

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y
QUIMICA

INGEOMINAS

UNIDAD OPERATIVA POPAYAN

**ACTIVIDAD HISTORICA Y ACTUAL DEL VOLCAN
PURACE, COLOMBIA**

Por:

BERNARDO PULGARIN A.

MA. LUISA MONSALVE B.

MA. MONICA ARCILA R.

HECTOR CEPEDA V.

Popayán, mayo de 1993

CONTENIDO

RESUMEN	41
1. INTRODUCCION	41
2. VULCANOGRAFIA	41
2.1 DESCRIPCION DEL EDIFICIO VOLCANICO	41
2.2 ASPECTOS GEOLOGICOS	43
3. ACTIVIDAD HISTORICA	44
4. VIGILANCIA	48
5. DISCUSION	52
6. CONCLUSIONES	52
7. BIBLIOGRAFIA	52

FIGURAS

1: Localización geográfica del Volcán Puracé	42
2: Cadena de Los Coconucos. (Fotografía G. Cajiao, 1958)	43
3: Número promedio de eventos/hora registrados en la Estación Sismológica Puracé	48
4: Temperatura de fumarolas en el Volcán Puracé	49
5: Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica potencial del Volcán Puracé	50

TABLAS

1. Erupciones históricas del Volcán Puracé	45
2. Resultados de análisis químicos de gases colectados en las fumarolas laterales del Volcán Puracé, el 28 de noviembre de 1992	51
3. Temperaturas de las Fuentes Termales en el área del Volcán Puracé	51

ACTIVIDAD HISTORICA Y ACTUAL DEL VOLCAN PURACE, COLOMBIA

Pulgarín, B. A., Monsalve, M. L., Arcila, M. M., Cepeda, H.

Ingeominas Unidad Operativa Popayán
Grupo de Vulcanología

RESUMEN

El volcán Puracé es un estrato-volcán activo en estado de reposo, cuyo registro geológico más reciente, muestra actividad predominantemente explosiva. Se tienen descripciones de erupciones históricas desde 1816, algunas de ellas con generación de flujos piroclásticos. En los últimos 150 años el Puracé ha presentado cinco períodos eruptivos, con intervalos de reposo entre 10 y 20 años. La última erupción, que consistió en una pequeña emisión de ceniza, ocurrió en marzo de 1977.

El Puracé cuenta con vigilancia sísmica desde 1986. Los dos últimos años de registro muestran un patrón de cinco sismos diarios, con predominio de actividad de largo período. Del seguimiento de la temperatura, en fuentes termales y fumarolas, se concluye que el comportamiento es constante. La composición química de los gases, en las fumarolas laterales, evidencia componente magmática.

El prolongado período de reposo actual, desde 1958, (considerando la actividad de 1977, como menor), la actividad sísmica, la presencia de fuentes termales y fumarolas y la composición de las mismas, pueden indicar que el volcán estaría sobrepasando su estado de reposo.

1. INTRODUCCION

El volcán Puracé (4650 m s.n.m.) es un

estrato-volcán activo de la Cordillera Central de Colombia, ubicado en el extremo NW de la Cadena Volcánica de Los Coconucos, dentro del Parque Nacional Natural del Puracé.

Varias poblaciones del Departamento del Cauca se sitúan en cercanías al volcán, incluyendo su capital, Popayán, localizada 26 km al NW. Los ríos Cocuy, San Francisco, Vinagre y Anambío, tributarios del río Cauca, nacen en las laderas de este volcán (Figura 1).

Considerando que es uno de los volcanes más activos de Colombia, INGEOMINAS, con su Unidad Operativa Popayán, ha desarrollado desde 1987, estudios geológicos, de evaluación de amenaza y labores de monitoreo del volcán con el fin de conocer el comportamiento eruptivo y su estado de actividad actual.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer algunos resultados sobre la actividad histórica y actual del volcán Puracé.

2. VULCANOGRAFIA

2.1 DESCRIPCION DEL EDIFICIO VOLCANICO.

El edificio más reciente del Puracé (Figura 2), tiene forma de cono truncado, con laderas de 30° de inclinación. Presenta un cráter interno y otro externo, concéntricos, de 500 y 900 m de diámetro, respectiva-

mente. Las paredes del cráter interno son bastante inclinadas y en su fondo se presenta una grieta en dirección E-W, con separación del orden de 20 m; a esta grieta se encuentra asociado un grupo de fumarolas.

El Puracé actual se desarrolló sobre un edificio anterior denominado Pre-Puracé, el cual se construyó, en el extremo SE de la caldera de Chagartón (MONSALVE y PULGARIN, 1993), estructura de 4 Km de diámetro; de estos últimos edificios sólo se conservan remanentes.

