoria colectiva pero los recuerdos son generalmente parciales o deformados. Por otra parte, si se considera únicamente los conocimientos acerca de los productos del volcán que, por lo

CUADRO 5
RAMA DE ACTIVIDAD DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS EN SAN RAFAEL Y JOSEGUANGO BAJO

RAMA DE ACTIVIDAD	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Personas	%	Personas	%
AGRICULTURA	1	1	32	64
INDUSTRIA-ARTESANIA	11	12	5	10
SERVICIOS (Administración, comercio, serv.doméstico, etc)	68	75	11	22
OTROS (Retirados, amas de casa, sin empleo,...)	11	12	2	4
TOTAL	91	100	50	100

CUADRO 6
TIEMPO DE RESIDENCIA DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS EN SU PARROQUIA

VIVE EN LA PARROQUIA	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Personas	%	Personas	%
desde menos de 5 años	37	41	7	14
desde 5-10 años	22	24	4	8
desde más de 10 años	19	21	6	12
desde siempre	12	13	33	66
no contesta	1	1	-	-

CUADRO 7
TIPOS DE PELIGROS QUE PODRIAN AMENAZAR A LAS PERSONAS ENTREVISTADAS

TIPOS DE PELIGROS QUE PODRIAN AMENAZAR A LOS ENTREVISTADOS	SAN RAFAEL	
	N. entrevistas	%
A Lahares: riesgo mayor	81	89
Cenizas: riesgo menor		
Lahares: riesgo menor	10	11
Cenizas: riesgo menor		
TIPOS DE PELIGROS QUE PODRIAN AMENAZAR A LOS ENTREVISTADOS	JOSEGUANGO BAJO	
	N. entrevistas	%
B Lahares: riesgo mayor		
Cenizas: riesgo mayor		
Riesgo de avalancha de escombros	21	42
Lahares: riesgo menor		
Cenizas: riesgo mayor		
Riesgo de avalancha de escombros	25	50
Sin riesgo de lahares		
Cenizas: riesgo mayor		
Riesgo de avalancha de escombros	4	8

CUADRO 8
CONOCIMIENTO DE LA FECHA DE LA ULTIMA ERUPCION DEL COTOPAXI

FECHA DE LA ULTIMA ERUPCION DEL COTOPAXI	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Personas	%	Personas	%
No sabe	63	69	28	56
Indica una fecha o una aproximación	28	31	22	44

CUADRO 9
CONOCIMIENTO DE LO QUE PASO DURANTE LAS ERUPCIONES PASADAS DEL COTOPAXI

LO QUE PASO DURANTE LAS ERUPCIONES PASADAS DEL COTOPAXI	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Personas	%	Personas	%
No sabe	55	60	10	20
Da informaciones	36	40	40	80
Nivel 1: Muy poca información	11	12	5	10
Nivel 2: Información incompleta, orientada principalmente sobre las consecuencias	19	21	24	48
Nivel 3: Información relativamente completa (fenómeno y consecuencias)	6	7	11	22

CUADRO 10
CONOCIMIENTO DE LOS PRODUCTOS DEL VOLCAN QUE AFECTARIAN A LA POBLACION

PRODUCTOS DEL VOLCAN QUE AFECTARIAN A LA POBLACION	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Personas	%*	Personas	%*
Sismos	10	11	2	4
Gas, candela	7	8	14	28
Caida de cenizas, de piedras	66	73	43	86
Lava (en el sentido de producto incandescente)	68	74	23	46
Inundaciones, lodo, lahares, lava (en el sentido de lodo)	36	40	32	64
No sabe	1	1	1	2
TOTAL	188**	-	115**	-

* Porcentaje con respecto al número de personas entrevistadas

** Respuestas múltiples.

general, podrían amenazar a la población, se observa una neta distorsión entre las contestaciones de los habitantes de San Rafael y de Joseguango Bajo. Lo mismo pasa con el diagnóstico de estos y el de los científicos (cuadros 10 y 11). Los conocimientos son más bien teóricos e inadaptados a la situación en San Rafael; son más intuitivos y cercanos a la realidad en Joseguango Bajo. Es interesante notar, sobre todo en San Rafael, la importancia otorgada a la lava (en el sentido volcánico de la palabra) como fenómeno peligroso para la población, mientras que, en principio, está no afectaría a nadie.

La preparación voluntaria consiste en una serie de acciones (información, educación, formación, entrenamiento) llevadas a cabo por las autoridades gubernamentales o por organismos de defensa civil. Tienen como meta el permitir a una comunidad tomar conciencia de los peligros a los que está expuesta y de los riesgos que provienen de la existencia de estos peligros, y conocer las medidas de protección apropiadas en tal o cual situación de emergencia. Investigaciones, actualmente en proceso, intentarán medir el nivel de esta conciencia y de este conocimiento. Sin embargo podemos, por el momento, apoyarnos en hechos: si verdaderamente existieran acciones de información de sensibilización, ¿porqué la gente seguiría instalándose masivamente en zonas con riesgos mayores relacionados con los lahares, no por razones de fertilidad del suelo, sino únicamente con fines residenciales? El ejemplo de las recientes construcciones a lo largo de los ríos Pita, San Pedro o Santa Clara en el Valle de los Chillos es particularmente revelador, sobre todo si consideramos que el nivel económico de los nuevos habitantes es generalmente superior al promedio nacional, lo que quiere decir que éstos tenían donde escoger el lugar de su vivienda.

