

Estudio de las malaquitas de Sierra del Aguila (SO Badajoz)

M. J. LISO RUBIO, C. ALBARRAN

Universidad de Extremadura (Badajoz)

R. CASILLAS RUIZ

Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN.—Estudio de las malaquitas de Sierra del Aguila (SO Badajoz).

Se estudian las malaquitas de un yacimiento situado en la Sierra del Aguila (Zafra) que están constituidas por óxidos de hierro y de cobre, en donde aparecen malaquitas en considerable cantidad y de variada morfología y origen supergénico.

Las malaquitas han sido caracterizadas por difracción de rayos X, microscopía óptica (lámina delgada) y por microanálisis de rayos X. Se ha realizado también la caracterización analítica por espectrometría de absorción atómica. Se ha detectado la presencia de hierro y manganeso que reemplazan al cobre. Las malaquitas aquí estudiadas pueden tener aplicaciones en pinturas, producción de gemas y en decoración.

ABSTRACT.—The malaquites from the Sierra del Aguila (SO Badajoz).

The malaquites from an iron and copper ore located at the Sierra del Aguila (Zafra) have been chemically and mineralogically characterized. These malaquites are abundant and show different morphology and supergenic origin. Atomic Absorption Spectroscopy, XRD, Optical Microscopy and SEM/EDX have been the methods used for this characterization. The substitution of iron and manganese by copper has been detected in this type of malaquites. Possible applications for these minerals are: gems, decoration or in ceramic industry.

1. INTRODUCCION

Las referencias a estudios de malaquitas en Extremadura son frecuentes: Rivas-Mateos (1906) (1), Calderón (1910) (2) y Sos Baynat (1962) (3). Este último autor da algunos datos acerca de este mineral, destacando la presencia de este mineral en las localidades siguientes de la provincia de Badajoz: El Berrocal (Mérida), mina nueva de San Fernando (Oliva de Mérida), La Pizarrilla y El Egido del Monte (Magacela), Miraflores (Castuera) y Rincón Porquero (Zalamea de la Serena).

Las diversas formas de presentarse, su colorido, y la relativa abundancia de este mineral, hacen conveniente un estudio más detallado de este mineral en la provincia de Badajoz. Esta nota se dedica al estudio mineralógico de las malaquitas de la Sierra del Aguila, en la cual se encuentran indicios y yacimientos de hierro, manganeso y cobre, que hasta el momento se encuentran insuficientemente estudiados.

2. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

La Sierra del Aguila es una pequeña serrata que pertenece a las estribaciones de Sierra Morena, la cual ocupa la parte sur de la provincia de Badajoz.

El área de estudio está situada en la hoja núm. 10-34 (Zafra) M.T.N. a escala 1:50.000 en la provincia de Badajoz (fig. 1). La mineralización está constituida por varios filones explotados en la antigüedad; próximas al pueblo de Zafra, a 65 km al SE de Badajoz y 7 km al S de Fuente del Maestre.



Fig. 1

El acceso al yacimiento se hace a través de un camino directo que parte desde el cruce de la nacional 432 con Fuente del Maestre en dirección hacia la Sierra del Aguila, a unos 2 km del cruce. Geológicamente, el afloramiento se halla sobre una masa calcárea que está situada sobre granitos y granodioritas: De N a S, es decir, del contacto granito-roca calcárea hacia la parte más alta de la Sierra, se encuentran dolomitas y/o calizas con hematites que contienen filoncillos de malaquita con un espesor máximo de 2 cm.

La figura 2 muestra un pequeño esquema de la disposición del afloramiento. Los materiales férricos objeto de explotación son de color negro rojizo, bastante homogéneos y de dureza media. Se presentan en bancos de potencia variable. Entre los materiales carbonatados aparece un banco de hematites y óxidos férricos de unos 4 metros (4) seguido

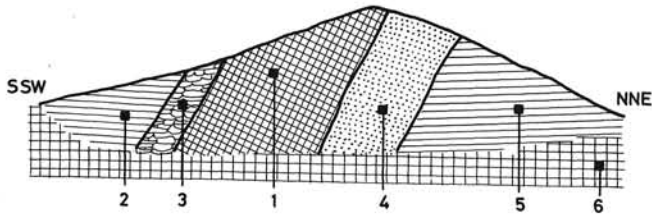


Fig. 2.—Disposición del afloramiento.

de un banco de mayor espesor que contiene óxidos de hierro y minerales de cobre de composición variada (1) y limita por el otro extremo en un pequeño banco de 2 metros, con mayor contenido en malaquitas (3) acompañada de óxidos de hierro y de cobre.

