



XVIII Congreso Peruano de Geología

Las cuencas lacustres Plio Cuaternarias y su registro paleosismológico en la cordillera occidental del sur del Perú

Briant García ¹, Carlos Benavente ¹, Fabrizio Delgado ¹, Enoch Aguirre ¹ y Luis Albinez ¹

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (bgarcia@ingemmet.gob.pe)

1. Introducción

El relieve abrupto de los Andes centrales, contribuyó a la formación de cuencas intramontañosas durante los últimos 5 millones de años, depositándose secuencias sedimentarias detríticas, carbonatadas de origen lacustre, interestratificadas con depósitos volcánicos.

Las secuencias lacustres son muy importantes por registrar entre sus capas la evidencia de procesos geológicos y climáticos, tales como vulcanismo, terremotos, inundaciones, cambios climáticos, etc. Es así que el presente trabajo tiene como objetivo reflejar la importancia que tiene el registro sedimentario de los depósitos lacustres para poder conocer su registro paleosismológico de una zona determinada, además nos permite entender de mejor manera la interacción de los procesos geológicos con el clima.

2. Ubicación

El área de estudio se encuentra en la Cordillera Occidental del sur del Perú, en los departamentos de Arequipa y Moquegua principalmente, entre los valles Cotahuasi y Tambo respectivamente (Figura 1c).

3. Marco Geológico y Geomorfológico

La Cordillera Occidental de los andes del sur del Perú es una importante estructura orogénica de dirección NO-SE que divide el altiplano del piedemonte costero; esta imponente cadena es atravesada o cortada por una serie de ríos que forman valles y cañones en su recorrido hacia el mar, erosionando y depositando sedimentos en otras pequeñas cuencas que encuentra en su camino. La cordillera occidental es producto del levantamiento de los

andes que se inicia en el Cretácico superior, formando a su vez una importante cadena de volcanes que depositaron sus materiales encima del relieve formado por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias que componen las unidades lito estratigráficas del basamento actual. Toda la distribución de estas unidades no hubiera sido posible sin la acción de la tectónica regional, que generaron depresiones, cuencas o zonas de acortamiento y engrosamiento cortical, originando subsidencia y levantamiento en ciertas zonas. Es así que en la zona de estudio se observan importantes estructuras como sistemas de fallas y altos estructurales, importantes hasta la actualidad como el sistema de fallas Incapuquio, Cinchalluta y Abancay-Totos-Paras, que posteriormente fueron importantes en la formación del relieve terrestre.

4. Cuencas lacustres Plio-Cuaternarias

A continuación se describe las cuencas lacustres y/o paleolagos más importantes en el área de estudio:

4.1. Paleolagos Cotahuasi

En el valle del río Cotahuasi, entre los poblados de Mungui y Toro, se observa secuencias lacustres pobremente conservadas, debido a la erosión fluvial, con un espesor aproximado de 50 m.

En esta área se identificaron dos paleolagos: a) Paleolago Mungui y b) Paleolago Toro. La constante actividad volcánica presente en el flanco norte del complejo

