

# LA MINA CONCHITA DE ESTEPONA (MÁLAGA)

## Un raro yacimiento de metales complejos en Sierra Bermeja

JUAN CARLOS ROMERO SILVA, JAVIER MARTOS MARTÍN Y JOSÉ MARÍA NAVARRO GARCÍA<sup>1</sup>

**RESUMEN:** En este artículo se pretende la puesta en valor de la mina Conchita de Estepona (Málaga), dentro del marco y el patrimonio geológico del macizo ultramáfico de Sierra Bermeja (Serranía de Ronda-Málaga), como un yacimiento excepcional de wolframio y metales complejos tanto por su génesis, como por su morfología y asociación metalífera. La investigación y explotación de la mina estuvo vinculada históricamente a la familia de ingenieros malagueños Orueta, quienes pusieron de manifiesto la existencia y rica diversidad metalífera del macizo peridotítico y sus rocas asociadas.

**PALABRAS CLAVE:** Mina Conchita, scheelita, wolframio, bismuto-teluro, Orueta, Sierra Bermeja, peridotitas.

**SUMMARY:** This article is an attempt to boost interest in the Conchita mine of Estepona (Málaga) within the framework and geological patrimony of the ultramafic massif of the Sierra Bermeja (Serranía de Ronda-Málaga). This is an exceptional site for wolfram and other metals which are complex due to their genesis, morphology and metal association. The research and running of the mine was historically linked to a family of engineers from Málaga named Orueta who revealed the existence and rich diversity of metals in the peridotitic massif and the rocks associated with it.

**KEY WORDS:** The Conchita mine, scheelite, tungsten, bismuth-telluride, Orueta, Sierra Bermeja, peridotites.

### 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Málaga ha estado relegada a un ámbito marginal, en lo referente a estudios sobre su geología y mineralogía, a pesar del enorme legado histórico-minero que atesora desde épocas muy remotas, y del impulso inicial de ilustres predecesores e investigadores.

---

<sup>1</sup> Juan Carlos Romero Silva es geólogo; Javier Martos Martín y José María Navarro García pertenecen al proyecto Iluana.com.

Durante los siglos XVIII y XIX, diversos viajeros y científicos describieron en sus diarios la riqueza mineral de la provincia de Málaga<sup>2</sup> y, en concreto, de la Serranía de Ronda; pero fue la Sociedad Malagueña de las Ciencias, fundada en Málaga el 8 de diciembre de 1872, la verdadera impulsora de los estudios de investigación geológica sobre la provincia.

Entre estos trabajos de investigación precursores destacan los llevados a cabo por el geólogo gaditano José MacPherson y por los ingenieros malagueños Orueta, padre e hijo, quienes sentaron las bases de importantes estudios monográficos sobre la geología, la minería y, en particular, sobre la constitución de las rocas peridotíticas, en una época donde los medios experimentales para la investigación eran escasos, costosos, desafiantes y arriesgados, y la geología era un ciencia compleja y totalmente desconocida para la ciudadanía.

El yacimiento de wolframio de Mina Conchita ha sido poco estudiado de manera específica en el ámbito nacional,<sup>3</sup> a pesar de constituir por su tipología metalífera y contexto geológico un yacimiento único en España. Domingo de Orueta y Duarte (figura 1), gran científico de principios del siglo XX,<sup>4</sup> lo puso en valor e incluso lo llegó a explotar en los años veinte, pero nunca fue reconocido con la importancia, magnitud y transcendencia que merecía en los círculos científicos o económicos. Las tímidas y exiguas campañas realizadas por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en la Serranía de Ronda, o por el propio Orueta, con un escaso presupuesto para la investigación sobre vastas superficies, apenas alcanzaron a reconocer el yacimiento a una decena de metros de la superficie, sin llegar a desvelar a la sociedad científica las concentraciones que pudieran hallarse a mayores profundidades, como ocurre en otros yacimientos análogos de tipo *skarn* en el orden mundial.

<sup>2</sup> Simón de Rojas Clemente Rubio, naturalista valenciano, quien realizó cinco viajes entre 1805 y 1809 por las provincias de Almería, Granada y Málaga para escribir una *Historia Natural del Reino de Granada*, anota en sus diarios el día 3 de octubre de 1809, a la llegada a Sierra Bermeja (Málaga), una frase muy significativa: *Vamos a la sierra de España más famosa en minerales*.

<sup>3</sup> Figuran citas y referencias en tres obras: R. BRUMOS, "La Condrodita de Estepona", *Mineralogistes de Catalunya*, 1, 13, 1981, pp. 26-27; JUAN CARLOS ROMERO SILVA, *Minerales y rocas de la provincia de Málaga*, Málaga, CEDMA, 2003; y MIGUEL CALVO REBOLLAR, *Minerales y Minas de España*, Vitoria, Diputación Foral de Álava, vols. I y II (2003).

<sup>4</sup> Domingo de Orueta y Duarte "heredó" los conocimientos de su padre, el ingeniero de minas y geólogo de afición Domingo de Orueta Aguirre (Málaga, 1833-1895) y del brillante geólogo gaditano José MacPherson (Cádiz, 1839-1902).

## I. I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS. LOS ORUETA Y LOS ESTUDIOS DE LA SERRANÍA DE RONDA

*Oscura enfermedad que tuvo rápido desenlace en la madrugada del 15 de enero del corriente año 1926, acabó con la robusta naturaleza del sabio ingeniero del Cuerpo de Minas, Ilmo. Sr. D. Domingo de Orueta y Duarte, inspector general y director del Instituto Geológico.*

*Perdió España en ese día a uno de sus hijos más esclarecidos, la ciencia a un apasionado y entusiasta propagandista, y para el Cuerpo de Ingenieros de Minas, en particular para el Instituto Geológico, su muerte ha sido una pérdida irreparable por su alta talla científica y méritos excepcionales.<sup>5</sup>*

Así comienza, en el tomo 46 de 1926 del *Boletín del Instituto Geológico de España*, la necrológica que firma Vicente Kindelán, director interino de la publicación, en la muerte de *Chomin*, Domingo de Orueta y Duarte (Málaga, 1862-Madrid, 1926), uno de los personajes científicos más brillantes que sobresalen en el estudio de la geología de la Península, en concreto por sus estudios geológicos sobre la Serranía de Ronda a finales del siglo XIX y principios del XX, destacando también por sus magistrales ingenios en la aplicación de técnicas microscópicas y microfotográficas<sup>6</sup> al estudio petrológico por lámina delgada de microscopía de polarización.

Su discípulo aventajado, el también ingeniero de minas, Enrique Rubio Sandoval, escribe de la misma forma en el tomo 77 de la *Revista Minera* de ese mismo año unas palabras de tributo y reconocimiento a su persona, donde saca a la luz su colaboración en el descubrimiento del yacimiento de scheelita que sería explotado como Mina Conchita, en Estepona, un depósito mineral único en España por su génesis morfológica, cuya puesta en valor es el objeto del presente trabajo monográfico.

La familia Orueta, científicos destacados y fundadores de la prematura entidad científica y naturalística Sociedad Malagueña de Ciencias, de finales del siglo XIX, fue la gran potenciadora y entusiasta de las investigaciones iniciales del yacimiento. Las primeras noticias de éste llegaron a oídos de Domingo de Orueta y Duarte<sup>7</sup> por parte de su padre, el geólogo autodidacta Domingo de Orueta Aguirre, quien había recogido en 1870 unos fragmentos de un mineral pesado –la scheelita, de

<sup>5</sup> “Necrología: Orueta”, *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XLVI, 3.ª serie, 1926, pp. IX-XXXVI.

<sup>6</sup> ISABEL RÁBANO et ál., “Microfotografías de Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) en los fondos históricos del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid)”, *Boletín Geológico y Minero*, vol. 118, n.º 4, 2007, pp. 827-846.

<sup>7</sup> En adelante, Domingo de Orueta y Duarte se cita en este artículo simplemente como Orueta.

color caramelo claro—, que confundió inicialmente con cerusita, *en una viña situada al norte de Estepona*,<sup>8</sup> con una cierta imprecisión toponímica.

Cuenta Orueta en 1917, en su informe sobre la geología de la Serranía de Ronda, cómo mandó analizar químicamente esas muestras a don Luis de la Escosura, quien dio como resultado que *se trataba de tungstato de cal cristalizado*<sup>9</sup> muy puro (figura 2).

Por interés científico, ya que esas magníficas cristalizaciones de scheelita eran los mejores ejemplares del mundo de la época, pero también por el valor estratégico de este mineral, del que se extrae el wolframio,<sup>10</sup> empleado, como veremos, entre otros usos, como blindaje en aleaciones de acero, Orueta buscó los yacimientos de donde procedían estos minerales por toda la Serranía de Ronda, con preferencia por Estepona y sus alrededores, donde los citaba su padre, llevando en su bolsillo un ejemplar de scheelita que mostraba a todos los mineros de la zona, por si tenían noticias de su procedencia.

Cabe señalar, en relación a la referencia que hace Orueta a *los mineros del país*<sup>11</sup> que, a lo largo de toda la historia y hasta la mitad del siglo xx, cuando irrumpió en escena el turismo en la Costa del Sol, eran comunes en el medio natural serrano de este entorno los aprovechamientos<sup>12</sup> arrieros, carboneros, resineros, ganaderos, vitivinícolas (figura 3) y también los asociados a las distintas explotaciones mineras de Sierra Bermeja y el resto de la comarca, por lo que la minería fue una actividad económica que dio sustento, de forma directa o indirecta, a bastantes familias de la zona, en particular a las relacionadas con la explotación de menas de hierro, cobre y grafito.