2.2 ASPECTOS GEOLOGICOS

El basamento del área está conformado por rocas volcánicas básicas del Cretácico. El volcán Puracé actual se edificó sobre rocas volcánicas de composición intermedia a ácida del Terciario Superior-Cuaternario (KURODA and PARIS, 1978).

Según los registros geológicos, está constituido por intercalaciones de productos lávicos y piroclásticos de composición andesítica (KURODA and PARIS, op. cit.; ACEVEDO et al, 1987).

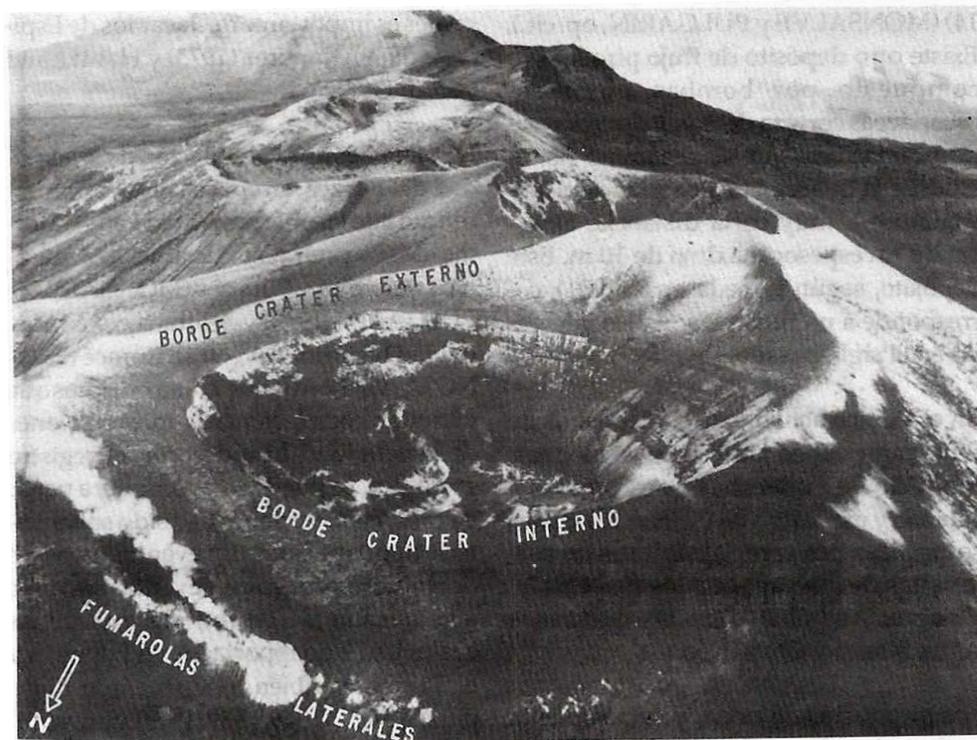


Figura 2. Cadena de Los Coconucos. En primer plano el volcán Puracé (Fotografía G. Cajiao, 1958)

Las coladas de lava del Puracé actual se localizan principalmente hacia los flancos NNW y NE, presentan estructura masiva, en bloques y ocasionalmente columnar, su longitud generalmente no sobrepasa los 7 km y su espesor promedio es de 20 m.

Los productos piroclásticos presentes son de flujo y caída. Los depósitos de flujo piroclástico encontrados son de varios tipos, siendo más abundantes los de ceniza y escoria, de los cuales existen, al menos, 4 eventos; el más potente (80 m) y antiguo, pertenece al estadio Pre-Puracé y ocupa la parte media del río San Francisco. Otros de estos flujos, con espesores menores de 12 m, rellenan los cañones de los ríos Vinagre, Anambío y San Francisco, éste último con edad de 2000 años (C-14) (MONSALVE y PULGARIN, op. cit.). Existe otro depósito de flujo piroclástico compuesto por bombas pumítico-escoriáceas corteza de pan y de composición andesítica, que se encaminó por el valle de la quebrada Agua Blanca, depositándose a muy corta distancia, alcanzando un espesor máximo de 10 m. Este depósito, según Cepeda et al (1991), corresponde a un flujo piroclástico generado en el siglo pasado.

En el Puracé actual existen depósitos de flujo piroclástico de ceniza y bloques, producto de avalanchas de escombros y colapso y explosión de domos, los cuales se localizan preferencialmente en las partes altas de los valles de los ríos Cocuy, Vinagre, Anambío y de las quebradas Agua Blanca y Chagartón.