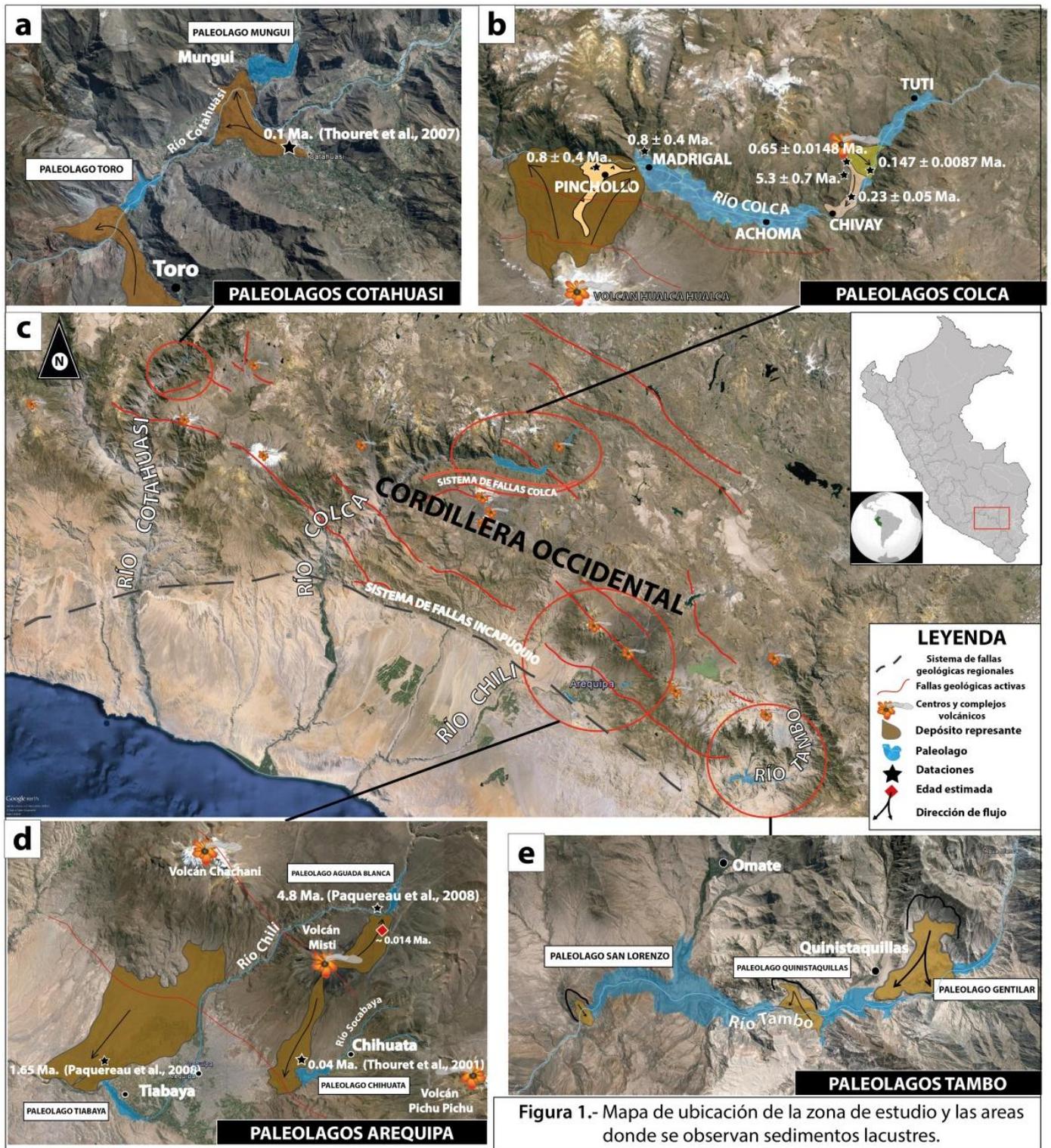


Figura 1.- Mapa de ubicación de la zona de estudio y las áreas donde se observan sedimentos lacustres.

volcánico Solimana, generó el represamiento del río Cotahuasi, en dos tramos y en épocas distintas. En la zona se observa una única datación (Figura 1a), en un flujo piroclástico de edad 0.1 Ma (Thouret et al., 2007) proveniente del complejo volcánico Solimana, ubicado al sur, el cual generó el represamiento del río y la posterior formación del paleolago Mungui.

En el análisis sedimentológico de estos depósitos lacustres también se han identificado estructuras sedimentarias de deformación muy probablemente relacionadas a eventos sísmicos, observándose tres niveles deformados en el paleolago Mungui y un nivel en el paleolago Toro.

4.2. Paleolagos Cotahuasi

El Valle del río Colca, ubicado entre Tuti y Pinchollo, presenta un importante registro de secuencias lacustres definido como Grupo Colca por Palacios & Klinck (1993), con un espesor estimado de 350 metros depositados en el valle del Colca entre el Pleistoceno e inicio del Holoceno (>0.8 a 0.1 Ma). En esta área se han identificado tres paleolagos denominados: a) Paleolago Yanque – Madrigal b) Paleolago La Calera y c) Paleolago Canocota – Tuti (Figura 1b).

El origen de estos paleolagos está directamente relacionado con depósitos volcánicos emplazados en el valle, procedente de centros volcánicos de ambos márgenes del valle del Colca, ocasionando el represamiento del río y formando los paleolagos (Benavente et al., 2016).