En lo que se refiere a la preparación misma de las poblaciones ya instaladas, podemos de nuevo, considerar los dos

CUADRO 12
MODO DE CONOCIMIENTO SOBRE
LO QUE CONCIERNE AL COTOPAXI

MODO DE CONOCIMIENTO SOBRE LO QUE CONCIERNE AL COTOPAXI	SAN RAFAEL		JOSEGUANGO BAJO	
	Respuestas	%*	Respuestas	%*
Por si mismo (observación, deducción, intuición)	34	37	26	52
Por conversaciones (con ancianos, familiares, amigos,...)	16	18	22	44
Por medios de comunicación	47	52	4	8
Por la escuela	4	4	2	4
Por reuniones, conferencias, boletines sobre el Cotopaxi	4	4	1	2
No sabe o no hay respuesta	4	4	2	4
TOTAL	109**	-	57***	-

* Porcentaje con respecto al número de personas entrevistadas

** 1 respuesta: 75 personas; 2 resp.: 14; 3 resp. 2.

*** 1 respuesta: 44 personas; 2 resp.: 5; 3 resp. 1

ejemplos tipo de San Rafael y de Joseguango Bajo. El cuadro 12 indica que, en el caso de Joseguango Bajo, los conocimientos sobre el Cotopaxi son esencialmente adquiridos por iniciativa propia (intuición, deducción, observación) u obtenidos luego de conversaciones con miembros de la familia, en particular los ancianos, con amigos o vecinos. Los conocimientos de los habitantes de San Rafael provienen de las mismas fuentes, por una parte, pero, por otra parte, por razones socio-económicas y culturales, los medios de comunicación toman un lugar importante. Además es más significativo todavía, el papel mínimo que para los habitantes de San Rafael y Joseguango Bajo desempeñarían las personas, organismos o medios que, en forma voluntaria y oficial, deberían estar más al tanto para asegurar la preparación de la gente en previsión de una eventual catástrofe (escuelas, reuniones, conferencias, difusión de documentos sobre el tema del Cotopaxi, etc...).

Los conocimientos obtenidos por si mismo o luego de conversaciones, sobre todo cuando no se basan en una experiencia sólida no pueden ser totalmente confiables. Por su parte, los medios de comunicación sólo proporcionan al público informaciones generales, raramente informaciones precisas, prácticas y localizadas que puedan realmente ser útiles para enfrentar una situación como la que precede el impacto de un fenómeno natural generador de catástrofe. Por lo tanto, y basándose en los argumentos proporcionados anteriormente, resulta difícil considerar, como preparada, a la población que vive en esta región de riesgo del Cotopaxi.

CUADRO 11
CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS DEL COTOPAXI QUE AFECTARIAN
A LA POBLACION SEGUN LAS RESPUESTAS DE LOS ENTREVISTADOS
Y SEGUN EL MAPA DE LOS PELIGROS POTENCIALES DEL COTOPAXI*

ORDEN	SEGUN LOS ENTREVISTADOS DE SAN RAFAEL	SEGUN LOS ENTREVISTADOS DE JOSEGUANGO BAJO	SEGUN EL MAPA DE LOS PELIGROS DEL COTOPAXI
1	Lava (como producto de incandescente)	Caida cenizas, de piedras	Lahares
2	Caida de cenizas, de piedras	Inundaciones, lodo, lahares, lava (como lodo)	Caida de cenizas, de piedras
3	Inundaciones, lodo, lahares, lava (como lodo)	Lava (como producto incandescente)	Avalancha de escombros
4	Movimientos sísmicos, terremotos	Gas, Candela	Flujos piroclásticos
5	Gas Candela	Movimientos sísmicos, terremotos	----- -----**

* Véase cuadros 4 y 10

** La población no está amenazada por la lava o por sísmos provocados por el volcán.

La inmigración no controlada en regiones fuertemente amenazadas, la ausencia de preparación de la población en estos mismos sectores constituyen los principales factores humanos de riesgo, por lo menos los que se pueden detectar más fácilmente. Nos contentaremos con esto en esta exposición. Sin embargo, los factores de riesgo se multiplican cuando se considera esta población ya no globalmente sino a escala de las diferentes comunidades o de individuos. Intervienen entonces factores de orden económico, social, cultural o psicológico que tienden a acrecentar la vulnerabilidad de cada grupo, de cada persona. El fuerte apegamiento a sus bienes, el sentimiento de fatalidad, el nivel de confianza en las instituciones oficiales, la ausencia o la existencia de cierta cohesión social o también la edad constituyen algunos ejemplos. Intentar detectarlos supone un estudio social y sociológico profundo de las poblaciones amenazadas por el Cotopaxi (28).

Las personas que viven bajo el potencial riesgo del Cotopaxi son numerosas y, debido a su muy escasa preparación, son vulnerables. Por lo tanto, y para concluir, plantearemos las siguientes preguntas:

- ¿son estas personas tan vulnerables como lo eran los habitantes de la región del Nevado del Ruiz antes de la catástrofe?

- ¿cuál es el margen de maniobra del que dispone el Ecuador, hoy en día, para limitar al máximo las consecuencias de una erupción del Cotopaxi?

