

# Análisis de la estructura y composición interna de partículas de Au del arroyo Fresnedoso (Cáceres).

**Kelvin dos Santos Alves (1\*); Santos Barrios Sánchez (1); Juan Gomez Barreiro (1); Raúl Merinero Palomares (2); José Manuel Compañía Prieto (3)**

(1) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Pza. de Los Caídos s/n 37008 Salamanca, España

(2) Departamento de Petrología y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid. Avda. Complutense s/n 28040 Madrid, España

(3) Servicio de Difracción de Rayos-X, Universidad de Salamanca, Pza. de Los Caídos s/n 37008 Salamanca, España

\* corresponding author: [Kelvinsantos.gel@gmail.com](mailto:Kelvinsantos.gel@gmail.com)

**Palabras Clave:** Placer, Oro, Estructura, Química.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se ha llevado a cabo un análisis de la estructura y composición interna de partículas de oro del Arroyo Fresnedoso (Cáceres). Situado entre los municipios Puerto del Perales y Moreleja (Zona E de la provincia de Cáceres), el arroyo Fresnedoso se encuentra encajado en materiales miocénicos y terciarios en forma de depósitos de los tipos placeres/paleoplaceres y cuenta con una recurrente presencia de partículas de oro conocida desde la antigüedad. Sin embargo, muy pocos trabajos discuten la composición química de esas partículas de oro.

## MATERIALES Y METODOS

Se prepararon probetas pulidas para su estudio en luz reflejada y microsonda electrónica. Se realiza una selección de los diferentes morfotipos (Dos Santos et al., 2020). En una primera fase se estudia la microestructura de las partículas en luz reflejada (Nikon Modelo H550S de luz reflejada). Posteriormente, las partículas fueron metalizadas con grafito, para asegurar el análisis de las inclusiones silicatadas. El análisis químico cuantitativo se realizó mediante microsonda electrónica (EMPA) modelo JEOL JXA-8900M del Centro de Microscopía Electrónica "Luis Bru" de la Universidad Complutense de Madrid.

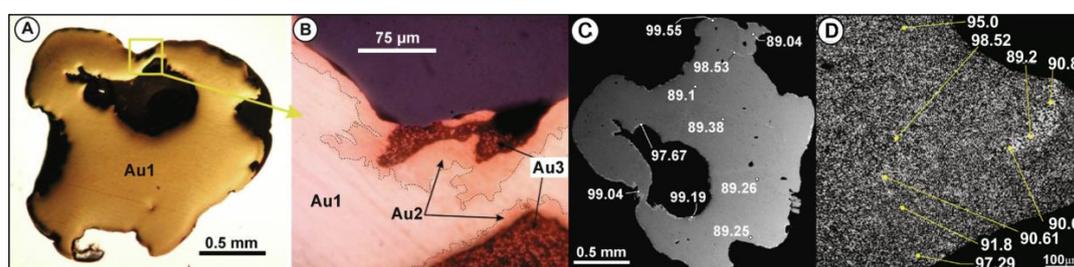
## RESULTADOS

Los análisis indican que las partículas están formadas por una aleación bimetálica de Au:Ag. Se han podido identificar 3 tipos de oro según su: posición textural, color y composición. Oro de tipo 1 (Au1), corresponde al núcleo de las partículas, siendo el más abundante (ca. 88% del área). Se encuentra bordeado por el oro de tipo 2 (Au 2). Presenta color homogéneo amarillo claro bajo luz reflejada mientras en modo de electrones retrodispersados (EMPA), se aprecia un color gris oscuro y no presenta inclusiones de otros minerales (Figura 1: A, B y C). Su composición química varía entre 87,68 y 94,13% de peso en Au, valores típicos de partículas de oro de origen hipogénico (Tabla 1; Hough et al., 2009). Comúnmente, las partículas de oro de depósitos de tipo placer poseen un borde de Au prácticamente puro (Knight et al., 1999). Según Stewart et al. (2017), el núcleo de esas partículas preserva su textura y composición primaria. Teniendo en cuenta esto, las partículas fueron separadas en tres grupos geoquímicos según la composición de su zona de núcleo: Gr 1, con contenido medio de Au variando entre 89,38 y 87,40% en su peso. Gr 2, más enriquecido en Au que el anterior, presentando entre 93,79 y 92,43 % de peso en Au. Gr 3, diferenciado por su textura (elevada porosidad; Figura 1 D) y heterogeneidad en los valores encontrados variando entre 98,52 y 89,2% en su peso. Oro tipo 2 (Au2), presenta color rosa claro bajo luz reflejada, mientras bajo modo de electrones retrodispersados (EMPA), el color es gris claro. Ocupa entre 0,2 y 5% de la superficie de las partículas. Aparece en forma de una fina capa irregular que envuelve y protege el Au tipo 1 mediante un contacto neto. Otras veces se presenta en forma de bandas de hasta 100  $\mu\text{m}$  de longitud y 15  $\mu\text{m}$  de anchura que se desarrollan desde el borde hacia al centro de las partículas, interpretadas como puntos triples de contactos intercrystalinos (Hough, 2009; Barrios, 2014; Dos Santos et al., 2020). Es el tipo de oro más puro de los tres, con una media de 99,05% en peso de Au y ha sido identificado en muchos yacimientos de tipo placer, atribuyendo su origen a procesos de alteración secundarias, en este caso concreto, procesos de lixiviación de la plata. Dicho proceso tiene su origen en el hecho de

