



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Variabilidad climática a partir de proxies bióticos y mineralógicos del núcleo HC2B (Laguna Huacarpay-Cusco)

Luz Tejada-Medina¹, Fiorella Villanueva², Carlos Benavente¹, Ana Condorhuaman¹ & Briant García¹

¹Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - Av. Canadá 1470, San Borja - Lima, Perú

²Universidad Peruana Cayetano Heredia – Av. Honorio Delgado 430 San Martín de Porres- Lima, Perú
ltejada@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

Se presentan los resultados de la determinación de anomalías climáticas a partir de un núcleo de perforación del fondo de la laguna Huacarpay. Para tal efecto, se utilizaron proxies de diatomeas, polen, esporas y minerales que indican estadios de sequía y ambientes reductores.

Palabras claves: Diatomeas, polen, esporas, cambio climático.

ABSTRACT

We present the climatic anomalies determination results from a drilling core in Huacarpay Lagoon. For this purpose, we use diatoms, pollen, spores and minerals proxies that indicate drought stages and reducing environments.

Key words: Diatoms, pollen, spores, climate change.

LAGUNA HUACARPAY: REGISTRO DE UNA DINÁMICA ERUPTIVA

La laguna Huacarpay se ubica a 30 km al sureste de la ciudad del Cusco, a 3050 msnm en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi. (Figura

1). Su origen, se debe al represamiento del río Huatanay, luego del emplazamiento de coladas lávicas andesíticas del volcán monogenético Rumicolca (Carlotto, 2011) hace 0.7 Ma (Kaneoka & Guevara, 2004). Los sedimentos lacustres de Huacarpay fueron asignados por (Kalafatovich, 1955; Ramírez, 1958, entre otros) al Pleistoceno, siendo además correlacionados con los sedimentos lacustres de la Fm San Sebastián (Gregory, 1916). La evolución del paisaje de Huacarpay está ampliamente controlada por procesos naturales (erosión), variabilidad climática y actividades humanas (Arnaud et al., 2012, Bajard et al., 2016). Cabe señalar, que la laguna de Huacarpay, fue parte del paisaje donde se desarrolló la cultura Wari (~540~900 DC), la cual se evidencia en los restos arqueológicos de Pikillaqta.

DIAGNÓSTICO DEL NÚCLEO DE PERFORACIÓN

El material estudiado corresponde al núcleo HC2B, perforado en el substrato de la laguna Huacarpay (N8492775, E205465), del cuadrángulo del Cusco, hoja 28s1. Para la realización del presente estudio, se han tomado los primeros 95 cm de un núcleo de 210 cm. Dicho tramo está representado por una sucesión sedimentaria de limoarcilitas

que contienen indicadores, en diferentes niveles, de origen vegetal constituidos por taxones de diatomeas, polen y esporas. Asimismo, de origen inorgánico por texturas framboidales compuestas

por oxígeno, hierro, azufre y al mismo tiempo cristales de yeso. Estas evidencias constituyen proxies que aportan datos sobre los cambios ocurridos en el clima y el ambiente.