Los piroclastos de caída, principalmente ceniza y lapilli, se encuentran cubriendo la superficie con distribución muy irregular. Además, cerca al cráter, se presentan bloques y bombas corteza de pan y coli-

flor, que alcanzan diámetros hasta de 5 m, cuya eyección se asocia a erupciones históricas.

Los depósitos de flujo de lodo no son comunes en el registro geológico del volcán actual, aun cuando éstos se mencionan en las descripciones de erupciones históricas.

3. ACTIVIDAD HISTORICA

La actividad histórica del volcán Puracé ha sido reportada desde la época de la colonia (PATIÑO, 1983), pero es a partir del siglo XVI que se tiene un registro más completo de ella.

Varios trabajos han recopilado los datos sobre las erupciones del Puracé, entre los cuales es importante destacar los de Espinosa (1989), Ramírez (1975) y Hantke and Parodi (1966).

La Tabla 1 es una compilación de la actividad del Puracé, en épocas históricas, modificada de la tabla presentada en el informe «Mapa preliminar de amenaza volcánica del volcán Puracé» (MONSALVE y PULGARIN, 1993) y del trabajo sobre actividad histórica del volcán Puracé (ESPINOSA, 1989). Aunque faltan estudios que permitan correlacionar las descripciones de la actividad histórica con el registro geológico, se puede concluir que, a partir de 1816, las erupciones han sido solamente de tipo explosivo, con eventos menores de emisiones de ceniza y eventos mayores que, además de ceniza, algunas de las cuales han sido reportadas en Popayán y El Tambo, también han generado flujos piroclásticos (1849, 1869, 1949) y proyectiles balísticos. Como productos secundarios se han inducido flujos de lodo, especialmente en las erupciones anteriores a 1849, cuando el volcán presentaba nieve

perpetua.

En la Tabla 1 se observa que han sido reportadas, de 1816 a 1977, 41 erupciones que han tenido como foco el volcán Puracé. En un primer análisis de los datos, éstas se podrían agrupar en 15 períodos eruptivos, con duración entre 4 y 8 años y períodos intraeruptivos o de reposo de 5 a 20 años. Sin embargo, también se observa en la Tabla, que la mayor concentración de datos es para el siglo XX, especialmente para el período 1936-1958 que podría constituir un período eruptivo de 23 años.

Factores como el difícil acceso al volcán en época pasada, los pocos observadores y naturalistas que lo visitaron, la carencia de adecuados medios de comunicación, la falta de visual directa al volcán desde las poblaciones de Puracé y Coconucos y las condiciones climáticas adversas a las que normalmente está sujeto, llevan a pensar que en el Puracé han ocurrido varios eventos eruptivos, representados por pequeñas emisiones de ceniza, que han podido pasar desapercibidos en esa época.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se piensa, que el Puracé, a partir de 1816, ha tenido 5 períodos eruptivos mayores con duraciones entre 6 (?) y 25 años y períodos de reposo de 10 a 20 años, los cuales se resumen a continuación, destacando la fecha de la posible erupción paroxismal:

-1816-1827

Erupción paroxismal: noviembre 18 de 1827 (Banco de la República, 1985). Aunque no se ha determinado el (los) depósito (s) generado (s), posiblemente se trató de una erupción que causó deshielo y generación de flujo de lodo en el río Anambío.

-1847-1852

Erupción paroxismal: 1849. Al parecer la mayor erupción del Puracé en épocas históricas, la cual destruyó la cima del volcán (RAMIREZ, 1975). Según las descripciones y depósitos encontrados en campo, esta erupción generó flujos de ceniza y bloques producto de explosión de domo. Todos los depósitos de esta erupción aún no han sido diferenciados, por falta de dataciones y correlaciones estratigráficas.

Tabla 1. Erupciones históricas del Volcán Puracé (Modificada de Monsalve y Pulgarín, 1993 y Espinosa, 1989)

FECHA	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
1977 marzo 19	Emisión pequeña de ceniza	El Liberal (marzo 22 de 1977)
1958 septiembre 8	Proyectiles balísticos?, incendios	El Liberal (septiembre 10 de 1953)
1956 junio 21	Explosión	Espinosa (1989)
1955	Cuatro explosiones	Castrillón (1989)
1954 mayo	Explosión	El Liberal (mayo 22 de 1954)
1952 mayo	Explosiones	El Liberal (mayo 9 de 1952)

