

## NUEVO MODELO EVOLUTIVO Y ACTIVIDAD RECIENTE DEL VOLCAN CHACHIMBIRO

**Benjamin Bernard**, *Universidad San Francisco de Quito, Cumbayá – Ecuador.*

**Claude Robin**, *Laboratoire Magmas et Volcans, Clermont Université, Université Blaise Pascal, CNRS-UMR 6524, IRD-R 163, 63038 Clermont-Ferrand – France.*

**Bernardo Beate**, *Departamento de Geología, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.*

**Silvana Hidalgo**, *Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.*

### Introducción

El volcán Chachimbiro (0°28' N, 78°18' W; 4 054 msnm) está ubicado en la provincia de Imbabura, a 80 km al norte de Quito y 25 km al noroeste de Ibarra. Este edificio de 12 km de diámetro y 1000-1500 metros de alto está construido sobre el límite entre la Cordillera Occidental y el Valle Interandino. Hacia el Oeste de este límite, el basamento está constituido por cuñas tectónicas de basaltos de plataforma oceánica y sedimentos asociados del Cretácico Medio que pertenecen al Terreno Pallatanga acrecionado al continente hace 75 Ma y por depósitos de piroclastos y epiclastos continentales de la Formación Silante, del Cretácico Tardío (Vallejo et al., 2006 y 2009). Hacia el Este del mencionado límite, depósitos distales del volcán cubren depósitos sedimentarios mio-pliocénicos de origen fluvio-lacustre y volcánico (Boland et al., 2000). Este basamento está afectado por fallas activas (Fig. 1) de dirección NNE (falla Huayrapungu) y NE (fallas El Angel y Río Ambi) con un movimiento sinestral (Andrade, 2009).

Con los volcanes Cotacachi y Cuicocha al Sur, y los volcanes Pulumbura, Yanaurcu de Piñán y Pilavo en el Oeste, el Chachimbiro forma parte del Frente Volcánico de los Andes del Ecuador (Fig. 1). A excepción del Cuicocha, todos los volcanes de esta zona se han considerado hasta hoy como inactivos (Hall et al., 2008); sin embargo, dos capas de tefra holocénicas han sido atribuidas al Chachimbiro, una de las cuales fue datada en 5690 AP (Beate, 2001). El estudio de este volcán, iniciado a fines de los ochenta (Beate, 1990) dentro de la exploración geotérmica a cargo del ahora extinto INECEL, quedó trunco al cerrarse el Proyecto Geotérmico de dicha institución en 1993. La evolución detallada del Chachimbiro ha quedado desconocida pese a la existencia de un potencial campo geotérmico. Para identificar la fuente de calor de este sistema geotérmico y para dar una estimación del peligro volcánico que amenazaría las poblaciones circundantes, es necesario un mayor conocimiento de la historia eruptiva de este volcán. En base a nuevos datos geológicos, geoquímicos y geocronológicos se reporta un nuevo modelo de la historia volcánica del Chachimbiro que presenta la cronoestratigrafía y el dinamismo de las erupciones pasadas, y también permite responder a las principales interrogantes sobre su evolución.

### Cronoestratigrafía y evolución volcano-estructural del Chachimbiro

#### ***El Huanguillaro***

El primer periodo de actividad del Chachimbiro construyó el edificio Huanguillaro, un estratovolcán de 12 km de base compuesto principalmente de una acumulación de lavas andesíticas de afinidad calco-alkalina (57-61.5 SiO<sub>2</sub> wt.%). Hasta el momento no existen dataciones de estas lavas, pero el edificio ha sufrido una intensa erosión y se estima que su construcción empezó en el Pleistoceno Medio. El Huanguillaro fue destruido por un deslizamiento gigante (Beate, 2003) cuya cicatriz corresponde a los Filos de Huanguillaro y Conrayaro. El depósito de avalancha asociado a este evento ha sido reconocido hasta más de 25 km de la fuente y la datación K/Ar de 410 ± 40 ka (Barberi et al., 1988), realizada en una andesita procedente de este depósito, sugiere una edad Pleistoceno Medio para el volcán. El depósito de avalancha está compuesto en su mayoría de rocas andesíticas.

