

**Los  
PELIGROS  
VOLCÁNICOS**

---

**asociados con el**

**Cayambe**

## **IRD**

---

L'institut de recherche pour le développement (IRD; Instituto francés de Investigación para el desarrollo), es un establecimiento público de carácter científico y tecnológico, auspiciado por los ministerios de Investigación y Cooperación de Francia.

EL IRD realiza investigaciones conjuntamente con otras instituciones francesas, europeas e internacionales, siempre en cooperación con organismos asociados en la zona intertropical, en África, América Latina, Asia y en los océanos Índico y Pacífico.

El IRD tiene una representación en el Ecuador desde 1974, y cuenta con una tradición importante de investigación en el Ecuador, en varios campos. Actualmente, investigadores de tres departamentos científicos del IRD trabajan en Ecuador.

El departamento Medios y Entornos, desarrolla investigaciones sobre la variabilidad climática tropical, las interacciones entre el océano y la atmósfera, los medios litorales y terrestres y los recursos hídricos, los riesgos naturales, los recursos minerales y el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente.

El departamento Recursos Vivos se dedica al estudio de la biodiversidad, de los ecosistemas acuáticos y de los agrosistemas tropicales con el fin de garantizar la variabilidad de su explotación mediante un manejo apropiado.

El departamento Sociedad y Salud realiza programas de investigación sobre la salud, las cuestiones urbanas, las dimensiones económicas, sociales y culturales del desarrollo y sobre el estado de las ciencias en el África.

## **Instituto Geofísico/ Departamento de Geofísica Escuela Politécnica Nacional**

---

El Instituto Geofísico/Departamento de Geofísica de la Escuela Politécnica Nacional constituye el primer centro de investigación sísmica y volcánica existente en el país. A partir de enero de 2003, mediante Decreto Presidencial, tiene a cargo en forma oficial el diagnóstico y vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos en todo el territorio nacional y a la vez la comunicación oportuna de estos fenómenos.

Conjuntamente con el diagnóstico de la amenaza, el Instituto Geofísico mantiene un activo programa de monitoreo instrumental en tiempo real, que asegura la vigilancia científica permanente sobre volcanes activos y fallas tectónicas en el territorio nacional. Una serie de publicaciones tanto científicas como de divulgación general a nivel nacional e internacional, dan fe de la capacidad y mística de trabajo de los científicos y técnicos que conforman el Instituto.

A lo largo de su corta vida, el Instituto Geofísico se ha hecho acreedor a importantes premios y reconocimientos, a nivel local e internacional, por su trabajo en el diagnóstico y prevención de los desastres naturales. En 1992, el Premio SASAKAWA, otorgado por las Naciones Unidas y, varios reconocimientos y condecoraciones por parte del Ilustre Municipio de Quito (1999), del Honorable Congreso Nacional (2000) y del Gobierno de la Provincia de Pichincha (2003).

Serie:  
Los peligros volcánicos  
en el Ecuador

# Los PELIGROS VOLCÁNICOS

2

asociados con el

# Cayambe

**Pablo Samaniego**  
**Jean-Philippe Eissen**  
**Michel Monzier**  
**Claude Robin**  
**Alexandra Alvarado**  
**Hugo Yepes**



**IG**  
INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA  
ESCUELA POLITÉCNICA  
NACIONAL



**Institut de recherche  
pour le développement**  
**IRD**  
INSTITUT DE RECHERCHE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT



**CORPORACIÓN  
EDITORIA NACIONAL**

Octubre 2004

Serie:  
Los peligros  
volcánicos  
en el Ecuador  
2

## **Los peligros volcánicos asociados con el Cayambe**

**Pablo Samaniego<sup>1</sup>, Jean-Philippe Eissen<sup>2/3</sup>,  
Michel Monzier<sup>3</sup>, Claude Robin<sup>3</sup>, Alexandra  
Alvarado<sup>1</sup>, Hugo Yepes<sup>1</sup>**

- 1 Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional  
Ladrón de Guevara s/n, Ap. 17-01-2759, Quito, Ecuador
- 2 Institut de Recherche pour le Développement (IRD)  
Whymper 442 y Coruña, Ap. 17-12-857, Quito, Ecuador
- 3 Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR 031  
Laboratoire "Magmas et Volcans", 5 rue Kessler, 63038  
Clermont-Ferrand, Francia

*Impreso y hecho en Ecuador  
Printed and made in Ecuador*

© Corporación Editora Nacional  
ISBN 9978-84-367-1  
Derechos de autor: 020272  
Depósito legal: 002740  
31 de agosto de 2004