La búsqueda del yacimiento de scheelita no fue tarea fácil, pues Orueta Aguirre sólo añadió en sus notas que la viña en cuestión estaba *casi en el contacto de los esquistos metamórficos con la serpentina*, pero sin indicar si el yacimiento estaba en las peridotitas o en las rocas de su caja, *pizarras cambrianas*.<sup>13</sup>

En este primer intento de localización no se encontró el mineral en los alrededores de Estepona, pero sí en los aluviones de algunas dragas y ciertos testigos de

<sup>8</sup> DOMINGO ORUETA Y DUARTE, *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, «Memorias del Instituto Geológico de España» 32, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 1917, p. 549.

<sup>9</sup> *Ibidem*.

<sup>10</sup> *Ibidem*. Orueta se refiere al wolframio cuando habla del tungsteno, *tungsten* en inglés.

<sup>11</sup> *Ibidem*, p. 550.

<sup>12</sup> JOSÉ GÓMEZ ZOTANO, *El papel de los espacios montañosos como traspaís del litoral mediterráneo andaluz. El caso de Sierra Bermeja (Provincia de Málaga)* [CD-Rom], Granada, Universidad, 2004, (tesis doctoral presentada en la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Granada, 2002), pp. 378-490.

<sup>13</sup> DOMINGO ORUETA Y DUARTE, «Estudio geológico y petrográfico...», p. 549.



Figura 1. Domingo de Orueta y Duarte, ingeniero de minas (Málaga, 1862-Madrid, 1926)

Figura 2. Cristal bipiramidal facetado de scheelita. Tamaño 10 cm. Donación de Enrique Rubio Sandoval durante la realización de la Hoja Geológica de Estepona 1, serie 1934. Colección IGME



Figura 3. Detalle de la hoja 1072 del mapa del IGN de 1917, donde aparece rodeado el yacimiento de viñas, pese a la plaga de la filoxera que afectó el cultivo a finales del siglo XIX



sondeos practicados en los ríos Guadaiza, Guadalmina y Verde, lo que sirvió para corroborar la presencia del mineral en la Serranía de Ronda.<sup>14</sup>

Después de finalizada la exploración para el “Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda” y publicados los resultados en el excelente monográfico de 1917, durante las nuevas fases de reconocimiento para la evaluación de yacimientos de platino, cromo y níquel en la Serranía de Ronda –financiadas mediante un crédito, siguiendo las directrices de la llamada “Ley del Platino”, con el beneplácito del rey Alfonso XIII–, Orueta y Rubio Sandoval encontraron finalmente el yacimiento de scheelita que, por su situación y características, parecía coincidir con el que Orueta Aguirre señaló en sus publicaciones en 1870:

*En la ladera oriental del cerro del Lentisco, que forma parte de la cuenca superior del río Padrón (término de Estepona), a 320 metros al sur del contacto entre las peridotitas y el terreno estrato cristalino, y en un predio que nos aseguraron estuvo plantado de viñas en su tiempo, encontramos, mezclados en tierras de labor de la superficie, algunos trozos pequeños de scheelita con otros de un mineral gris oscuro recubiertos de una capa terrosa amarilla, que resultó ser bismutita (hidrocarbonato de bismuto). Recorrimos minuciosamente aquel terreno y sus alrededores, procediendo de un modo sistemático, análogamente a los realizados con los criaderos de los otros minerales que buscábamos en la región. Resultó que el área en que se encontraban trozos de scheelita sólo medía de 20 a 25 metros de radio, y que fuera de ellos no se encontraba ni el más insignificante vestigio de dicho mineral [...].*

*La tierra de labor en que se encontraban los trozos de scheelita procedía de la descomposición y denudación de gneis y dolomía, que son las rocas constituyentes del terreno estrato cristalino en que radica el yacimiento.*

*El tramo representativo allí de este terreno es el que se ha clasificado como medio, en el citado estudio del Sr. Orueta. Lo forman capas de gneis con cordierita intercalados entre otras de dolomía, que en el paraje en cuestión predominan por su espesor y frecuencia sobre los del gneis. El contacto entre este terreno y las peridotitas está bastante cerca del yacimiento, pues ya hemos dicho que sólo dista 320 metros de este último. Cabe suponer, por lo tanto, que la masa peridotítica se extiende hacia el sur, llegando bajo el yacimiento y a poca profundidad, hecho que se observa con frecuencia en el borde sur de la masa eruptiva y se pone de manifiesto en no pocas ocasiones en los cortes bruscos del terreno y en los barrancos de los ríos y arroyos torrenciales que vierten al Mediterráneo (Guadalmansa, Castor, etc.).<sup>15</sup>*

<sup>14</sup> ENRIQUE RUBIO SANDOVAL, “Sobre una extraña asociación de minerales de bismuto y tungsteno en la Serranía de Ronda”, *Revista minera, metalúrgica y de ingeniería*, 3011, 1926, p. 78.

<sup>15</sup> *Ibidem*.

Una vez localizado el yacimiento, a lo largo de la década de 1920, Orueta y Rubio Sandoval lo dimensionaron y diseñaron un plan de explotación, proyecto que, aunque iniciado, finalmente se vio interrumpido en 1926 por la muerte del propio Orueta.

La mina Conchita y la anexa mina Lucía recibieron sus nombres en honor a dos de las hijas de Orueta, Concepción y Lucía de Orueta Castañeda.

Desde el inicio de explotación de la mina Conchita, en su entorno han existido distintas concesiones y demarcaciones mineras de scheelita y bismuto hasta 1952,<sup>16</sup> si bien ninguna llegó a explotarse como tal.

## 1.2. LA SCHEELITA Y LOS METALES DE LA MINA CONCHITA

La especie scheelita extraída de este yacimiento fue la que motivó la explotación de la mina. La scheelita es un wolframato de calcio ( $\text{CaWO}_4$ ) de dureza media (4,5-5 en la escala de Mohs) y una elevada densidad (alrededor de 6), lo que la hace ser un mineral muy pesado. El color varía desde incoloro hasta marrón, pasando por las clásicas y más bellas tonalidades amarillas o anaranjadas. Es un mineral muy luminiscente que se caracteriza, en los ejemplares procedentes de la mina Conchita, por una acusada fluorescencia azul violácea con rayos ultravioleta de longitud de onda corta. En Estepona y Marbella<sup>17</sup> se han encontrado los mejores ejemplares cristalizados a nivel peninsular.

A partir de la scheelita se obtuvo el elemento químico wolframio, también denominado tungsteno, un metal muy estratégico y codiciado. En 1781, el químico sueco Carl Wilhelm Scheele publicó sus estudios sobre la scheelita –que debe a él su nombre–, en los que concluía que el mineral contenía cal y un ácido aún desconocido, al que denominó “ácido de wolframio”. Pero serían dos españoles, los hermanos Juan José y Fausto Elhúyar, en 1783, quienes lograron aislar por primera vez en la historia este elemento químico al que hacía referencia Scheele y al que denominaron wolframio, en relación a otro mineral distinto que habían utilizado para su análisis, la wolframita, un wolframato mixto de hierro y manganeso ( $(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$ ).

El wolframio es un metal escaso en la corteza terrestre, muy duro y denso, con el punto de fusión más elevado de todos los metales y el punto de ebullición más alto de todos los elementos conocidos. Estas características le hacen ser un material estratégico, explotado principalmente a partir de 1900, cuando se mostraron en la

<sup>16</sup> Según planos de demarcación de minas existentes en el Archivo Histórico Provincial de Málaga.

<sup>17</sup> J. PÉREZ MATEOS, “Las scheelitas españolas”, *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 50, 1958, pp. 333-349.

Exposición de París herramientas de acero aleadas con wolframio que suscitaron mucha atención. Así, desde la Segunda Guerra Mundial el wolframio ha estado en la lista de productos más codiciados y es considerado como un elemento de primera necesidad para las principales potencias económicas mundiales.

Sus características de dureza y elevado punto de fusión le hacen estar presente en la mayoría de máquinas que nos rodean, en herramientas de corte, de fresado, en filamentos para tubos fluorescentes, como electrodo para soldar aluminio, magnesio, acero inoxidable, cobre, titanio, en la industria armamentística en aleaciones para blindaje, misiles antitanque, etc.