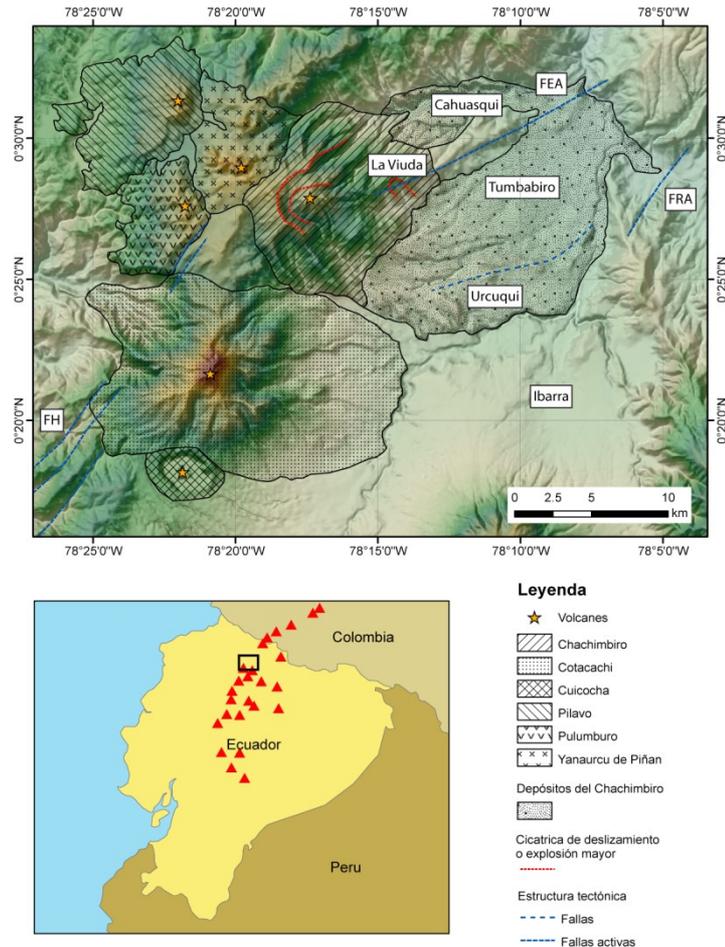


Figura 1: Localización del volcán Chachimbiro, delineación del contorno de los volcanes y de las estructuras principales. FH: falla Huayrapungu; FEA: El Angel; FRA: falla Río Ambi.

## El Tumbatu

Un segundo volcán, el Tumbatu, se edificó en la depresión resultante del colapso del volcán Huanguillaro. Tres períodos principales de construcción han formado el nuevo edificio. El primer periodo se caracteriza por la extrusión de domos dacíticos que emitieron grandes flujos piroclásticos de tipo “ceniza y bloques” con composiciones en  $\text{SiO}_2$  que van de 61 a 66 wt. %. Estos productos se encuentran en Cahuasqui y en la zona de Tumbabiro. La datación  $^{14}\text{C}$  de un carbón dentro de la parte superior de esta secuencia dio una edad de aproximadamente 50 ka AP (Bernard et al., en preparación). La segunda etapa de la actividad del Tumbatu corresponde a un dinamismo eruptivo más explosivo con lavas más ácidas ( $\text{SiO}_2 = 61\text{-}66$  wt. %). Las unidades volcánicas corresponden a una potente serie de depósitos de flujos piroclásticos de tipo “ceniza y pómez” y capas de caídas de pómez de hasta 70 cm de espesor a más de 25 km de la fuente. Dos dataciones  $^{14}\text{C}$  de carbones dentro de los depósitos de “ceniza y pómez” dieron edades similares de aproximadamente 44 ka AP (Bernard et al., en preparación). Este período, caracterizado por potentes erupciones de carácter pliniano, fue seguido por nuevas extrusiones de domos dacíticos con flujos tipo “ceniza y bloques” y posteriormente por emisiones de tefras andesíticas ( $\text{SiO}_2 = 57\text{-}65$  wt. %). Las lavas del Tumbatu muestran una afinidad adakítica variable. Este edificio sufrió también un deslizamiento mayor asociado a una explosión dirigida de un criptodomo dacítico. El Cerro Tumbatu representa una parte de lo que queda del edificio original. La avalancha de escombros asociada a este evento llegó hasta el valle del Chota y dejó un depósito constituido por torevas en la zona proximal, las cuales habían sido consideradas como domos *in situ* en el modelo anterior (Beate, 1990).

## El complejo terminal del Hugá

El tercer y último edificio dentro del desarrollo del Chachimbiro es el Hugá y corresponde a la extrusión de varios domos dacíticos ( $\text{SiO}_2 = 63\text{-}64 \text{ wt. } \%$ ) que forman el Cerro Hugá. Durante este periodo de actividad el volcán emitió también algunas tefras andesíticas ( $\text{SiO}_2 = 60 \text{ wt. } \%$ ). Luego de un periodo de reposo, marcado por una erosión importante del edificio y por depósitos de removilización en las laderas este volcán emitió otra secuencia de tefras dacíticas asociadas probablemente a la extrusión del domo que constituye su cumbre actual (Loma Albuji). Todavía no hay dataciones de este edificio, pero es posible que la extrusión del domo de la Loma Albuji sea reciente relacionada con tefra holocénicas.

