

Figura 2. Composición mineralógica modal de las lavas del Volcán Nevado del Huila.

Figure 2. Modal - mineralogical composition of the lavas of Nevado del Huila Volcano.

sistemático y continuado, ello debido muy probablemente a que ha permanecido relativamente "callado" tal vez desde tiempos prehistóricos. Tampoco se tiene algún registro histórico de actividad volcánica. Además se encuentra en un sitio de muy difícil acceso, se llega a él por una carretera que sube hasta los 3000 ms.n.m, en su ladera NW, y desde ahí sólo se puede continuar a pie.

Antecedentes históricos

Hantke y Parodi (1966), en El Catalogo de Volcanes del Mundo, mencionan dos trabajos de geólogos alemanes, realizados a finales del siglo pasado: Reiss y Stübel (1892) y Kűch (1892), en los que se hacen algunas anotaciones sobre las características petrográficas de algunos rodados de roca volcánica recolectados en los alrededores de Irlanda y Wila, dos poblaciones al sur del volcán que fueron destruidas por el seismo del 6 de junio de 1994. En el trabajo de Stűbel (1906), sobre los volcanes de Colombia, se hace una somera descripción sobre la morfología del volcán, visto desde el lado NW. Forero (1956) señala al Huila como el volcán más alto de Colombia, con 5750 metros. El sacerdote Ramírez (1968) describe a El Huila como "el más gigantesco de los volcanes semiactivos de Colombia" del cual "no se conoce ninguna historia eruptiva".

En épocas más recientes destacan los trabajos de Van Houten (1976) y Soeters

(1981) sobre los lahares del SE del volcán, Pulgarín y Correa (1997), y Cepeda et al. (1986) que elaboran el primer mapa preliminar de riesgo volcánico del Nevado del Huila y de manera muy general presentan el primer estudio vulcano-lógico formal.

Desde 1994 a raíz de la "Tragedia del Páez" provocada por un sismo de magni-

tud 6,4 en la escala de Richter (6/6/94) y como parte del plan de actualización del mapa de amenaza volcánica del Nevado del Huila, se han venido realizando diversos estudios que tienen que ver con diferentes áreas: vulcanología, glaciología, evaluación de amenaza volcánica y vigilancia geoquímica y sismológica, además de la descripción de las travesías hechas alrededor del nevado. En este grupo de trabajos se integra el que aquí presentamos, que forma parte de la Tesis Doctoral de uno de los autores (A.Mª Correa), y que han dado lugar a varios reportes internos del INGEOMINAS en los años 1994 a 1997. Entre ellos destacan los de Correa y Cepeda (1995), Cepeda y Correa (1995), Pulgarín (1995 y 1996), Pulgarín et al. (1997), y Pulgarín y Correa (1997). Algunos trabajos están en preparación o en prensa y han sido elaborados por este mismo grupo de investigadores del INGEOMINAS

Geología

El Nevado del Huila es un típico volcán de margen de convergencia de placas activa, que forma parte del cinturón volcánico que está asociado a la zona de subducción de la placa de Nazca debajo de la miniplaca del Bloque Andino y la placa de Suramérica. Su presencia se explica, además, por una zona de debilidad en la corteza por la cual ascendió el material ígneo, en el lugar donde se cruzan una