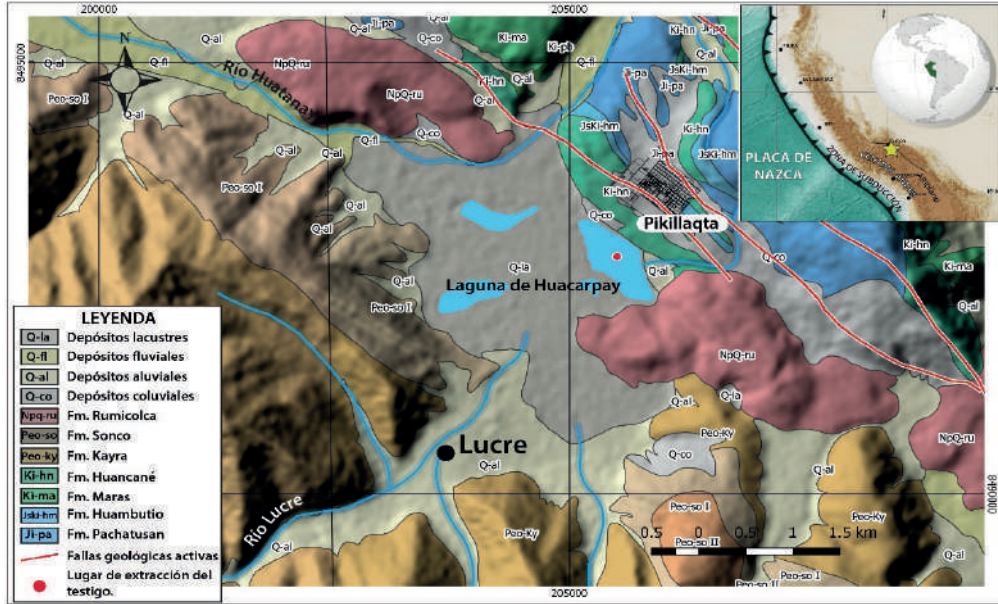


Figura 1. Vista de la laguna “Huacarpay” ubicada al sureste del valle del Cusco, (3,050 msnm).

MATERIALES Y MÉTODOS

El procesamiento de las muestras corresponde a un análisis multi proxy, empleando tratamientos químicos para el estudio diatomológico (Battarbee, 1986), para la extracción de granos de polen y esporas, (Traverse, 1988) y para el proceso acetolítico (Erdtman, 1960). Los especímenes fueron examinados con microscopios de luz transmitida Olympus BX-51 y Leica DM 2500 del Área de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET. Para el análisis de la morfometría de las diatomeas y el análisis composicional se utilizó el microscopio electrónico de barrido (MEB) a una resolución de 6300X aumentos captando las imágenes mediante el detector HDBSD, retrodispersos con tecnología HD (High Definition) de la Dirección de Laboratorios del INGEMMET.

PROXIES BIÓTICOS Y MINERALÓGICOS DEL NÚCLEO

Diatomeas: Los registros de diatomeas se muestran en la gráfica según su presencia o

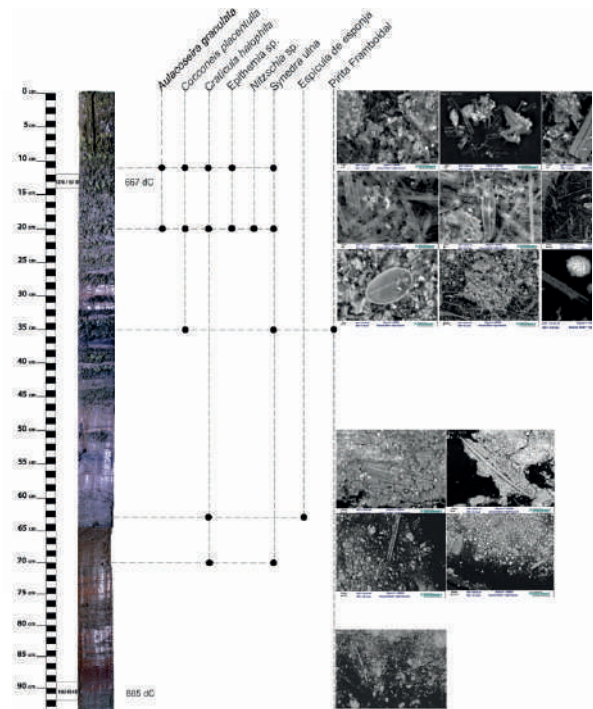


Figura 2.- Distribución vertical de diatomeas vistas al Microscopio electrónico de barrido.

ausencia en la sucesión sedimentaria del núcleo (Figura 2). Se identificaron 6 taxones, agrupados en 6 familias y 6 géneros diferenciados por ser epífitas y planctónicas. Según la figura 2, en los primeros 20 cm, aparece dominando *Aulacoseira granulata*, de medios moderadamente eutróficos y modo de vida planctónico, tiene una alcalinidad menor de 8, preferentemente en cuerpos de agua bien mezclados (Kilham & Kilham 1975, Zalocar & Maidana 1997). *A. granulata*, es una especie fuertemente silisificada con una rápida tasa de sedimentación y una de las más adaptables a condiciones de baja irradiancia de luz (Kilham & Kilham 1975). En los 35 cm, persiste *Synedra ulna* y aparece *Cocconeis placentula*, ambas epífitas. A partir de los 70 cm se tienen especies epífitas (viven sobre vegetación acuática) constituidas por *Craticula halobia* y *Synedra ulna*.