CONCLUSION : ¿ES LA POBLACION DE LA REGION DEL COTOPAXI TAN VULNERABLE COMO LA DE LA REGION DEL NEVADO DEL RUIZ ANTES DE LA CATASTROFE?

Hemos visto que debido a la frecuencia y a las características de sus erupciones pasadas, el Cotopaxi es un volcán potencialmente peligroso, sin que sea posible, claro está, indicar la fecha de su despertar. Las previsiones solo serán posibles con los primeros signos premonitorios que precederían una eventual erupción con algunos días a varios meses. Por lo tanto, intentar responder a esta pregunta supone antes que todo que se considere los diversos medios que han sido implementados hasta la fecha, para intentar limitar los efectos de una manifestación importante del Cotopaxi, por lo menos en lo que se refiere a las vidas humanas. Para esto, es necesario juzgar las acciones emprendidas en este sentido, no solamente a nivel cuantitativo sino también a nivel cualitativo y ver en qué contexto están situadas.

Indudablemente, la erupción del Nevado del Ruiz y sus consecuencias han influenciado en forma determinante en las autoridades ecuatorianas. Además, cuando todavía no se había olvidado el desastre de Colombia, el Ecuador se vio

tocado a su vez por el sismo del 5 de marzo de 1987. Los responsables del país fueron así directamente confrontados con los difíciles problemas relacionados con una catástrofe, desde los socorros de emergencia hasta el restablecimiento del país. Por lo tanto no es por casualidad que la Defensa Civil Nacional, ayudada y animada por la UNDR0, emprendió desde 1987, trabajos previos de planificación en previsión de las catástrofes mientras que hasta ahora se ocupaba esencialmente de las operaciones de socorro durante las situaciones de emergencia. Tampoco es por casualidad que el Cotopaxi, volcán ecuatoriano quizás más semejante al Ruiz, ha sido objeto de las principales preocupaciones desde esta fecha.

El balance de las acciones tomadas en torno al Cotopaxi desde hace menos de dos años es bastante impresionante: trabajos en el campo y en Quito del Comité Interinstitucional de Defensa Civil, seminarios sobre la planificación en la hipótesis de una erupción del Cotopaxi realizados en cinco provincias potencialmente amenazadas por el volcán, realización de un ejercicio de simulación de erupción involucrando en la situación a los responsables (o sus representantes) de las provincias afectadas, etc...

Por parte de los científicos, y particularmente de los del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, el interés por el Cotopaxi ha sido más temprano. Luego de manifestaciones anormales pero sin consecuencias del volcán, registradas en 1975, se realizó un primer mapa de los riesgos volcánicos potenciales del Cotopaxi en 1978 (29). Este mapa fue reactualizado en 1986 (versión provisoria) y la versión definitiva fue publicada en 1988 (30). Además de la evaluación de los peligros y de los riesgos y la elaboración de mapas acerca del Cotopaxi, estos científicos han concentrado sus esfuerzos sobre la vigilancia del volcán.

Por lo tanto, aparentemente, la situación es bien diferente a la que prevalecía en la región del Nevado del Ruiz antes del 13 de noviembre de 1985. El nivel de preparación parece ser ampliamente superior y esto, pese a que vivimos un período de reposo del Cotopaxi. Sin embargo, así como en Colombia, no existen sistemas de alarma, obras de protección o reglamentaciones destinadas a limitar el número de personas en las zonas amenazadas (foto 10). Esto significa que como en Colombia, la importancia de las consecuencias humanas de una eventual erupción del volcán ecuatoriano está estrechamente relacionada con el comportamiento de los científicos, de las autoridades y de la población afectada, durante el período que antecede con poco tiempo el impacto natural.

La insuficiencia de los medios materiales y financieros, el poco tiempo disponible debido a la reactivación del volcán, la falta de coordinación entre ellos y las autoridades y en el mismo seno de su grupo, han constituido los principales problemas enfrentados por los científicos colombianos durante el año de 1985. Los dos primeros aspectos no se presentan en Ecuador, por lo menos por el momento. Sin

embargo, parece difícil evitar, en caso de que el Cotopaxi se despierte, una dispersión de los esfuerzos, o conflictos entre científicos. Fue el caso en Colombia y en otros países y no solamente en los países en vías de desarrollo. También fue el caso en noviembre de 1988, en Ecuador, cuando circulaban en Quito rumores sobre una posible reactivación del volcán Pichincha, rumores acentuados por los medios de comunicación. La Defensa Civil Nacional pudo en esta ocasión reconciliar las diferentes partes y tranquilizar a la población pero, ¿podrá dominar la situación en circunstancias más graves? Además, pudimos notar, a través de las acciones emprendidas por esta institución, una verdadera voluntad de actuar. Sin embargo, ¿qué pasa a nivel regional? ¿Son los responsables locales aptos para preparar a las personas que administran, están ellos mismos preparados para enfrentar una situación de emergencia? La pregunta es aún más importante cuanto la mayoría de estas personas son frecuentemente remplazadas según las elecciones nacionales y regionales.

