

# Análisis geoquímico del oro aluvial del Río de Los Ángeles (Cáceres, España)

Vanessa Leonor Escobar Duche (1\*), Santos Barrios Sánchez (1), Kelvin dos Santos Alves (1), Juan Gómez Barreiro (1)

(1) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca, 37008, Salamanca (España)

\* corresponding author: [vanessal.escobard@gmail.com](mailto:vanessal.escobard@gmail.com)

**Palabras Clave:** Oro aluvial, Signatura geoquímica, Seinäjokita **Key Words:** Alluvial gold, Geochemical signature, Seinäjokite

## INTRODUCCIÓN

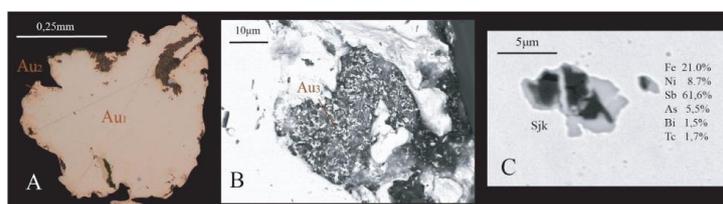
El estudio de la composición geoquímica del oro aluvial del Río de Los Ángeles, situado en la municipalidad de Casar de Palomero (Cáceres) (UTM: 29TPE 735646/4465802), junto con el análisis de sus inclusiones minerales, permite describir características genéticas de su fuente primaria, así como los procesos endógenos y exógenos que intervienen en su formación y posterior modificación.

## METODOLOGÍA

Se lavaron aproximadamente 2 m<sup>3</sup> de sedimentos mediante un sluice box, para obtener un concentrado de minerales densos que contuvieron 215 partículas de oro (0,16 - 2,27 mm). Estas fueron embutidas en probetas y pulidas para estudiar su textura interna en el microscopio metalográfico y, posteriormente, determinar la signatura geoquímica mediante microsonda electrónica (EMPA; CAMECA SX100). Las inclusiones minerales y algunas texturas del oro fueron analizadas en un microscopio electrónico de barrido (SEM-EDS; JEOL 6610LV).

## RESULTADOS

Se identificaron tres tipos de oro (Fig. 1), cuyos análisis geoquímicos demuestran que las partículas están formadas por aleaciones Au:Ag (Tabla 1): Au<sub>1</sub> representa el núcleo de las partículas, ocupa la mayor parte de la partícula y está formado por una aleación Au:Ag, y en el 43% de las partículas se determinó trazas de Cu ( $\leq 0,14$  wt%), Te ( $\leq 0,08$  wt%) y Bi ( $\leq 0,09$  wt%); Au<sub>2</sub> presente en el 85% de las partículas, en forma de bordes finos de oro de extremada pureza rodeando a Au<sub>1</sub> y ocasionalmente definiendo bandas en los contactos entre cristales (puntos triples); y Au<sub>3</sub> aparece en el 5% de las partículas y corresponde a finos granos de oro alotriomorfo ( $< 10\mu\text{m}$ ) también de elevada pureza, que aparecen en agregados formados por oxi-hidróxidos de Fe y filosilicatos.



**Fig 1.** A, B) Partículas de oro en las que se aprecia el Au<sub>1</sub>, Au<sub>2</sub> y Au<sub>3</sub>. C) Seinäjokita (Sjk) incluida en Au<sub>1</sub>. Fotografía A realizada en el microscopio metalográfico (LR). Fotografías B y C realizadas mediante SEM.

Tipo de oro	Au (wt%)	Ag (wt%)	Nº análisis
Au <sub>1</sub> , prom (DS)	86,1 (6,5)	13,9 (6,5)	297
Au <sub>2</sub> , prom (DS)	97,0 (3,0)	3,0 (3,0)	14
Au <sub>3</sub> , prom (DS)	95,1 (4,4)	4,9 (4,4)	8

**Tabla 1.** Composición química de Au<sub>1</sub> y Au<sub>2</sub> (EMPA) y Au<sub>3</sub> (MEB-EDS). Prom: promedio. DS: desviación estándar.

En cuanto a las inclusiones minerales, fueron identificadas en el 23% de las partículas de oro. Las inclusiones metálicas son principalmente sulfuros (galena, pirita, arsenopirita y calcopirita), minerales del grupo de cobaltita

