

El vulcanismo en guinea ecuatorial y los peligros naturales asociados. Vulcanism in equatorial guinea and associated natural hazards.

Molerio León L.F. Inversiones GAMMA, S.A., PO Box 6219, CP 10600, Habana 6, Ciudad de La Habana, Cuba; E-mail: especialistaprincipal@gmail.com

RESUMEN

Se resumen en este artículo las principales amenazas geológicas asociadas al vulcanismo activo de la Línea Volcánica de Camerún en la que se inserta la región insular de la República de Guinea Ecuatorial (islas de Bioko, Annobón (Pagalú), Corisco, Elobey Grande y Elobey Chico) y se pasa revista a la actividad tectónica reciente de esta importante estructura geológica. Se mencionan algunas de las medidas estructurales y no estructurales a considerar para la reducción de la vulnerabilidad volcánica del territorio.

PALABRAS CLAVE

Línea volcánica de Camerún, Guinea Ecuatorial, vulcanismo, Lago Nyos

ABSTRACT

This paper resumes the main geological hazards associated to the active volcanism of the Cameroon Volcanic Line to which belongs the insular region of Equatorial Guines (the islands of Bioko, Annobón (Pagalú), Corisco, Elobey Grande and Elobey Chico) and the recent tectonic activity of that important geological structure is reviewed. Some of the structural and non-structural measures that should be accounted for the reduction of the volcanic vulnerability of the territory are mentioned.

KEY WORDS

Cameroon Volcanic Line, Equatorial Guinea, volcanism, Lake Nyos

INTRODUCCIÓN

En un artículo anterior señalamos que el aspecto más trascendental de la evaluación del peligro, la vulnerabilidad y los riesgos de Guinea Ecuatorial es que el desarrollo sociocultural y económico de Guinea Ecuatorial no ha considerado el hecho de que el país se encuentra en una zona volcánica activa: la Línea Volcánica de Camerún (Fig. 1) que, en sí misma y con los fenómenos asociados, constituye el mayor peligro natural del país.

A ello se le suman otros, como los derivados del Cambio Climático (cambios en el régimen de lluvias, ascenso del nivel del mar, migraciones inducidas de la fauna insular y continental y eventualmente de la población, desequilibrio de los ecosistemas), o los asociados particularmente con el relieve y la hidrología de las pequeñas islas que integran la geografía insular así como los cambios en el continente. Amenaza permanente a las zonas pesqueras y litorales es el propio desarrollo de la exploración y explotación de petróleo que Guinea Ecuatorial considera parte sustancial y piedra angular de su desarrollo en el Horizonte 2020 y para la cual el país no está preparado suficientemente.

La actividad tectónica reciente puede resumirse del modo siguiente:

1. En 1984, el Lago Monoum, un maar de esta zona de rift, emitió gas tóxico (CNH y CO) provocando la muerte de 37 personas (Fig. 2),
2. A las 9 y 30 de la noche del 21 de Agosto de 1986, hace apenas 25 años, una nube de dióxido de carbono (CO₂) y agua emergió violentamente del Lago Nyos, en el cercano Camerún, a unos 340 km al Noreste de Malabo (Figs 3 y 4). En su descenso hacia los valles circundantes la nube mató a 1700 personas, miles de cabezas de ganado e incontables aves y otros animales. Los habitantes locales atribuyeron la catástrofe a la ira

del espíritu de una mujer que habita los lagos y los ríos según el folclore local. Se carece aún de una explicación clara de esta inesperada irrupción que provocó tan trágico evento excluyendo, obviamente que se trata de una zona tectónicamente activa e inestable desde el punto de vista geológico y que el gas proviene del magma basáltico del fondo del lago que es absorbido por las aguas bien estratificadas y más densas del fondo. Estas aguas atrapan el CO₂ que se lixivía desde el fondo del lago hasta que pierde su estabilidad. No se conocen precursores de esta erupción aunque posiblemente hubo cambios en la coloración y la temperatura de las aguas y tampoco se observaron burbujas en la superficie del lago aunque si se notó un ligero aumento del nivel de las aguas. El mar del Lago Nyos se extiende sobre dos ejes asimétricos que miden aproximadamente 1400 m y 900 m con una profundidad máxima de 220 metros.