Supervisión editorial: Jorge Ortega  
Diseño gráfico: Edwin Navarrete  
Impresión: Editorial Ecuador

*Foto de la portada:* El flanco norte del volcán Cayambe.  
(Foto: P. Samaniego, IG-EPN)

*Foto de la contraportada:* El flanco occidental del volcán  
Cayambe (Foto: M. Monzier, IRD/IG-EPN)

Corporación Editora Nacional  
Roca E9-59 y Tamayo, teléfonos 593(2)255 4358,  
fax 593(2)256 6340, apartado postal 17-12-886  
correo electrónico: cen@accessinter.net  
Quito - Ecuador

Para más información:  
Teléfono: 02 222 5655 • Fax: 02 256 7847  
E-mail: geofisico@igepn.edu.ec  
Página web: www.igepn.edu.ec

Este libro está publicado con el apoyo financiero de la DIC  
(Délégation à l'Information et à la Communication)  
del IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*-Instituto  
Francés de Investigación para el Desarrollo).

# Contenido

<b>Agradecimientos</b>	7
<b>Dedicatoria</b>	9
<b>Los volcanes en el Ecuador</b>	10
• Láminas en color 1	12
<b>1. Introducción</b>	13
<b>2. Historia geológica del volcán Cayambe</b>	19
El edificio basal: el viejo Cayambe	
El edificio actual: el nevado Cayambe	
El cono satélite: el Cono de la Virgen	
La actividad reciente (últimos miles de años) del volcán	
<b>3. Tipos de fenómenos volcánicos observados en el volcán Cayambe</b>	27
Caída de piroclastos	
• Láminas en color 2	30
Domos y flujos de lava	
Flujos piroclásticos (nubes ardientes)	
Flujos de lodo y escombros (lahares)	
Gases volcánicos	
Sismos volcánicos	
<b>4. Monitoreo volcánico</b>	51
Vigilancia por observación	
Vigilancia instrumental	
El monitoreo volcánico realizado por el IG	
La actividad actual del Cayambe	
<b>5. Posibles escenarios eruptivos en caso de una reactivación del volcán Cayambe</b>	61
<b>Referencias</b>	66
<b>Glosario</b>	69
<b>Anexo 1.</b> Algunos problemas asociados con las caídas de ceniza volcánica	79
<b>Anexo 2.</b> Índice de explosividad volcánica	84
<b>Anexo 3.</b> Testimonio histórico	85
<b>Anexo 4.</b> Los andinistas y los volcanes ecuatorianos	88
<b>Anexo 5.</b> Datación por el método de Carbono-14	91

## Agradecimientos

 Los autores expresan su agradecimiento a :

- La DIC (*Délégation à l'Information et à la Communication*) del IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*-Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo) por el apoyo financiero que hizo posible la publicación de este folleto.
- El IRD por el constante apoyo al IG en el campo de la vulcanología.
- La Escuela Politécnica Nacional por el constante apoyo al funcionamiento del Instituto.
- El programa de Asistencia para crisis volcánicas (VDAP) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), financiado por OFDA/USAID, por su constante y desinteresado apoyo en la parte instrumental y en la interpretación científica de los datos.
- Al Ilustre Municipio de Cayambe y al Gobierno de la Provincia de Pichincha por el apoyo al monitoreo instrumental del volcán Cayambe.
- La Ing. Patricia Mothes (IG) por proporcionar gentilmente una muestra de carbón encontrada en un flujo de lodo de la planicie de Cayambe.
- La Srta. Anne Rose de Fointainieu (IFEA-*Université de Paris*) por los comentarios relacionados con los estudios arqueológicos realizados en la planicie de Cayambe.
- Finalmente a todos los miembros del Instituto Geofísico por su absoluta dedicación en el mantenimiento de las redes de monitoreo del IG. Las personas que bajo la dirección del Ing. Hugo Yepes permiten un monitoreo permanente del volcán son :
  - Área técnica:  
Ing. Wilson Enriquez López, Msc (Jefe de área), Ing. Mayra Vaca, Físico Omar Marcillo, Tlgo. Vinico Cáceres, Tlgo. Cristian Cisneros, Físico Jorge Aguilar, Ing. Marisol León, Tlgo. Eddy Pinajota, Sr. Kleber Terán, Sr. Santiago Arellano, Sr. Andrés Cadena, Sr. Sandro Jua, Ing. Cristina Ramos\*, Ing. Daniel Cárdenas\*, Ing. Richard Jaramillo, Msc\*.
  - Área de sismología:  
Ing. Alexandra Alvarado, Msc (Jefe de área), Ing. Mónica Segovia, Geol. Indira Molina, Geol. Alexander García Aristizabal, Sra. Liliana Troncoso, Sr. Guillermo Viracucha, Sr. Pablo Cobacan-

go, Sr. Sandro Vaca, Srta. Mercedes Taipe, Ing. Mario Ruiz Msc\*, Ing. Darwin Villagomez\*, Ing. Alcinoe Calahorrano, Msc\*.