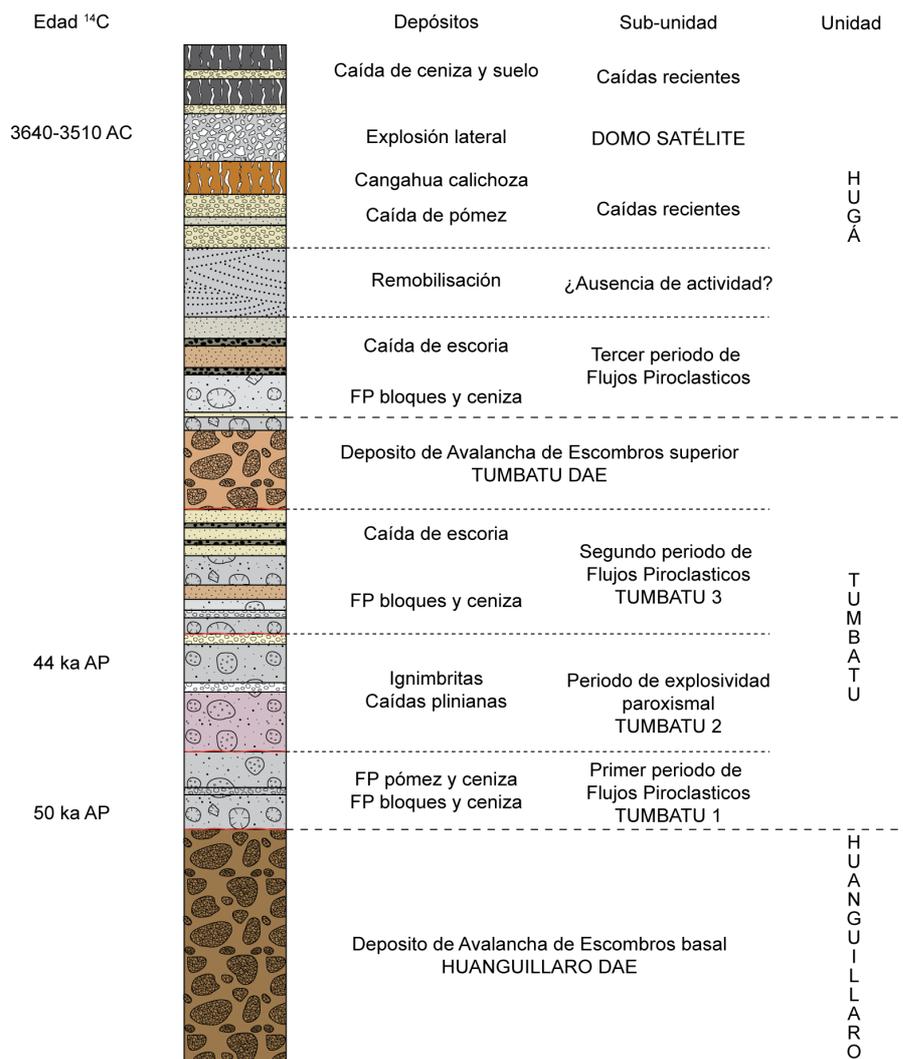


Figura 2: Columna estratigráfica esquemática de los productos del Chachimbiro. AP: años antes del presente; AC: años antes de Cristo; datación radiométrica  $^{14}\text{C}$  calibrada con los datos atmosféricos de Reimer et al. (2004).

## La explosión dirigida de 3640-3510 años AC

En la parroquia de Urcuquí se encuentra un depósito piroclástico con un espesor que varía de pocos decímetros a más de 6 metros y cubre más de  $50 \text{ km}^2$ . Las características de este depósito, como la granulometría o las estructuras sedimentarias, indican que fue el producto de una potente explosión dirigida. Se realizaron tres dataciones  $^{14}\text{C}$  en carbones procedentes del depósito, las cuales han revelado una edad calibrada muy precisa de 3640 – 3510 años AC. Se encontró restos arqueológicos (acequia) debajo del depósito de esta

erupción indicando la presencia de asentamientos humanos en la zona al momento del evento. Un estudio detallado de este depósito (espesor, tamaño de los clastos, estratificación) indica que esta erupción no proviene del Hugá sino de un domo satélite en la región del cerro La Viuda. Esta hipótesis está confirmada por el estudio geoquímico que indica que los productos de dicha erupción son particulares ya que tienen la composición química más ácida (riodacita) y la afinidad adakítica ( $Y < 0.8$  ppm,  $Yb < 0.5$  ppm) más marcada de todo el volcán. El depósito de tefra asociado con esta erupción y su distribución indica que la dirección de viento dominante era de oriente a occidente al momento de la misma.