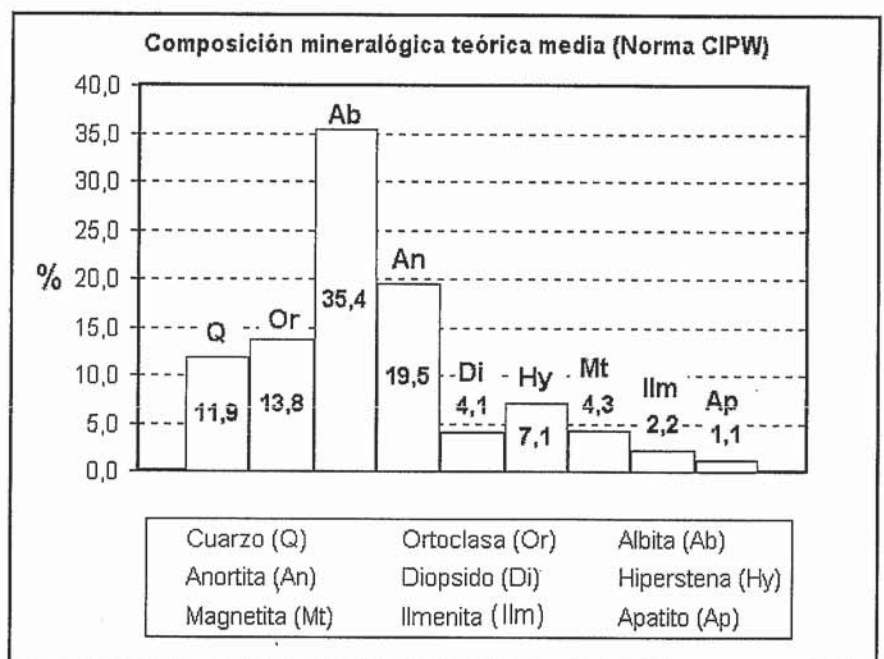


Figura 3. Composición mineralógica teórica (Norma CIPW) de las lavas del VNH.

Figure 3. Theoretical mineralogical composition (CIPW) of the lavas of VHN.

falla de dirección aproximada N30°E y otra falla transversal aproximadamente E-W. El basamento sobre el que se levanta está formado por rocas metamórficas y plutónicas de edad paleozoica a mesozoica (Orrego y París, 1976). El estilo tectónico regional que enmarca al VNH está formado por dos grandes grupos de fallas: unas de dirección NE y NNE de tipo inverso pertenecientes al gran sistema de fallas Cauca-Romeral y otras fallas menores de dirección NW y E-W. Al cruzarse estas fallas definen diversos bloques tectónicos. Se considera que el VNH es uno de estos bloques (Marín y París, 1976 e INGEOMINAS, 1994).

Hasta 1995 se creía que las únicas manifestaciones de actividad volcánica en el pasado del VNH habían sido solamente lavas y lahares y que la emisión de gases azufrados eran la única manifestación de actividad histórica, pero en las campañas de campo de 1996 se encontraron por primera vez pequeños paquetes de flujos piroclásticos producidos por erupciones mucho más violentas, lo que lleva a pensar que su nivel de peligrosidad es posiblemente mayor de lo que se había estimado hasta ahora.

Por otra parte, las observaciones realizadas sobre el terreno, en foto aérea e imagen de satélite, permiten decir que el VNH ha tenido, por lo menos, un episodio caldérico sobre el que se desarrollaron posteriores centros de emisión hasta conformar el actual edificio que se encuentra cubierto de hielo y nieve. De forma que se puede hablar de un Complejo Volcánico Nevado del Huila.

De manera general, se han establecido las siguientes etapas de desarrollo para el Complejo Volcánico Nevado del Huila: *Estadio Prehuila*, que corresponde a un antiguo edificio que colapsó hacia el SSE y *Estadio Actual del Huila* en el cual se distinguen dos grupos de productos volcánicos, principalmente lávicos, llamados Productos Antiguos y Productos Nuevos.

Las coladas de lava del *Estadio Prehuila* alcanzaron distancias hasta de 15 km, algunas presentan estructura columnar y espesores de aproximadamente 50 m. Después del colapso hacia el SSE de este Edificio Antiguo, que originó un gran depósito de avalancha de escombros, encauzado por el río Páez, se desarrollaron nuevas coladas de lava y domos (*Etapas de Productos Antiguos del Estadio Actual del Huila*). Probablemente estos domos explotaron o colapsaron generando depósitos piroclásticos de bloques y ceniza que se intercalaron con las coladas de lava. Las coladas de lava, de estructura

masiva, alcanzaron distancias medias de 7 km y espesores del orden de 25 m. Posteriormente vino la *Etapas de los Productos Nuevos del Estadio Actual del Huila*, durante la cual también se generaron domos y coladas de lavas, y cuyo magma original posiblemente evolucionó a una composición más ácida e hidratada. Las coladas de lava alcanzaron distancias máximas de 4 km y espesores entre 15 y 60 m. En el sector Norte algunas de estas coladas de lava muestran una estructura "macrocordada".