3. El Monte Camerún (Fig. 5) a 68 km al Noreste de Malabo, la capital de Guinea Ecuatorial en la isla de Bioko es un volcán activo con una altura de 4090 msnm que ha erupcionado al menos seis veces conocidas durante el siglo XIX: en 1909, 1922, 1954, 1959, 1982, 1999 y 2000. Sobre todo las erupciones de 1922 y 1999 han sido las que mayor daño han causado sobre la agricultura y la infraestructura vial en la zona poco habitada del flanco Suroeste de la montaña.

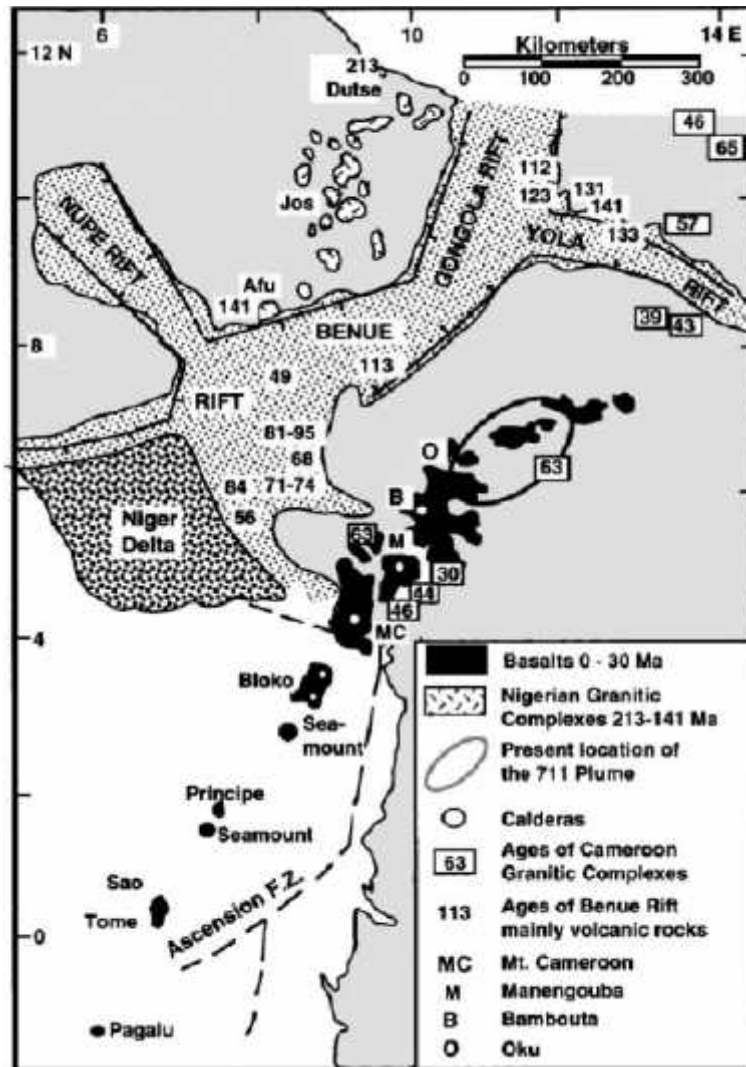


Fig. 1. Esquema simplificado de los elementos geológico – geomorfológicos básicos de la Línea Volcánica de Camerún.

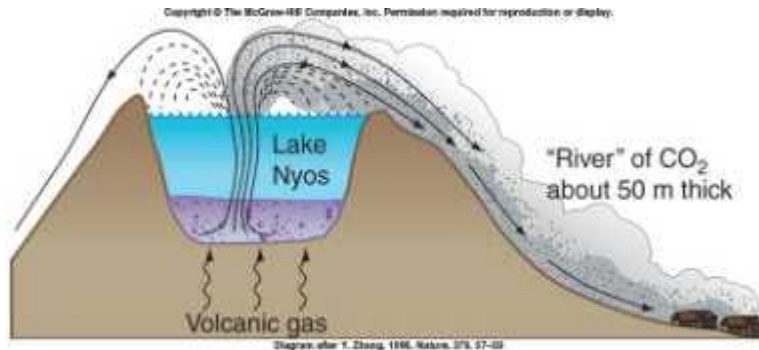


Fig. 2. Esquema de funcionamiento de la lixiviación del CO₂ y de la erupción de gas en el Lago Nyos (tomado de Abbott, 2000)



Fig. 3. El Lago Nyos poco antes de la erupción de 1986 (según McKie, 2009)



Fig. 4. Lago Nyos en el año 2008 (según McKie, 2009).