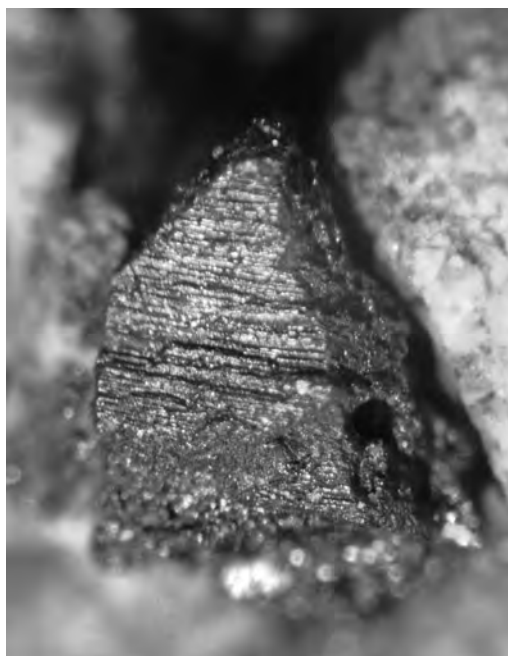


Figura 4. Cristal piramidal estriado, blanco-plateado de bismuto nativo. Mina Conchita. Tamaño 3 mm

Otro raro y escaso metal que se extrajo de la mina Conchita fue el bismuto, un metal blando y plateado de muy baja conductividad térmica. Sus principales aplicaciones son en aleaciones de baja fusibilidad, en la industria cosmética y farmacéutica, óptica, componentes microelectrónicos, pinturas y recubrimientos, termonuclear y electrotécnica. Los minerales de bismuto de Mina Conchita se hallan de dos maneras: en la forma nativa concrecionada –bismuto nativo– (figura 4), o formando sulfotelururos de bismuto y complejas sulfosales con Pb-Ag y As.

Finalmente, como presente en la asociación metalífera de la mina, encontramos el telurio, un metaloide muy raro con una baja concentración en la corteza terrestre de 0,005 ppm y que fue descubierto en 1783 en las minas de oro de Transilvania (Rumanía), formando aleaciones con telururos de oro y plata. El telurio es un metal que suele estar asociado a selenio, oro y plata, y tiene su máxima aplicación en la industria electrónica, fabricación de semiconductores, aleaciones de aceros ligeros, aditivo en catalizadores y al plomo para aumentar su resistencia.

Al estudiar las menas de la mineralización, Orueta envió a analizar muestras al laboratorio del naturalista y químico Santiago Piña de Rubiés, con quien había colaborado en el estudio geoquímico del platino presente en la Serranía de Ronda, unas *masas laminares perfectamente exfoliables, con intenso brillo metálico, color gris acerado,*



*láminas flexibles y algo séctiles*, que aparecían sobre *dolomía, acompañada de scheelita, pirita, limonita, mispikel, bismutita y bismuto nativo*.<sup>18</sup> Piña de Rubíes definió de esta forma la que creía una nueva especie mineral,<sup>19</sup> a la que bautizó como “oruetita” en honor a su descubridor, un sulfotelururo de bismuto, atribuyéndole la fórmula  $\text{Bi}_8\text{TeS}_4$ . Años más tarde, la oruetita se consideró como una mezcla de joseíta y bismuto nativo, perdiendo su reconocimiento como tal.<sup>20</sup>

La scheelita de la mina Conchita fue reconocida a nivel nacional en los círculos científicos y de aficionados a la mineralogía, por la grandeza y belleza de sus cristales, formadores de grandes prismas bipiramidales del sistema tetragonal de hasta 10 cm, translúcidos y de un intenso color caramelo, cuyos ejemplares todavía hoy pueden ser admirados en muchos museos internacionales como el Natural History Museum de Londres, la modélica colección IGME de Madrid o el Museu Blau de Ciencias Naturales de Barcelona.

Además de la mina Conchita (núm. 5024 de 22 de junio de 1920) (figura 5), en años posteriores se autorizaron con licencia de “minas de scheelita”, en el mismo entorno, la mina Lucía (núm. 5170 de 31 de agosto de 1925) y la mina Zapato (núm. 5535 de 10 de agosto de 1944),<sup>21</sup> aunque esta última no se llegó a explotar.

El bismuto está presente, además de en la mina Conchita, en otras explotaciones y demarcaciones mineras del mismo entorno del arroyo del Bosquecillo de Estepona, como la ya mencionada mina Lucía, mina Juanita (núm. 5557 de 18 de julio de 1944, que no llegó a explotarse), mina Marisina (núm. 5556 de 18 de octubre de 1944), mina Olvido (núm. 5576 de 15 de enero de 1945) o la mina Pedrín (núm. 5747 de 31 de marzo de 1952)<sup>22</sup> (figura 6).

En el ámbito internacional, los yacimientos de wolframio y bismuto-teluro son raros, aunque existen yacimientos con la asociación W-Bi-Pb-Ag-Te similares a Mina Conchita en Olaen-Grupo los Guindos, en Córdoba (Argentina); Pisek en el Bohemian

<sup>18</sup> SANTIAGO PIÑA DE RUBÍES, “La oruetita, nuevo sulfotelururo de bismuto”, *Revista minera, metalúrgica y de ingeniería*, 2685, 1919, p. 197.

<sup>19</sup> En el mismo análisis de las muestras procedentes del yacimiento de la mina Conchita, Piña de Rubíes se atribuyó también el descubrimiento de una nueva especie, la rubiesita, un raro sulfoantimoniuro de bismuto con indicios de teluro y selenio, especie hoy no reconocida con tal nombre.

<sup>20</sup> La presunta confusión de dichos científicos parece razonable y hasta admisible si nos remontamos a los limitados medios analíticos de la época, y a la complejidad de las fases sulfuradas, como han demostrado las probetas estudiadas y los nuevos análisis realizados que se citan en los resultados de este trabajo, y que corroboran su identificación como joseíta, dado que estos elementos nativos y sulfotelururos de bismuto se encuentran a menudo en la mina formando soluciones sólidas, inclusiones en forma de “gotas”, fases y texturas de exolución, lo que dificulta la identificación individual por estar simplemente entremezclados.

<sup>21</sup> Según planos de demarcación de minas existentes en el Archivo Histórico Provincial de Málaga.

<sup>22</sup> *Ibidem*.

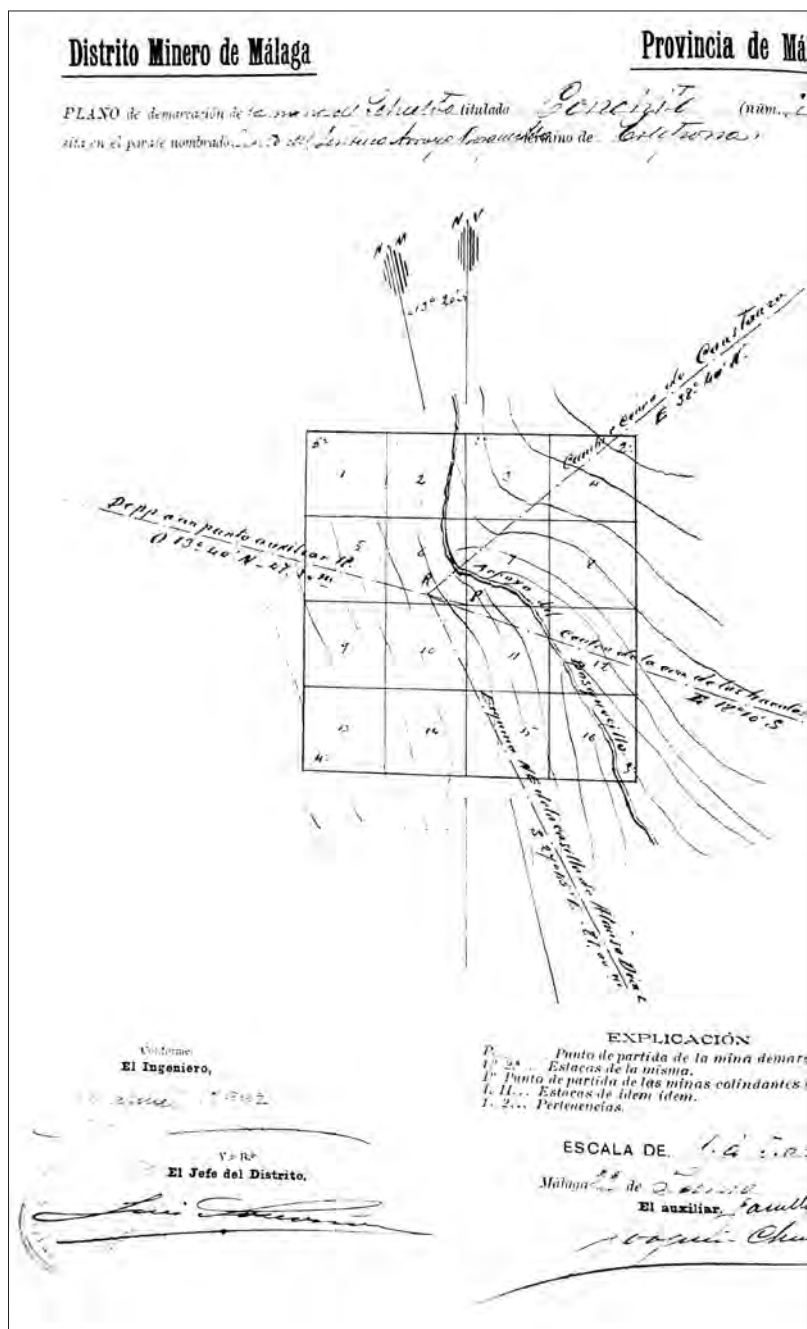


Figura 5. Plano de demarcación de la mina de scheelita titulada Conchita (n.º 5024) sita en el paraje nombrado puerto del Lentisco-arroyo Bosquecillo, término de Estepona. 22 de junio de 1920. Fuente: Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Málaga. Archivo del Departamento de Minas

Massif de la República Checa en un *skarn* de condrodita y telururos de bismuto; Mactung y British Columbia, en Canadá; Pine Creek, en la Sierra Nevada de California (EEUU) y Sang Dong, en Corea del Sur con *skarn* de scheelita con diópsido.

