

# Relaciones texturales y genéticas entre casiterita y fases de Ti-Nb-Ta en pegmatitas del distrito Morille-Martinamor (Salamanca)

Héctor Sanz García (1), Daniel Bermejo (1\*), Lorena Ortega (1), Elena Crespo (1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

\* Corresponding author: [dabermej@ucm.es](mailto:dabermej@ucm.es)

**Palabras Clave:** Pegmatita, Ti-Nb-Ta, Casiterita. **Key Words:** Pegmatite, Ti-Nb-Ta, Cassiterite.

## INTRODUCCIÓN

En el marco geopolítico actual, los metales críticos juegan un papel fundamental, al ser insustituibles en tecnologías clave para los objetivos de transición energética de la Unión Europea, aspirando a lograr una economía neutra en carbono para 2050. En este punto, los depósitos de Sn-W, históricamente significativos en la minería del NW de España, suelen ir acompañados de otros metales como niobio (Nb), tántalo (Ta) o titanio (Ti), también considerados críticos.

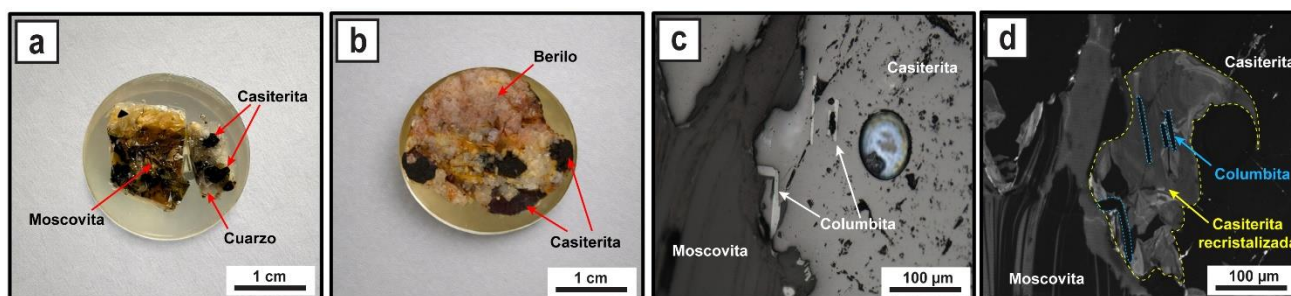
Este estudio se centra en las mineralizaciones pegmatíticas de Sn de dos antiguas explotaciones mineras (mina Arroyo del Prado y mina Mimosa) en el distrito minero de Morille-Martinamor (Salamanca), donde los depósitos de Sn tienen comúnmente asociada una mineralización de Ti-Nb-Ta (Bermejo et al., 2023). El objetivo principal de este trabajo ha sido caracterizar textural y químicamente esta mineralización. De este modo se ha podido establecer la relación temporal y genética con las pegmatitas y también con la mineralización de casiterita.

## RESULTADOS

### Características de las Pegmatitas Mineralizadas

La pegmatita de Mimosa (MIM-CST) se ha descrito como una roca inequigranular seriada subidiomorfa con tamaños cristalinicos que oscilan entre el grano fino (<1 mm) y medio (1-5 mm). Los minerales principales son cuarzo, albita y moscovita. Como mineral accesorio aparece casiterita, principalmente en forma de cristales diseminados (Fig. 1a).

La pegmatita de Arroyo del Prado (AP-CST-1) se define también como una roca inequigranular seriada subidiomorfa con granos de tamaño medio (1-5mm) a grueso (5-30 mm). El mineral principal que conforma la muestra es berilo, con cuarzo, feldespato potásico y moscovita en menor proporción (Fig. 1b). El feldespato generalmente se encuentra alterado parcial o totalmente a sericita y/o albita, en ocasiones también en contacto con cristales de moscovita. Casiterita y turmalina aparecen siempre asociadas como minerales accesorios.



**Fig 1.** a-b) Probetas de las pegmatitas (a) Mimosa (MIM) (b) Arroyo del Prado (AP-CST-1). c-d) Imágenes luz reflejada (c) y catodoluminiscencia (d) de la casiterita de la pegmatita de Mimosa. En ellas se observa como la columbita se concentra en las zonas recrystalizadas.