Continuación Tabla 1. Erupciones históricas del Volcán Puracé

FECHA	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
1950 julio 26, enero 10	Explosiones, emisión de ceniza	El Liberal (enero 11 y julio 27 de 1950)
1949 mayo 26	Explosión de domo, generación de flujos piroclásticos, bombas, ceniza. 16 muertos	El Liberal (mayo 28 de 1949)
1947 abril 27	Ceniza en Popayán	Oppenheim (1950)
1946 diciembre 28	Explosión	El Liberal (diciembre 29 de 1946)
mayo 30,29	Explosión	Castrillón (1989)
abril 1	Dos explosiones, sismo	Espinosa (1989)
marzo 29	Explosión, sismo	Espinosa (1989)
1944 febrero	Sismo atribuido a actividad del volcán	Espinosa (1989)
1941 agosto 12	Ceniza en Popayán	El Liberal (agosto 13 de 1941)
1939 septiembre 19	Ceniza, sismo	Espinosa (1989)
1936 agosto 3	Efectos de onda de choque en Popayán ²	Espinosa (1989)
1927 octubre 8	Explosión	Espinosa (1989)
1926 septiembre	Ceniza	Friendlaender (1927)
agosto	Explosión	Hantke and Parodi (1966)
junio 21	Explosión	Espinosa (1989)
1925 noviembre 5	Explosión	Openheim (1950)
octubre 12	Explosión	
1920 enero 5	Ceniza y efectos de onda de choque en Popayán ²	Espinosa (1989)
1919 enero	Ceniza en Popayán	Espinosa (1989)
1914 agosto 5	Pequeña emisión de ceniza ²	Fotografía Gustavo Luna (en Arboleda, 1990)

² Interpretación dada por los autores de este trabajo

Continuación Tabla 1. Erupciones históricas del Volcán Puracé

FECHA	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
1907 enero 12	Ceniza, sismo	Espinosa (1989)
1906 noviembre 21 septiembre 29	Ceniza Explosión	Espinosa (1989)
1902	Explosiones	Hantke and Parodi (1966)
1885 mayo 25	Explosión, sismo	Espinosa (1989)
1878 septiembre 11 agosto 31	Ceniza Ceniza en Popayán	Ramírez (1975), Espinosa (1989)
1870 octubre	Explosión	Hantke and Parodi (1966)
1869 octubre 4	Flujos de lodo, flujo piroclástico ² , ceniza y sismo	White (1955); Cepeda, et al (1991)
1852	Explosiones	Hantke and Parodi (1966)
1849 diciembre	Explosión de domo ² . La más fuerte erupción conocida del Puracé	Ramírez (1974)
1827 noviembre 18	Flujo de lodo, producido probablemente por flujo piroclástico ² . Represamiento del Río Cauca	En: Memorias de Boussingault Banco de La República N°5 (1985)
1816 diciembre 12 julio 19	Explosiones y sismo	Ramírez (1975)
1789	Emisiones de ceniza ² , actividad fumarólica	Castrillón (1989)
1559-1560, 1583	Se habla de la frecuente actividad del volcán	Patíño (1983)
?	Puracé: Montaña de Fuego	Tradición Puracé (en Arboleda, 1990)

² Interpretación dada por los autores de este trabajo

1869-1885

Erupción paroxismal: octubre 4 de 1869. Por correlación de datos de campo con descripciones históricas, esta erupción produjo un pequeño flujo piroclástico de pómez-escoria (CEPEDA et al, 1991).

-1902-1928

Erupción paroxismal: aún no determinada por escasez de datos.

-1936-1958

Erupción paroxismal: mayo 22 de 1949. Generación de flujos piroclásticos de ceniza y bloques, proyectiles balísticos y ceniza, causando la muerte de 16 estudiantes.

De los datos históricos, es interesante lo referente a la última actividad reportada del Puracé, en marzo 19 de 1977 (El LIBERAL, marzo 22 de 1977, página 6); ésta, según las descripciones, se trató de una pequeña emisión de cenizas que ocurrió después de 19 años de quietud, sin reportarse actividad posterior. A partir de esta fecha, hasta el presente (1993), se tiene un nuevo lapso de reposo de 16 años. Si se toma el episodio de 1977 como un evento menor, se puede considerar que el volcán lleva 34 años con actividad fumarólica solamente.

4. VIGILANCIA

En el volcán Puracé se han realizado labores de vigilancia, que han incluido registro de actividad sísmica, seguimiento a fumarolas y fuentes termales y elaboración del mapa de amenaza volcánica potencial.

Se cuenta con registro de la actividad sísmica, desde octubre de 1986, con información de la estación Puracé, del Observatorio Sismológico del Suroccidente (OSSO), la cual es registrada en las instalaciones de Ingeominas Regional Sur (Popayán) desde junio de 1991, gracias a un acuerdo con dicha institución.

