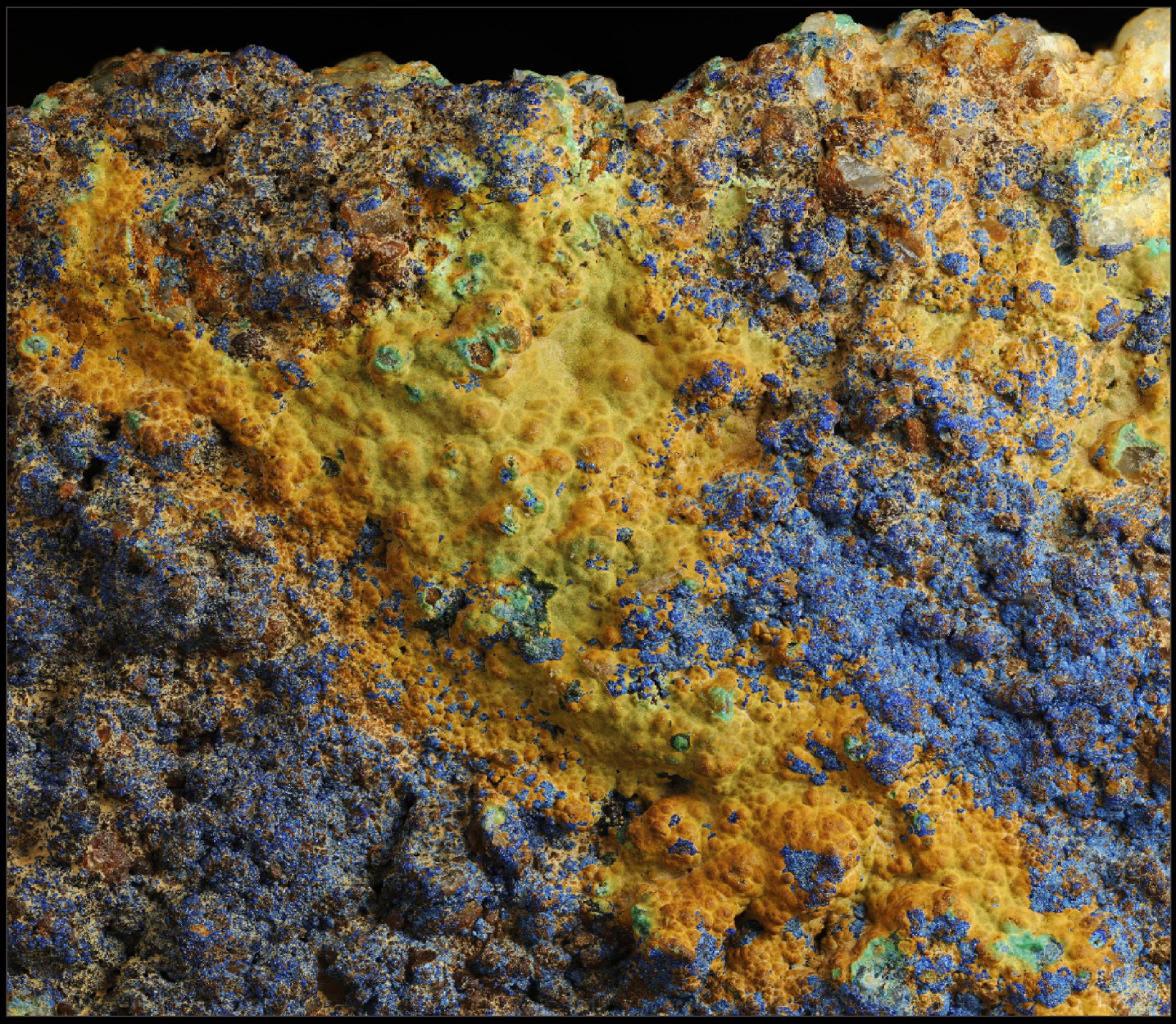
ACOPIOS

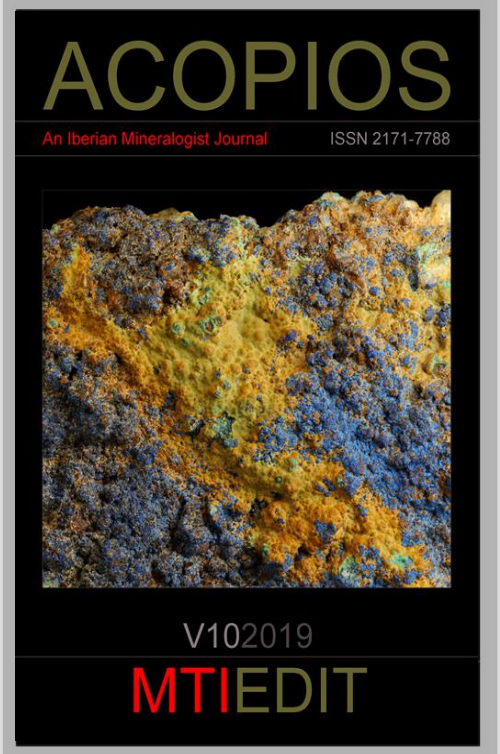
An Iberian Mineralogist Journal

ISSN 2171-7788



V102019

MTIEDIT



ACOPIOS

An Iberian Mineralogist Journal

Revista Ibérica de Mineralogía

MTIEDIT ISSN 2171-7788

ACOPIOS
An Iberian Mineralogist Journal
Revista Ibérica de Mineralogía

Volumen 10, 2019 ISSN 2171-7788

DIRECTOR/DIRETOR

Santos Barrios
Doctor en Geología
e Ingeniero Técnico de Minas
Profesor asociado del Dpto. de Geología
de la Universidad de Salamanca

EDITOR JEFE/EDITOR CHEFE

Jesús Alonso
Museo de Ciencias Naturales de Álava,
Vitoria-Gasteiz, País Vasco, España

COMITÉ ASESOR/COMITÉ ASSESSOR

José Manuel Compaña Prieto
Doctor en Química
Técnico de Investigación del Servicio de
Difracción de Rayos-X
de la Universidad de Salamanca

Juan Gómez Barreiro
Doctor en Geología
Profesor Titular del Dpto. de Geología
de la Universidad de Salamanca

EDITA

MTIEDIT, Vitoria-Gasteiz, 2019

Versión impresa de su original *on line*
http://issuu.com/malacate/docs/acopios_10-01

Editada en España - Edited in Spain

Sumario/Sumário

J. ALONSO, J. LAZCANO & E, ORTIZ DE ZÁRATE
Las minas de cobre de Huidobro *1-162*

ACOPIOS

An Iberian Mineralogist Journal
Revista Ibérica de Mineralogía

Volumen 10, 2019

ACOPIOS 2019 V10: 1-162
Revista Ibérica de Mineralogía

MTIEDIT
ISSN 2171-7788

Las minas de cobre de Huidobro

Jesús ALONSO[1] & Javier LAZCANO[2]

&