En fin, y quizás sobre todo, todavía no ha habido una verdadera campaña de información y de educación de la población. Esta sólo extrae su conocimiento del Cotopaxi, en el mejor de los casos, de su entorno y de las informaciones de orden general entregadas por los medios de comunicación (ejemplos de San Rafael y de Joseguango Bajo). Como fue el caso en Colombia, la población de la región del Cotopaxi no dispone, sin hablar de educación o de capacitación, de informaciones prácticas adaptadas a la situación de cada uno, es decir, útiles en caso de emergencia. Esto se vuelve aún más indispensable ya que no existe una experiencia reciente que pueda constituir una preparación natural ya que la memoria colectiva está ausente o es de calidad desigual y que la mayoría de las personas amenazadas por los lahares viven, como en la región del Nevado del Ruiz, relativamente lejos del volcán, lo que tiende a minimizar la percepción del peligro. Por otra parte, la heterogeneidad social y cultural de las poblaciones de las seis provincias que podrían ser afectadas por el volcán es tal, que para cualquier acción preventiva, resulta difícil considerar estas poblaciones como un bloque uniforme. Esto tampoco ha sido tomado en cuenta.

Por todas estas razones y pese a los conocimientos científicos adquiridos y los esfuerzos reales de las autoridades nacionales ecuatorianas, la situación de la región del Cotopaxi es más cercana que lo que parece de la que prevalecía en Colombia antes de la catástrofe del 13 de noviembre de 1985. Como vivimos un período de reposo del volcán, la diferencia fundamental con Colombia radica en el plazo superior del cual disponen los responsables ecuatorianos para prepararse y para enseñar a las poblaciones a cohabitar con los peligros potenciales y a afrontar las situaciones generadas por estos. Para esto, se trata en particular, de evitar dos errores cometidos por las autoridades colombianas en este campo.

La primera fue la de dejar a la población en estado de subinformación. Evitar este error consistiría en emprender una campaña de información profunda asociada con verdaderas acciones educativas para que los habitantes de las regiones amenazadas tomen conciencia de los riesgos que corren, conozcan y asimilen las medidas a adoptar en caso de emergencia. Además, las acciones deben ser adaptadas a los diversos grupos humanos según sus características sociales y culturales, su localización geográfica y los tipos de peligros susceptibles de inquietarlos.

El segundo error fue el de trabajar para la población y no con ella, es decir, mantener al público amenazado fuera de los planes en previsión de las catástrofes. La participación de la colectividad en este tipo de tareas presenta la ventaja de crear, en período de tranquilidad, vínculos entre personas o entre personas y organismos que inevitablemente estarían cerca en período de crisis. También permite elegir medidas preventivas apropiadas y más fácilmente aceptadas por la población.

Una educación adaptada y una participación de la población suponen no solamente acciones emprendidas a nivel nacional sino también y quizás sobre todo intervenciones muy localizadas. Esto significa resolver el problema actual de la ausencia de una verdadera comunicación entre la escala nacional y la población, proporcionando a las autoridades y a los organismos de defensa civil locales, los medios materiales, financieros y humanos que les falta.

El plantear una acción local rigurosa y duradera requiere una voluntad política. Esto también significa que se considera la planificación en previsión de las catástrofes como una acción asociada a los programas regionales de desarrollo económico y social, es decir susceptible de despertar el interés y de provocar la participación de la colectividad. Considerarla como una operación aislada, hace que las medidas de prevención generalmente nunca estén implementadas y que la planificación, tarde o temprano, esté destinada al olvido.

En efecto, un gran riesgo es el olvido. ¿Durante cuánto tiempo todavía recordaremos la erupción del Nevado del Ruiz o el sismo del 5 de marzo de 1987? Pero también hay otro gran riesgo, conformarse con la satisfacción de lo adquirido, por muy apreciable que sea. En Colombia, el mapa de los peligros potenciales del Ruiz fue considerado como un fin en sí mismo y el actual director del Observatorio Vulcanológico colombiano declaraba al día siguiente de la catástrofe: "Podríamos haber tenido el mapa más preciso del mundo y los muertos habrían sido uno más o uno menos" (31). Es por esto que, si el 13 de noviembre de 1985, el Ruiz no fue realmente el responsable de la catástrofe, el Cotopaxi quizás tampoco lo sea, cuando se vuelva a manifestar.