Dentro de la actividad sísmica hay predominio de eventos de largo período, ocasionados por el tránsito de fluidos de un conducto a otro o por realimentación magmática y ocurrencia esporádica de eventos de fractura. Según Mejía et al (1993), la actividad se concentra en los alrededores del cono volcánico, con profundidades entre 10 y 20 km, lo que interpretan como una fase temprana de ascenso de material magmático.

Con la información procesada desde junio de 1991, se estableció que el nivel base del comportamiento volcánico, tiene un promedio diario de 0,22 eventos/hora (Figura 3).

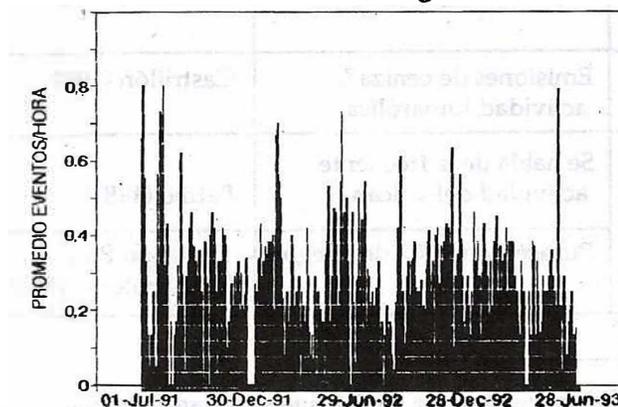


FIGURA 3. Número promedio de eventos/hora registrados en la Estación Sismológica Puracé

Para el seguimiento de fumarolas se tienen datos esporádicos sobre temperatura desde 1986 hasta 1992. Se ha realizado mayor número de medidas de temperatura en las fumarolas del flanco N (laterales), por facilidad de acceso y por ser las

más calientes, con valores entre 85° C (las más externas) y 185° C (las más internas). Las fumarolas, en el interior del cráter, presentan temperaturas de 83° C a 90° C, sin variaciones importantes desde 1987 (Figura 4).