Catálogo fotográfico descriptivo de especies minerales

Enrique ORTIZ DE ZÁRATE[3]

(1) mtiitm@gmail.com (2) jav_lazcano@hotmail.com (3) enriqueortizdezarate@gmail.com

Resumen

J. ALONSO; J. LAZCANO & E. ORTIZ DE ZÁRATE (2019) Las minas de cobre de Huidobro. *Acopios*, **10**: 1-162.

El artículo describe las labores e instalaciones de las minas de cobre de la Hoya de Huidobro, así como las especies minerales que caracterizan a este yacimiento estratoligado en el SW de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Se describen por primera vez para el yacimiento covellina, brochantita y arthurita.

Palabras clave: Covellina, arthurita, brochantita, malaquita, azurita, cobre, Huidobro, Burgos.

INTRODUCCIÓN

Desde nuestros primeros muestreos en las escombreras de mina Borrega (después mina Dos Amigos) a finales de la década de los 80 del pasado siglo, no habíamos tenido ocasión de revisitar el yacimiento de cobre estratoligado de la localidad de Huidobro, término municipal de Los Altos, en la burgalesa comarca de Las Merindades. Una revisión actual de las colecciones colectadas entonces y conservadas hoy en el Museo de Ciencias Naturales de Álava, ha despertado nuevamente nuestro interés por regresar a los bellísimos paisajes del Alto Ebro, junto a los que se abre la hoya de Huidobro (Foio de Obro en el año 1186) y fotografiar los diferentes yacimientos minerales e instalaciones mineras que allí se encuentran.