Lavas del Volcán Nevado del Huila

En términos generales las lavas del VNH se presentan principalmente como potentes paquetes, hasta de 50 o 60 metros, de rocas masivas, en paredes verticales, siendo muy normal que aparezcan hacia la base paquetes menos gruesos de brechas volcánicas. Los flujos de lava han alcanzado distancias de 4 a 15 km. Algunos exhiben localmente una clara estructura columnar. En las paredes de los valles de los diversos cauces que nacen en el Huila se observan varios paquetes de lavas que en conjunto llegan a tener una potencia hasta de 200 metros. En la cima del VNH, en el Pico Sur, se han encontrado dos domos andesíticos, relativamente recientes a los cuales se le dieron los nombres de El Cerrillo (domo N) y Morro Negro (domo S) (Fig.1).

Características composicionales

Las rocas del VNH son, en general, lavas andesíticas porfídicas de uno o dos piroxenos (Correa y Cepeda, 1995 y Pulgarín *et al.*, 1997). Son rocas de color gris medio a gris muy claro, pudiendo ser a veces de color gris oscuro, incluso negras. Es frecuente y notoria la orientación de los minerales que caracteriza la textura de flujo, típica de estas rocas. Menos frecuente es el bandeado, desde centimétrico a milimétrico, y definido por la alternancia de bandas con tonos diferentes de grises y rojos (estos últimos generados muy probablemente por alteración sineruptiva). En algunos casos el bandeado se define por pequeñas diferencias texturales.

En ocasiones aparecen enclaves, a veces corresponden a xenolitos de rocas graníticas; otras a enclaves de rocas más finas y oscuras que la roca englobante posiblemente autolitos de composición más básica, en otros casos se trata de acumulaciones de minerales máficos.

Son rocas inequigranulares de grano medio a fino, excepcionalmente de grano

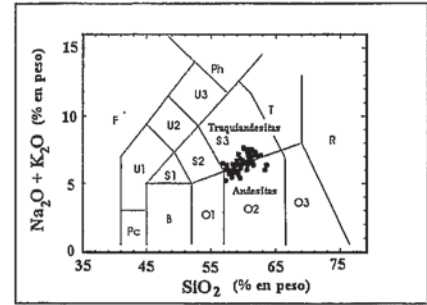


Figura 4. Diagrama TAS (LeMaitre, 1989) para las muestras del VNH.

Figure 4. TAS Diagram (Le Maitre, 1989) for samples VNH

grueso. Habitualmente son rocas microporfídicas ocasionalmente llegan a ser casi afaníticas. El componente más abundante es la matriz (microcristalina o criptocristalina, con o sin vidrio), que por término medio representa el 50% de la roca, el segundo componente son los microfenocristales. Son abundantes en la matriz los microlitos de plagioclasa, que en algunos casos dan a la roca una característica textura fluidal. Cuando la matriz es parcialmente vítrea se reconoce localmente textura perlítica y algunas veces se distinguen vacuolas, vesículas y esferulitos.

El contenido de fenocristales (diámetro superior a los 2 mm) pocas veces supera el 10% del volumen de la roca, el contenido promedio alcanza el 2% y pueden llegar a estar totalmente ausentes. Pueden alcanzar un tamaño máximo de 1 cm, sobre todo en el caso de plagioclasas y anfíboles. Los microfenocristales (entre 2mm y 0.4mm) constituyen en promedio el 20%, variando entre 8 y 30%. La matriz, que es predominante en la mayoría de las muestras, corresponde normalmente al 80% del volumen total, mostrando como extremos valores de 60 y 90%.