Fig. 5. Monte Camerún, llamado también *Monte Fako*, nombre del más elevado de sus dos picos, o *Mongo ma Ndem* (Montaña de la Grandiosidad) en una lengua nativa. Es la montaña más alta del oeste y África Central (según Arrastua).

<http://mujeresdepyrenaica.blogspot.com/2012/05/monte-camerun-4095-m-lorena-arrastua.html>

La línea volcánica de Camerún

Ndougsa (2009) ha señalado que la Línea Volcánica de Camerún (LVC) comprende un conjunto de edificios oceánicos alcalinos y volcánicos continentales orientados N30°E que comenzaron su actividad 44 Ma atrás y continúan activos. Asimismo, la LVC incluye aproximadamente 60 plutones anoregénicos con sienitas, granitos, dioritas y gabros que se extienden desde las islas de Pagalu y Malabo hasta el Lago Chad, en el continente.

Recientemente un modelo gravimétrico muestra un levantamiento de rocas densas en el substrato granito-gneísico a una profundidad aproximada de 8 km. Este material denso corre paralelo a la Zona de Cizallamiento de Fouban (ZCF) y se ha interpretado como una intrusión de probable composición basáltica que puede ser asociado con la LVC. El ascenso del bloque debe haber facilitado la reactivación de la ZCF.

De acuerdo con Njonfang et al. (www.AFR-02 Cenozoic volcanism and evolution of the African lithosphere) la Línea de Camerún (Fig. 7) forma una de las mayores estructuras del continente africano y de la Placa Africana. Al incluir rasgos de corteza continental y oceánica adquiere un atributo único que desborda los límites de África. Se han esbozado diferentes hipótesis sobre su origen tectono-magmático (Déruelle et al., 1991), pero siguen en discusión tres temas fundamentales:

- a) el fallido rifting continental (e.g.: Wilson y Guiraud, 1992);
- b) el rejuvenecimiento de las fallas pre Cámbricas (Moreau et al., 1994);
- c) la "línea caliente" o la zona lineal con anomalía térmica en el manto (Meyers et al., 1998).

La información petrológica, geoquímica y estructural disponible hasta este momento, es consistente con los siguientes hechos:

- a) El origen de manto de las rocas máficas, como se evidencia de su riqueza en xenolitos ultramáficos isotópicamente marcados en el ratios Sri de valores del manto (0.7030-0.7045); la derivación de rocas félsicas desde rocas máficas mediante cristalización fraccionada con cierta contaminación de la corteza durante el ascenso;
- b) La ausencia de discriminación geoquímica entre los sectores oceánicos y continentales, aunque las rocas están mayormente insaturadas en el sector oceánico y saturadas a sobresaturadas
- c) La existencia de volcanes con afinidades transicionales en el sector continental como ocurre en el Monte Bangou (Fosso et al., 2005) que contrasta con la naturaleza alcalina inicialmente propuesta por Déruelle y sus colaboradores en 1991 (Déruelle et al., 1991);
- d) La antigüedad de los complejos plutónicos (67-30 Ma) respecto a los macizos volcánicos, pero destacando el hecho de que la actividad volcánica se extiende hasta el presente pero comenzó 45 Ma atrás y no hace 30 Ma como se ha sugerido (Burke, 2001) a partir de la distribución de los volcanes cubiertos a lo largo de la Línea Volcánica de Camerún
- e) La ausencia de cualquier migración edad asociada a la tendencia lineal SW-NE. El punto llamativo es la juventud del vulcanismo SW en el sector oceánico de la isla del Príncipe (31 Ma) a la de Annobón (5 Ma) como han señalado Lee et al., (1994). Esta falta de una migración constante en tiempo y espacio así como la tendencia SW-NE también se han observado en las provincias magmáticas de Nigeria y la Depresión de Benue que comparten más características geoquímicas similares, lo que sugiere origen parecido para las tres provincias magmáticas. Ngako et al., (2006) ha explicado recientemente tan particular distribución de magmatismo alcalino en términos de interacción compleja entre un hotspot y las fallas del Precámbrico.