Polen y esporas: Se identificaron 32 taxones, agrupados en 25 familias y 19 géneros diferenciados en polen y esporas (Figura 3). Los taxones de polen registrados como *Alnus acuminata*, especie arbustiva habita lugares

húmedos, matorrales y en suelos drenados. Araceae es una familia cosmopolita que crece en zonas húmedas y templadas con géneros de importancia alimenticia, como *Colocasia* “taro” (Ugent, 2006). Asteraceae se caracteriza por poseer especies cosmopolitas, que pueden ser invasoras de cultivos y crecer en áreas disturbadas. Las Chenopodiaceae-Amaranthaceae pertenecen a un grupo de familias que crecen en los bordes de caminos, laderas y también son invasoras de cultivos (Fernández & Rodríguez, 2007).

Estas poseen géneros como la *Alternanthera* de valor ornamental y *Amaranthus* con *Chenopodium* de interés alimenticio, (Ugent, 2006). Al igual que el polen, se identificaron esporas de helechos, como la familia Polypodiaceae, la cual crece en ambientes húmedos entre las grietas de las rocas o muros; *Cyclopeltis semicordata* de distribución tropical habita terrenos húmedos y evita la exposición solar. *Lycopodium* es un género de climas templados a tropicales. Especies epífitas-terrestres de la familia Pteridaceae se distribuyen en regiones del trópico. (Brako & Zarucchi, 1993).

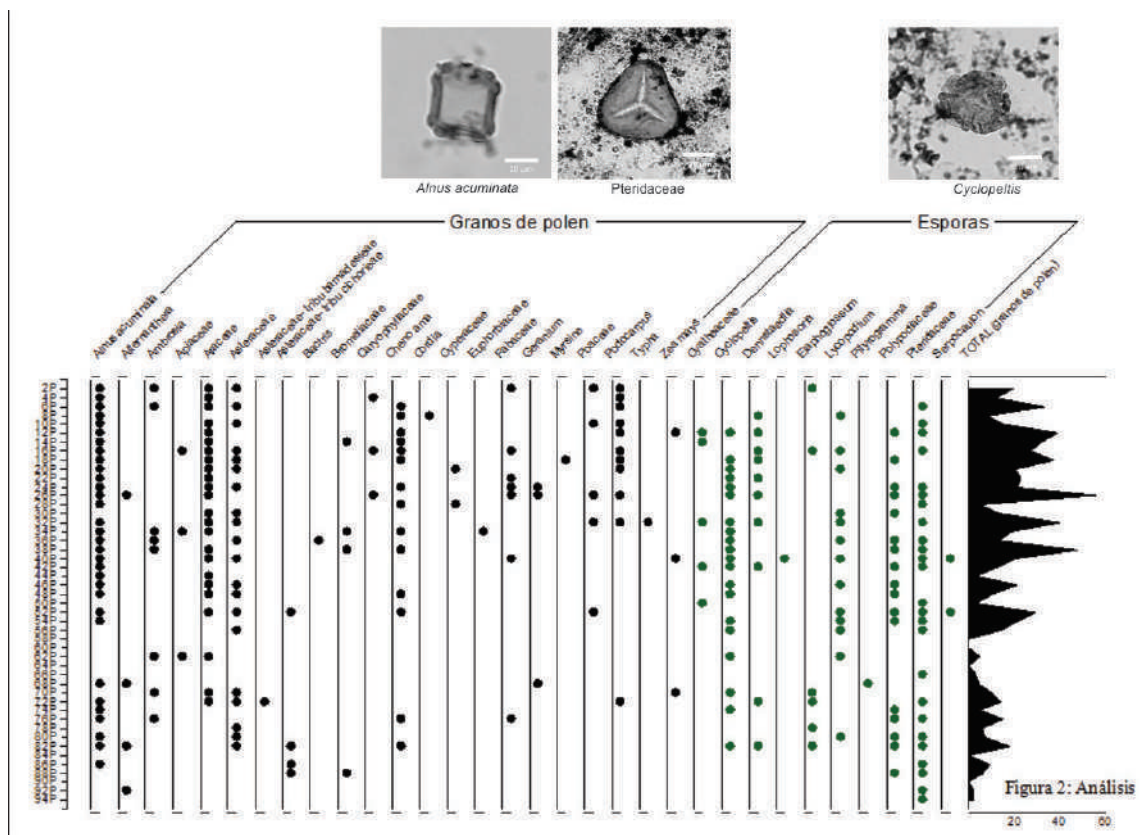


Figura 3.- Distribución vertical de polen y esporas vistas al microscopio óptico. Se observa la disminución gradual de los taxones a partir del nivel 94 cm.