Para la redacción del presente artículo se ha visitado el conjunto de galerías que componen la mina Los Altos, bajo la Peña Otero, también llamadas por los lugareños, un tanto despectivamente, “minas de lagarto”; el pequeño complejo de galerías de mina Expectativa, junto a la carretera que desciende a la hoya desde el Alto de las Rozas,

inundadas en su mayoría; y por último, el conjunto de galerías, escombreras e instalaciones de mina Borrega (después mina Dos Amigos), conocida por los lugareños como El Pozanco, bajo Peña Redonda. No nos ha sido posible acercarnos en esta ocasión hasta las labores más orientales de la zona correspondientes a la mina San Juan (después mina Enriqueta), bajo la Peña de San Pedro, que dejamos para futuras visitas.

Desde 2007 la Hoya de Huidobro y su extenso hayedo forman parte del Parque Natural de las Hoces del Alto Ebro y Rudrón.

SITUACIÓN Y ACCESO

El yacimiento de cobre se encuentra en la Hoya de Huidobro, un bello reducto geomorfológico y climático en medio del páramo, tapizado por bosques de robles y hayas en un medio natural muy bien preservado. Se sitúa en el término municipal de Los Altos en su límite con el término municipal del Valle de Sedano, en la comarca de Las Merindades, al NW de la provincia de Burgos (Figs. 1 y 2). Se accede a la localidad de Huidobro, situada en el fondo de la citada hoya, por la carretera local BU-V-5032.