Peligros naturales asociados al vulcanismo

Hay aproximadamente 550 históricamente activos en el planeta.

- En los últimos 500 años 200 000 personas han fallecido como resultado de erupciones volcánicas.
- En la actualidad más de 500 millones de personas viven en zonas de influencia de amenazas volcánicas.
- Ejemplos como (Pinatubo, Montserat, Galunggung) muestran que un adecuado conocimiento de la amenaza volcánica, información apropiada y preparación adecuada de las comunidades y autoridades permite dar solución oportuna en situaciones de crisis originadas por una erupción volcánica.

Los patrones globales de vulcanismo están relacionadas con los límites de las placas tectónicas (regiones sísmicamente activas); por tal motivo, el tipo de actividad volcánica depende principalmente del tipo de límite de placa y cada tipo de erupción se caracteriza por una combinación específica de amenazas volcánicas.

Los **peligros o amenazas asociados al vulcanismo** en sentido estricto son los siguientes:

- Lluvias piroclásticas, caída de bombas volcánicas y cenizas: los fragmentos más pequeños pueden ser arrastrados por las corrientes de aire de las capas superiores y luego caer en forma de lluvia. Pueden ocasionar falta de visibilidad, dificultar el funcionamiento de muchos motores o sepultar los cultivos, por ejemplo. Además, las cenizas pueden llegar hasta la estratosfera y producir cambios climáticos. La erupción del Tambora en Indonesia en 1815 provocó que en 1816 no hubiera prácticamente verano. Ese mismo año comenzó en Asia una epidemia mundial de cólera que duró hasta 1833.
- Acumulación de gases tóxicos, sobre todo en las zonas bajas.
- Flujos de lodo o lahares. Son avalanchas de barro asociadas al vulcanismo. El alto calor atmosférico y el vapor de agua que se genera durante una erupción favorecen la formación de tormentas, deshielos, etc. El agua remueve los materiales volcánicos y ocasiona las avalanchas de lodos que pueden viajar a velocidades de centenares de km/hora (sobre todo si los lodos se canalizan por cauces preexistentes). La inclinación del terreno condiciona la mayor o menor violencia y peligrosidad de estos fenómenos. Los volcanes más propensos son los mixtos, que pueden alcanzar grandes alturas, con vertientes muy inclinadas y neveros en la parte superior. Un ejemplo catastrófico: el lahar de barro que ocasionó la erupción del Nevado del Ruiz en Colombia.
- Erupciones submarinas: tienen lugar bajo el agua del mar y su efecto depende de la profundidad a la que se encuentren, puesto que cuando la columna de agua por encima de la zona de emisión de lavas es pequeña, los materiales se emiten por medio de explosiones (debido al aumento de volumen que supone la vaporización del agua), mientras que cuando la cantidad de agua por encima del volcán es grandes, las presiones hacen que no se produzcan explosiones, ni vapor de agua.
- Formación de tsunamis. Aunque las causas más frecuentes son los terremotos submarinos, las erupciones volcánicas pueden también causar estas grandes olas.
- Erupciones freáticas. Como consecuencia del aumento de la temperatura que conlleva la proximidad de un magma se produce la evaporación de acuíferos o bolsas de agua subterráneos. La presión de vapor que se genera provoca una explosión que destruye la cobertera y expulsa los fragmentos con gran violencia.
- Consecuencia de estas explosiones se generan los *hoyos de explosión* o *maares*. Es frecuente en las zonas costeras.

CONCLUSIONES

En general el grado de peligrosidad volcánica o riesgo volcánico para cada lugar de una geografía determinada y dependerá de diversos factores como:

- Cercanía o distancia del volcán,
- Existencia de barreras naturales que impidan, detengan u obstaculicen el paso de los diversos elementos provenientes de la erupción volcánica,
- Caracterización o tipología del volcán,
- Estadio o situación eruptiva del volcán (estado o etapa volcánica, como tipo de lava, índice de explosividad, temperaturas de los elementos volcánicos, altura de la columna de piroclastos y/o cenizas, tipos de ruidos, tipo de temblores y sismos conexos, presencia de cursos de agua, rajaduras y fallas en el terreno, derrumbes de materiales del cono volcánico, etc).