Los fenocristales son generalmente plagioclasas, clinopiroxenos y anfíboles, ocasionalmente biotitas y ortopiroxenos; mientras que los microfenocristales son plagioclasas, clinopiroxenos, anfíboles, ortopiroxenos, opacos y algunas veces olivinos y biotitas. Los minerales accesorios principales son biotita y apatito. Las fases microcristalinas de la matriz son principalmente plagioclasas, anfíboles, clinopiroxenos, ortopiroxenos, opacos y ocasionalmente olivinos y biotitas. En la figura 2 puede verse el contenido modal medio de las distintas fases.

La fracción criptocristalina que puede variar entre el 6 al 70% es de composición plagioclásica. En algunas muestras la matriz es hialocristalina variando el contenido de vidrio entre 3 y 50%, alcanzando rara vez el 60% del total de la matriz.

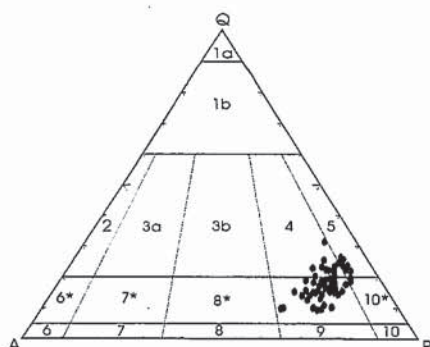


Figura 5. Diagrama QAP para las muestras del Volcán Nevado del Huila.

Figure 5. QAP Diagram for the samples of VNH.

La composición normativa media es muy similar a la modal (Fig.3): predominan los feldespatos (Or, An y Ab) que constituyen el 70% de la roca, la misma proporción que en los fenocristales. Las proporciones normativas de piroxeno (Hy y Di) y las de accesorios son también análogas a las modales. Las rocas son cuarzo normativas (Q) aunque no suele haber cuarzo modal; puede corresponder a fases no visibles de la matriz o a vidrio. En general, tienen un contenido de potasio entre alto y medio (entre el 1,5% y el 3%).

Las rocas del VNH se proyectan en el diagrama TAS (Fig.4) algunas en el campo de las andesitas, mientras la mayoría lo hacen en el de las traquiandesitas. El diagrama QAP de clasificación discrimina muy mal este tipo de rocas, pues la mayoría se proyectan en el vértice P. Si adaptamos el diagrama a la composición normativa, sumando albita y anortita al extremo P, podemos apreciar (Fig.5) que la mayoría de las rocas analizadas se sitúan en el campo de las andesitas (campos 9 y 10) y sólo algunas en el campo de las dacitas (campos 4 y 5).

Edad

Las relaciones de las coladas de lava con las estructuras glaciales, permiten decir que existen diferentes episodios de edad cuaternaria. Sin embargo, en estos materiales no ha sido posible realizar dataciones radiométricas, al no haberse encontrado muestras de materia orgánica para su datación por el método ^{14}C y estar habitualmente fuera del rango de datación del K/Ar.

Se han datado mediante K/Ar varias rocas de los niveles estratigráficamente más bajos, en los que, al ser más antiguos, había más posibilidad de obtener resulta-

dos fiables. En todas las muestra menos en dos, la escasez de Ar radiogénico indica que se trata de rocas jóvenes, de edad inferior a 200 mil años. La muestra más antigua datada ha proporcionado una edad que permite afirmar que por lo menos desde hace 1 millón de años tuvo actividad el VNH y que posiblemente durante los últimos 300 o 400 mil años se ha sucedido una importante y constante actividad volcánica.