## Casiterita y Relación con las Fases de Ti-Nb-Ta

En ambas muestras, los cristales de casiterita presentan inclusiones minerales de rutilo, columbita-tantalita e ilmenita, generalmente con formas alotriomorfas, pudiendo encontrar en ocasiones algunos cristales idiomorfos-subidiomorfos (e.g., Fig. 1c). En la pegmatita de Mimosa, los cristales de casiterita presentan principalmente inclusiones de columbita, de tamaño generalmente inferior a las 10-20 $\mu$ m. Estas inclusiones tienen contenidos de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superiores al 58% peso, mientras que la concentración de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varía entre 17% y 32% peso. Por otro lado, en las casiteritas de la pegmatita de Arroyo del Prado la mayoría de las inclusiones son de rutilo, oscilando entre 10-20 $\mu$ m, donde el TiO<sub>2</sub> alcanza valores de hasta el 84% peso y la presencia de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es significativa, con valores entre 10% y 27% peso, y en menor proporción, cristales de columbita de entre 3-5 $\mu$ m. En estos cristales de columbita de Arroyo del Prado el Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> alcanza hasta un 75% peso, y el Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varía entre 0,5% y 3% peso.

En ambas pegmatitas se observan dos generaciones de casiterita. La casiterita primaria tiene baja respuesta a la cátodoluminiscencia (Fig. 1d), y está caracterizada por la presencia de zonados oscilantes complejos. Cortando a estos zonados, se identifican zonas de casiterita recristalizada con una mayor respuesta a la cátodoluminiscencia a favor de huecos, bordes de grano y fracturas (Fig. 1d). En estas zonas es donde se concentran todas las inclusiones minerales anteriormente descritas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las pegmatitas estudiadas (MIM-CST y AP-CST-1), a pesar de sus diferencias petrológicas, presentan una mineralización de Sn-Ti-Nb-Ta muy similar. La casiterita se encuentra diseminada sin un patrón aparente en las pegmatitas, mientras que las fases de Ti-Nb-Ta (rutilo y columbita) se encuentran asociadas espacialmente a las zonas de casiterita recristalizada, lo que sugiere que son singenéticas con esta segunda etapa de casiterita. Estas zonas recristalizadas y mineralizadas se relacionan con etapas tardías de fracturación, disolución y recristalización que sufrió la casiterita, posiblemente relacionadas con una circulación de fluidos hidrotermales enriquecidos en Ti-Nb-Ta. Estos fluidos hidrotermales, tardíos respecto a la mineralización de casiterita primaria, podrían haber sido exsultos durante las últimas etapas evolutivas de las pegmatitas y haber reemplazado la mineralización temprana. Este metasomatismo selectivo también estaría registrado en los feldespatos potásicos de ambas pegmatitas, que han sido parcial o totalmente reemplazados por sericita o albita+moscovita, proceso típico y muy documentado en este tipo de ambientes al alcanzar la transición magmático-hidrotermal (e.g., Shaw et al., 2022). Sin embargo, no se puede descartar que estos fluidos hidrotermales provengan de una fuente externa y hayan alterado la pegmatita y producido la mineralización de Ti-Nb-Ta una vez abierto el sistema.

Químicamente, se observan diferencias notables entre las mineralizaciones de columbita de ambas minas. En Mimosa, las fases de columbita tienen mayores concentraciones de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (hasta un 32% peso) en comparación con la columbita de las mineralizaciones de Arroyo del Prado. En Arroyo del Prado, los cristales de columbita presentan mayores concentraciones de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (hasta un 75% peso) y menor contenido de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (<3% peso) respecto a Mimosa.

## REFERENCIAS

- Bermejo López, D., Ortega Menor, L., Castiñeiras García, P., Crespo Feo, M.E., Barrios Sánchez, S., Gómez Barreiro, J. (2023): Variación composicional de las fases de Ti-Nb-Ta en los distintos niveles estructurales del domo de Martinamor (Salamanca). *Macla*, **27**, 15-16.
- Shaw, R.A., Goodenough, K.M., Deady, E., Nex, P., Ruzvidzo, B., Rushton, J.C., Mounteney, I. (2022): The magmatic-hydrothermal transition in lithium pegmatites: petrographic and geochemical characteristics of pegmatites from the Kamativi Area, Zimbabwe. *Can. Mineral.*, **60** (6), 957-987.