2.1. Descripción del mineral

Morfología.—Las malaquitas de la Sierra del Aguila se presentan de diversa forma (fig. 3): Cristalizada en agujas cortas entrecruzadas y drusadas de color verde esmeralda típico. Se presenta en cristales de 1 cm de longitud y de pocas décimas de mm de espesor. Monocristales colocados sobre

superficies más o menos planas cuyos cristalitas pequeños son perfectos de color verde oscuro. En agregados fibrosos radiales, de color verde típico y brillo sedoso. En costras espesas, de 2 a 16 mm de espesor, de color verde algo más oscura que los agregados fibrosos y con brillo mate. También se presenta rellenando grietas y en fisuras laterales y en costras amorfas de color verde decolorado.

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Tests identificativos

Las malaquitas aquí investigadas son solubles en ácidos diluidos con producción de efervescencia de CO_2 , lo que indica la presencia mayoritaria de carbonatos. Esta solución ácida, de color verde, en presencia de amoníaco se torna azul oscuro.

Funde con el soplete y se reduce a cobre metálico. En hilo de platino, la solución nítrica puesta a la llama de un mechero Bunsen da color verde. Si la solución es clorhídrica da color azul. Presenta raya de color verde más claro. Dureza 3 1/2-4. Peso específico: 4,00 gcm^3 .