En el análisis sedimentológico de estos depósitos lacustres también se han podido identificar una variedad de estructuras sedimentarias de deformación muchas de ellas relacionadas a eventos sísmicos contemporáneos a la sedimentación (sismitas). Luego de analizar los niveles con sismitas en los sedimentos del Grupo Colca, se pudo observar trece niveles claramente correlacionables de sismitas en el paleolago Yanque-Madrigal, tres niveles en el paleolago Canocota-Tuti y un nivel en el paleolago La Calera, niveles deformados que nos indican eventos sísmicos mayores a 7° de magnitud afectando los sedimentos inconsolidados depositados.

4.3. Paleolagos Arequipa

El represamiento de los ríos que bajan del altiplano hacia la costa por eventos volcánicos también pueden observarse en las inmediaciones de la Ciudad de Arequipa, principalmente en las localidades de Aguada Blanca, Chihuata y Tiabaya.

En cuanto al origen de los paleolagos Aguada Blanca, Tiabaya y Chihuata, se considera que flujos piroclásticos represaron los ríos Chili (en los dos primeros casos) y Socabaya en las inmediaciones de Chihuata, estos flujos están datados en 0.014 Ma (Paquereau et al., 2008), 0.04 Ma (Thouret et al., 2001) (Figura 1d).

4.4. Paleolagos Tambo

La parte media del valle del río Tambo, entre las localidades de Omate y Quinistaquillas, se registran capas semi horizontales de depósitos de lacustres (Contreras et al., 2006; Benavente et al., 2012; García et al., este congreso). El análisis de sus secuencias mediante el levantamiento de catorce columnas estratigráficas nos ha permitido reconocer tres paleolagos: A) Paleolago San Lorenzo B) Paleolago Quinistaquillas y C) Paleolago Gentilar (Figura 1e).

Según lo registrado en los tres paleolagos se observan un total de diecisiete niveles de sismitas producidos por movimientos sísmicos que ocurrieron durante la depositación de estas pequeñas cuencas intramontañosas.

5. Implicancias Tectónicas y Volcánicas

En el origen de la formación de los paleolagos se observa muy claramente la influencia de las reactivaciones volcánicas en la mayoría de los casos (paleolagos de Cotahuasi, Colca y Arequipa) sin embargo también existen los paleolagos del valle del río Tambo, los cuales podrían estar represados por grandes masas relacionados con terremotos o ser de origen gravitacional.

Lo que sí es claro, es la importancia de los depósitos lacustres por su registro paleosismológico en sus capas, ya que estos conservan importantes niveles deformados por

sismos en cuencas lacustres intramontañosas con la presencia de fallas geológicas activas en sus alrededores, las cuales dejaron registro de sus reactivaciones.

5.1. Estructuras sedimentarias de deformación y su relación con los sismos

Las estructuras sedimentarias de origen sísmico (sismitas) son originadas por licuefacción, provocadas por un evento sísmico, son estructuras paleosísmicas por excelencia, muy estudiadas actualmente en el mundo y las más utilizadas para la determinación de sismos en el pasado (Rodríguez-Pascua, 1998; Benavente et al., 2016).

El tipo de material más susceptible a la licuefacción son arenas de grano fino a medio, bien seleccionadas. Según las observaciones realizadas en materiales afectados por el terremoto de Charleston en 1886, Amick et al. (1990) señalan que los sedimentos más favorables para la génesis de estructuras de deformación generadas por licuefacción son las formadas en ambientes de playa, barras arenosas y sistemas fluviales. Sin embargo, las cuencas lacustres son consideradas ambientes con mejores condiciones para poder identificar las sismitas, ya que estos ambientes sedimentarios representan un ciclo de sedimentación con energías bajas a moderadas, además están compuestos de capas semi horizontales y con sedimentos licuefactables. Sims (1975) define licuefacciones a pequeña escala en sedimentos lacustres y slumps asociados a estas licuefacciones. Y de acuerdo a la tabla de caracterizaciones de sismitas (Rodríguez-Pascua, 1998), los eventos sísmicos de las secuencias lacustres en la zona de estudio pudieron tener magnitudes >7 (Benavente et al., 2016).

6. Discusión y Conclusiones

En el desarrollo de la cordillera Occidental ocurrió la migración del arco volcánico, durante el Cenozoico (Mamani et al., 2010), esto como producto de la variación del ángulo de subducción de la placa de Nazca. Los procesos magmáticos modelan el relieve, que interactuando con el clima y la tectónica forma grandes planicies, glaciares y cuencas intramontañosas como las cuencas lacustres.