En España, los principales depósitos de wolframio se localizan en las provincias de Cáceres, Badajoz, Salamanca, Córdoba (Montoro), León y La Coruña, aunque en ellos, y salvo Salamanca (Barruecopardo) y León (Ponferrada), se explotó mayoritariamente la especie rica en hierro wolframita.

### 1.3. LA PRODUCCIÓN DEL WOLFRAMIO ESPAÑOL EN EL PANORAMA DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Las reservas de wolframio peninsulares fueron protagonistas de uno de los episodios económicos de España durante la Segunda Guerra Mundial. A finales de la década de 1930, China contaba –y aún hoy en día– con el mayor volumen de reservas de wolframio a nivel mundial y, hasta ese momento, era el principal país suministrador para Alemania. Pero la declaración de guerra de China a Japón (1937-1945), el ataque nazi a la URSS, que frenó la vía terrestre de importación desde Asia, y el bloqueo naval británico, hicieron que el suministro de este metal estratégico a Alemania se viese súbitamente interrumpido, por lo que los nazis tuvieron que buscar wolframio de manera exclusiva en los yacimientos de la Península Ibérica.<sup>23</sup>

La España franquista, saltándose la prohibición internacional de comerciar con la Alemania nazi, como resultado del acuerdo entre Hitler y Franco durante su reunión en Hendaya (23 de octubre de 1940), empezó a vender este metal a los alemanes, para saldar así la deuda contraída durante la Guerra Civil, y a cobrar con el oro que los alemanes estaban obteniendo del exterminio de los judíos. De esta forma, el wolframio peninsular protagonizó una burbuja que hizo que el precio por tonelada de este metal se viese incrementado vertiginosamente,<sup>24</sup> pasando de 639 dólares por tonelada en 1939 a 4566 dólares en octubre de 1941 y casi los 10 000 dólares en junio de 1942, con picos de casi 15 000 dólares por tonelada entre 1943 y 1944. De igual manera, también se vio incrementado el número de empresas productoras, pasando de seis minas a inicios de

<sup>23</sup> LEONARDO CARUANA DE LAS CAGIGAS, “Una oportunidad aprovechada: el caso de la exportación de wolframio durante la Segunda Guerra Mundial”, *Revista de la historia de la economía y de la empresa*, 5, 2011, pp. 289-307.

<sup>24</sup> *Ibidem*.

1941, a más de cien en 1943, muchas de ellas explotaciones pequeñas que consiguieron multiplicar por diecisiete la producción nacional, e hicieron que el wolframio supusiera el 20 % de las exportaciones españolas y el 1 % del PIB en los años 1943 y 1944.

Las relaciones comerciales entre España y Alemania que, además de wolframio, proveyeron de alimentos a los nazis mientras los españoles pasaban hambruna, no fueron bien vistas por el bando aliado que, de un lado, quiso impedir este suministro intentando comprar las reservas de wolframio españolas –lo que contribuyó a subir más el precio del metal– y, de otro, aplicó, como medida de presión, en dos ocasiones (del 27 de julio al 7 de septiembre de 1940, y del 22 de enero al 2 mayo de 1944) embargos sobre el producto más crítico para la economía española, el petróleo, lo que supuso aún más complicaciones para el país.

Precisamente, la bocamina hundida situada en la finca de la casa de Francisco Atienza,<sup>25</sup> en Puerto Mancilla (Estepona), en el mismo entorno de la mina Conchita y cercana al arroyo del Bosquecillo, se conocía como “mina de los alemanes”, y guarda relación con el episodio anteriormente narrado sobre la “burbuja” de wolframio durante la Segunda Guerra Mundial. Figura en la *Estadística Minera y Metalúrgica de España* del año 1944 la producción de 0,866 toneladas de scheelita, *con una ley de 58 por 100, vendibles*, procedentes de la mina Conchita. Por otra parte, según datos procedentes del Ministerio de Hacienda para el año 1944, aparece registrada en la provincia de Málaga<sup>26</sup> una producción de 800 toneladas de wolframio, sin constar que parte de esta cantidad procediese de minas de Estepona, pese a ser los únicos yacimientos de wolframio-bismuto explotados regularmente en la provincia de Málaga, por lo que esa cantidad procedería, en todo o en parte, de yacimientos de otra provincia, por ejemplo de los de Montoro, en Córdoba.

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la elaboración de este artículo monográfico, se ha realizado un trabajo escalonado, abordado por fases a lo largo de años de investigación, que comprende las propiamente de gabinete y las de reconocimiento de campo de labores y escombreras provenientes de los frentes de la explotación.

<sup>25</sup> Según el catastro del término municipal de Estepona de 1943, figura como propiedad de Francisco Atienza López y María Simón Navarro. DAVID TORRALBA PORTILLA et ál., *Catálogo de bienes de interés etnológico del término municipal de Estepona* [en línea], <<http://www.iluana.com>> [consulta: 02/08/12].

<sup>26</sup> Correspondencia electrónica de los autores con Leonardo Caruana de las Cagigas.





En las etapas de gabinete se procedió a la recopilación de la información histórica con visitas al Archivo Histórico Provincial de Málaga (fondos antiguos de la jefatura de minas), a la biblioteca y cartoteca digital del IGME de Madrid, al Archivo Histórico Municipal de Estepona (Málaga), y se han consultado cartas, mapas geológicos y la documentación publicada hasta la fecha.

En cuanto al trabajo de campo, éste ha consistido en la inspección y visita al yacimiento para confeccionar un inventario de labores, llevar a cabo el levantamiento topográfico de galerías, el reconocimiento e inspección geológica y minera de los indicios, la toma de muestras de minerales y roca de caja del yacimiento, tomas fotográficas y toma de otros datos in situ –de localización, geológicos, datos mineralógicos y estructurales–.

Durante las fases de investigación y recogida de muestras en la década de los noventa, que constituyeron las conclusiones de trabajos precedentes de uno de los autores que suscriben,<sup>27</sup> los minerales de la mina Conchita fueron estudiados con equipos de microscopía de polarización de luz reflejada y microsonda electrónica a través de muestras enviadas y preparadas en la Universidad de Granada. Ejemplares de la especie scheelita y silicatos de la roca encajante de la mina fueron además estudiadas por el profesor Dr. Jiri Novak del Instituto de Geología de Praga en el año 2001. Posteriormente, durante el año 2010, y tras nuevas fases de muestreos, algunas menas de sulfuros de la mineralización se enviaron a la Universidad de Málaga para ser analizadas con técnicas SEM-EDX (Scanning Electron Microprobe) en el Departamento de Química Inorgánica, gracias a la labor incondicional y altruista del ingeniero químico don José Manuel Compañía.

Los análisis y conclusiones de tales trabajos han permitido la elaboración de las secciones geológicas y los cortes estratigráficos del yacimiento que se muestran en el presente artículo, la actualización y descubrimiento de nuevas especies minerales, y alcanzar un conocimiento más profundo de tales singularidades metalogénicas y mineralógicas ligadas a la explotación de la mina.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA MINA

La mina Conchita es un yacimiento complejo de metales con la asociación W-Bi-Te-Ag (Au), situada en el paraje del puerto de Las Palmas, también conocido

<sup>27</sup> JUAN CARLOS ROMERO SILVA, *Informe geológico y minero sobre Mina Conchita, Estepona (Málaga)*, inédito, 1993, 59 pp.; *Minerales y rocas...* (2003).

como cerro del Lentisco. La mineralización está alojada en el borde del macizo de Los Reales, al norte de la localidad de Estepona (Málaga), flanqueada por la subcuenca del arroyo del Bosquecillo –afluente del río Padrón– (figura 7). Está localizada en la hoja topográfica de Estepona (1072) a escala 1:50000, de coordenadas UTM X: 307067,4; Y: 4039137,5 \ DATUM: ETRS89 (WGS84), en un paraje situado a unos 8 km de la desembocadura del río Padrón.

La mina, que constituye una explotación de muy pequeña magnitud, fue explotada mediante laboreo en galerías subterráneas (figura 8) y rozas muy superficiales, cuyo desarrollo vertical apenas alcanzó la decena de metros. A éstas sólo se puede acceder en la actualidad por un respiradero o trancada minera (figura 9) que sigue el buzamiento de las capas de roca marmórea donde encaja. En el exterior existe un pozo cegado de escasa profundidad (figura 10), situado en superficie, a 51 metros del respiradero, en dirección oeste y cercano a una casa que en tiempos fue habitada por los mineros<sup>28</sup> (figura 11). A escasos metros del respiradero, en dirección sur, existe una trinchera o bocamina hundida de rumbo oeste, junto a la que está situada una escombrera, con cuyo análisis queda en evidencia, como veremos, la complejidad e interés científico de la mineralogía del yacimiento.