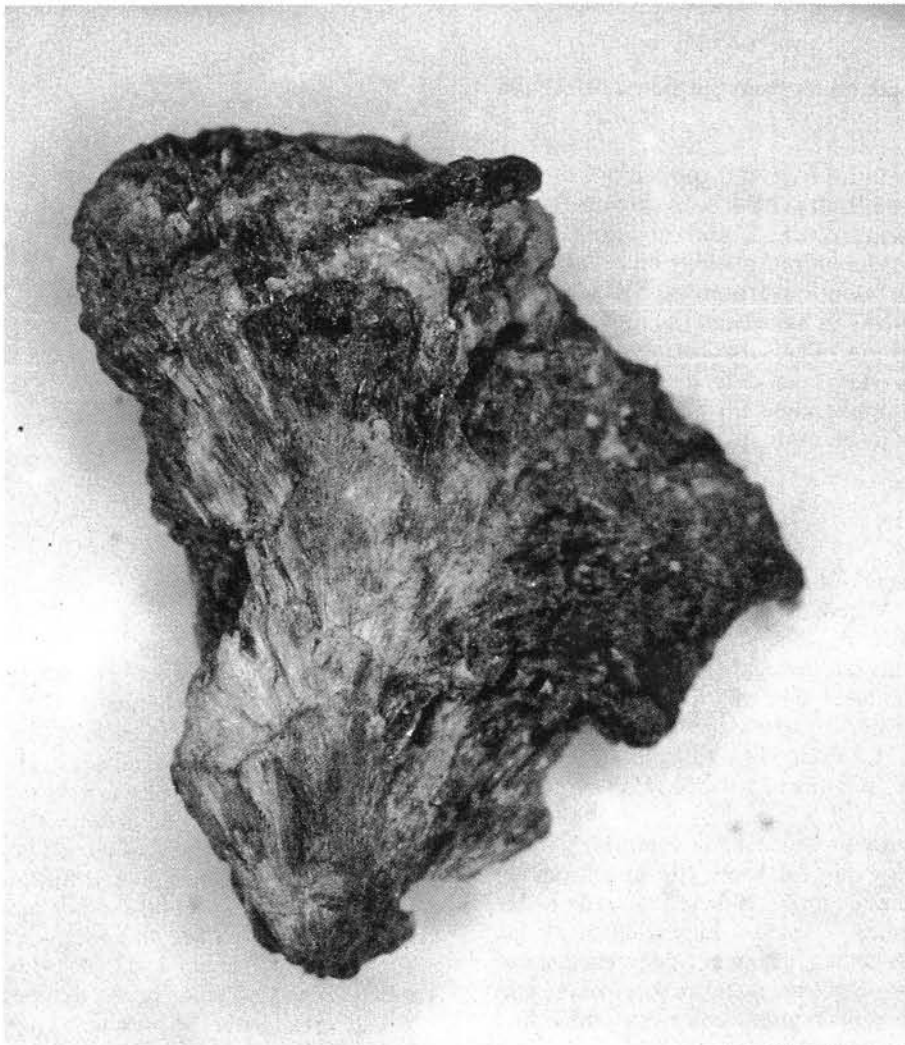


Fig. 3.—Malaquitas de Sierra del Aguila (SO de Badajoz).

3.2. Estudio por microscopía petrográfica

La malaquita, con luz transmitida y en secciones perpendiculares a la bisectriz aguda, es de color verde a verde amarillento. Es biáxica negativa a diferencia de la azurita. Posee índice de refracción muy elevados ($n_x=1,657$, $n_y=1,876$, y $n_z=1,911$) y ángulo de extinción $2V=43^\circ \pm 2$.

3.3. La paragénesis

La paragénesis del yacimiento está constituida por hematites como mineral principal, sustituido a veces por óxidos férricos, malaquita, magnetita, siderita, cuprita, limonita, pirita, calcopirita, cobre, azurita y calcosina y como ganga: cuarzo, dolomita y calcita.

TABLA I

DIFRACCION DE RAYOS X DE LAS MALAQUITAS DE SIERRA DEL AGUILA (BADAJOZ)

Ficha ASTM 10-399		Sierra del Aguila		
d(A)	I/I ₀	Línea	d(A)	I/I ₀
7,41	12	1	7,40	10
5,99	55	2	5,99	45
5,05	75	3	5,05	60
3,69	85	4	3,69	100
3,02	18	5	3,02	26
2,98	18	6	2,99	20
2,85	100	7	2,85	80
2,82	40	8	2,82	72
2,77	45	9	2,77	33
2,52	55	10	2,52	53
2,47	30	11	2,47	17
2,46	35	12	2,46	26
2,42	20	13	2,42	25
2,18	20	14	2,18	10
2,12	20	15	2,12	18
2,07	18	16	2,07	10
1,91	18	17	1,91	22
1,69	25	18	1,69	17

3.4. DIFRACCION DE RAYOS X

Las muestras de malaquita han sido caracterizadas por difracción de rayos X (método de polvo) en un aparato Philips con radiación Cu K α , filtro de Ni y velocidad de exploración 2°/min.

Los resultados obtenidos figuran en la tabla I, los cuales concuerdan con los expresados en la ficha 10-399 de la A.S.T.M.

Según Carobbi (1971) (4) el Cu⁺² de la malaquita presenta una configuración de un octaedro distorsionado con cuatro distancias entre Cu-O o Cu-OH en torno a 2Å y a las otras dos sensiblemente mayores. Asimismo, este mineral monoclinico, se caracteriza por poseer un valor muy pequeño de $c_0=3,24\text{Å}$, que condiciona el tamaño de sus cristales con longitudes de 1 cm, y espesores de pocas décimas de mm.

3.5. ANALISIS QUIMICO

Se ha realizado por diferentes técnicas:

Por espectroscopía de absorción atómica (ASS) y métodos clásicos de análisis químicos, cuyos resultados están en la tabla II. La disgregación de las muestras se ha realizado con metaborato de litio.

TABLA II

ANALISIS QUIMICO DE LAS MALAQUITAS DE LA SIERRA DEL AGUILA (BADAJOZ)

Malaquita verde esmeralda		Malaquita verde oscuro	
CuO	70,32%	CuO	69,43%
Fe ₂ O ₃	0,55%	Fe ₂ O ₃	1,44%
MnO	0,45%	MnO	0,44%
K ₂ O	0,53%	K ₂ O	0,54%
CO ₂	19,94%	CO ₂	19,90%
H ₂ O	8,20%	H ₂ O	8,25%
Total	99,99%	Total	100,00%

Asimismo, se ha llevado a cabo un microanálisis por EDX cuyos resultados están en la figura 4. El pico de Au se debe al recubrimiento necesario para la técnica SEM/EDX.