Minerales: Se han encontrado texturas framboidales en los niveles 20, 36, 50, 70, 95 cms. Los resultados mediante EDS indican texturas framboidales compuestas por oxígeno, hierro y azufre, lo que indicaría que el oxígeno se presenta como producto de la oxidación de la pirita, por los remanentes del azufre que están presentes en la muestra. Son comunes los oxihidróxidos de hierro asociadas a oxidación de pirita framboidal, formando recubrimientos externos de las estructuras esféricas de pirita (Merinero et al. 2010). Los framboides de sulfuros son comunes en sedimentos anóxicos, es decir corresponden a un ambiente reductor, donde si la cantidad disponible de metales, como el hierro, es suficiente, permite precipitar a los sulfuros. La textura framboidal es la más común en los sulfuros de hierro que precipitan de manera conjunta a los carbonatos autigénicos. Asimismo, en el nivel 70, se ha encontrado la presencia de cristales que contienen oxígeno, calcio y azufre mayoritariamente, lo cual de acuerdo a las formas que presentan corresponden a cristales de yeso.

INTERPRETACIÓN Y ESTIMACIÓN DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Hay variación de las abundancias de microflora a lo largo del núcleo de perforación. Estas variaciones se observan en tres intervalos bien

marcados, en zonas con presencia así como de zonas desprovistas. En el intervalo de 0-35 cm, existe el registro completo de diatomeas y un alto porcentaje de palinomorfos en un rango ascendente del 33 al 100%. La abundancia de diatomeas dulceacuícolas implica un incremento en la escorrentía y el estado trófico con sílice disuelta en los cuerpos de agua. Los palinomorfos indican lugares drenados. Estas inferencias demuestran la existencia de un clima tropical húmedo.

En el intervalo de los 35-63 cm no hay registro de diatomeas y la abundancia de los palinomorfos desciende de 100% a 8%, lo que revela reducción y pérdida de volumen de agua. Estas condiciones están asociadas a estadios de evaporación, lo que se corrobora con la presencia de cristales de yeso y de pirita framboidal; mientras que la ausencia de diatomeas estaría relacionada a falta de sílice en la laguna. En el intervalo de los 63-95 cm, la abundancia de diatomeas se vuelve a incrementar y los palinomorfos se mantienen en un rango promedial de 16-33%, vale decir, se revela otro decremento en las condiciones húmedas. En este escenario, en la longitud del núcleo, se interpreta una variabilidad climática con predominio de condiciones húmedas hacia el tope, expresada en el incremento de helechos.

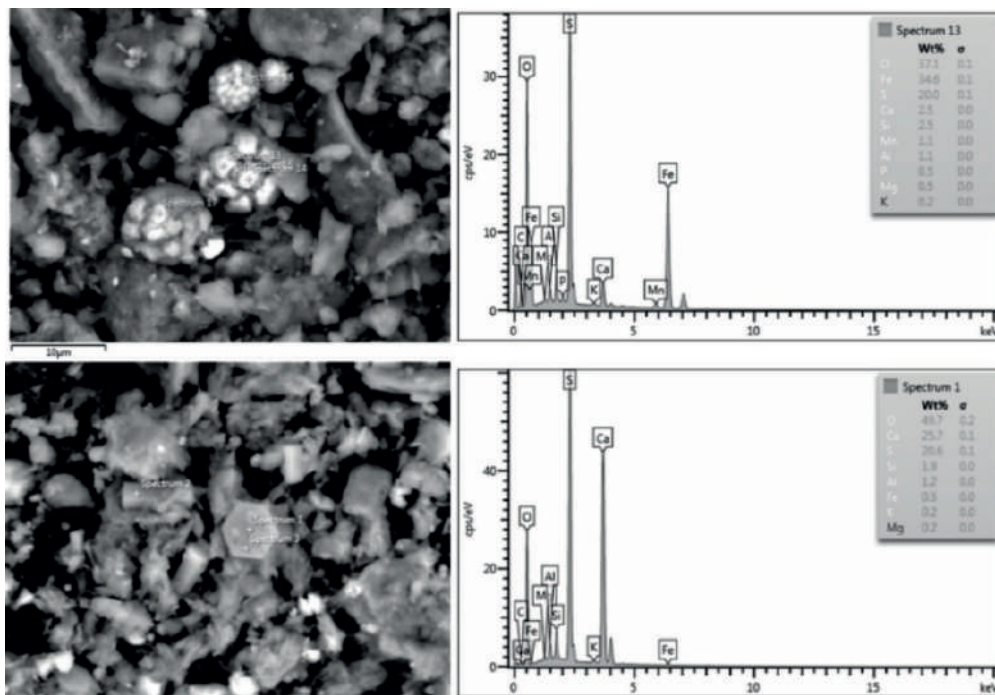


Figura 4.- Vista de los análisis elementales de los niveles núcleo al Microscopio electrónico de barrido: (A) Pirita framboidal (B) Cristales de Yeso.