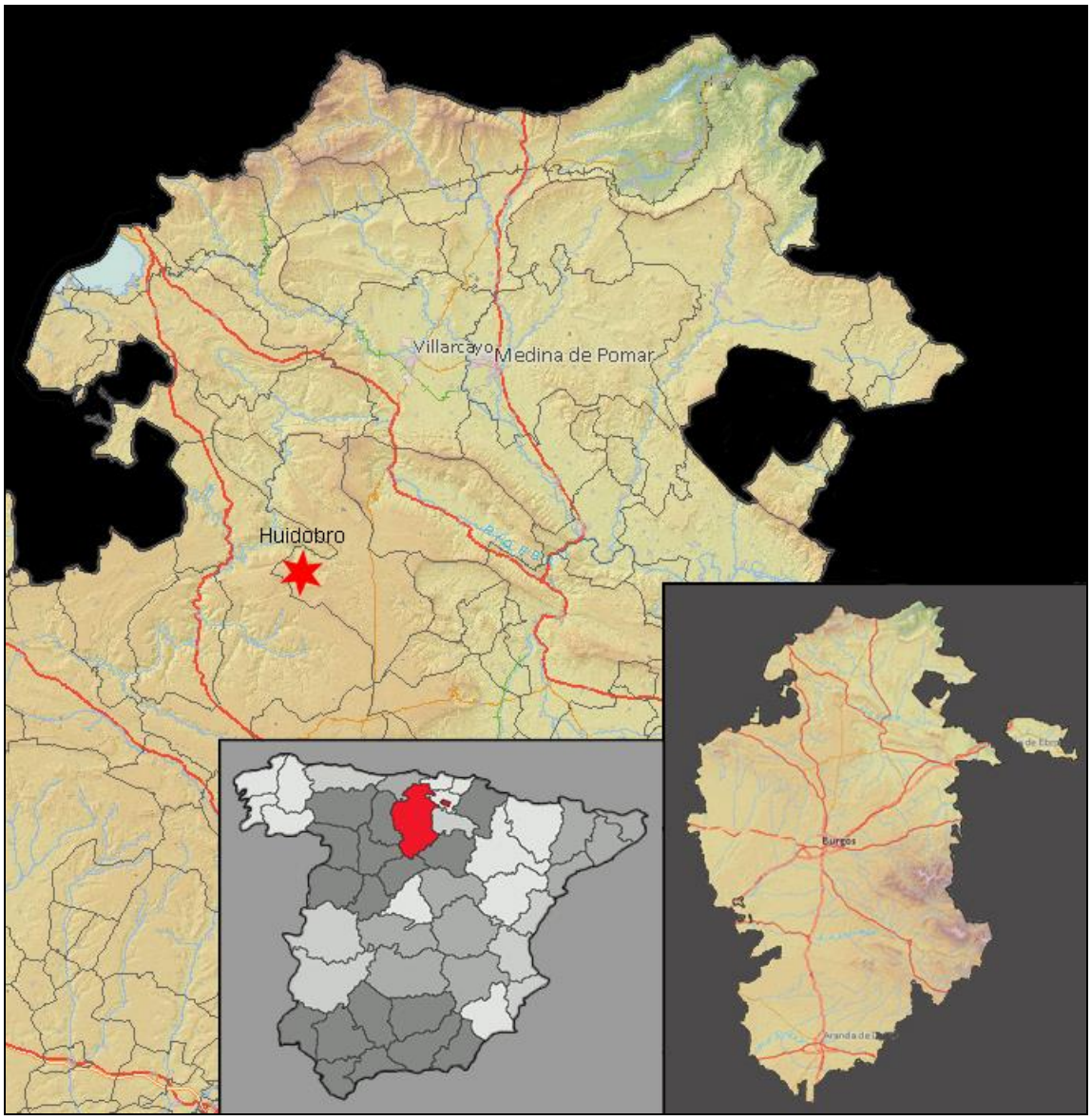


Figura 1: *Situación de Huidobro en su marco regional y nacional.*

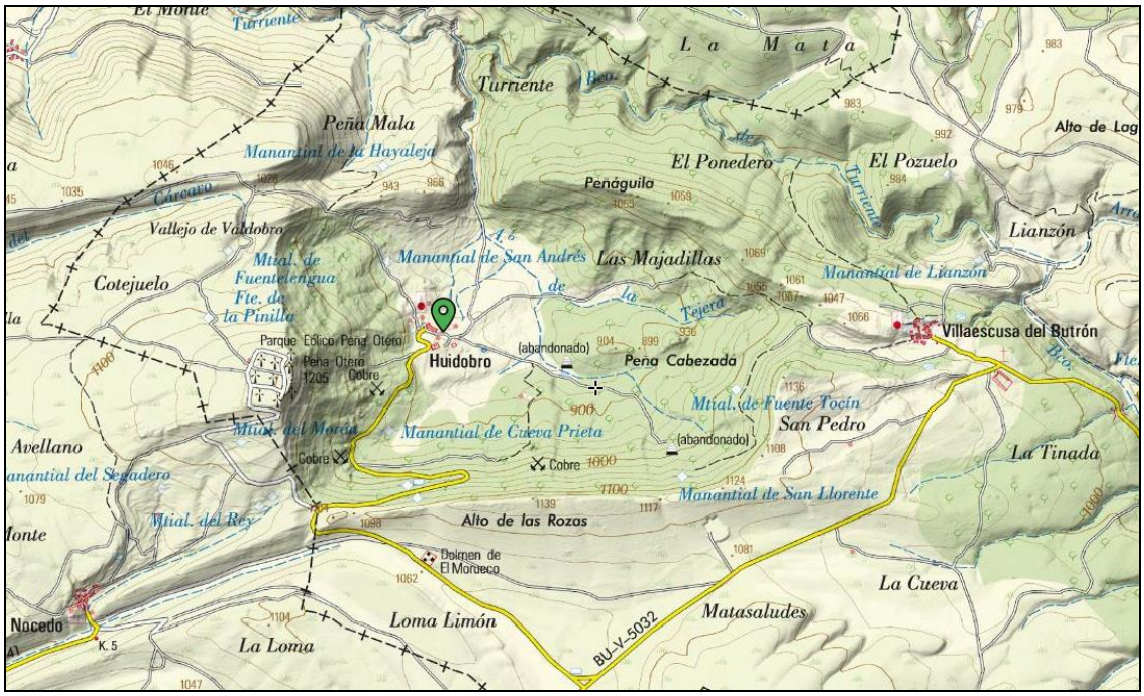


Figura 2: *Mapa topográfico de la Hoya de Huidobro, en Iberpix2, del IGN.*

Se trata de una depresión casi cerrada con una superficie interior de poco más de 7 km^2. En su borde occidental, destaca sobre la hoya la Peña Otero, con 1.205 m, mientras que en su borde oriental destaca la Peña de San Pedro (1.136 m) Su borde meridional está configurado de W a E por El Alto de las Rozas (1.104 m) y el del Callejo de los Lobos (1.139 m), mientras que el borde septentrional está cortado por una garganta labrada por el Arroyo de la Tejera por la que desagua la depresión hacia el río Ebro mediante el tributario Barranco de Turriente.