En el caso de Guinea Ecuatorial insular, su posición en una zona de actividad volcánica actual constituye la mayor amenaza geológica que enfrenta el país. Si bien la existencia de una barrera natural como el brazo de mar del Golfo de Guinea impide el flujo de lava, de lodos y lahares no es una limitante para las lluvias piroclásticas y de bombas volcánicas, así como tampoco se descartan erupciones submarinas ni fenómenos asociados como sismicidad asociada y reactivación de lahares, del vulcanismo local de la isla de Bioko, por ejemplo y de los fenómenos asociados como deslizamientos, desprendimientos, desbordamiento de mareas y otros semejantes.

La mapificación de las amenazas geológicas de Guinea Ecuatorial es aún una asignatura pendiente. Derivar de ella las medidas estructurales y no estructurales como el diseño, construcción y operación de un sistema de monitoreo geológico, el reajuste de las medidas y normativas constructivas, la protección ingeniera de las calderas y mareas son algunas de las acciones de mejoramiento y reducción de la vulnerabilidad social y económica del país.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott, P.L. (2000): **Natural Disasters**. McGraw Hill., New York, 322:

Burke, K., 2001. **Origin of the Cameroon Line of volcano-capped swells**. J. Geol. 109, 349-362.

Deruelle, B.; Moreau, C.; Nkoumbou, C.; Kambou, R.; Lissom, J.; Njonfang, E.; Ghogumu, R. T.; and Nono, A. (1991): **The Cameroon Line: a review**. In Kampunzu, A. B., and Lubala, R. T., eds. **Magmatism in extension structure settings: the Phanerozoic African Plate**. Berlin, Springer.: 275–327.

Fosso, J. et al., (2005): **Les laves du mont Bangou: une première manifestation volcanique éocène à affinité transitionnelle, de la Ligne du Cameroun**. C.R. Géoscience 337, 315-325.

Foulger, G.R. (2007): **The “plate” model for the genesis of melting anomalies**, in Foulger, G.R., and Jurdy, D.M., eds., **Plates, plumes, and planetary processes**. Geological Society of America Special Paper 430, p. 1–28, doi: 10.1130/2007.2430(01).

Lee, D. C., Halliday, A. N., Fitton, J. G. & Poli, G. (1994). **Isotopic variations with distance and time in the volcanic islands of the Cameroon Line—evidence for a mantle plume origin**. Earth and Planetary Science Letters 123(1–4), 119–138.

Meyers, J.B. et al., 1998. **Deep-imaging seismic and gravity results from offshore Cameroon Volcanic Line and speculation of African hot-lines**. Tectonophysics 284, 31-63.

McKie, Helene (2009): **Volcanic Activity- Lake Nyos**. Stage 1 Geology A, 6:

Molerio León, L.F. (2014): **Marco geológico del peligro, la vulnerabilidad y los riesgos naturales en Guinea Ecuatorial**.

Moreau, C., J.-M. Regnault, B. Déruelle, B. Robineau (1987): **A new tectonic model for the Cameroon line, central Africa**. Tectonophysics, v. 141, p. 317–334, doi: 10.1016/0040-1951(87)90206-X.

Ndougsa Mbarga, T. (2009): **Cameroon Geological Setting**. Cameroon Ministry of Mines, Yaoundé, 18:

Ngako, V. et al., 2006. **The North-South Paleozoic to Quaternary trend of alkaline magmatism from Niger-Nigeria to Cameroon: complex interaction between hotspots and Precambrian faults**. J. Afr. Earth Sci. 45, 241-256.

Njonfang, E., A. Nono, P. Kamgang, V. Ngako, F. Tchoua Mbatcam (2007): **The Cameroon Line magmatism (Central Africa): A viewpoint.** [WWW.AFR-02.Cenozoic.volcanism.and.evolution.of.the.African.lithosphere](http://www.AFR-02.Cenozoic.volcanism.and.evolution.of.the.African.lithosphere)

Wilson, M. & R. Guiraud, (1992): **Magmatism in western and central Africa, from Late Jurassic to Recent times.** *Tectonophysics* **213**, 203–225