

Aportes del IRD para la evaluación de las amenazas volcánicas en Perú y Ecuador

Pablo Samaniego¹

¹ Laboratoire Magmas et Volcans, Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD, Clermont-Ferrand, France – pablo.samaniego@ird.fr

Palabras clave: Amenaza volcánica, volcanes, Andes, Perú, Ecuador

Durante las tres últimas décadas, los investigadores del Laboratorio Magmas y Volcanes (LMV, Clermont-Ferrand, Francia) y del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD, Francia) han desarrollado sendos programas de investigación vulcanológica en Ecuador y Perú cuyo fin ha sido entender los procesos volcánicos y evaluar las amenazas volcánicas que afectan a las poblaciones andinas en creciente desarrollo. Esta cooperación se ha realizado diseñada y llevada a cabo de manera conjunta con los organismos geocientíficos encargados del estudio y del monitoreo volcánico en cada país, así para el caso del Ecuador, la contraparte principal ha sido el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN); mientras que en Perú, nuestras contrapartes han sido Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Estos programas de cooperación se han articulado a través de cuatro ejes temáticos:

(1) Un primer tema consiste en reconstruir la cronología eruptiva de los volcanes más activos y peligrosos, para lo cual se debe describir de forma precisa los depósitos volcánicos dejados por las erupciones pasadas. El resultado de este trabajo es la identificación de los dinamismos eruptivos propios de cada volcán y la determinación de la frecuencia y la magnitud de las erupciones pasadas. A más de un trabajo de campo exhaustivo, este tema incluye una muy importante componente analítica, especialmente en lo referente a la realización de dataciones que permitan determinar la edad absoluta de las erupciones pasadas. Una quincena de edificios volcánicos en Ecuador y una decena de volcanes en Perú han sido estudiados en detalle en este contexto.

(2) Un segundo tema consiste en identificar y cuantificar los procesos magmáticos pre-eruptivos que ocurren desde la zona de origen de los magmas en el manto, hasta la zona de acumulación de los mismos en

la corteza continental. En este tema, se intenta también identificar la influencia de la composición química de los magmas en el desarrollo estructural de los edificios volcánicos así como en los dinamismos eruptivos. Este tema se basa en el conocimiento detallado de la cronología eruptiva de los volcanes estudiados, así como del análisis de la composición química, isotópica y mineralógica de las rocas volcánicas, lo que permite identificar patrones de evolución temporal del magmatismo. Adicionalmente, nos interesamos en los estudios petrológicos detallados que permiten constreñir los procesos y las condiciones magmáticas justo antes de las erupciones más importantes que han afectado los Andes.

(3) El tercer tema comprende el monitoreo volcánico y el seguimiento científico de las erupciones en curso, con el fin de describir la fenomenología de las mismas, así como caracterizar física y químicamente los productos eruptivos recientemente emitidos. Este trabajo es particularmente útil para comprender el sistema magmático que alimenta las erupciones en curso. Es así que hemos estudiado las principales erupciones ocurridas durante las últimas décadas en Ecuador (Guagua Pichincha, 1999-2001; Tungurahua, 1999-2016; Reventador, 2002-presente; Cotopaxi, 2015; Sangay, 2019-presente); y en Perú (Ubinas, 2006-2009, 2013-2019; Sabancaya, 1988-1998, 2015-presente).

(4) Finalmente, en base a los resultados de los temas anteriores, se realiza la evaluación de la amenaza volcánica y en particular la elaboración de los mapas de amenaza para los volcanes más peligrosos de Ecuador y Perú, utilizando para ello los más avanzados modelos numéricos capaces de reproducir los principales fenómenos volcánicos. Gracias a esto se han podido generar mapas de amenaza precisos y fiables para 8 volcanes en Ecuador y 6 volcanes en Perú.

Esta cooperación ha sido particularmente enriquecedora para cada una de las partes, permitiendo por un lado mejorar ostensiblemente el conocimiento sobre la evolución vulcanológica de

algunos volcanes de Ecuador y Perú; y por otro apoyar de manera permanente la formación de los jóvenes vulcanólogos de los países andinos, a través la realización de Tesis de Ingeniería, Master y Doctorado.