Desde un punto de vista geológico, el depósito de wolframio de la mina Conchita encaja en una zona de afloramientos de gneises granitoides (facies de granulitas) y granitoides calcoalcalinos con filones pegmatíticos, que contactan (o engloban) tectónicamente con los mármoles dolomíticos, a escasos 300 metros por el norte de la banda de rocas ultramáficas (peridotitas de tipo lherzolitas y clinopiroxenitas) pertenecientes al manto de la Unidad de los Reales de la Sierra Bermeja (figura 12). Estos materiales de la denominada Unidad de los Reales<sup>29</sup> agrupan los macizos peridotíticos serpentinizados, así como sus envolturas metamórficas (gneises, kinzigitas, micaesquistos y migmatitas). En la zona de Estepona, donde dicha unidad tiene su corte geológico-tipo más sobresaliente (también llamada Manto de los Reales), se compone estratigráficamente de una lámina basal de peridotitas con un espesor próximo a 1,5 km encubrada en el pico de Los Reales de Estepona (1452 m. s. n. m.),

---

<sup>28</sup> Figura en el catálogo BIE de Estepona de Torralba Portilla et ál. inscrita en el catastro del término municipal de Estepona de 1943 como propiedad de Isabel Ramos Clavijo. El apellido Clavijo aparece vinculado a distintas propiedades en el mismo paraje, incluyendo el cortijo de Clavijo, que se utiliza como punto de referencia en los planos de demarcación de las minas de este entorno. La casa se conocía como “Casa de los Mineros”, según testimonios orales recogidos por los autores de este artículo de personas vinculadas a la familia Clavijo.

<sup>29</sup> JOSÉ MARÍA TUBIA, “Estructura de los Alpujárrides occidentales: Cinemática y condiciones de emplazamiento de las peridotitas de Ronda”, *Boletín Geológico y Minero de España*, tomo xcix, fascículos 2-5, 1988.

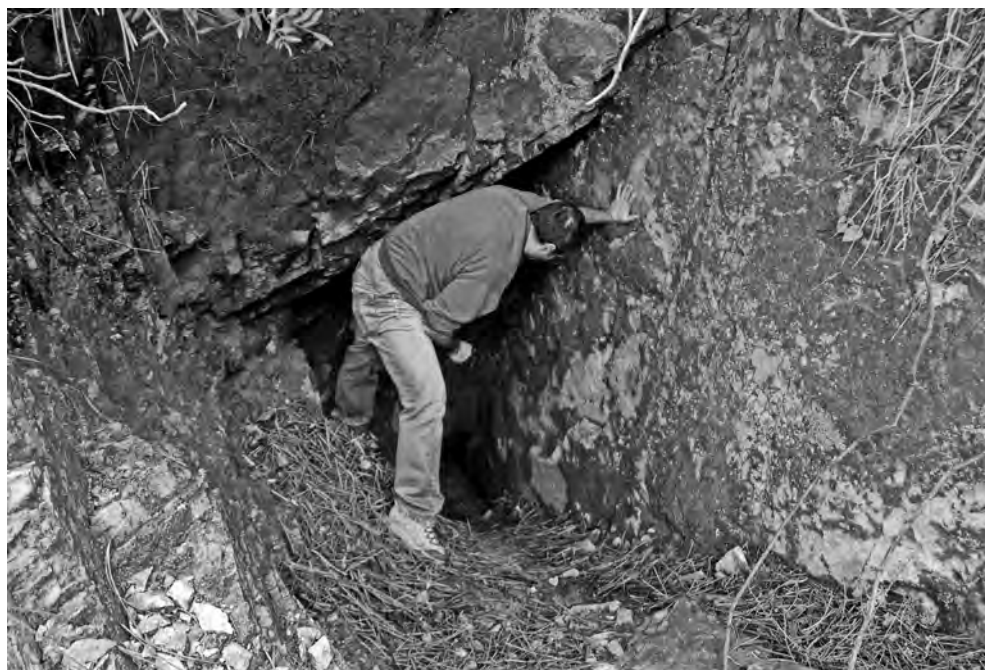


Figura 7. Ubicación del yacimiento. Escala 1:200 000 (IGN)



Figura 8. Galerías interiores de la mina Conchita





*Figura 9. A la mina se accede en la actualidad por un respiradero o trancada minera*



*Figura 10. Pozo de extracción exterior, cegado, situado a 51 metros en dirección oeste desde el respiradero*



Figura 11. Casa de los mineros

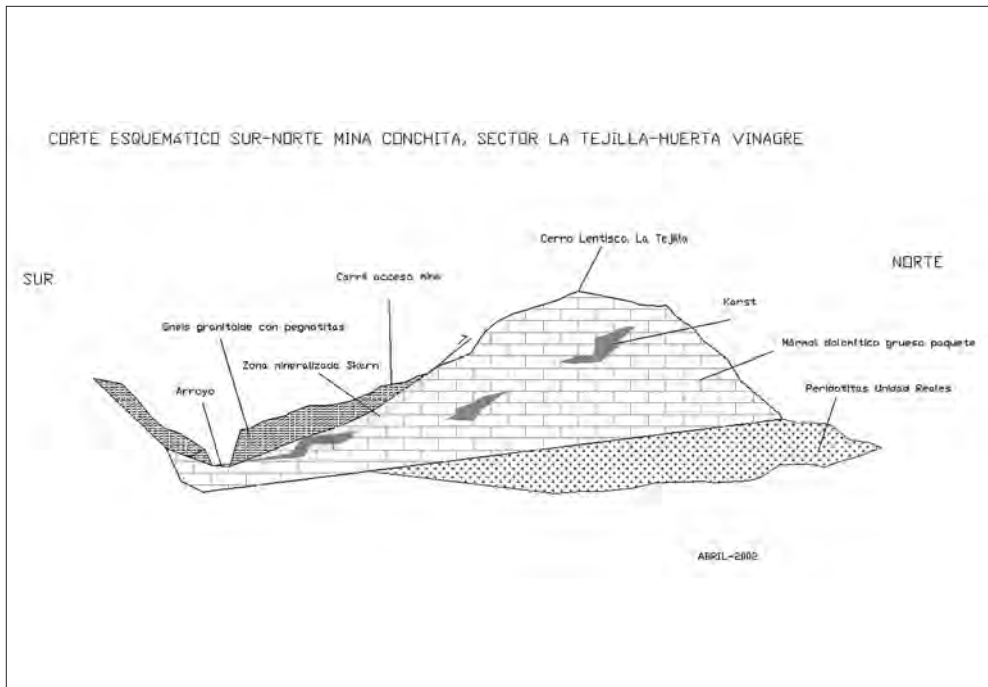


Figura 12. Corte geológico esquemático sur-norte mina Conchita, sector La Tejilla-Huerta Vinagre



sobre la que reposa de manera cabalgante un conjunto heterogéneo de kinzigitas (gneises con granate), gneises cordieríticos y sillimaníticos, granulitas con mármoles, migmatitas y micaesquistos. Los contactos entre dichas unidades son de tipo tectónico, con grandes zonas de cizallas y franjas de alteración milonítica.

El entorno natural tiene una densa cobertura vegetal, compuesta principalmente por pinos resineros, madroños, jaras y lentiscos. La zona tuvo un aprovechamiento anterior a este uso minero –como gran parte del término municipal de Estepona, hasta la crisis de la filoxera– protagonizado por el cultivo de viñas. Todavía en la hoja 1072 del plano del IGN de 1917 aparece la zona donde está ubicada la mina rodeada de este cultivo (figura 3).<sup>30</sup>

### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LA MINA Y ANÁLISIS DE LA MINERALIZACIÓN

La galería principal de la mina tiene una orientación noreste-suroeste y se adentra en dirección al cerro del Lentisco. De ella salen distintos ramales en orientación noroeste-sureste, de los que, a su vez, salen otros de corto recorrido buscando las venas irregulares de mineral, en un dispositivo algo laberíntico característico de las ramificaciones de los *skarn*.<sup>31</sup> Este aspecto evidencia la complejidad e irregularidad que entrañó en su momento, para mineros y facultativos de minas, el seguimiento de las venas mineralizadas del *skarn* de wolframio. Generalmente, las galerías se mantienen a la cota 270 m. s. n. m., aunque hay algunos de estos ramales menores que bajan aproximadamente seis metros de desnivel (figura 13).

Tras acceder a las galerías por la rampa del respiradero, se encuentra, en otra galería que sale a la derecha, a unos tres metros, el elemento más singular de la mina, el atanor cilíndrico (figura 14), inclinado según la estratificación de los mármoles. Rubio Sandoval describe minuciosamente, tanto en el artículo de la *Revista Minera* de 1926 citado, como en la memoria explicativa de la hoja geológica de Estepona de 1934, la morfología de los atanores y la metalización, incidiendo en las dos formas en que se presentan los depósitos de scheelita en este yacimiento: la primera in situ, bajo la fórmula de nódulos granulares de scheelita, oruetita, bismuto nativo, algo de pirita y de mispíquel; y la segunda rellenando estos tubos o atanores con scheelita (figura 15) bien cristalizada y bismutita, mezclada con oruetita, bismuto nativo, serpentina coloidal de color amarillo verdoso y arena suelta de espato calizo y dolomía:

<sup>30</sup> Hoja 1072, correspondiente al término municipal de Estepona, edición 1917 del IGN.

<sup>31</sup> En escasos desarrollos lineales se cambia con frecuencia de dirección de avance.