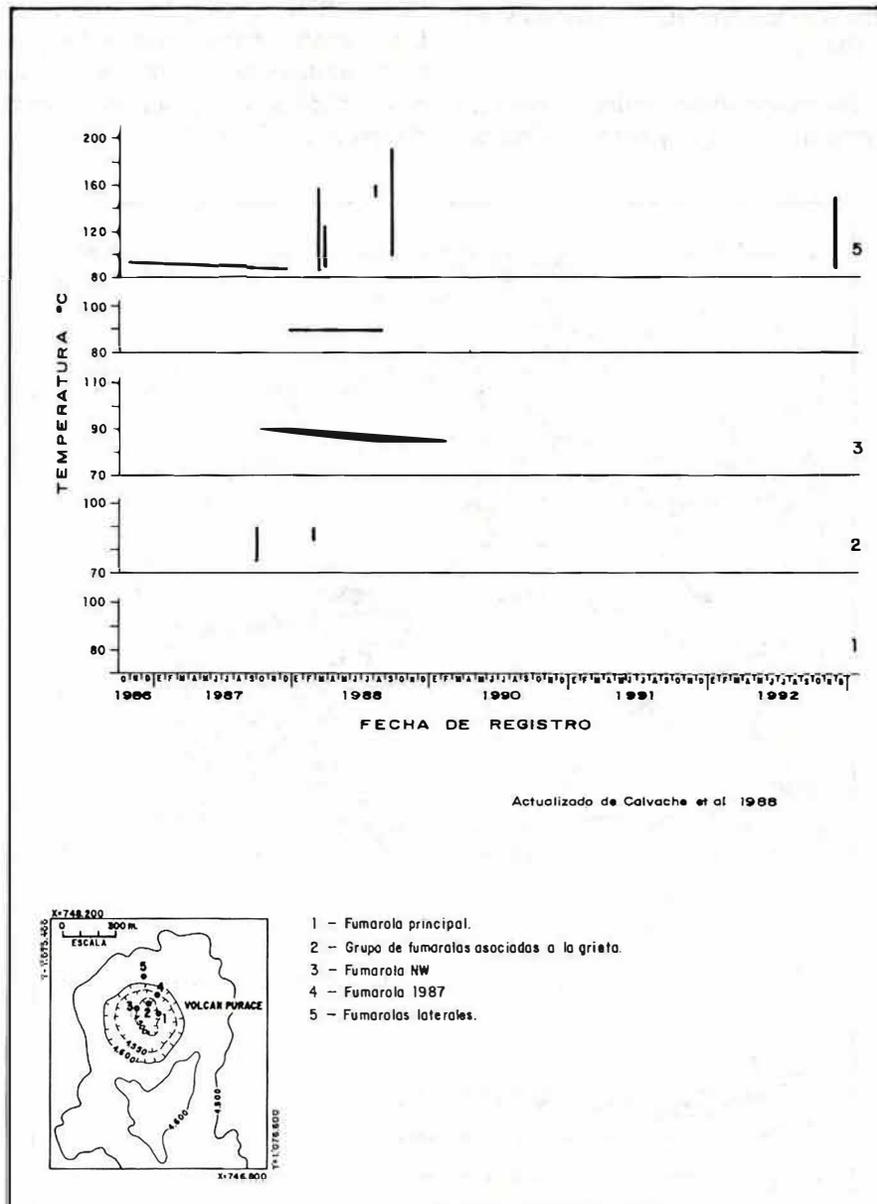


FIGURA 4. Temperatura de Fumarolas en el Volcán de Puracé.

Análisis químicos de gases en las fumarolas #3 se han efectuado en junio de 1988 (CALVACHE et al, 1988) y en noviembre de 1992, en una de las del campo fumarólico lateral (Figura 4). Los resultados del último de los análisis se han interpretado como presencia de componente magmática (MARTINI, comunicación escrita, 1992).

Sobre fuentes termales se tienen datos de temperatura (Tabla 2) y composición, to-

mados en 1982, 1983 (KOLLER and AUCOTT, 1986); 1990, 1991 (GARCIA, 1991) y 1992 (ARCILA, 1992).

Complementando la vigilancia básica se elaboró el mapa preliminar de amenaza volcánica potencial (MONSALVE y PULGARIN, op. cit.), donde de acuerdo a la topografía, distribución de los productos recientes y descripciones de erupciones históricas, se establecieron tres zonas de amenaza (Figura 5).

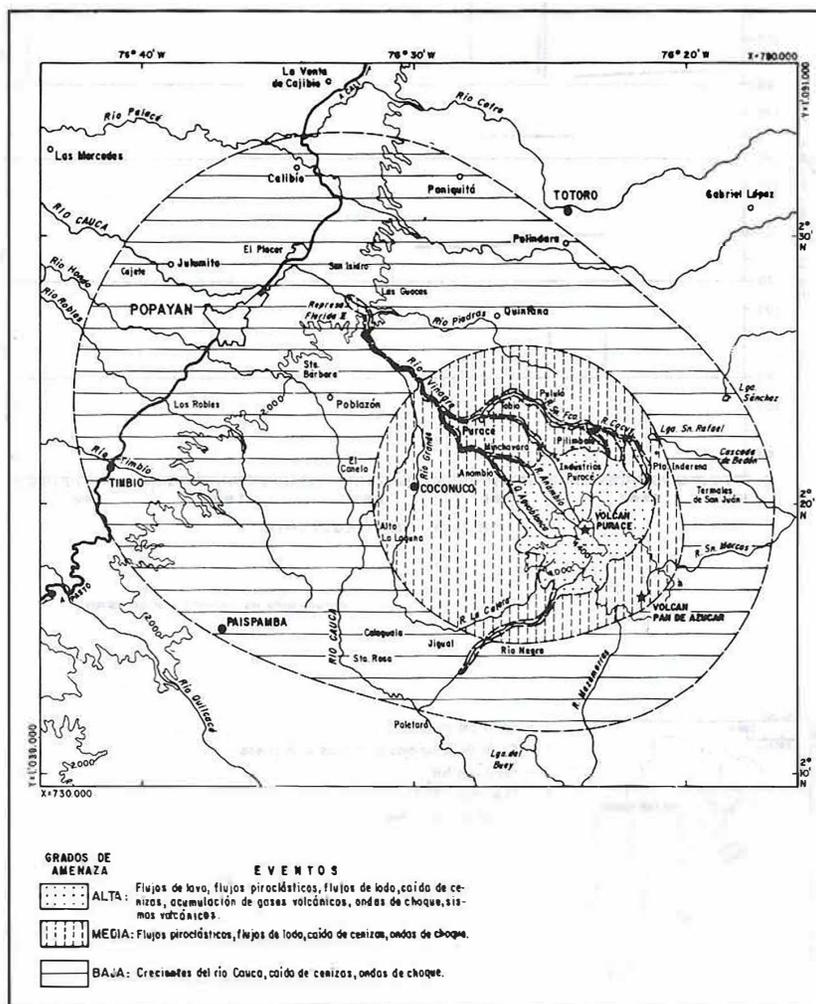


FIGURA 5. Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica potencial del Volcán Puracé.