Análisis del contexto geodinámico e hidrometeorológico del centro poblado Arcata, para determinar el nivel de peligro al que está expuesto

Yhon Soncco¹, Hammer Hojeda¹

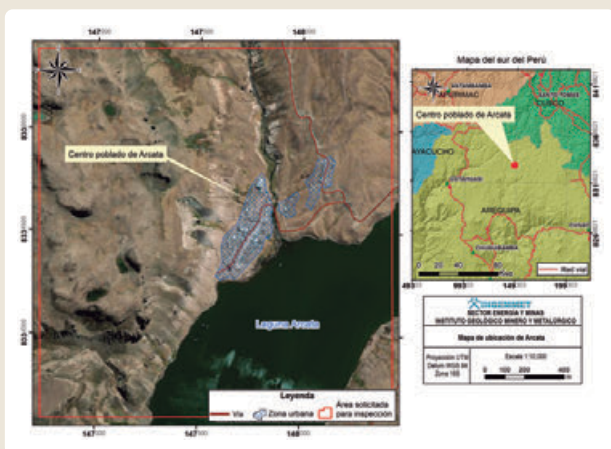
¹ INGEMMET Av. Canadá 1470, San Borja, Lima autonomodgar38@ingemmet.gob.pe; yhon.sc@gmail.com

Palabras clave: Flujo, deslizamiento, meteorización.

Introducción

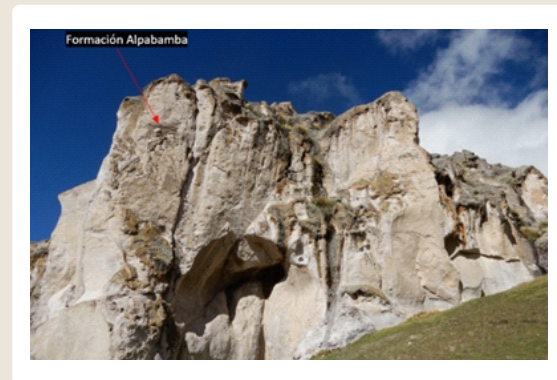
El área evaluada se ubica en inmediaciones del poblado Arcata, del distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento Arequipa (Fig. 1).

caracterizado como un nivel altamente meteorizado y medianamente fracturado. Al tope, se aprecia un nivel de piroclastos completamente meteorizados.



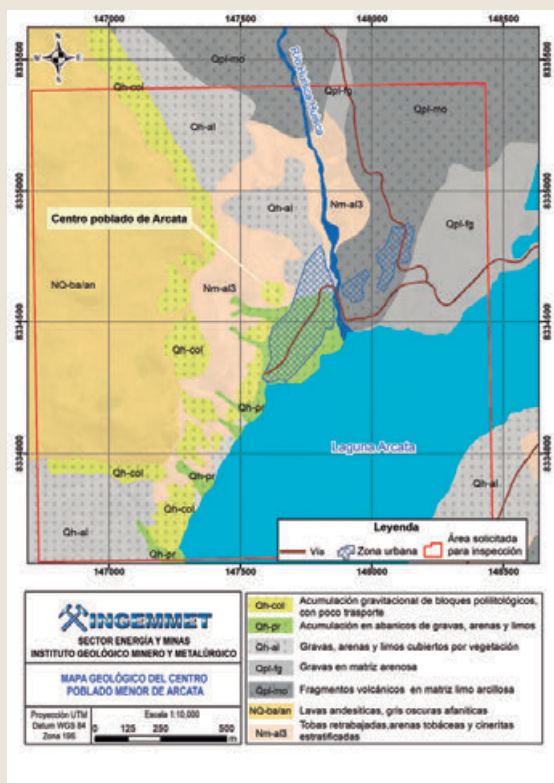
► Fig. 1 Ubicación de Arcata.

Se identificaron rocas de la Formación Alpbamba (Nm-al), conformadas por un nivel inferior de depósitos de corrientes de densidades piroclásticas, con líticos erráticos, se caracterizó como un nivel moderadamente meteorizado y medianamente fracturado (Fig. 2). El nivel intermedio está conformado por una secuencia pseudo estratificada de ceniza volcánica, con facies retrabajadas de corrientes de densidades piroclásticas y lapilli pómez retrabajada,



► Fig. 2 Formación Alpbamba (Nm-al).