Figura 3: *Mapa del relieve (LIDAR) de la Hoya de Huidobro, en Iberpix2, del IGN.*

Figura 4: *Vista oblícua de la Hoya de Huidobro, con Google Earth.*

La Fig. 4 muestra una panorámica oblicua de la Hoya de Huidobro vista desde el N hacia el S, Con Villaescusa del Butrón a la izquierda de la imagen y Huidobro más a la derecha, en el fondo de la Hoya bajo la Peña Otero. Vemos en primer término la hendidura o *cluse* abierta en el flanco N de la hoya por el Arroyo de la Tejera, y cómo este alcanza el Barranco de Turriente, para desaguar poco más de 3.000 m más abajo, ya fuera de la imagen, en el río Ebro.

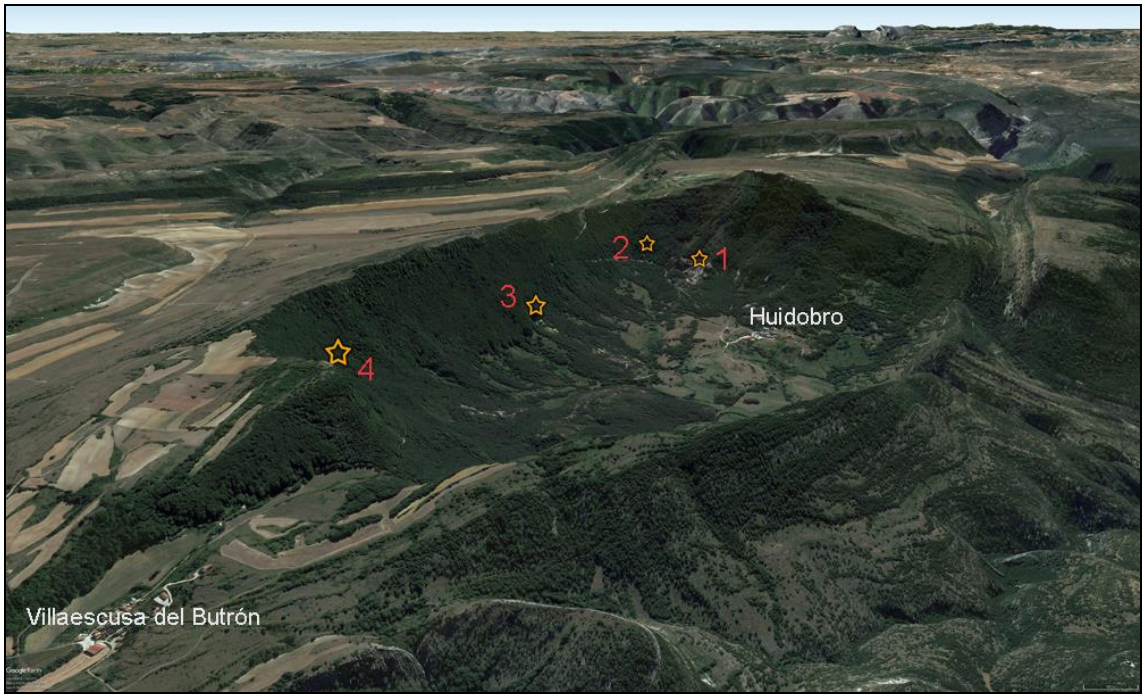


Figura 5: *Vista oblícua de la Hoya de Huidobro, con Google Earth. 1: Mina Los Altos; 2: Mina Expectativa; 3: Mina Borrega (mina Dos Amigos); 4: Mina San Juan (mina Enriqueta)*

En la Fig. 5 hemos representado sobre otra imagen oblicua de la Hoya la situación de las cuatro minas de cobre en el flanco meridional de la depresión, que de E a W serían: Mina Los Altos (1), mina Expectativa (2), Mina Borrega (después mina Dos Amigos)

(3) y por último, a la izquierda de la imagen, bajo la Peña de San Pedro, la mina San Juan (después mina Enriqueta). La posición de todas ellas, en una línea de dirección aproximada E-W, obedece a la trayectoria de una falla normal que, tal como veremos más adelante, ha controlado la disposición de la mineralización de cobre a lo largo de su recorrido. Bajo los puntos 3 y 4, pero ya hacia el fondo de la Hoya se disponen las numerosas concesiones que para petróleo se otorgaron a mediados del siglo XX en la zona: Narcisa, Filomena y Faustino, entre otras. En esta última, aún son observables las posiciones de sus dos pozos, pero eso es otra historia.

