



XVIII Congreso Peruano de Geología

Estudio de la Morfología de Zirrones como herramienta de Modelamiento Tectono-Sedimentario de la Cuenca Arequipa, Sur del Perú

Angel Salas^{1,2}, Inés Trinidad¹, Aldo Alván¹ y Mirian Mamani¹

1 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Dirección de Geología Regional. Av. Canada N° 147, Lima, Perú.

2 Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Geología. Av. Daniel Alcides Carrión - Yanacancha, Pasco, Perú. (darknesx22@gmail.com)

1. Introducción

El zircón es un mineral accesorio (<1%) existente en un amplio rango de rocas, principalmente en rocas ígneas félsicas (cf. Hoskin & Schaltegger, 2003). El zircón ($ZrSiO_4$) es un ortosilicato con ~67 wt% de ZrO_2 y se caracteriza por su alto grado de fusión (~900°C, Reiners et al., 2005) y por sus típicos núcleos xenocrísticos observables en catodoluminiscencia. Estudios recientes en la morfología y composición química del zircón demuestran que éstos pueden registrar múltiples eventos geológicos, es decir, su importancia radica en: su tendencia a incorporar elementos trazas, su alta resistencia a procesos de difusión a alta temperatura (Belousova et al., 2006), y su gran resistencia a los procesos sedimentarios (Morton & Hallsworth, 1999). La evolución de una cámara magmática, es capaz de quedar registrada en la morfología de los zirrones, en la abundancia y distribución de Zr y Hf en los zirrones, siendo estos elementos fuertemente influenciados por ciertos elementos traza (i.e. REE, Th, U, Nb, y Ta), (Belousova et al., 2006). Teniendo en consideración estos antecedentes, la aplicabilidad de los zirrones en la geología no solo se reflejará en edades para datar cuerpos cristalinos o asemejar edades de enfriamiento ($[U-Th]/He$), sino en generar información útil para definir la evolución de una cuenca sedimentaria, desde la formación del cristal hasta el relleno sedimentario. La información obtenida de los zirrones parte desde la definición de la morfología de éstos, su estructura interna (catodoluminiscencia), su edad (U-Pb), y su composición química (e.g. ICP-MS).

La presente contribución demuestra que la información obtenida de los zirrones detríticos que se extraigan de las areniscas del Grupo Yura en Tacna (Fig. 1) será útil para definir y diferenciar eventos geológicos ocurridos en la

Cuenca Arequipa, (cuenca sedimentaria ubicada en el suroeste del Perú, se desarrolló en el Mesozoico bajo un régimen de esfuerzos distensivo). Se representan preliminarmente argumentos para determinar tentativamente una edad a los zirrones extraídos de muestras de areniscas del Grupo Yura. Este estudio se enmarca en el proyecto de investigación GR41A (Convenio 216-2015, FONDECYT-INGEMMET), Dirección de Geología Regional, INGEMMET.

2. Contexto Geológico

Las rocas mesozoicas en Tacna fueron descritas por primera vez por Wilson & García (1962), sugiriendo que estas sobreyacen al Complejo Basal de la Costa de edad Proterozoica. Sobre esta unidad yace en discordancia angular el Grupo Ambo (Carbonífero), con lutitas y conglomerados polimícticos (Acosta et al., 2011). En el sur del Perú las rocas Mesozoicas empezaron a depositarse en la Cuenca Arequipa, desde el inicio del Jurásico o posiblemente antes (Vicente, 1989). El relleno de dicha cuenca se inició con la depositación de rocas volcánicas, volcano-sedimentarias y sedimentarias de la Formación Chocolate (Triásico superior al Jurásico inferior, Benavides, 1962, Monge & Cervantes, 2000). Posteriormente se formaron extensas plataformas carbonatadas en el Jurásico medio, las cuales son descritas como Formación Pelado y Formación Socosani. Sobreyaciendo a estas calizas se halla el Grupo Yura (Jurásico medio - superior), el cual es motivo del presente estudio. El Grupo Yura cuenta con 4 divisiones distinguidas por sus facies sedimentarias (cf. Monge & Cervantes, 2000; Acosta et al., 2011). Por ejemplo, la Formación Puente y/o Cachíos la cual está constituida por limolitas, lutitas negras y areniscas (Monge & Cervantes, 2000; Acosta et al., 2011). Sobreyaciendo a esta formación

se observan areniscas intercaladas con menor proporción de limolitas las cuales fueron descritas como Formación Labra; seguidamente se emplaza una delgada capa de caliza perteneciente a la Formación Gramadal, seguido de

la depositación de potentes capas de areniscas descritas como Formación Hualhuani (Monge & Cervantes, 2000; Acosta et al., 2011).