que la Ag es más móvil que el Au en ambientes supergénicos y más soluble en soluciones ácidas, particularmente en presencia de cloruros (Barrios, 2014; Dos Santos et al., 2020). El ion cloruro es habitual en suelos residuales y al reaccionar con la Ag forma cloruro de plata (AgCl), lixiviando la Ag de la aleación y dejando como resultado una microporosidad en la partícula, denominada en casos extremos textura esponjiforme (Craw, 1992). Oro de tipo 3 (Au 3), presenta colores similares al Au2. Aparece en forma de pequeños granos alotriomorfos y de tamaño muy pequeño (<10 µm), dentro de agregados minerales que incluyen filosilicatos y oxi-hidróxidos de hierro que rellenan huecos y grietas de las partículas. No se ha podido realizar análisis cuantitativo en el Au 3, sin embargo, este mismo tipo de oro ha sido identificado en partículas y pepitas procedente de áreas cercanas como Santibañez el Alto (Barrios, 2014) y de las que sí se dispone de análisis químicos. En dichos casos, se identificó la casi total ausencia de la Ag en su composición, asociándose su origen a procesos de alteración secundaria, incluyendo no solo lixiviación, sino la neoformación de Au por procesos de disolución-precipitación.

Tipo de Au	Partícula 1	Partícula 2	Partícula 3	Partícula 4	Partícula 5	Partícula 6	Partícula 7
N	5	6	10	5	10	2	10
Tipo 1 Au% (DS)	89,21 (0,13)	87,68 (0,29)	93,03 (0,31)	93,24 (0,23)	93,76 (0,18)	93,52 (0,37)	94,13 (3,30)
Tipo 2 Au% (DS)	98,80 (0,73)	99,51 (0,29)	---	99,69 (0,18)	99,09 (0,67)	---	99,73 (0,29)

**Tabla 1:** contenido medio de Au en los Au tipo 1 y 2. DS: desviación estándar, N: cantidad de análisis por partícula.



**Figura 1:** A, B) micrografía de la partícula 1 en que se aprecia el Au tipo 1, 2 y 3; C y D) foto en modo electrones retrodispersados y resultados de análisis en EMPA de las partículas de las partículas 1 y 7, respectivamente. Los valores indican Au%*ovt*.

## CONCLUSIONES

Las partículas de Au del arroyo Fresnedoso están formadas por una aleación bimetálica de Au y Ag, que se presenta en forma de tres tipos de Au distinto en función de su composición química, posición textual y origen. El Oro de tipo 1 (Au1), ocupa el núcleo de las partículas y se interpreta como un relicto de la composición primaria de la partícula, permitiéndonos separarlas en tres grupos geoquímicos: Gr1 = 89,38 - 87,40%; Gr2 = 93,79-92,43%; Gr3 = 98,52 y 89,2%. Dichos valores indican que esas partículas son de origen hipogénico y sugieren la presencia de al menos dos áreas fuentes distintas. Losoros de tipo 2 y 3, de elevada pureza, son el resultado de procesos de alteraciones supergénicas. En el primer caso (Au2) la lixiviación de la Ag por el ion Cl, parece un mecanismo plausible. En el segundo caso (Au3), además de la lixiviación de plata hay evidencias que apuntan a fenómenos de neoformación de oro, procedente de la disolución parcial de las partículas durante la alteración.

## REFERENCIAS

- Barrios, S., 2014. Estudio del oro sedimentario del SO del Macizo Hespérico Español: rasgos morfo-texturales, geoquímica y geocronología (Unpublished) PhD Thesis. University of, Salamanca, Spain, pp. 4150 pp.
- Craw, D., 1992. Growth of alluvial gold particles by chemical accretion and reprecipitation. *Waimumu, New Zealand: New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 35, 157–164.
- Hough, R.M., Butt, C.R.M., Fischer-Bühner, J., 2009. The crystallography, metallography and composition of gold. *Elements* 5, 297–302.
- dos Santos A.K., Barrios S., Gómez Barreiro J., Merinero R. y Compañía J.M 2020. "Morphological and compositional analysis of alluvial gold: The Fresnedoso gold placer (Spain). *Ore Geology Reviews* (2020): 103489.
- Knight, J.B., Morison, S.R., Mortensen, J.K., 1999a. The relationship between placer gold particle shape, rimming, and distance of fluvial transport as exemplified by gold from the Klondike district, Yukon Territory. Canada. *Economic Geology* 94 (5), 635–648.
- Stewart, J., Kerr, G., Prior, D., Halfpenny, A., Pearce, M., Hough, R., Craw, D., 2017. Low temperature recrystallisation of alluvial gold in paleoplacer deposits. *Ore Geol. Rev.* 88, 43–56.