UN POCO DE HISTORIA

Aunque las minas de cobre de Huidobro nunca fueron consideradas como un yacimiento atractivo desde el punto de vista económico, dada la dispersión de sus menas en las areniscas y conglomerados del Aptiense-Albiense de este sector meridional de la Cuenca Vasco-Cantábrica, varios fueron los intentos de extraerle beneficio por parte de particulares y empresas a lo largo de su dilatada historia.

El hallazgo de varios fragmentos de azurita en el yacimiento tardoneolítico de La Nava de Rehoyo de Nocedo, a poco más de 3 km de la hoya de Huidobro, ya nos hace pensar en la utilización de este recurso por las comunidades megaliticas locales desde el Neolítico (Basconcillos et al., 2011).

El hallazgo consta de tres nódulos de unos pocos centímetros cúbicos de brecha, con abundante cuarzo y pequeñas cantidades de feldespato potásico, mezclados con azurita y con una porción residual de cuprita, lo que les confiere una tonalidad azul añil sobre un fondo pardo. De los análisis por DRX realizados por Alejandro del Valle, del Área de Cristalografía y Mineralogía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid, se desprende una mineralización prácticamente idéntica a la presente en las minas de Huidobro.

Desde su previsible uso tardoneolítico, no sabemos nada relativo al beneficio de estas menas hasta el siglo XVIII, en el que son citadas por Eugenio Larruga en sus Memorias políticas y Económicas de 1793 (Fig. 6). En ellas relata como las minas de Huidobro estaban siendo beneficiadas por Don Francisco de Garza, ingeniero de minas nacido en Valdenoceda, quien daba noticias de su actividad durante 1767 señalando que *"a costa de muchos desvelos y desembolsos, y al cabo de un año de continuos trabajos, no pudo sacar más jugo que el de cincuenta y seis arrobas de cobre"*. Por la descripción de las labores que pormenoriza más adelante en su comunicación, pensamos que se trata de la que más de medio siglo después se demarcaría como mina Borrega.

En 1808, Don Francisco Gallardo Fernández, oficial de la Secretaría de Estado y del Despacho Universal de Hacienda de España, incorpora nuevamente la comunicación de Don Francisco de Garza en los mismos o parecidos términos que Larruga (Fig. 7).

Hasta 1841 no volvemos a tener noticias del criadero de Huidobro. Se trata de una escueta referencia publicada en el tomo II de Anales de Minas por Felipe Naranjo y Garza. En ella se indica que las labores fueron abandonadas a finales del siglo XVIII... *"(quizá por falta de los conocimientos metalúrgicos suficientes para la reducción del cobre), pero según el fallo del minero por excelencia, del inmortal Werner, a cuyas manos llegaron en la escuela de Freiberg hacia el año de 1793 muestras de dicho mineral, podrá ser de utilidad para una compañía pequeña si se tuesta y lava perfectamente la mena..."* (Fig. 8). Este mismo año de 1841 el criadero de Huidobro

vuelve a ser denunciado, en esta ocasión por la sociedad La Ibéria, que con el nombre de mina Borrega lo mantuvo en actividad hasta 1862 (Madoz, 1847)

Cinco años más tarde, en el tomo IV (1846) de Anales de Minas, José Grande (Fig. 9) señala entre otras cosas que en la mina Borrega los únicos minerales de cobre presentes son carbonatos diseminados en arenisca, sin presencia de cobres grises. *"La composición del mineral no es otra que la que acabo de indicar, arenisca impregnada de carbonato de cobre, que a veces se presenta más reunido formando en la misma capa venillas de hermosa malaquita, pero que ofrecen muy poco interés porque, sobre ser en corto número, no pasa su espesor de un cuarto de pulgada"*. Señala igualmente que el bajo contenido en cobre del mineral unido a la enorme cantidad de sílice con que se presenta, hacen impracticable el tratamiento por la vía seca, siendo no obstante beneficiable por cementación. Para concluir su nota con *"...pero lo que es grandes resultados no me parece que se han de obtener de la Borrega."*

Pero sin duda, el mejor y más completo trabajo descriptivo sobre el yacimiento de Huidobro y sus minerales lo firma W.J. Henwood en 1871 (del que reproducimos la mayor parte en la Fig. 11). Describe las labores de mina Borrega y algunas indicaciones sobre las minas Expectativa y San Juan, al W y E respectivamente de la primera. También señala la presencia ocasional de cantidades notables de petroleo.