*Lo que entonces más llamó nuestra atención desde el punto de vista técnico fue la forma rara de estos depósitos, y la manera de presentarse en ellos el mineral. Arman éstos dentro de la dolomía cristalina, y son unos cilindros o tubos terminados en punta por sus extremos y de sección casi circular, con diámetros que oscilan de 0,40 a 0,60 metros. Las paredes de estos tubos son de dolomía cristalina pura, sin señales de metamorfismo ni impregnaciones de mineral, salvo algunas excepciones en que hemos encontrado pegados a ellas pequeños cristales de scheelita, pero lo corriente es que estas paredes sean de dolomía pura y limpia.*<sup>32</sup>

La denominación de atañor para estos tubos fue dada por los propios trabajadores de la zona, probablemente de Estepona, Genalguacil, Jubrique o Benahavís, que colaboraban con Orueta y Rubio Sandoval en las labores mineras, por su parecido a los atañores de barro de tradición árabe que se empleaban para el riego de las huertas, y que en realidad corresponden con los *pipes-shape deposit* ingleses.

Sobre la extraña forma natural de estos tubos, la explicación inicial dada fue que eran criaderos secundarios, grietas en dolomías cristalinas, cuya forma primitiva fue modificada al ser redisueltos los minerales originales que las formaban, por donde ascendieron emanaciones magmáticas situadas en las proximidades del yacimiento, relacionadas con la lámina de peridotitas subyacente a la mina. En la actualidad, el estudio de la morfología de los atañores observados in situ (figuras 16 y 17), sugiere que la karstificación es un fenómeno evidente y posterior al plegamiento de los mármoles dolomíticos. De tal proceso de disolución resultó la formación de estos tubos huecos, atañores o *pipes*<sup>33</sup> rellenos de arenas residuales de descalcificación, que favoreció la penetración por permeabilidad de inyecciones de fluidos alcalinos mineralizadores de wolframio provenientes de intrusiones magmáticas félsicas tipo granitoides y pegmatitas, que interaccionaron con la roca de caja carbonatada rica en magnesio y calcio, formando rocas de *skarn*. Parece incluso evidente que el desarrollo de la karstificación, geometría y la formación de los atañores, ha seguido paralelamente el buzamiento de la estratificación, la cual hunde claramente hacia el sur-suroeste.

Esta relación con los procesos metasomáticos de tipo *skarn* puede apreciarse en algunas zonas del interior de las galerías, donde se reconocen pequeños enclaves de granitoides con venas pegmatíticas y masas verdosas de minerales de *skarn*, con condrodita, flogopita y serpentina proveniente de procesos metasomáticos de intercambio sílice-magnesio y reemplazamiento de forsteritas (var. magnésica de olivino)

<sup>32</sup> ENRIQUE RUBIO SANDOVAL, "Sobre una extraña asociación...", p. 79.

<sup>33</sup> Término inglés.

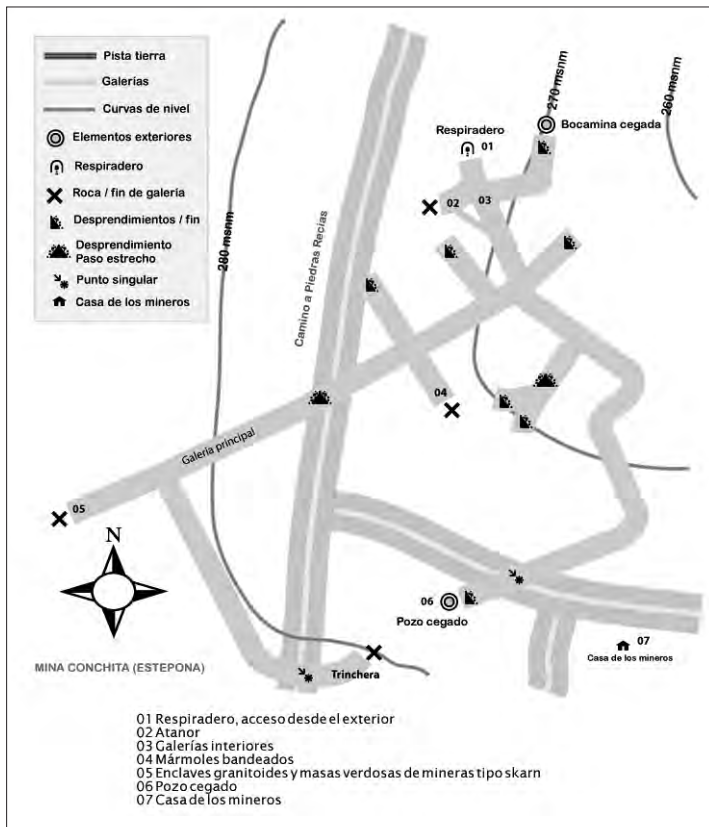


Figura 13. Croquis topográfico



Figura 14. Atanor de paredes erosionadas, sección cilíndrica. Mina Conchita



Figura 15. Cristal piramidal de 2 cm, de intenso color caramelo y con golfos de corrosión en las caras, recogido con lámpara de ultravioleta de onda corta. Alrededores de la mina Conchita. Año 1999

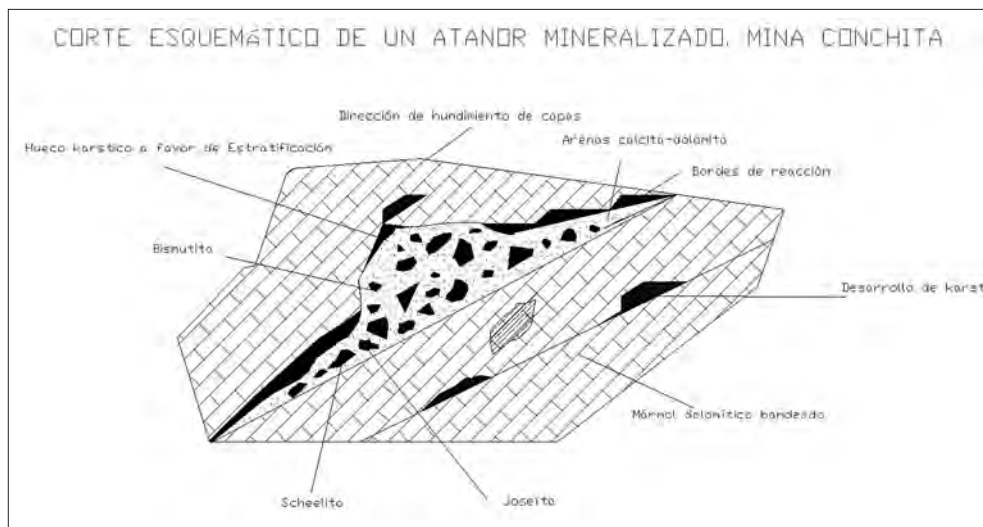


Figura 16. Corte estratigráfico esquemático de un atankor mineralizado. Mina Conchita

contenidas en los mármoles, con formación de pequeñas masas de talco grumoso blanco que contienen granos de scheelita<sup>34</sup> (figura 18).

La roca de caja de la mineralización la constituyen los mármoles compactos bandeados, que pueden apreciarse en las galerías interiores. Presentan un alto grado de recristalización, tonalidad blanco-grisácea y frecuentes bandeados claros (figura 19) y melanocratos ricos en sulfuros (pirrotina y pirita). Al golpearlos desprenden un fuerte olor debido al porcentaje de dolomita presente en su composición.

El análisis con luz reflejada al microscopio de polarización<sup>35</sup> de las muestras minerales, recogidas en la escombrera exterior situada junto al vacie de la mina principal, identificó en aquellas etapas la paragénesis de bismuto nativo (figura 4), grupo de la joseíta (antigua oruetita), soluciones sólidas tetradimita-telurobismutita, y scheelita, acompañada de pirrotina, grafito, arsenopirita, pirita, y bismutita con ganga de calcita, dolomita, condrodita, dióxido y forsterita.

Es destacable la abundante presencia de condrodita pardo-verdosa tapizada de láminas de grafito, y masas de talco blanco grumoso con brucita, donde en ocasiones se insertan los cristales de scheelita de los atanores. La condrodita (figura 20) es un raro silicato de magnesio que contiene flúor y grupos hidroxilos, y aparece en calizas y dolomías metamorizadas afectadas por procesos metasomáticos.

Ejemplares de la especie scheelita y silicatos de la roca encajante de la mina han sido estudiados por el profesor Dr. Jiri Novak del Instituto de Geología de Praga, quien ha puesto en valor la gran riqueza y pureza de la scheelita, con un 76,68 % de  $WO_3$ , 23,15 % de CaO, e indicios de manganeso e hierro.

A los minerales citados, hay que sumar las nuevas especies bismita, altaita, aleksita (S: 25,08%; Te: 9,91%; Pb: 2,70%; Bi: 62,31%) y smirnitita, descubiertas en los análisis con técnicas SEM-EDX<sup>36</sup> (figura 21) en 2010, tras nuevas fases de muestreo sobre algunas menas de sulfuros de la mineralización enviadas al Departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Málaga, por el ingeniero químico don José Manuel Compañía, cuyos resultados confirmaron las hipótesis mineralógicas iniciales y enriquecieron el inventario mineralógico de la mina. Dichas analíticas corroboraron en los difractogramas, la dificultad de los picos investigados, al tratarse de mezclas de minerales.