- Área de vulcanología:  
Dr. Pablo Samaniego (Jefe de area), Dr. Minard L. Hall, Ing. Patricia Mothes, Msc., Ing. Patricio Ramón, Ing. Gorki Ruiz, Ing. Daniel Andrade, Msc., Dr. Jean Philippe Eissen (IRD), Dr. Jean-Luc Le Pennec (IRD), Dr. Michel Monzier (IRD), Ing. Silvana Hidalgo, Msc.\*, Sr. Diego Barba, Sr. David Rivero. Sr. Daniel Basualto, Sr. Patricio Zamora.
- Área de secretaría y servicios:  
Sra. Marcela de Robalino, Srta. Sandra Jimenez, Srta. Gabriela Jácome, Sr. Carlos Ayol, Sr. Servilio Riofrío.

Adicionalmente, los autores expresan sus agradecimientos a los estudiantes que aseguran la vigilancia las 24 horas del día los 365 días del año:

Nayda Terán, Roberto Vásconez, Roberto Villalba, Juan Carlos Santana, Marco Loaiza, Wilmer Vaca, Dayanara Hinojosa, Gabriela Taipe, Mario Guzmán, Cristian Correa.

\* Personal del IG que se encuentra realizando estudios de post-grado en el extranjero.

## **Dedicatoria**



Esta obra la dedicamos a la memoria de nuestro amigo y colega *Michel Monzier*, uno de los mayores conocedores de la historia eruptiva del Cayambe en particular y de los volcanes ecuatorianos en general.

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Cerro Negro de Mayasquer   | 33. Caldera de Chacana         |
| 2. Chiles                     | - Antisanilla (1760)           |
| 3. Peña Blanca (Chiltazón)    | - Porterillo/Papallacta (1773) |
| 4. Potrerillos                | 34. Pan de Azúcar              |
| 5. Caldera de Chalpatán       | 35. Niñahuilca                 |
| 6. Chulamuez                  | 36. Atacazo-                   |
| 7. Horqueta                   | 37. Pasochoa                   |
| 8. Soche                      | 38. Sincholagua                |
| 9. Iguán                      | 39. Antisana                   |
| 10. Chaquilulo (Azufra)       | 40. Sumaco                     |
| 11. Mangus                    | 41. Corazón                    |
| 12. Pilavo (Negropuno)        | 42. Rumiñahui                  |
| 13. Yanaurcu                  | 43. Almas Santas               |
| 14. Huanguillaro (Huagrabola) | 44. Illiniza                   |
| 15. Cotacachi                 | 45. Santa Cruz                 |
| 16. Cuicocha                  | 46. Cotopaxi                   |
| 17. Imbabura                  | 47. Caldera de Chalupas        |
| 18. Cubilche                  | 48. Quilindaña                 |
| 19. Cushnirumi                | 49. Quilotoa                   |
| 20. Mojanda - Fuya Fuya       | 50. Santapungo (Chinibano)     |
| 21. Cusín                     | 51. Sagoatoa (Saguatoa)        |
| 22. Viejo Cayambe             | 52. Larcapungo                 |
| 23. Nevado Cayambe            | 53. Huicutambo                 |
| 24. El Reventador             | 54. Carihuairazo               |
| 25. Pululagua (Pululahua)     | 55. Puñalica                   |
| 26. Casitagua                 | 56. Huisla                     |
| 27. Pamba Marca               | 57. Tungurahua                 |
| 28. Izambí                    | 58. Chimborazo                 |
| 29. Puntas                    | 59. Iguata                     |
| 30. Guagua Pichincha          | 60. Altar / Capac Urco         |
| 31. Rucu Pichincha            | 61. Sangay                     |
| 32. Ilaló                     |                                |

---

**Figura 1.** *Los volcanes del Ecuador.* La cadena de los Andes en el Ecuador está constituida por más de 50 volcanes entre los cuales tenemos ocho volcanes considerados como activos (con, al menos, una erupción durante los tiempos históricos –posterior a la conquista española–, es decir en los últimos 500 años); y, 10 volcanes considerados como potencialmente activos (con, al menos, una erupción en los últimos diez mil de años).

# Los volcanes en el Ecuador