En 1910 Salvador Calderón se hace eco del trabajo de Naranjo de 1862 (Fig. 10) en el que *"se designa con el nombre de malaquita-cemento una variedad amorfa que sirve de cemento a las pudingas y conglomerados cretácicos de Huidobro y Hortigüela"*.

Ya en el siglo XX, desconocemos en qué momento se demarca la mina Dos Amigos nº 3562, ya que el BOE nº 142 de 30 de mayo de 1957 informa de la solicitud que la empresa Cobres de Huidobro, S.A., arrendataria de la citada mina, realiza para el establecimiento de una planta experimental para tratamiento por vía húmeda de minerales de cobre de baja ley en la zona de El Pozanco, junto a la antiguamente denominada mina Borrega, para la producción de sulfato de cobre, con un presupuesto total de 485.690 pesetas. Las instalaciones contarán con 250 metros de plano inclinado; planta de trituración; balsa circular de ataque y depósito para la disolución del ácido sulfúrico; de un espesador “Dor” y tres depósitos; de una zona de cementación con sus canales, bomba y caseta; y de un horno de reverbero. Cuatro meses más tarde, Cobres de Huidobro, S.A. solicita igualmente el correspondiente permiso para la construcción de una línea de transporte de energía eléctrica a lo largo de 7.264 metros, desde la central hidroeléctrica de Quintanilla-Escalada (propiedad de Electra de Burgos, S.A.) hasta el transformador de las instalaciones de mina Dos Amigos. De ello da cuenta el BOE nº 259 de 14 de octubre de 1957. En el volumen correspondiente a ese mismo año de la Estadística Minera, publicado en 1958, se señala que ya se ha terminado el montaje de la planta experimental de la Sociedad Cobres de Huidobro, S.A. En menos de 10 años, tanto las labores mineras (descritas en las Figs. 86 a 115) como las instalaciones de procesado (descritas en las Figs. 116 a 157) quedaron totalmente abandonadas.

En 1968, la empresa Explosivos Río Tinto (ERT) realiza un proyecto de exploración en este sector, abriendo trincheras entre los depósitos de ladera de las pendientes meridionales de la Hoya de Huidobro. Estas labores de prospección descubren antiguas labores y galerías en toda esta zona, que estaría comprendida entre las antiguas minas Expectativa al W y San Juan al E, pasando por mina Borrega (después mina Dos Amigos) entre ellas. Aunque intensamente naturalizadas por la vegetación, aún son reconocibles algunas de estas trincheras y pequeños asomos a galerías antiguas.

MEMORIAS

POLÍTICAS Y ECONÓMICAS

SOBRE LOS FRUTOS,

COMERCIO, FÁBRICAS Y MINAS DE ESPAÑA,

CON INCLUSION DE LOS REALES DECRETOS, ORDENES, CEDULAS, ARANCELES Y ORDENANZAS EXPEDIDAS PARA SU GOBIERNO Y FOMENTO.

TOMO XXVII.

POLICÍA, POBLACION Y PRODUCCIONES DE LA Provincia de Burgos.

POR D. EUGENIO LARRUGA.

CON LICENCIA:

EN MADRID: POR DON ANTONIO ESPINOSA. AÑO DE MDCCXCIII.

(143)

Cobre.

Algunos naturales de la villa de Ampuero, creen que en el cerro que llaman de San Sebastian hay mineral de cobre.

El Señor Felipe IV. por su Real Cédula expedida en 13 de Junio de 1626, concedió facultad á Sebastian Martinez de Espinosa, familiar del Santo Oficio de la Inquisicion, y Secretario del número de la ciudad de Leon, y á Pedro Gutierrez Parduce, vecino de dicha ciudad, y á Ántonio de Cobos, vecino de Madrid, para administrar tres minas que descubrieron: la primera en la villa de Laredo donde llaman el merinillo, por debaxo de las carnicerías, que baña el mar en ella: las otras dos en término del lugar de Ruesga, jurisdiccion de la villa de Cervera, que es del Conde Ziruela, y parece que era de cobre: la primera en la frontera de Fuentevisera, y la segunda en la peña de Almonega; pagando los derechos segun ordenanzas de minas.