(gersdorffita: NiAsS, ullmannita: NiSbS) y arseniuros del grupo de la löllingita (breithauptita: NiSb, westerveldita: (Fe,Ni,Co)(As,Sb)). Destaca la seinäjokita ((Fe,Ni)(Sb,As)<sub>2</sub>), que es reportada por primera vez en la Península Ibérica. Otras inclusiones corresponden a maldonita (Au<sub>2</sub>Bi), hedleyita (Bi<sub>7</sub>Te<sub>3</sub>), boulangerita (Pb<sub>5</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>11</sub>), galenobismutita (PbBi<sub>2</sub>S<sub>4</sub>), aleksita (PbBi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>S<sub>2</sub>), rutilo, ilmenita y Bi nativo. Dentro de las inclusiones no metálicas se observan principalmente cuarzo, calcita, ankerita y siderita.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La composición química del núcleo de las partículas (Au<sub>1</sub>) del Río de Los Ángeles registra la información de su fuente primaria, mostrando aleaciones Au:Ag con un rango de entre 62,6% y 96,2 wt% de Au, compatible con valores encontrados en depósitos de oro mesotermal/orogénico, generalmente con bajos contenidos de Cu (<1wt%) (Townley et al., 2003; Chapman et al., 2021) (Fig. 2). Por otro lado, Au<sub>2</sub> y Au<sub>3</sub>, son el resultado de procesos supergénicos, similares a los identificados en oro aluvial en todo el mundo. Habrían tenido lugar por procesos de lixiviación de Ag en soluciones ácidas cloruradas en superficie (dos Santos Alves et al., 2020). Para constreñir la tipología del yacimiento primario se estudiaron las inclusiones de minerales metálicos (sulfuros, sulfoarseniuros, arseniuros), siendo compatibles con depósitos mesotermales (Ketchaya et al., 2022). La aplicación de geotermómetros (ej: arsenopirita), sugieren condiciones de mineralización hipogénica para el Au a temperaturas entre 326° y 570°C (Li et al., 2020). Las fases minerales de Bi o el Bi nativo asociados a löllingita y arsenopirita, evidencian una estrecha relación de etapas de alteración hidrotermal con mineralizaciones de Au (Hem et al., 2001) en yacimientos orogénicos. Los datos presentados son consistentes con las fuentes de oro hipogénico reportadas al oeste de la Zona Centro Ibérica, dentro de un modelo metamórfico orogénico (dos Santos Alves et al., 2020).

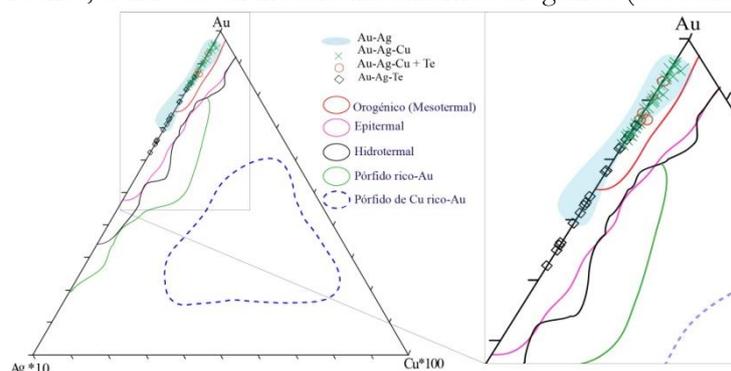


Fig 2. Diagrama Au-Ag-Cu\*100 mostrando la composición de las partículas de oro del Río de Los Ángeles (modificado de Townley et al., 2003).

## REFERENCIAS

- Chapman, R. J. Banks, D. A. Styles, M. T. Walshaw, R. D. Piazzolo, S. Morgan, D. J. Grimshaw, M. R. Spence-Jones, C. P. Matthews, T. J., Borovinskaya, O. (2021): Chemical and physical heterogeneity within native gold: Implications for the design of gold particle studies. *Mineralium Deposita*, **56(8)**, 1563-1588. DOI: 10.1007/s00126-020-01036-x.
- Dos Santos Alves, K. Barrios Sánchez, S. Gómez Barreiro, J. Merinero Palomares, R., Compañía Prieto, J. M. (2020): Morphological and compositional analysis of alluvial gold: The Fresnedoso gold placer (Spain). *Ore Geology Reviews*, **121**, 103489. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2020.103489.
- Hem, S. R. Makovicky, E., Gervilla, F. (2001): Compositional trends in Fe, Co and Ni sulfarsenides and their Crystal-Chemical Implications: Results from the Arroyo de La Cueva Deposits, Ronda Peridotite, Southern Spain. *The Canadian Mineralogist*, **39(3)**, 831-853. DOI: 10.2113/gscanmin.39.3.831.
- Ketchaya, Y. B. Dong, G. Santosh, M., Lemdjou, Y. B. (2022): Microchemical signatures of placer gold grains from the Gamba district, northern Cameroon: Implications for possible bedrock sources. *Ore Geology Reviews*, **141**, 104640. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2021.104640.
- Li, C. Shen, P. Zhang, X. Shi, F. Feng, H. Pan, H. Wu, Y., Li, W. (2020): Mineralogy and mineral chemistry related to the Au mineralization in the Dundee Fe-Zn deposit, western Tianshan. *Ore Geology Reviews*, **124**, 103650. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2020.103650.
- Townley, B. K. Hérail, G. Makshev, V. Palacios, C. Parseval, P. de Sepulveda, F. Orellana, R. Rivas, P., Ulloa, C. (2003): Gold grain morphology and composition as an exploration tool: Application to gold exploration in covered areas. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, **3(1)**, 29-38. DOI: 10.1144/1467-787302-042.