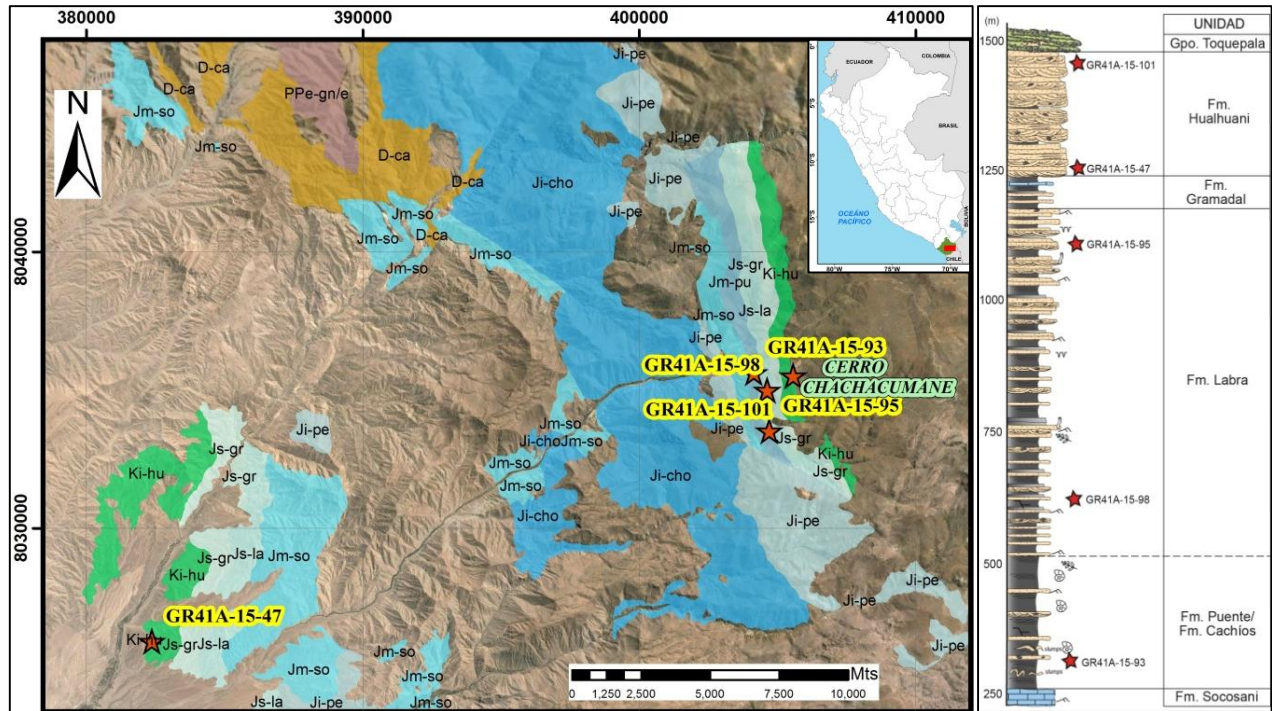


Figura 1. (Izq), Mapa geológico (Monge & Cervantes, 2000) y las muestras colectadas (estrellas rojas). (Der), Columna estratigráfica del cerro Chachacumane, Tacna. Reporte Interno GR41A (INGEMMET, 2015). Abreviaturas: PPe-gn/e=Complejo Basal de la Costa, D-Ca=Grupo Ambo, Ji-cho=Formación Chocolate, Ji-pe=Formación Pelado, Ji-so=Formación Socosani, Jm-pu=Formación Puente/Cachíos, Js-la= Formación Labra, Js-gr=Formación Gramadal, Ki-hu=Formación Hualhuani.