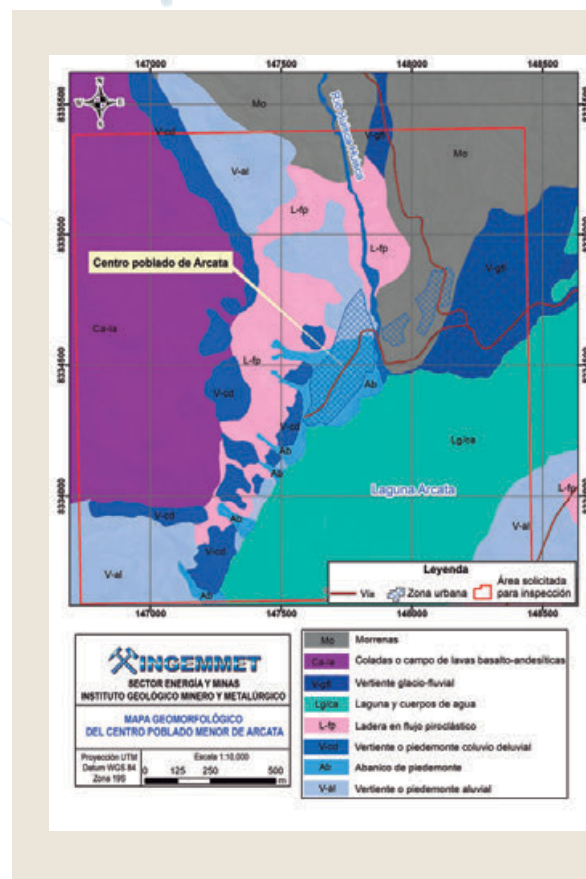
Formación Barroso (NQ-ba/an), se identificaron lavas andesíticas moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas. Además, se reconocieron depósitos morrénicos (Qpl-mo), fluvioglaciares (Qpl-fg) y depósitos aluviales (Qpl-al), conformados por gravas, bloques, arenas y limos, los cuales son de fácil erosión; los depósitos coluviales (Qh-col) están conformados por clastos polilitológicos subangulosos de origen gravitacional, y depósitos proluviales (Qh-pr), constituidos por gravas, arenas y limos, los depósitos cuaternarios se encuentran inconsolidados, (Fig.3).



► Fig.3 Geología de Arcata.

Durante los trabajos de campo se clasificaron las unidades geomorfológicas correspondientes a: vertiente o piedemonte aluvial (V-at), abanico de piedemonte (Ab), vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd), ladera en flujo piroclástico (L-fp), laguna y cuerpo de agua (Lg/ca), vertiente glacio-fluvial (V-gfl), coladas o campo de lavas basalto-andesíticas (Ca-la) y morrenas (Mo). Las subunidades con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa corresponden a vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd) y ladera en flujo piroclástico (L-fp), (Fig.4).

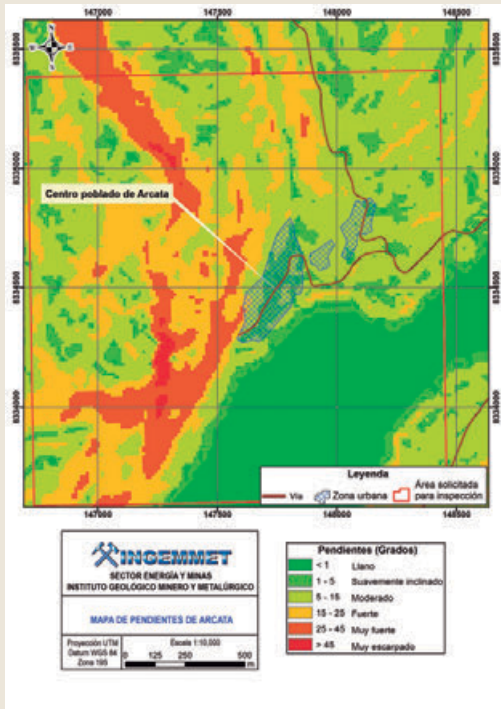
Durante los trabajos de campo se identificaron movimientos en masa de tipo: flujo de tierras no canalizado, derrumbes, caída de rocas, avalancha de detritos y deslizamientos; asimismo, se han observado procesos de erosión de ladera, principalmente cárcavas. El centro poblado Arcata se encuentra asentada sobre depósito de flujo de tierra antiguo de recurrencia excepcional y en sectores susceptible de ser afectada por la inundación fluvial.