El listado de las especies minerales reconocidas en la escombrera de la mina y su composición química es el siguiente:

<sup>34</sup> JUAN CARLOS ROMERO SILVA, *Minerales y rocas...*, p. 121.

<sup>35</sup> *Ibidem*, p. 122.

<sup>36</sup> Scanning Electron Microprobe (SEM).



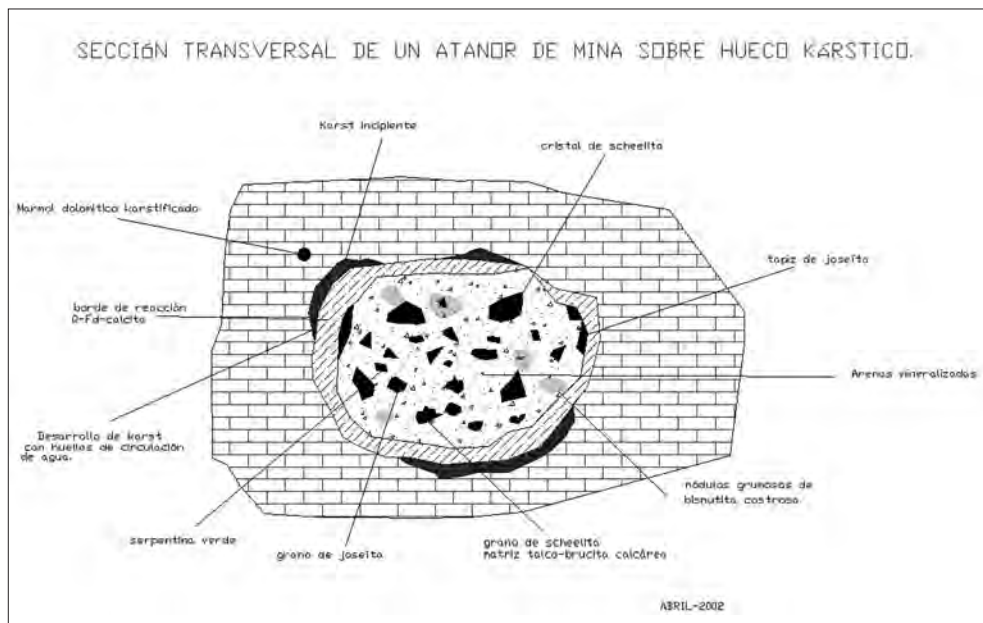


Figura 17. Sección transversal de un atanor mineralizado de mina en relleno de hueco kárstico



Figura 18. En el interior se reconocen pequeños lentes y enclaves de granitoides algo pegmatoides y masas verdosas de minerales de skarn con condrodita, flogopita y serpentina, con las que parece estar relacionada la mena principal

## ELEMENTOS NATIVOS

Bismuto nativo (Bi)

Oro nativo (Au) como diminutas inclusiones en sulfotelururos

y Arsenopirita?

Grafito (C)

## SULFUROS

Pirrotina ( $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ )Pirita ( $\text{FeS}_2$ )Arsenopirita ( $\text{FeAsS}$ )

## (SULFUROS-SULFOTELURUROS-TELURUROS)

Joseíta ( $\text{Bi}_4\text{TeS}_2$ )Tetradimita ( $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ )Telurobismutita ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ )Aleksita ( $\text{Bi}_2\text{PbTe}_2\text{S}_2$ )Altaita ( $\text{PbTe}$ )

## ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS

Bismita ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )Smirnita ( $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ )Brucita ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ )

## CARBONATOS

Calcita ( $\text{CaCO}_3$ )Dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )Bismutita ( $(\text{BiO})_2\text{CO}_3$ )

## SILICATOS

Condrodita ( $\text{Mg}_5(\text{SiO}_4)_2(\text{F},\text{OH})_2$ )Diópsido ( $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ )Forsterita ( $\text{Mg}_2(\text{SiO}_4)$ )Talco ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )Serpentina ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )Tremolita ( $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ )Clinocloro ( $\text{Mg},\text{Fe}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ )Flogopita  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$



*Figura 19. La roca de caja de la mineralización la constituyen los mármoles. Presentan un alto grado de recristalización, tonalidad blanco-grisácea y frecuentes bandeados melanocratos ricos en sulfuros (pirrotina y pirita). Al golpearlos desprenden un fuerte olor debido al porcentaje de dolomita presente en su composición*



*Figura 20. Cristales prismáticos y en forma de "yunque" de condrodita amarilla-grisácea. Mina Conchita. Tamaño: 1 cm*

Tras el estudio geológico y de investigación mineralógica, se puede afirmar que el yacimiento de la mina Conchita parece ser el resultado de un depósito de intercambio metasomático de tipo *skarn* magnesiano, relacionado con los granitoides cuarzofeldespáticos, los mármoles dolomíticos y las proximidades del cuerpo ultramáfico de Sierra Bermeja. Las fases ácidas ricas en cuarzo, feldespato y micas de los diferenciados graníticos, portan el wolframio y el bismuto; el calcio es aportado directamente por la roca encajante, es decir, los mármoles. Acompaña a este proceso la formación de rocas metasomáticas ricas en diópsido, flogopita y clinohumita.<sup>37</sup>

La formación de estas rocas tipo *skarn* revelan el metasomatismo o proceso de reacción e intercambio químico acontecido entre un protolito magnésico-cálcico (dolomías calcáreas) metamorfozado y silicoclástico (intercalaciones pelíticas), y una fuente ígnea rica en álcalis (granitoides y pegmatitas) todavía caliente, vinculada al emplazamiento de las peridotitas durante la orogenia alpina de las cordilleras Béticas occidentales.

El yacimiento de W-Bi de Mina Conchita representa una mineralización única en España por su tipología metalífera y asociación genética al emplazamiento y evolución de las peridotitas malagueñas en la corteza, en un contexto orogénico alpino de borde de placa tectónica de tipo colisional, cuya etapa metalogénica fue tardía, relacionada con inyecciones de granitoides (leucogranitos) y pegmatitas. Los magmas de leucogranitos (rocas magmáticas cuarzo-feldespáticas de grano medio-fino) se interpretan como resultado de la fusión o anatexia de rocas pelíticas (rocas aluminosas tipo gneis) en zonas del interior de la corteza, relacionados con ambientes de colisión continental.<sup>38</sup>

Como toda explotación minera caduca y abandonada, el estado del acceso al interior de la mina y la falta de ventilación en las galerías más profundas, hacen desaconsejable su visita en la situación actual. Las galerías carecen de entibaciones, y algunas cámaras de explotación están descomprimidas y al borde del colapso. Sin embargo, el interés científico e histórico del yacimiento, merecen el reconocimiento y la protección por parte de las autoridades y organismos competentes como elemento a integrar en el patrimonio geológico, excepcional e infravalorado, que atesora la historia geológica del macizo de Sierra Bermeja, un importante recurso natural de su comarca y un raro yacimiento mundial de alto interés científico.

<sup>37</sup> JUAN CARLOS ROMERO SILVA, *Minerales y rocas...*, p. 122.

<sup>38</sup> La formación de granitoides y leucogranitos en ambientes colisionales de placa tectónica es característico, como ejemplo, en la cordillera del Himalaya.

## CONCLUSIONES

A modo de resumen de todo lo expuesto, se puede afirmar que nos encontramos ante un yacimiento excepcional dentro del panorama minero nacional, cuyo depósito mineral puede ser considerado único en España, como consecuencia de lo siguiente: en primer lugar, debido a la escasez a nivel mundial de este tipo de yacimientos polimetálicos de W-Bi-Te en contextos de borde de placa tectónica de tipo colisional asociado a peridotitas alpinas y granitoides; y, en segundo lugar, a su singular tipología metalogénica en España, donde es el único yacimiento de wolframio-bismuto-teluro, tipo *skarn* magnesiano (protolito dolomítico acompañado de la formación de condrodita y talco), vinculado al emplazamiento de masas de peridotitas alpinas provenientes del manto sublitosférico (macizo ultramáfico de Sierra Bermeja) terrestre.

Subsidiariamente, y en el ámbito industrial, con su explotación se desveló la existencia en los macizos alpinos de Málaga de yacimientos potenciales de metales de baja concentración en la corteza, como son bismuto, teluro y oro, junto al propio wolframio, destacando también en el plano científico por la grandiosidad y magnificencia de sus cristales de scheelita, considerados de calidad gemífera en los círculos mineralógicos de nuestro país.

El yacimiento de la Mina Conchita constituye, por tanto, un valioso ejemplo del patrimonio geológico de Sierra Bermeja (Málaga), y un reconocimiento a aquellos ilustres personajes históricos –los Orueta– que, con su empeño, pasión científica y altruismo vocacional, colocaron a Málaga y a sus recursos minerales en la vanguardia de las futuras investigaciones venideras y proyectos de minería patrocinados por el mismísimo Instituto Geológico y Minero de España.

## BIBLIOGRAFÍA

- CARUANA DE LAS CAGIGAS, LEONARDO, “Una oportunidad aprovechada: el caso de la exportación de volframio durante la Segunda Guerra Mundial”, *Revista de la historia de la economía y de la empresa*, 5, 2011, pp. 289-307.
- \_\_\_\_\_ y HUGH ROCKOFF, “A Wolfram in Sheep’s Clothing: U. S. Economic Warfare in Spain, 1940-1944”, *Journal of Economic History*, vol. 63, n.º 1 (marzo), 2003, pp. 65-99.
- CLEMENTE RUBIO, SIMÓN DE ROJAS, *Viaje a Andalucía. Historia Natural del Reino de Granada (1804-1809)*, Antonio Gil Albarracín (ed.), Barcelona, GBC Editora, 2002, 1247 pp.