3. Resultados

Como resultado preliminar, los zircons observados en las areniscas de la Formación. Puente y/o Formación Cachíos (muestra GR41A-15-93, n=30, Fig. 2) son predominantemente subredondeados y en menor proporción estos tienen caras prismáticas, mientras que los zircons de la Formación. Labra (muestras GR41A-15-

95, n=242 y GR41A-15-98, n=19, Fig. 3) también se encuentran zircons subredondeados, y en menor cantidad están los cristales de caras piramidales. En un nuevo contraste, los zircons observados en la Formación Hualhuani (muestras GR41A-15-47, n=6; GR41A-15-101, n=134, Fig. 4) son en su gran mayoría redondeados. Se observa una notoria diferenciación en la fuente de aporte para cada unidad litoestratigráfica (ver discusión).

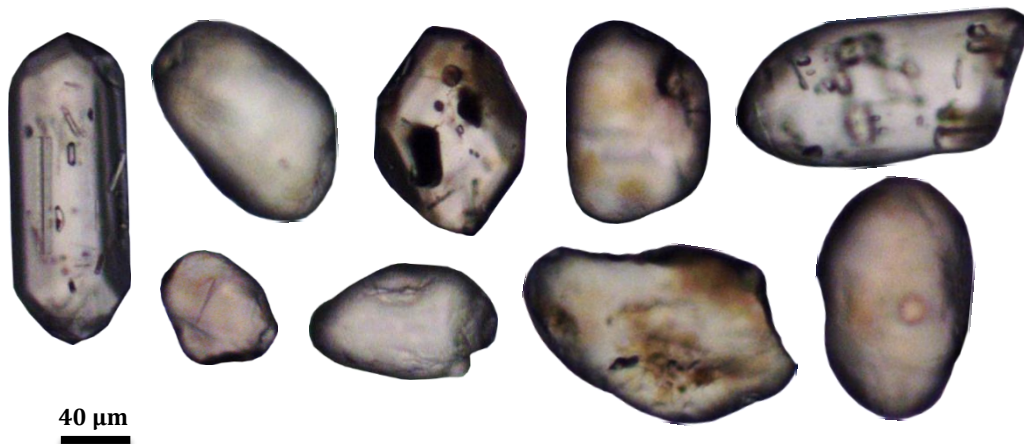


Figura 2. Muestra GR41A-15-93: zircons de la Fm. Puente y/o Fm. Cachíos. Tienden a ser alargados y con bordes curvos, también se presentan cristales prismáticos y pirámides bien definidas pero en cantidades subordinadas.

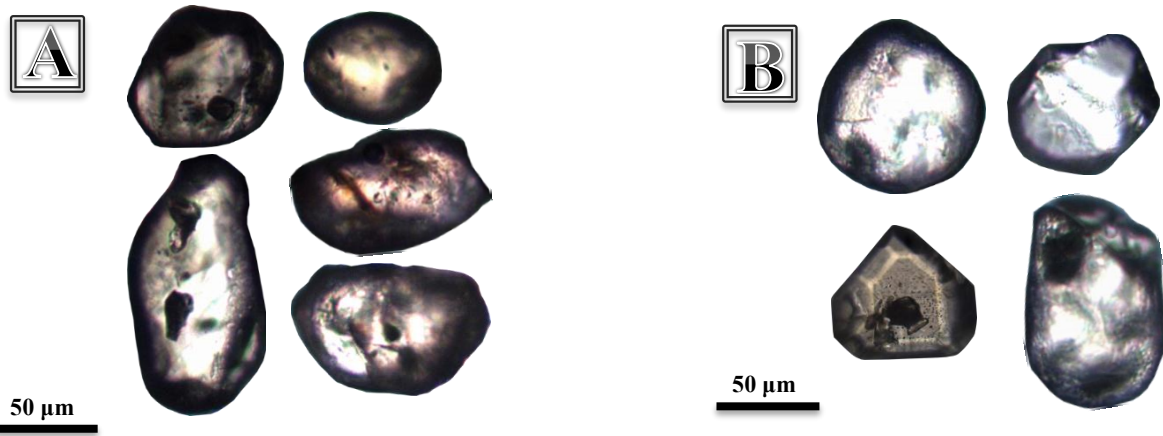


Figura 3. Zirrones de la Fm. Labra. En A: muestra **GR41A-15-98**: los zirrones son redondeados, subredondeados y parcialmente alargados, con bordes curvos. En B: muestra **GR41-15-95**: los zirrones son similares a la muestra GR41A-15-98, sin embargo, se observa mayor presencia de cristales piramidales.