► Fig.4 Geomorfología de Arcata.

Los factores condicionantes que originan la ocurrencia de los movimientos en masa son: rocas altamente meteorizadas y medianamente fracturadas de los niveles superiores de la Formación Alpbamba, rocas la Formación Barroso meteorizadas y moderadamente fracturadas. Además, los movimientos en masa antiguos en la zona han generado depósitos inconsolidados, que permite la infiltración y retención del agua, de esta manera los terrenos son fácilmente saturados. La pendiente de los terrenos varía desde llano a inclinado suavemente (1°-5°) las cuales se encuentran al pie de las laderas; en la parte media de la ladera se presenta un cambio de pendiente a muy fuerte (25°-45°) y pendientes (> 45°) acantilados ubicados en la parte alta de Arcata, (Fig.5).

En base a las condiciones geológicas y geodinámicas detalladas anteriormente, el centro poblado menor de Arcata se considera de Peligro "Muy Alto", puede ser afectado por flujo de tierra, en temporada de lluvias intensas (octubre a marzo) e inundación



► Fig. 5 Pendientes de Arcata.

fluvial; Además, en la zona se pueden generar nuevas activaciones de deslizamientos y caída de rocas.

Movimientos en masa

En la parte alta de la zona urbana de Arcata, en el sector Cacca Carcel se evidencian dos depresiones con forma de herradura, que corresponden a cicatrices de rotura de flujos de tierra (Fig. 6).

Las cicatrices Ca y Cb, (figuras 6 y 7) poseen longitudes de 360 m y 180 m. El flujo, descendió en dirección de



► Fig. 6 Formación Alpbamba (Nm-al).

la zona urbana del centro poblado menor de Arcata, es decir en dirección sureste, hasta la laguna Arcata, ubicada en la parte baja.

Se observa claramente el abanico formado por los depósitos de los flujos de tierra, los cuales se originaron desde la parte alta de Arcata; desde los 4590 m s.n.m. el flujo presentó un recorrido aproximado de 530 m, hasta los 4470 m. es decir posee un desnivel de 60 m.



► Fig. 7 Flujo de tierra.

El depósito del flujo de tierra posee un espesor de más de 5 m no presenta gradación, es de tipo matriz soportada; se observan componentes volcánicos de lapilli de pómez retrabajada, bloques erráticos de naturaleza ignimbrítica de hasta 40 cm, de color gris blanquecino; los componentes mencionados se encuentran englobados en una matriz de ceniza retrabajada de color gris oscuro y limos. El depósito se encuentra inconsolidado y muy saturado. (Fig. 8)



► Fig. 8 Depósito de flujo de tierra.

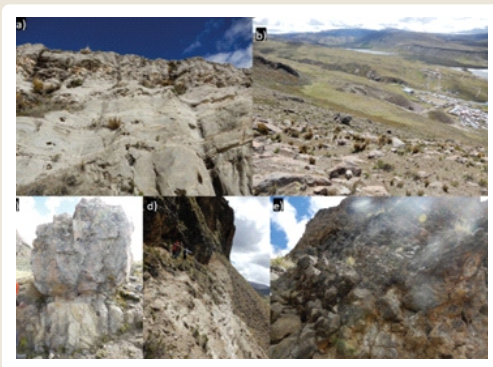
Los derrumbes se presentan a lo largo del río que une las lagunas Huisca Huisca y Arcata. En ambas márgenes, afloran depósitos de corrientes piroclásticas, localmente llamado sillar; los cuales se presentan moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas; la erosión fluvial, socaba las bases de ambas márgenes, dejándolos sin soporte (Fig. 9).



► Fig. 9 Derrumbes en Arcata.

La caída de rocas en Arcata, ocurre en los acantilados ubicados en la parte alta de la zona urbana; donde las pendientes son mayores a 45° (Fig. 10a, 10d y 10e).

También se han encontrado bloques colgados, soportados por la base, los cuales podrían caer, si se les quita el soporte que actualmente tienen (Fig. 10b y 10c).



► Fig. 10 Caída de rocas en Arcata.