NOTAS

- (1) Tres unidades geomorfológicas: un substratum igneo-metamórfico, un aparato basal efusivo rebajado y un aparato somital compósito [Thouret 1986].
- (2) Volumen estimado - entre 450 y 650 millones de m³ [Thouret, 1986] - entre 1200 y 1500 millones de m³ [Jordán, 1986].
- (3) Una erupción pliniana se caracteriza por explosiones colosales, una nube eruptiva de varios kilómetros de alto, sede de violentas tormentas, en forma de pino parasol (alta columna cilíndrica vertical en la base y una gran expansión en la cima), capaz de dispersar los productos finos (cenizas y polvos) sobre miles de kilómetros (Le volcanisme, lexique, Centre Regional de Documentation Pedagogique, Clermont-Ferrand, 1985).
- (4) El término indonesio "lahar" fue utilizado por primera vez en la literatura geológica en 1922 por Escher pero su primera definición precisa fue dada en 1949 por Van Bemmelen: "Una colada de lodo que contiene escombros y bloques angulares, principalmente de origen volcánico". Los lahares pueden, entre otros, ser causados por el vaciamiento de un lago de cráter, por lluvias intensas o por el derretimiento de los hielos y de las nieves luego de una erupción, como fue el caso para el Nevado del Ruiz.
- (5) Extraídos de textos citados por Mojica y al., 1985.
- (6) 1 legua = 5.572,7 m
- (7) Principales fuentes: Mojica y al., 1985; Thouret, 1986; Parra y Cepeda, 1987.
- (8) Magma fragmentado: Cenizas, lapilli, bombas, o de manera general lo que no es lava.
- (9) Resíduo sólido actual desde algunos centímetros hasta 1.70m de altura.
- (10) Valor proporcionada por Thouret, 1986. Volcanic Explosivity Index: Índice de explosividad volcánica cuya escala va de 0 a 8 y que toma en cuenta el volumen de piroclastos expulsados, la altura de la columna eruptiva así como otros elementos descriptivos de una erupción (Simkin y al., 1981).
- (11) Declaraciones citadas en "El volcán y la avalancha" de la Secretaría de Información y Prensa de la Presidencia de la República, 1986.
- (12) Un representante de la ONAE señala que tales sistemas fueron instalados desde el 13 de noviembre de 1985, pero parece ser que no son confiables: los niños juegan a hacerlos funcionar o simplemente se roban los cables que cruzan los ríos.
- (13) UNDR0: Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en caso de desastre.
- (14) Gonzalo Duque, geólogo de la universidad de Caldas, citado por el diario El Tiempo del 23/11/85, Restrepo, p.16.
- (15) Artículo del diario "El Tiempo" del 23/11/85: "Una avalancha de errores" y Franco Barberi citado por "El Expectador" del 7/5/1986.
- (16) Hansjürgen Meyer, citado por el diario El Tiempo del 26/11/1985.
- (17) Sobre todo al nivel de las conversaciones privadas. Resulta significativo notar la poca información escrita acerca del papel de los científicos durante las horas que antecedieron la catástrofe, éstos parecen casi inexistentes.
- (18) Restrepo, 1986.
- (19) Hall (1987) distingue cinco sub-períodos: tres fueron marcados por flujos piroclásticos de muy gran extensión y separados por dos sub-períodos de calma.
- (20) VEI de 2 a 4 (cf. cuadro 1) correspondiente a erupciones de tipo estromboliano, vulcaniano y pliniano (explosividad de moderada a fuerte según la dispersión y la fragmentación del material eyectado).
- (21) Esta avalancha de escombros (escurrimiento de terreno que atañe a una parte más o menos importante del edificio volcánico) afectó la parte norte y nor-este del volcán sobre cerca de 100 km². Las huellas, bajo la forma de pequeñas colinas alargadas (hummocks) se pueden ver a lo largo del valle del río Pita hasta el pie del Pasochoa.
- (22) La Condamine (1751), Velasco (1844), Reiss (1873), Sodiro (1877), Wolf (1878, 1892, 1905), Kolberg (1884), Whympfer (1892), Martínez (1932), Hantke y Parodi (1966), Hall (1977 y 1987), Smith y Clapperton (1986).
- (23) El San Pedro fue afectado solamente al nivel del Valle de los Chillos durante el período histórico.
- (24) Ruiz: 8 a 10% del casquete glaciar en 1985. Cotopaxi: Wolf consideró que luego de la erupción de 1877, todavía quedaba bastante nieve y hielo para producir inundaciones por lo menos diez veces superiores a las que se conoció en esta ocasión (Wolf, 1878).
- (25) Sin embargo, hay que matizarlo a nivel humano, según la época y el número de habitantes que vivían en las regiones amenazadas.
- (26) Para la metodología, cf. D'Ercole (1986 y 1987).
- (27) Explotación parcial de una encuesta realizada en 1988, acerca de las 29 parroquias amenazadas por el Cotopaxi e incluidas en el mapa de los peligros potenciales del volcán (fig. 7).
- (28) Estudio en curso, en particular a través de la explotación de la encuesta señalada en la nota anterior.
- (29) Miller, Mullineaux, Hall: Reconnaissance map of potential volcanic hazards from Cotopaxi volcano, Ecuador. U.S. Geol. Survey Misc. Invest. Series Map. I-1072, 1978.
- (30) Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador: Mapa de los peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Cotopaxi, zonas norte y sur, 1988.
- (31) Eduardo Parra, citado por el diario "El Tiempo" del 23/11/85.