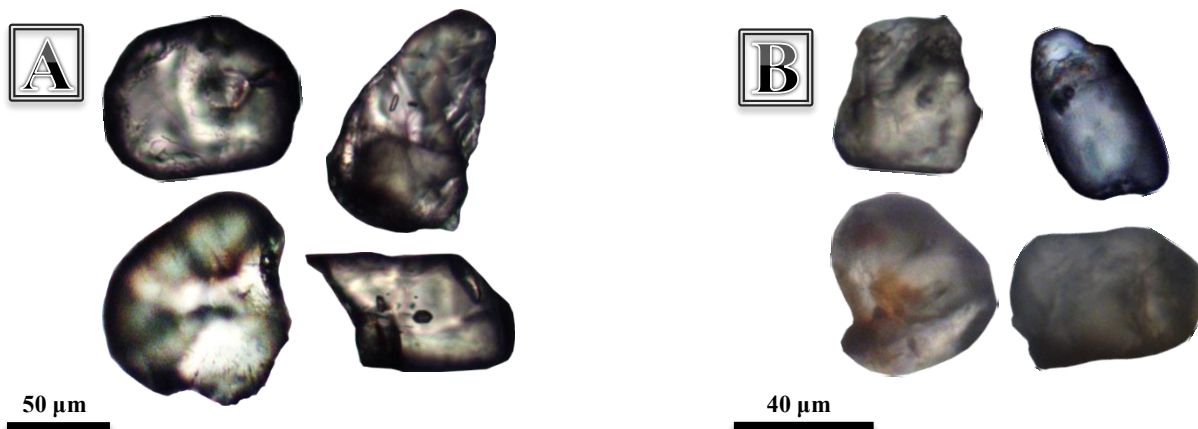


Figura 4. Zirrones de la Fm. Hualhuani. En A: muestra **GR41A-15-101**: zirrones con formas alargadas, redondeadas, y con bordes curvos. En B: muestra **GR41A-15-47**: zirrones de menor tamaño, con predominancia de formas ovoides/redondeadas.

4. Discusión

Preliminarmente, de las morfologías observadas en estos zirrones se puede discriminar 2 grupos de zirrones y posiblemente deducir posteriormente tres distintos orígenes (o rocas fuente). (i) zirrones de bordes curvos y/o redondeados (más abundantes), son generalmente procedentes de rocas metamórficas (cf. Hoskin & Black, 2000), y (ii) zirrones con desarrollo de caras piramidales y prismáticas, los cuales se forman principalmente en rocas ígneas, plutónicas y volcánicas respectivamente (Pupin, 1980). Al momento de integrar estos criterios y aplicarlos a los zirrones del Grupo Yura, podemos afirmar que para todas las unidades siliciclásticas del Grupo Yura, la fuente principal de zirrones fueron rocas metamórficas (aún no diferenciadas, en ausencia de datos geocronológicos), acompañados de aportes menores de cuerpos plutónicos y de rocas volcánicas. Es decir, la Formación Puente y/o Cachíos tuvo aportes de rocas metamórficas según la población de zirrones, y de rocas volcánicas (Formación Chocolate) de acuerdo al espectro de minerales pesados (cf. Trinidad et al., este congreso). En la Formación Labra se observan zirrones que muy posiblemente derivan de rocas intrusivas relacionadas con los ciclos orogénicos: Famatiniano y Pampeano-Brazilero (Paleozoico) típicos de un margen pasivo (e.g.

Baldo et al., 1997) del norte de Chile y de Argentina. Por último, los zirrones de la Formación Hualhuani los cuales son predominantemente redondeados, probablemente provienen solo de rocas metamórficas que siguieron permaneciendo como roca fuente para esta unidad litoestratigráfica, indicando que las otras rocas ya no aportan con sus sedimentos, y probablemente fueron totalmente erosionadas.

5. Conclusión

Sin contar con las edad de los zirrones, podemos inferir que la edad de los zirrones redondeados, los cuales están distribuidos en todas las unidades siliciclásticas del Grupo Yura, posiblemente provengan del Complejo Basal de la Costa, que tiene una edad comprendida entre 1900 y 2000 Ma (Wasteneys et al., 1995; Dalmayrac et al., 1980). Los zirrones de caras prismáticas, encontradas en la Formación Puente y/o Cachíos, podrían tener una edad Triásico superior - Jurásico inferior (175-237 Ma). En contraste los zirrones de caras piramidales, presentes en la Formación Labra, pueden tener edades entre 400 y 700 Ma (Wotzlaw et al., 2011). Finalmente los zirrones redondeados de la Formación Hualhuani, tendrían una edad entre 1900 - 2000 Ma.