Aunque las edades de las cuencas lacustres no son exactas, estas son consideradas del cuaternario por las dataciones de los flujos o avalanchas que represaron los ríos, la posición estratigráfica o como en el caso del Colca, el análisis de diatomeas holocenas en el distrito de Maca (Villavicencio et al., 1991; Benavente et al., 2016 – in press).

El análisis de cada cuenca lacustre y su registro paleosismológico utilizando la tabla propuesta por Rodríguez-Pascua et al., (2008), nos indica un ambiente tectónico activo registrando sismos que pudieron tener magnitudes mayores a 7 grados, los cuales incluso pudieron provocar grandes movimientos en masa como los que se observan en el valle del río Tambo.

Finalmente, y partiendo de uno de los criterios del reconocimiento de las sismitas, el cual es considerar la fuente sísmica, se debe tomar en cuenta el ámbito en el cual se han desarrollado los paleolagos con registro paleosismológico. Se observa en la figura 01, las fallas

geológicas activas y cuaternarias, que a su vez son parte del mapa neotectónico de la región Arequipa, elaborado por Benavente et al. (2016 – in press); estas importantes estructuras se encuentran muy próximas a las zonas de estudio de este trabajo, pudiendo estar relacionadas con el registro de las sismitas.

Villavicencio, E., La Riva, J. 1991. Diatomitas continentales lacustres del Holoceno, post-grupo Colca, distrito de Maca, Arequipa. Congreso Peruano de Geología, 7, Sociedad Geológica del Perú, p. 417-422.

Referencias

- Amick, D., Gelinas, R., Maurath, G., Cannon, R., Moore, D., et al. 1990. Paleoliquefaction features along the Atlantic seaboard. Technical Report NUREG/CR-5613. Washington, DC: US Nuclear Regulatory Commission, p. 139-146.
- Benavente, C., Delgado, G., García, B., Aguirre, L., Albinez, L., Audin, L. 2016 (in press). Evolución del relieve, neotectónica y peligro sísmico en la región de Arequipa. Boletín Serie F, INGEMMET. p. 315.
- Benavente, C., Delgado, G., Audin, L. 2012. Estratigrafía de las cuencas lacustres Colca y Omate: ejemplos de paleosismicidad y tectónica activa del arco volcánico cuaternario y actual de los Andes centrales del sur del Perú. Congreso Peruano de Geología, 16, Lima, PE, 23-26 setiembre 2012, Resúmenes extendidos. Lima. SGP 2012, 6 p.
- Contreras, P., Jacay, J., Audin, L. 2006. Facies de avalanchas y secuencias lacustres en el curso medio del río Tambo. Resúmenes extendidos Sociedad Geológica del Perú, pp. 529-532.
- García, B., Benavente, C., Delgado, F., Aguirre, E., Albinez, L. 2016. Sedimentología y registro paleosismológico en los depósitos lacustres del Valle del Río Tambo. Este congreso.
- Mamani, M., Navarro, P., Carlotto, V., Acosta, H., Rodríguez, J., Jaimes, F., Santos, A., Rodríguez, R., Chavez, L., Cueva, E., Cereceda, C. 2010. Arcos Magmáticos Meso-Cenozoicos del Perú. Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N° 9 (2010), Cusco p. 563-570.
- Palacios, O., Klinck, B.A. 1993. Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 42, p. 257.
- Paquereau, P., Fornari, M., Roperch, P., Thouret, J.C., Macedo, O. 2008. Paleomagnetism, magnetic fabric, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Pliocene and Quaternary ignimbrites in the Arequipa area, southern Peru. Bull Volcanol (2008) 70, p. 977-997.
- Rodríguez, M.A. 1998. Paleosismicidad y sismotectónica de las cuencas lacustres neógenas del Prebético de Albacete. Tesis para optar el Grado de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, p.360
- Sims, J. D. 1975. Determining earthquake recurrence intervals from deformational structures in Young lacustrine sediments. Tectonophysics, 29 (1-4), p. 141-152.
- Thouret, J. C., Worner, G., Gunnell, Y., Singer, B., Zhang, X., Souriot, P. 2007. Geochronologic and stratigraphic constraints on canyon incision and Miocene uplift of the Central Andes in Perú. Earth and Planetary Science Letters 263, p. 151-166.
- Thouret, J. C., Finizola, A., Legeley, A., Suni, J., Frechen, M. 2001. Geology of El Misti volcano near the city of Arequipa, Perú. GSA Bulletin, v. 113, no. 12, p. 1593-1610.