Una anomalía estaría representada por la ausencia de diatomeas, correlacionada con la ocupación de la cultura Wari, la que pudo haber provocado cambios en los cuerpos de agua, volviéndolos más turbios, debido a la deforestación de *Alnus acuminata* y *Podocarpus*, propiciando el crecimiento de otros taxones entre hierbas y arbustos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnaud, F. Révillon, S. Debret, M. Revel, M. Chapron, E. Jacob, J. Giguët-Covex, C. Poulénar, J. Magny, M. (2012).- 'Lake Bourget regional erosion patterns reconstruction reveals Holocene NW European Alps soil evolution and paleohydrology', Quaternary Science Reviews. Elsevier Ltd, 51, pp. 81–92.
- Bajard, M. Sabatier, P., David, F., Develle, A.-L., Reys, J.-L., Fanget, B., Malet, E., Arnaud, D., Augustin, L., Crouzet, C., Poulénard, J. Arnaud, F. (2016).- 'Erosion record in Lake La Thuile sediments (Prealps, France): Evidence of montane landscape dynamics throughout the Holocene', Holocene, 26(3), pp. 350–364.
- Battarbee, E. W. (1986).- Diatom Analysis. In: BERGLUND, B. E. (ed.), Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology, pp. 527-570. J. Wiley & Sons Ltd., New York.
- Brako, L & Zarucchi, J. (1993).- Catalogue of the flowering plants and Gymnosperms of Perú. Missouri Botanical Garden. EE.UU. 1286 pp.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., Carlier, G. (2011).- Geología del Cuadrángulo del Cusco. Boletín INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 138, 155 p.
- Erdtman, G. (1960).- The Acetolysis Method—A Revised Description. Svensk Botanisk Tidskrift, 54, 561-564.
- Fernández, A & Rodríguez, E. (2007).- Etnobotánica del Perú Pre-Hispano. Primera edición. Herbarium Truxillense (HUT) - Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 253 pp.
- Gregory, H.E. (1916).- Ageological reconnaissance of the Cuzco valley, Peru. American Journal of Sciences, 41(241): 1-100.
- Kalafatovich, C. (1955).- El fósil de Gliptodonte hallado en el Cusco. Revista Universitaria, Univ. Nac. San Antonio Abad del Cusco, (108): 150-156.
- Kaneoka, I. & Guevara, C. (1984). - K-Ar age determinations of late Tertiary and Quaternary Andean volcanic rocks, southern Peru. Geochemical Journal, 18(5): 233-239.
- Kilham, S. & Kilham, P. (1975).- Melosira granulata (Ehr.) Ralfs: morphology and ecology of a cosmopolitan freshwater diatom. Verhandlungen der Internationale für Vereinnigung Theoretische und Angewandte Limnologie 19: 2716-2721.
- Merinero, R., Lunar R. & Martínez J. (2010).- Carbonatos Metanógenos y Pirita Framboidal Autigénica: Geomarcadores de la Actividad de Organismos Quimiosintéticos en el Golfo de Cádiz. Sociedad española de mineralogía. p. 29-37.
- Traverse, A. (1988).- Paleopalynology. Allen & Unwin Inc. EE.UU. 600 pp.
- Ramírez, J. (1958).- Mamíferos fósiles del Departamento del Cusco. Tesis Doct., Univ. Nac. San Antonio Abad, Cusco, 87 p.
- Ugent, D. (2006).- La Etnobotánica del Perú: Desde la Prehistoria al Presente. Primera edición. CONCYTEC. Perú. 379 pp.
- Zalocar de D., Y. & Maidana, N. (1997).- Taxonomic and ecological studies of the Paraná river diatom flora (Argentina). Bibliotheca Diatomologica 34. J. Cramer, Stugart.