Agradecimientos

Se agradece al FONDECYT por el co-financiamiento (Convenio 216-2015) y al INGEMMET (Dirección de Geología Regional) por el acceso a la base de datos.

Referencias

- Acosta, H., Mamani, M., Alván, A., Oviedo, M., Rodríguez, J. 2011. Geología de los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x), escala 1:50 000. INGEMMET, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional No. 139, 100 p.
- Baldo, E., Saavedra, J., Rapela, C., Pankhurst, R., Casquet, C., Galindo, C. 1997. Síntesis geocronológica de la evolución paleozoica inferior del borde sur occidental de Gondwana en las Sierras Pampeanas, Argentina. *Acta Geológica Hispánica*, v. 32, No. 1-2, p. 17-28.
- Belousova, E., Griffin, W., O'Reilly, S. 2006. Zircon Crystal Morphology, Trace Element Signatures and Hf Isotope Composition as a Tool for Petrogenetic Modelling: Examples From Eastern Australian Granitoids. *Journal of Petrology*, v. 47, No. 2, p. 329-353.
- Benavides, V. 1962. Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, II Congreso Nacional de Geología, (Tomo 38), p. 5-63.
- Dalmayrac B., Lancelot J.R., Leyreloup A. 1980. La chaine hercynienne d'Amérique du sud, structure et evolution d'un orogene intracratonique. *Geol. Rundsch*, v. 69, p. 1-21.
- Hoskin, P., Schaltegger, U. 2003. The Composition of Zircon and Igneous and Metamorphic Petrogenesis. En: Hanchar, J., & Hoskin, P., (Eds.). *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, v. 53, p. 27-62.
- Hoskin, P., Black, L. 2000. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon. *Journal Metamor. Geol.* v. 18, p. 423-439.
- Monge, R., Cervantes, J., 2000. Memoria explicativa de la geología del cuadrángulo de Pachía (36v) y Palca (36x). Dirección de Geología Regional del INGEMMET, Lima, Perú, 11 p.
- Morton, A.C. Hallsworth, C.R. 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, v. 124, p. 3-29.
- Pupin J. 1980. Zircon and granite petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.* v. 73, p. 207-220.
- Reiners, W., Ehlers, T.A., Zeitler, P-K. 2005. Past, Present, and Future of Thermochronology. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, v. 58, p. 1-18.
- Pino, A., Sempere, T., Jacay, J., Fornari, M. 2004. Estratigrafía, paleogeografía y paleotectónica del intervalo Paleozoico superior - Cretáceo inferior en el área de Mal Paso - Palca (Tacna). En: Jacay, J., Sempere, T., (Eds.), Nuevas contribuciones del IRD y sus contrapartes al conocimiento geológico del sur del Perú. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial No. 5, p. 15-44.
- Trinidad, I., Alván, A., Sánchez, E., Benites, A. 2016. Procedencia sedimentaria de las rocas siliciclásticas del Grupo Yura en el sur de la cuenca Arequipa (Tacna) basado en análisis de minerales pesados: resultados preliminares. Este Congreso.
- Vicente, J. 1989. Early late Cretaceous overthrusting in the Western Cordillera of Peru. En: G.E. Ericksen, MT. Cañas Pinochet and J.A., Reinemund (Editors), *Geology of the Andes and its Relations to Hydrocarbon and Mineral Resources*. Circum-Pacific. Council for Energy Mineral Resources. Earth Science Series, v.11, p. 91-117.
- Wasteneys, A.H., Clark, A.H., Farrar, E., Langridge, R.J. 1995. Grenvillian granulite-facies metamorphism in the Arequipa massif, Peru: a Laurentia-Gondwana link. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v.132, p. 63-73
- Wilson, J., García, W. 1962. Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín No. 4, 81 p.
- Wotzlaw, J.F., Decou, A., von Eynatten, H., Wörner, G., Frei, D. 2011. Jurassic to Paleogene tectono-magmatic evolution of northern Chile and adjacent Bolivia from detrital zircon U-Pb geochronology and heavy mineral provenance. *Terra Nova*, v. 23, p. 399-406