A 800 m al suroeste de Arcata, se aprecia una cicatriz, de más de 5 km de longitud. En las observaciones de imágenes satelitales se evidencia una depresión con forma de herradura, que corresponde al deslizamiento Arcata, (Fig. 11). La corona y el salto de escarpe, no se observan nítidamente debido a los procesos de erosión y meteorización que afectó el lugar.



► Fig. 11 Deslizamiento Arcata.

La masa deslizada o removida, generó un dique natural, el cual represó el río de ese tiempo, lo que originó la laguna de Arcata. (Fig. 12).



► Fig. 12 Cuerpo del deslizamiento Arcata y a cicatriz de deslizamiento.

A 2 km al noroeste de Arcata, se aprecia una cicatriz, de 1.5 km de longitud. Según las imágenes satelitales se evidencia una depresión con forma no definida, que corresponde al deslizamiento Huisca Huisca, (Fig. 13). La corona y el salto de escarpe, no se observan nítidamente debido a los procesos de erosión y meteorización que afectó el lugar.



► Fig. 13 Deslizamiento Huisca Huisca.

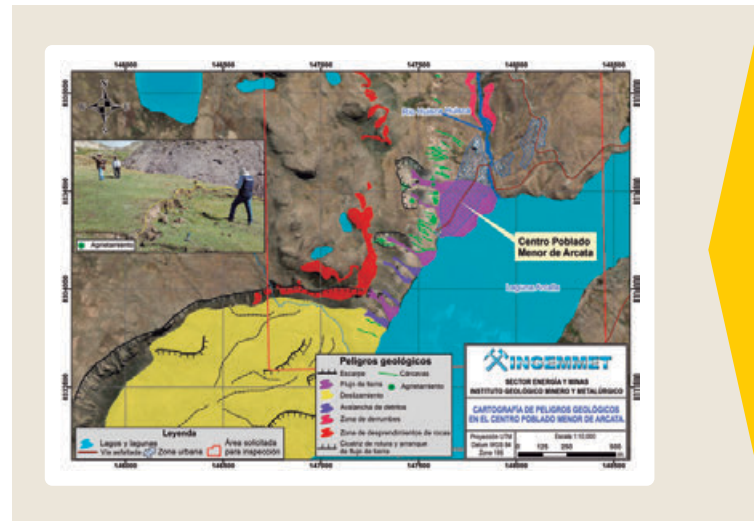
La empresa minera Ares Hochschild Mining, habría construido un dique a base de bloques de roca, para represar las aguas. En el dique se observan bloques fracturados y desprendidos, que están fuera del armazón del dique (Fig. 14).



► Fig. 14 Dique de la represa Huisca Huisca.

Este peligro es latente y recurrente en el centro poblado menor de Arcata, a causa del desborde de las aguas de las represas Arcata y Huisca Huisca, en temporada de lluvias. En base a lo mencionado anteriormente la represa Huisca Huisca ubicado aguas arriba de Arcata, podría colapsar, inundar y destruir todo lo que encuentre a su paso, en este caso viviendas del poblado Arcata.

Los movimientos en masa identificados en el área evaluada comprenden: flujo de tierras, derrumbes, caída de rocas; avalancha de detritos, y deslizamientos, asimismo, se han observado procesos de erosión de ladera, tipo cárcavas, y peligro por inundación, (Fig. 15).



► Fig. 15 Cartografía de procesos de movimientos en masa en Arcata, modificado de Caldas, J. (1993).

Arcata, es considerada zona crítica y de Peligro Muy Alto, el sector puede ser afectados por flujo de tierra, que pueden ocurrir en la temporada de lluvias. Además, en el sector se pueden genera nuevas reactivaciones de los deslizamientos, caída de rocas y peligros por inundación, debido a las represas ubicadas próximos al centro poblado.

Se recomienda reubicar las viviendas del Centro Poblado Menor de Arcata, a un lugar en el que no se observe perturbaciones geológicas e hidrometeorológicas.

REFERENCIAS

- Caldas, J. (1993) - Geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 46, 62 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2056>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos por flujo de tierra e inundación fluvial en el centro poblado menor de Arcata. Distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, región Arequipa. Ingemmet, Informe Técnico N° A7152, 31p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3130>