Las dataciones parecen confirmar que la actividad del volcán emigró de Sur a Norte, como parecía deducirse de la morfología del VNH. Además se contempla ahora con más seguridad la idea de que la estructura montañosa que está al sur del actual edificio y que constituye las cabeceras de quebradas importantes como el Buco y Quindao corresponde a un edificio volcánico más antiguo que el actual.

Conclusiones

El VNH es un estratovolcán que en la actualidad presenta actividad fumarólica permanente. La peligrosidad que representa este volcán, a pesar de estar latente desde hace muchos siglos, nace de varios factores: su altura, la presencia de un extenso glaciar en la cima, la composición química intermedia a ácida del magma que determina un comportamiento potencialmente explosivo, lo que no está en desacuerdo con el comportamiento viscoso que parece haber caracterizado a las lavas que hasta ahora se han derramado por los costados del volcán. Además la evidencia geológica demuestra que en el pasado se dio más de una erupción explosiva

Se puede hablar de un Complejo Volcánico Nevado del Huila, en el que, en el último millón de años se ha desarrollado más de un edificio volcánico. Existen restos de lo que fue un antiguo edificio ubicado al Sur del actual edificio. Ha existido una migración de la actividad desde el Sur hacia el Norte, y además se estima que en algún momento en ese pasado hubo por lo menos un episodio caldérico.

La actividad del Nevado del Huila ha sido del típico volcanismo andesítico de margen continental activo, y las rocas que se han formado son traquiandesitas y andesitas de la serie calcoalcalina, de contenido medio-alto en K_2O .

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo del Ingeominas de Colombia, de la Facul-

tad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y del Icetex de Colombia que otorgó una beca de dos años a uno de los autores (Ana María Correa) para su permanencia en Madrid durante los cursos de doctorado.

Referencias

- Cepeda, H., Méndez, R., Murcia, A. y Vergara, H. (1986): *Mapa Preliminar de Riesgos Volcánicos Potenciales del Nevado del Huila*. Ingeominas, 59 pp.
- Cepeda, H. y Correa, A.M. (1995): *Evaluación de Amenaza y Vigilancia Volcánica del Complejo Volcánico Nevado del Huila*. Ingeominas - Corp. Nasa Kiwe, 30pp.
- Correa, A.M. y Cepeda, H. (1995): *Informe Preliminar sobre la Geología del Complejo Volcánico Nevado del Huila*. Ingeominas, 74pp.
- Forero, M. (1956): *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, Vol. XIV, No. 49*, 43-49.
- Hantke, G. y Parodi, A. (1966): *Catalogue of the Active Volcanoes of the World, Including Solfataras Fields*. Part XIX, Colombia, Ecuador and Peru. International Association of Volcanology, 6-8.
- Ingeominas. (1994): *El Sismo de Páez, Cauca, del 6 de Junio de 1994, Evaluación de Emergencia. Informe presentado al Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de Colombia*, 73pp.
- Orrego, A. y París, G. (1976): *Cuadrángulo N-6 Popayán: Geología, Geoquímica y Ocurrencias Minerales*. Ingeominas, 15-102
- Pulgarín, B. (1995): *Estudio Fotogramétrico del Glaciar del Nevado del Huila*. Ingeominas, 46 pp.
- Pulgarín, B. (1996): *Informe de Comisión al Nevado del Huila*. Ingeominas, 5 pp.
- Pulgarín, B., Cepeda, H. y Correa, A.M. (1997): *Geología del Complejo Volcánico Nevado del Huila*. Ingeominas.
- Pulgarín, B. y Correa, A. M. (1997): *Depósitos Fragmentarios no Consolidados en el Edificio del Complejo Volcánico Nevado del Huila*. Ingeominas, 56 pp.
- Ramírez, J. (1968): *Rev. Acad. Col. Cien. Exac. Fís. Nat.*, 13, 50, 227-235.
- Soeters. (1981): *Rev. CIAF*, 6, No 1-3, 529-536.
- Stübel, A. (1906): *Die Vulkanberge von Colombia*, 34-42.
- Van Houten, F. (1976): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 481-495.