Tabla 2. Resultados de análisis químicos de gases colectados en las fumarolas laterales del volcán Puracé, el 28 de noviembre de 1992 (Tomado de Smithsonian Institute, G.V.N., 1993).

GAS	PURACE (%)
CO ₂	73,84
SO ₂	14,66
H ₂ S	3,25
HCl	7,53
HF	0,041
H ₂	0,0034
CO	0,0005
N ₂	0,62
H	—
B	0,042

Tabla 3. Temperaturas de Fuentes Termales en el área del volcán Puracé (Tomado de: Koller and Aucott, 1986; García, 1991; Arcila, 1992)

FUENTE	Altitud (m)	Fecha	T°C	pH
Pilimbalá	3.400	31-03-82	32	2.0
		15-04-83	32	2.1
		20-04-83	32	2.4
		11-05-83	30	2.3
		19-10-90	31	2.3
		08-11-91	31	2.2
		17-09-92	30	2.3
La Mina (cabaña)	3.600	05-04-82	50	3.0
		15-04-83	47	2.0
		20-04-83	47	2.1
		11-05-83	48	2.0
		1-10-90	45	2.3
		8-11-91	45	2.0
		17-09-92	46	2.1

5. DISCUSION

De acuerdo al tratamiento de los datos de la actividad histórica, se ha encontrado un período máximo de reposo de 20 años; sin embargo, se crea un interrogante sobre su próxima reactivación, ya que ha presentado dos períodos largos de quietud sin un período eruptivo importante entre ellos (1958-1977 y 1977 al presente); lo que indica, posiblemente, una mayor acumulación de energía al interior del volcán.

Aunque la actividad sísmica se ha mantenido en niveles bajos y estables, la interpretación de los datos históricos, el resultado de los análisis químicos y la localización de sismos, podrían estar indicando que el volcán está superando el estado de reposo. Se espera que haya un cambio en el patrón de comportamiento de la sismicidad, previo a una crisis del volcán, además de otras manifestaciones superficiales y resultados de otros métodos de vigilancia.

6. CONCLUSIONES

- El volcán Puracé es un estrato-volcán activo, actualmente en estado de reposo, cuyo registro geológico muestra predominio de actividad explosiva.
- En los últimos 150 años ha presentado al menos cinco períodos eruptivos, generando flujos piroclásticos y caídas de ceniza.
- La actividad actual del volcán Puracé está evidenciada, en superficie, por la existencia de fumarolas y fuentes termales; instrumentalmente, por el registro de la actividad sísmica y el resultado de análisis de gases.
- La actividad sísmica entre 1991 y 1993 ha mostrado niveles bajos estables, con

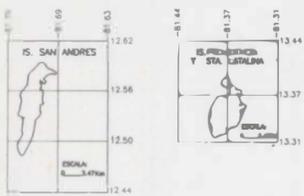
promedio de cinco eventos diarios y se ha caracterizado por la presencia de eventos de largo período que indican circulación de fluidos en el conducto o realimentación magmática.

Con el conocimiento y la vigilancia básica que se tiene del volcán, se ha identificado el comportamiento base, en estado de reposo, que permitirá detectar una futura crisis volcánica.

7. BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, A. P., MONSALVE, M. L. y CEPEDA, H., 1987. *Petrografía de algunas lavas de la cadena volcánica de Los Coconucos*. Informe (Inédito). Ingeominas. 8 p. Popayán.
- ARBOLEDA, J. E., 1990. *En la montaña del hielo y el fuego. La mina de azufre de Puracé en la visión de los habitantes de la región*. (Tesis de grado, inédita). Universidad del Cauca. Popayán.
- ARCILA, M., 1992. *Informe de comisión al volcán Puracé*. Informe (Inédito). Ingeominas, Regional Sur. 3 p. Popayán.
- BANCO DE LA REPUBLICA, 1985. *Del Chocó al Ecuador. El Puracé, Quito, el Chimborazo, mi regreso*. Memorias de Boussingault. Colección Bibliográfica, Libro N° 5, capítulo XIII. Bogotá.
- CALVACHE, M. L., LONDOÑO, A., MENDEZ, R. A., MONSALVE, M. L., PARRA, E. y RODRIGUEZ, L., 1988. *Actividades y datos obtenidos en el muestreo de fumarolas en los volcanes Puracé, Galeras y Cumbal*. Observatorio Vulcanológico de Colombia. Informe (Inédito). 39 p. Manizales.
- CASTRILLON, D., 1989. *Muros de Papel*. Popayán.