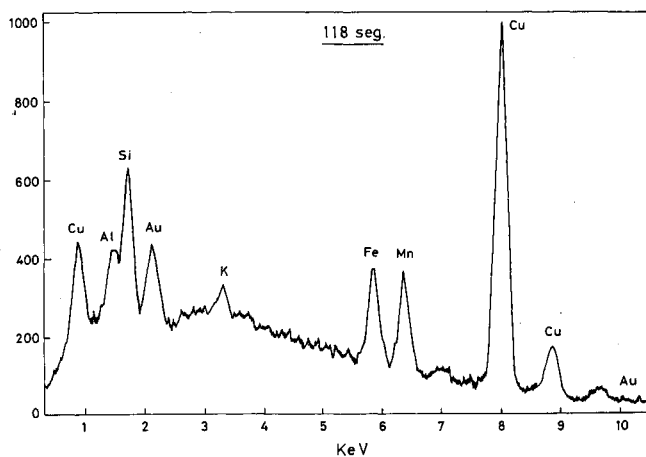


Fig. 4.—Espectro EDX promedio de la malaquita de la Sierra del Aguila (Badajoz).

4. DISCUSION

La Sierra del Aguila presenta indicios y yacimientos de hierro, cobre y manganeso que hasta la actualidad están insuficientemente estudiados. El afloramiento de carbonatos de cobre de la Sierra del Aguila, objeto de este trabajo, presenta una mineralogía a base de hematites como mineral principal, sustituido a veces por óxidos férricos y de cobre.

La malaquita de este yacimiento se presenta como mineral supergénico en gran cantidad. Es un yacimiento de metamorfismo de contacto en el que se ha originado la mala-

quita por procesos metasomáticos tal y como se describen a continuación:

La alteración de los minerales de cobre se originan en las zonas donde el aire y el agua circulan activamente. Los sulfuros se oxidan pasando a sulfatos y los metales son arrastrados en disolución. El CO_2 o los carbonatos existentes precipitan al cobre en forma de carbonatos de cobre. También se forman las malaquitas por reemplazamiento de Mg^{+2} y Fe^{+2} por Cu^{+2} en materiales carbonatados, principalmente dolomíticos.

La estabilidad de las malaquitas según Carobbi (1971) (4) está en función del pH, de la concentración total del carbonato disuelto y de la actividad del ion sulfato. La malaquita se forma a pH poco elevado (próximo a 7,0) y en presencia de una pequeña cantidad de carbonato.

Estos factores son los causantes de las variedades morfológicas de las malaquitas de Sierra del Aguila, presentándose en microcristales, agujas, agregados fibrosos radiales y en costras de diferente espesor. Las diferencias de color en las malaquitas está relacionada con la cantidad de hierro. Así se oscurece el color verde con la presencia de hierro (tabla II).

Los resultados del análisis químico coinciden en su mayoría con los obtenidos por microanálisis, promedios realizados con EDX, comprobándose que en todas las muestras analizadas se sustituye parte del Cu por Fe y Mn.

La presencia de Fe y Mn en las malaquitas repercute según Bowen (1940) (5) en un ligero aumento de alguna de

sus propiedades ópticas, principalmente los índices de refracción.

Finalmente es necesario indicar que estas malaquitas de la Sierra del Aguila podrían tener aplicaciones como pigmento verde con pinturas, como gema semipreciosa en decoración, en producción de vidriados cerámicos o incluso como posible materia prima carbonatada para la producción de superconductores de YBaCuO.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a J. Ma. Rincón, del Instituto de Cerámica y Vidrio, la realización del análisis por SEM/EDX.

BIBLIOGRAFIA

1. RIVAS MATEOS, M.: *Compendio de Mineralogía*, 2ª ed., Madrid (1906).
2. CALDERON, S.: Los minerales de España. *Jun. Amp. Este in Cient.* Madrid (1910).
3. SOS BAYNAT, V.: Mineralogía de Extremadura. *Bol. Geol. Min.*, 73 (1962) 5-189.
4. CAROBBI, G.: Trattato di mineralogi, 2º vol. USES, *Cartografía Militar*. Mapa 10-24 Zafra (1971).
5. BOWEN, N. L.: Progressive metamorphism of siliceous limestone and dolomite. *J. Geol.*, 48 (1940) 225.