REFERENCIAS

1. BARBERI F., COLTELLI M., FERRARA G., INNOCENTI F., NAVARRO J.M., SANTACROCE R. 1988 - Plio-quadernary volcanism in Ecuador. *Geol.Mag.* 125 (1); p.1-14; printed in Great-Britain.
2. D'ERCOLE R. 1986 - Les risques naturels potentiels liés aux lahars d'origine volcanoglaciale, cas de la région du Cotopaxi (Equateur). Intérêt, objectifs et méthodologie d'un projet de recherche. Mémoire de DEA, IGA Grenoble, 118p.
3. D'ERCOLE R. 1987 - La population menacée par les lahars potentiels du volcan Cotopaxi. Evaluation et évolution. Institut de Géographie Alpine, Grenoble; 28 p.
4. HALL M.L. 1975 - Cotopaxi volcanic activity. *Natural Science Event.Bull.*, Vol.1, N°1, Vol.1, N°2, Smithsonian Inst., Washington D.C.
5. HALL M.L. 1977 - El volcanismo en el Ecuador. Publicación del IPGH, Sección Nacional del Ecuador, Quito, 120p.
6. HALL M.L. 1987 - Peligros potenciales de las erupciones futuras del volcán Cotopaxi. Politécnica, volumen XII N°2, monografía de geología 5. Revista de información técnico-científica, Quito, Ecuador, p.41-80.
7. HANTKE G., PARODI A. 1966 - Catalogue of the active volcanoes of the world: Part XIX, Catalogue of the active volcanoes and solfatara fields of Colombia, Ecuador and Perú. *Int. Assoc. Volc. Chem. Earth's Interior*, Roma, Italy, 73p.
8. KOLBERG J. 1885 (edición 1977) - Hacia el Ecuador (Nach Ecuador). *Relatos de viaje*. Ediciones de la Universidad Católica, Quito, Ecuador.
9. HRADECKA L., HRADECKY P. KRUTA M., LYSSENKO V., MLCOCH B., PAULO A., 1972 - La exploración geológica del volcán Cotopaxi en el Ecuador. Instituto Geológico Central, Praga, Checoslovaquia, 56p.
10. JORDAN E., FERNANDEZ B., MOJICA J., BRIEVA J., COLMENARES F. 1986 - Incidencia de factores glaciológicos en las erupciones catastróficas del volcán Nevado del Ruiz (Cordillera Central Colombiana) en noviembre de 1985. *Revista CIAF*, volumen 11, tomo I; Bogotá, Colombia; p.156-157.
11. LA CONDAMINE C.M. de 1751 - *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur, servant d'introduction historique la mesure des trois premiers degrés du méridien*. Imprimerie Royale, Paris, 266p.
12. MILLER C.D., MULLINEAUX D.R., HALL M.L. 1978 - Reconnaissance map of potential volcanic hazards from Cotopaxi volcano, Ecuador. *U.S. Geol.Survey Misc.Invest. Series Map. I-1072*.
13. MOJICA J., COLMENARES F., VILLARROEL C., MACIA C., MORENO M., 1985 - Características del flujo de lodo ocurrido el 13 de Noviembre de 1985 en el valle de Armero (Tolima, Colombia). *Historia y comentarios de los flujos de 1595 y 1845*. Geología Colombiana, Bogotá, N°14, p.107-140.
14. MOTHES P. 1988 - Riesgos laháricos del volcán Cotopaxi, Ecuador. Un inventario de la población e infraestructura en el valle de Los Chillos y en el valle de Latacunga, y como los flujos laháricos afectarían las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Esmeraldas, Tungurahua, Pastaza y Napo. Programa USAID-UNDRO-EPN, Quito, Ecuador; 102p. y mapas.
15. NARANJO J.L., SIGURDSSON H., CAREY S.N. FRITZ W., 1986 - Eruption of the Nevado del Ruiz, Colombia, on 13 November 1985: Tephra fall and lahars. *Science*, vol.233, p.961-963.

16. PARDO, C.O. 1986 - Los últimos días de Armero Plaza & Janes Editores Colombia Ltda, Bogotá , Colombia, 212p.
 17. PARRA E., CEPEDA H., 1987 - Aspectos generales de la erupción del Volcán Nevado del Ruiz el 13 de noviembre de 1985. Revista CIAF, volumen 11, tomo II, Bogotá , Colombia, p.146- 160.
 18. RESTREPO, J.D., 1986 - Avalancha sobre Armero. El Ancora Editores, Bogotá , Colombia, 142p.
 19. SANTA E., 1988 - Adios Omayra. La catástrofe de Armero. Editorial Santilla S.A., Bogotá , Colombia.
 20. SAUER W., 1965 - Geología del Ecuador, Editorial del Ministerio de Educación Pública, Quito, Ecuador, 383p.
 21. SECRETARIA DE INFORMACION Y PRENSA DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 1986 - El volcán y la avalancha. Imprenta Nacional, Bogotá , Colombia, 216 p.
 22. SIMKIN T., SIEBERT L., MC CLELLAND L., BRIDGE D., NEWHALL C., LATTE J.H., 1981 - Volcanoes of the world. A regional directory, gazetteer, and chronology of volcanism during the last 10.000 years. Smithsonian Institution. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania.
 23. SMITH M.A., CLAPPERTON C.M., 1986 - Late quaternary volcanic debris avalanche at Cotopaxi, Ecuador. Revista CIAF, volumen 11, tomo I; Bogotá , Colombia; p.24-38.
 24. SODIRO L. 1877 - Relación sobre la erupción del Cotopaxi acaecida el día 26 de Junio de 1877. Imprenta Nacional, Quito, 40p.
 25. THOURET J.C., 1986 - L'éruption du 23 novembre 1985 au Nevado El Ruiz. L'originalité du dynamisme éruptif phréato-magmatique et plinien sur une calotte glaciaire aux latitudes équatoriales. Revue de Géographie Alpine, T. LXXIV 1986-4, p.373-391.
 26. THOURET J.C., 1988 - La Cordillère Centrale des Andes de Colombie et ses bordures. Morphogénèse plio-quadernaire et dynamique actuelle et récente d'une cordillère volcanique englacée. Thèse de doctorat d'état, Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 1040p.
 27. WOLF T. 1878 - Memoria sobre el Cotopaxi y su última erupción acaecida el 26 de Junio de 1877. Imprenta del Comercio, Guayaquil.
 28. WOLF T. 1905 - Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador, desde 1533 hasta 1797. Anales de la Universidad Central del Ecuador Tomos XIX-XX-XXI-XXII, p.26-40, 78-99, 131-177, 223-239.
-