- CEPEDA, H., MONSALVE, M. L. y PULGARIN, B., 1991. *Origen y mecanismo eruptivo del flujo piroclástico de Agua Blanca, volcán Puracé*. En: Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico. Manizales, Colombia. Memorias, Tomo II. p. 39-57. Manizales.
- CEPEDA, H., 1991. *Informe de comisión a los volcanes Nevado del Huila y Puracé*. Informe (Inédito). Ingeominas, Regional Sur. 13 p. Popayán.
- EL LIBERAL: agosto 13-1941, diciembre 29-1946, mayo 28-1949, enero 11-1950, julio 27-1950, mayo 9-1952, mayo 22-1954, septiembre 10-1958, marzo 22-1977.
- ESPINOSA, A., 1989. *Datos sobre la actividad del volcán Puracé en épocas históricas*. Informe (Inédito). Ingeominas. 22 p. Popayán.
- FRIEDLAENDER, I., 1927. *Ueber einige Vulkane Columbiens Teil II*. Zeitschr. F. Vulkanologie X.
- GARCIA, F., 1991. *Resultados de análisis químicos en fuentes termales asociadas al volcán Puracé*. Informe (Inédito). Ingeominas. Bogotá.
- HANTKE, G. AND PARODI, A., 1966. *Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields. Part XIX Colombia, Ecuador and Perú*. International association of vulcanology. p. 1-25.
- KOLLER, B. y AUCOTT, J., 1986. *Algunas observaciones sobre los posibles cambios morfológicos del volcán Puracé y geoquímica de sus aguas termales después del sismo del 31 de marzo de 1983*. Informe (Inédito). Ingeominas, Regional Popayán. 22 p.
- KURODA, N. AND PARIS, G., 1978. *Petrographical notes of some dacites and andesites of Puracé volcano, Cauca Colombia. Report of Andean studies*. Shizuoka University. Special volume p. 21-32.
- MEJIA, J., MARTINELLI, B. y MEYER, H., 1993. *Discriminación de señales volcánicas en el marco de la observación sismológica regional - Experiencias en el volcán Puracé*. En: Taller Internacional sobre El Complejo volcánico Galeras. San Juan de Pasto.
- MONSALVE, M.L. PULGARIN, B., 1993. *Mapa Preliminar de amenaza volcánica potencial del volcán Puracé. Memoria Explicativa*. En: Revista Ingeominas, Volumen 1, N° 2 (1993): p. 3-27. Bogotá.
- OPENHEIM, V., 1950. *The volcano Puracé*. American Journal of Science, Volumen 248. p. 171-179.
- PATÍÑO, V. M., 1983. *Memorias de los pueblos de la gobernación de Popayán, 1583, por Francisco Guillén Chaparro*. En: CESPEDESIA. Suplemento N° 4, N°s 45-46.
- RAMIREZ, J. E., 1974. *Los Volcanes de Colombia*. In: Bulletin Volcanologique, 1975, Supplement to Volume 38 (1974).
- RAMIREZ, J. E., 1975. *Historia de los terremotos en Colombia*, 2ed. IGAC. 250 p. Bogotá.
- WHITE, R. B., 1955. *El Puracé, sobre la explosión del 4 de octubre de 1869*. Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia. XIII. p. 90-96.



MAPA NEOTECTONICO

PRELIMINAR DE

COLOMBIA

AUTOR: INGEOMINAS

1993

Completado por:

Gabriel Paris MSc.

y

Jaime Romero

ESCALA 1:110 Km

Este mapa es una compilación de trabajos en neotectónica realizados por INGEOMINAS y de otros investigadores afines y particulares.
Bases tectónicas e hidrográficas tomadas del Mapa Geológico de Colombia, Escala 1:500,000

CONVENCIONES

ESTRUCTURALES

- Trama de falla con indicios o evidencias puntuales de actividad neotectónica. Ruptura principalmente pleistocénica.
- Falla de cabalgamiento. Las flechas hacia el bloque levantado.
- Falla inversa. Las flechas hacia el bloque levantado.
- Falla con indicación del sentido de la convergencia horizontal del movimiento.
- Falla desfilada.
- Falla apraxada o inferida.
- Falla cubierta.
- Lineamiento fotogeológico.
- Anticlinal cenozoico.

GEOGRAFICAS

- Límite internacional.
- Capital de la república.
- Capital de departamento.
- Población.
- C.º

10 N

5 N

0

5 S