## Conclusiones

En nuestro nuevo esquema, el Chachimbiro ha tenido tres grandes episodios de construcción y dos episodios de destrucción. Es importante notar que en este modelo el viento principal no se ha movido con el tiempo, al contrario de lo que sugieren los estudios anteriores, y corresponde geográficamente a la cumbre actual del volcán. Con el tiempo, las lavas emitidas por el volcán muestran una evolución de un magma calco-alkalino a adakítico, aunque esa evolución no es lineal.

En los últimos 50 ka, el Chachimbiro ha tenido una actividad importante (aproximadamente 25 erupciones con depósitos significativos a nivel local y 3 a nivel regional) y dada la fecha de la última gran erupción (3640-3510 años AC) es fundamental considerar este volcán como potencialmente activo. El Chachimbiro tiene un comportamiento similar a los otros volcanes del Frente Volcánico con erupciones muy explosivas y una recurrencia del orden de varios cientos a miles de años como el Atacazo, el Pichincha y el Pululahua. También la presencia de domos satélites es típica de los volcanes del Frente Volcánico (p.e. Iliniza, Cotacachi, Atacazo) y un escenario de erupción de este tipo de volcanes debe estar incluido en la estimación del peligro volcánico regional.

## Referencias

- Andrade, D., 2009. The influence of active tectonics on the structural development and flank collapse of Ecuadorian arc volcanoes. PhD Thesis, Université Blaise Pascal, France, p. 239.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F., Navarro, J.M. and Santacroce, R., 1988. Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. *Geological Magazine*, 125: pp. 1-14.
- Beate, B., 1990. El complejo volcánico de Chachimbiro, primeros datos e implicaciones geotérmicas. Primeras Jornadas en Ciencias de la Tierra, EPN, Quito, 22-24 de Noviembre, pp. 20-21
- Beate, B., 2001. Tefracronología Holocénica en el complejo Volcánico de Chachimbiro, prov. de Imbabura. , Cuartas Jornadas en Ciencias de la Tierra, EPN, Quito, 3-6 de Abril, p. 46
- Beate, B., 2003. La Avalancha de Escombros del Volcán Huanguillaro, Complejo Volcánico de Chachimbiro, Provincia de Imbabura. Quintas Jornadas en Ciencias de la Tierra. EPN, Quito, 8 – 11 Abril, p.8
- Boland, M.P., Pilatasig, L., Ibadango, E., McCourt, W.J. Aspen, J., Hughes, R. & Beate, B., 2000. Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0°00' and 1°00'N. Report # X, CODIGEM – British Geological Survey. Quito. 70p. plus Geological Map 1:200 000.
- Hall, M.L., Samaniego, P., Le Pennec, J.L. and Johnson, J.B., 2008. Ecuadorian Andes volcanism: A review of Late Pliocene to present activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176: pp. 1-6.
- Reimer, P., Baillie, M., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J., Bertrand, C., Blackwell, P., Buck, C., Burr, G., Cutler, K., Damon, P., Edwards, R., Fairbanks, R., Friedrich, M., Guilderson, T., Hughen, K., Kromer, B., McCormac, F., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, R., Remmele, R., Southon, J., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C., 2004. *IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP*. *Radiocarbon*, 46: pp. 1029-1058.
- Vallejo, C., Spikings, R.A., Luzieux, L., Winkler, W., Chew, D. & Page, L., 2006. The early interaction between the Caribbean Plateau and the NW South American Plate. *Terra Nova* 18, 264 – 269.
- Vallejo, C., Winkler, W., Spikings, R.A., Luzieux, L., Heller, F. & Bussy, F., 2009. Mode and timing of terrane accretion in the fore-arc of the Andes of Ecuador. In: Kay, S.M., Ramos, V.A., Dickinson, W.R. (eds.), *Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane collision*. Geological Society of America Memoir 204.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**  
**INSTITUTO GEOFÍSICO**



**7** mas **Jornadas**  
en **Ciencias**  
**de la Tierra**  
y I **Encuentro**  
**sobre Riesgos y**  
**Desastres**

**23 - 25 de Noviembre de 2011, Quito**



**PETROAMAZONAS EP**



**INIGEMM**

Instituto Nacional de Investigación  
Geológica Minero Metalúrgica  
República del Ecuador



**OCP ECUADOR S.A.**



**EP PETROECUADOR**

Memorias de las 7 mas Jornadas en Ciencias de la Tierra  
Editado por: Dr. Daniel Andrade Varela  
Publicado por: Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador  
Diagramación: Equator Meetings S.A., [www.equatormeetings.com](http://www.equatormeetings.com)  
Año: 2011  
ISBN: 978- 9978-383-17-9