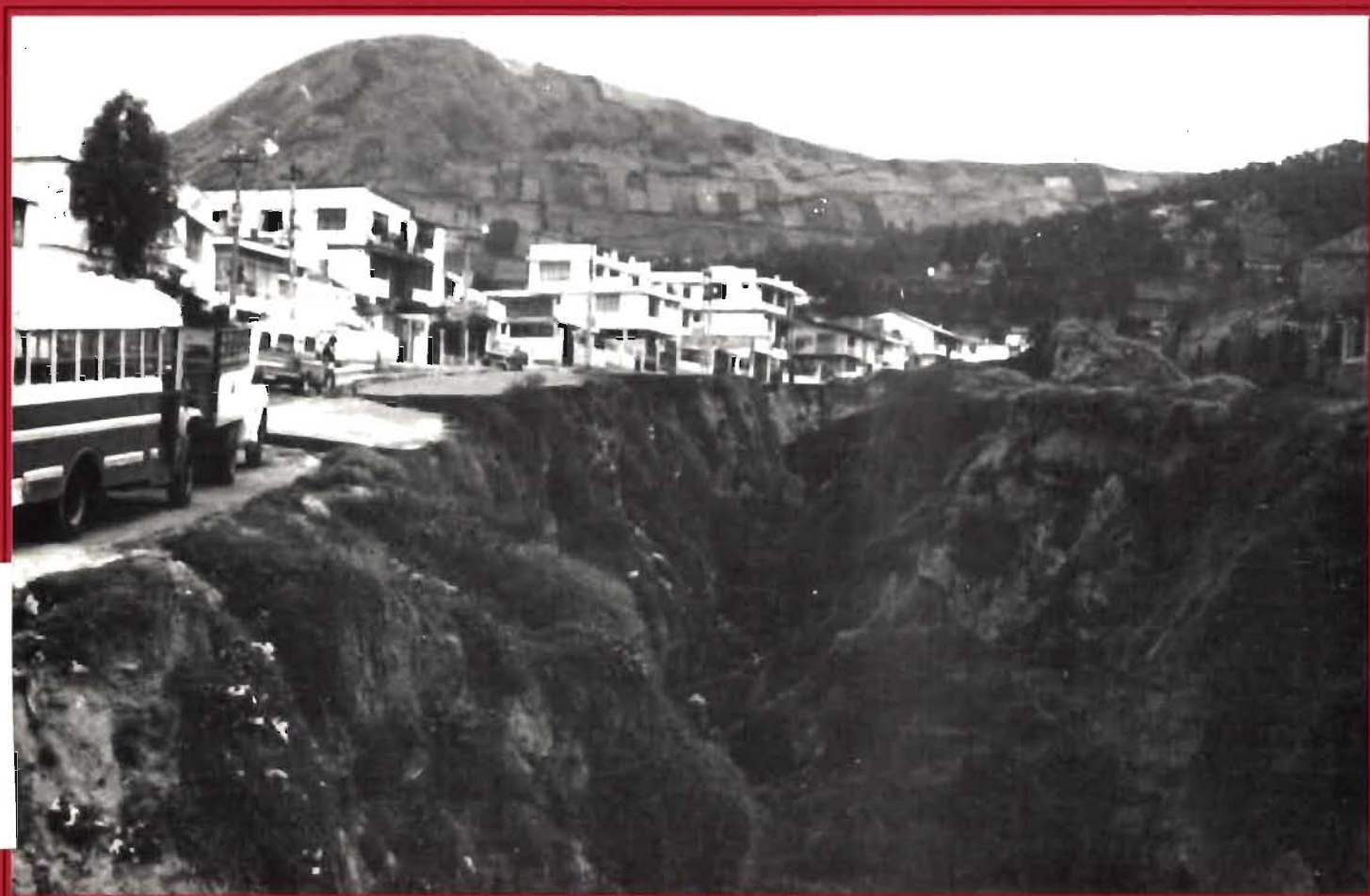
ESTUDIOS DE GEOGRAFIA

Volumen 2

RIESGOS NATURALES EN QUITO

Lahares, aluviones y derrumbes
del Pichincha y del Cotopaxi

Coordinador: Pierre Peltre




CORPORACION
EDITORIA NACIONAL





2

Estudios de Geografía

RIESGOS NATURALES EN QUITO

Lahares, aluviones y derrumbes
del Pichincha y del Cotopaxi

Coordinador: Pierre Peltre



Corporación
Editora Nacional



Colegio de Geógrafos
del Ecuador

Quito, 1989

CORPORACION EDITORA NACIONAL

Hernán Malo González (1931-1983)

Presidente Fundador

Tito Cabezas Castillo

Presidente

Luis Mora Ortega

Director Ejecutivo

**COLEGIO DE
GEOGRAFOS DEL ECUADOR**

Nelson Gómez E.