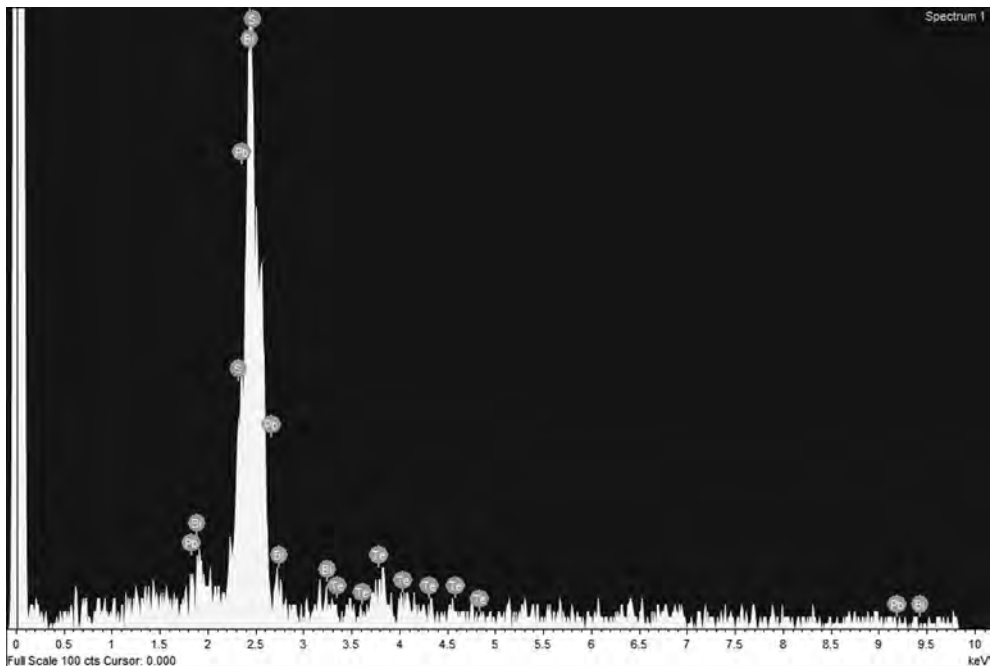
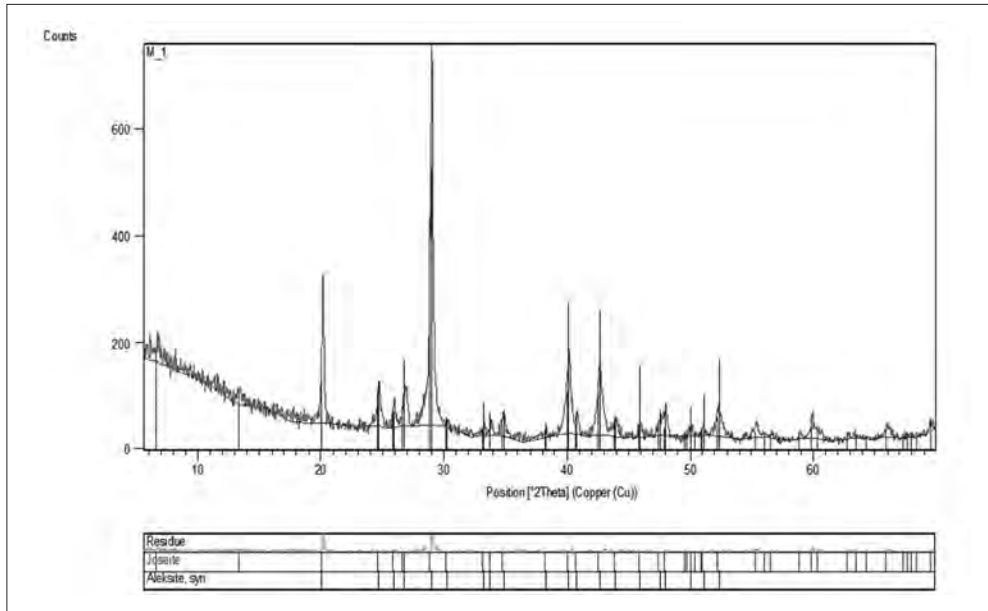


Figura 21. Resultados de análisis de especies joseíta y aleksita de la mina Conchita (SEM-EDX). Muestras UMA (2010)

CHAMÓ COBOS, CARLOS, CUSTODIO ESTÉVEZ GONZÁLEZ y EDUARDO PILES MATEO, *Mapa Geológico Nacional 1:50000 (MAGNA 50)* [Material cartográfico], 2.ª Serie, hoja 1072 (Estepona), Madrid, IGME, 1972.

*Estadística minera y metalúrgica de España. Año 1944*, Madrid, Ministerio de Industria, Dirección General de Minas y Combustibles, 1945, 543 pp.

GAVALA, JUAN, JAVIER MILÁNS DEL BOSCH y ENRIQUE RUBIO, *Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Memoria explicativa de la hoja n.º 1072, Estepona*, Madrid, IGME, 1934.

GERVILLA LINARES, FERNANDO, *Mineralizaciones magmáticas ligadas a la evolución de las rocas ultramáficas de la Serranía de Ronda (Málaga-España)*, Granada, Universidad, Facultad de Ciencias, Departamento de Mineralogía y Petrología, 1990, 189 pp. (tesis doctoral presentada en la Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 1989).

GÓMEZ ZOTANO, JOSÉ, *El papel de los espacios montañosos como traspaís del litoral mediterráneo andaluz. El caso de Sierra Bermeja (provincia de Málaga)* [CD-Rom], Granada, Universidad, 2004, 689 pp. (tesis doctoral presentada en la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Granada, 2002).

International Tungsten Industry Association [web en línea], <http://www.itia.info/>

KINDELÁN, VICENTE, “Necrología: Orueta”, *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XLVI, 3.ª serie, 1926, pp. IX-XXXVI.

ORUETA AGUIRRE, DOMINGO, “Bosquejo fisicogeológico de la región septentrional de la provincia de Málaga”, *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, tomo IV, 1877, pp. 89-172.

ORUETA Y DUARTE, DOMINGO, *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, «Memorias del Instituto Geológico de España» 32, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 1917, 571 pp.

\_\_\_\_\_, *Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1919, 135 pp.

PÉREZ MATEOS, JOSEFINA, “Las scheelitas españolas”, *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 50, 1958, pp. 333-349.

PIÑA DE RUBÍES, SANTIAGO, “La Oruetita, nuevo sulfotelururo de bismuto”, *Revista minera, metalúrgica y de ingeniería*, 2685, 1919, pp. 197-198.

RÁBANO, ISABEL, et ál., “Microfotografías de Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) en los fondos históricos del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid)”, *Boletín Geológico y Minero*, vol. 118, n.º 4, 2007, pp. 827-846.

- ROMERO SILVA, JUAN CARLOS, *Minerales y rocas de la provincia de Málaga*, Málaga, CEDMA, 2003, 317 pp.
- RUBIO SANDOVAL, ENRIQUE. “Sobre una extraña asociación de minerales de bismuto y tungsteno en la Serranía de Ronda”, *Revista minera, metalúrgica y de ingeniería*, 3011, 1926, pp. 77-81.
- TORRALBA PORTILLA, DAVID, et ál., *Catálogo de bienes de interés etnológico del término municipal de Estepona* [en línea], <<http://www.iluana.com>> [consulta: 02/08/12].
- TUBIA, JOSÉ MARÍA, “Estructura de los Alpujárrides occidentales: Cinemática y condiciones de emplazamiento de las peridotitas de Ronda”, *Boletín Geológico y Minero de España*, tomo XCIX, fascículos 2-5, 1988.

## DOCUMENTACIÓN ARCHIVÍSTICA

Archivo del Departamento de Minas, Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Málaga (a través del Archivo Histórico Provincial de Málaga), *Planos de demarcación del distrito minero de Málaga*:

- *Plano de demarcación de la mina de scheelita titulada Conchita (núm. 5024) sita en el paraje nombrado Puerto del Lentisco-Arroyo Bosquecillo, término de Estepona. Escala 1:5000. 22 de junio de 1920.*
- *Plano de demarcación de la mina de bismuto titulada Juanita, número 5557, sita en el paraje nombrado Puerto del Lentisco, en término de Estepona. Escala 1:10000. 18 de febrero de 1944.*
- *Plano de demarcación de la mina de mineral indeterminado de la 3.ª sección titulada Lucía (núm. 5170), sita en el paraje nombrado Arroyo del Bosquecillo, término de Estepona. Escala 1:5000. 31 de agosto de 1925.*
- *Plano de deslinde de la mina titulada Marisina, número 5556 del término municipal de Estepona. Escala 1:10000. 18 de octubre de 1944.*
- *Plano de demarcación de la mina de Bismuto titulada Olvido, número 5576, sita en el paraje nombrado Puerto del Lentisco, término de Estepona. Escala 1:10000. 15 de enero de 1945.*