Presidente

Víctor Ocampo C.

Vicepresidente

Fabián Cueva

Tesorero

Beatriz Caicedo

Secretaria

Estudios de Geografía

COMITE EDITORIAL

Nelson Gómez

Pierre Peltre

Luis Mora

Guillermo Bustos

**2. RIESGOS
NATURALES EN QUITO**
**Lahares, aluviones y derrumbes
del Pichincha y del Cotopaxi**

Impreso y hecho en el Ecuador

Supervisión Editorial: Pierre Peltre

Diseño y diagramación: Edwin Navarrete
Pierre Peltre

Impreso en: Gráficas San Pablo

Izazaga 153 y Pío Valdiviezo.

ISBN 9978-84-035-4 Colección

9978-84-038-9 Volumen 2

Colaboraron en la revisión de este número:

Nelson Gómez, Juan León,

Fernando Moncayo, Darwin Montalvo

Corporación Editora Nacional

Veintemilla y 12 de Octubre,

Edif. Quito 12 El Girón W of. 51

Tfs. 554358-554658

Apartado 41-47

Quito, Ecuador

Colegio de Geógrafos del Ecuador

Apartado 8505

Quito, Ecuador

SUMARIO

- 1.- La catástrofe del Nevado del Ruiz.
¿Una enseñanza para el Ecuador?
El caso del Cotopaxi** 5
Robert D'Ercole
- 2.- Las lluvias de Quito: características
generales, beneficios y problemática** 33
Pierre Pourrut, Iván Leiva
- 3.- Quebradas y riesgos naturales en Quito,
período 1900 - 1988** 45
Pierre Peltre
- Anexo 1: archivo "Accidentes"** 67
(accidentes morfoclimáticos acaecidos
en Quito desde 1900; 517 fichas)
- Anexo 2: Nombres de las quebradas de Quito** 90

Introducción

El Ecuador, país andino, vive bajo la amenaza de riesgos naturales graves – sísmicos, volcánicos y morfodinámicos –, que recuerdan con fuerza en el área urbana de Quito el terremoto de marzo de 1987 y las recientes preocupaciones (noviembre de 1988) frente a una posible erupción del Guagua Pichincha.

En este contexto, los geógrafos están particularmente preparados para estudiar los riesgos morfoclimáticos, los cuales dependen del efecto de los excesos climáticos sobre el relieve y los suelos, y los “morfovolcánicos”, movimientos geomorfológicos generados por la erupción de un volcán. Estos estudios necesitan buenos conocimientos de geomorfología y, ante la imposibilidad de aplicar métodos experimentales, plantean con frecuencia un enfoque histórico, que permita conocer los eventos acaecidos en el pasado y sacar lecciones para estimar lo que puede suceder en el futuro.

Presentamos aquí dos estudios acerca de los mayores riesgos morfodinámicos que amenazan a la ciudad de Quito y a su área periférica, así como un apunte sobre la irregularidad de las lluvias en la capital.

El primer artículo establece una comparación detallada entre la catástrofe que destruyó la ciudad de Armero luego de la erupción del Nevado del Ruiz (Colombia, diciembre de 1985), y la que podría ocurrir en los valles de Los Chillos y de Latacunga, en caso de producirse una nueva erupción del volcán Cotopaxi. El estudio concluye que ambos casos comparten riesgos bastante similares por los lahares, amplios flujos de lodo y piedras generados por el deshielo de los nevados, y saca las lecciones que podrían aplicarse al caso del Cotopaxi luego de la catástrofe colombiana. Presenta además los resultados preliminares de una encuesta que estima la población amenazada por el Cotopaxi, y estudia la percepción del riesgo que estas poblaciones tienen para recomendar adecuadas medidas de defensa civil.

El segundo artículo analiza la irregularidad de las lluvias en Quito, en términos de cantidades anuales, mensuales y de intensidad, irregularidad que condiciona tanto el abastecimiento de agua de la ciudad durante las sequías, como los aluviones e inundaciones cuando hay exceso de precipitaciones. Contiene valiosa información poco conocida públicamente, como la serie de datos sobre las lluvias anuales, la más larga conocida en Quito (desde 1891), y el mapa de isoyetas interanuales que demuestra cuán fuerte es la gradiente pluviométrica entre el norte y el sur de la ciudad.

Finalmente, el estudio histórico de los accidentes morfoclimáticos acaecidos en la capital desde 1900, permite ubicar las zonas más sensibles a los aluviones, inundaciones, hundimientos de calzada y derrumbes, con frecuencia vinculados con el relleno de las numerosas quebradas que drenaban el antiguo sitio urbano. El número de estos accidentes a partir de la lectura detallada de los periódicos desde el inicio del siglo es asombroso, superando un promedio de tres por año. En base a la identificación de estas zonas más afectadas, establece una estimación de cuáles serían las áreas amenazadas por los lahares secundarios que deben esperarse en caso de una nueva erupción del volcán Guagua Pichincha, dichos lahares constituirían probablemente la mayor amenaza a la ciudad en esta eventualidad.

Al difundir los resultados de amplias investigaciones sobre un tema tan sensible como el de los riesgos naturales, el Colegio de Geógrafos del Ecuador espera contribuir a una mejor protección de las poblaciones que tienen que aprender a convivir con estos riesgos.

Pierre Peltre