En Cervera y Huydobro hay minas de cobre. Don Francisco de la Garza dió en el año de 1767 noticia del estado de estas minas que estaba beneficiando; remitió á Madrid las venas, coloridos y cobre que producian, á costa de muchos desvelos y desembolsos, y al cabo de un año de continuos trabajos, no pudo sacar mas jugo que el de cincuenta y seis arrobas de cobre, y alguna vena que habia en la villa de Cervera.

Aunque descubrió estas minas en muchos parages, todas siguen un método de criadores y arrio-

(144)

ñonados, con un órden de camadas que se desaparecen una y dos varas, y se vuelven á descubrir, y quanto mas se profundiza, escasea mas la vena, tanto que casi se pierde: así lo experimentó en dos que profundizó ocho y diez estados. De estas investigaciones se puede inferir que serán costosas las labores de estas minas, y se tardará en hallar el filon de la mina, cuyo cobre es de buena calidad.

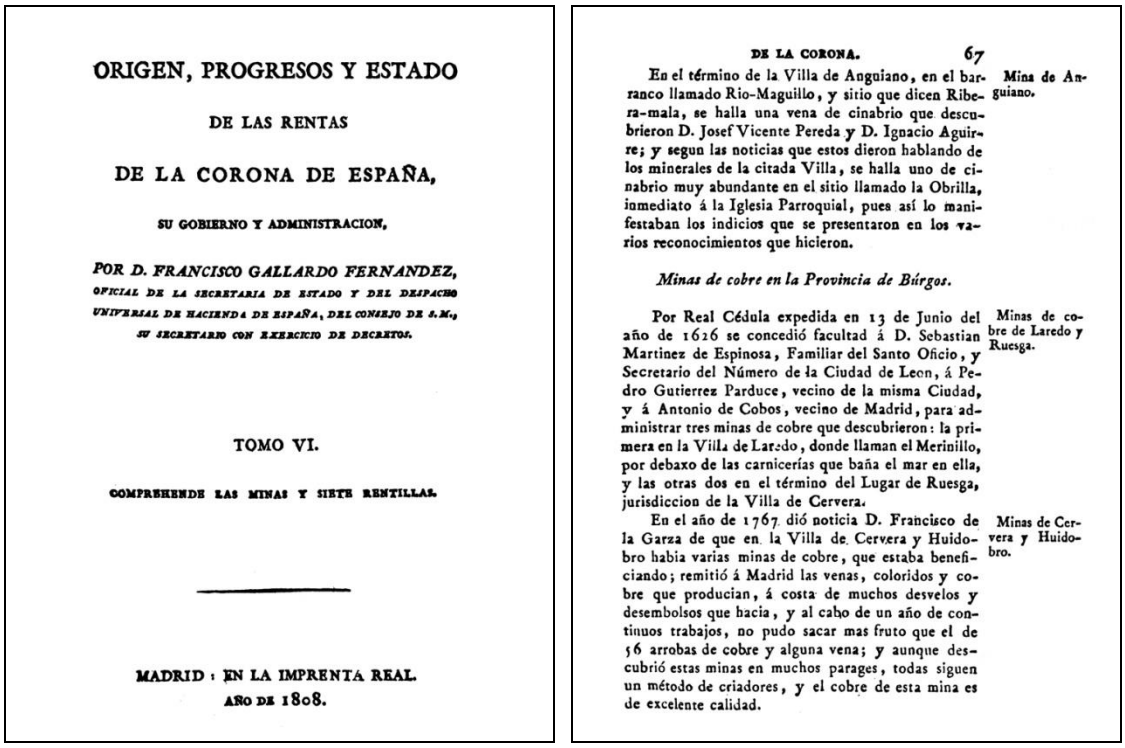
Luego que profundizó como quatro estados la peña de quijos y arena en Hydobro á fuerza de roza y barrenos de pólvora, halló la faja ó filon, pero sin estar quajada la vena, porque son tan repetidas las fuentes que empezaron á arrojar agua, que le dieron mucho que trabajar. No obstante se siguió con teson, y se le hizo una cortadura al cerro, de ocho estados, y profundizó como sesenta varas, en que descubrió los criaderos de casquillos verdes y azules, en venas sumamente delgadas y finas, del grueso de un dedo hasta de un real: por cuyo motivo se malogró lo mas.

Estos criaderos siguen por una contramina que vá trabajando por la partida de la zanja, sobre la derecha, que profundiza como treinta varas, aunque con la pena de tener que desaguarla.

El fruto de estos trabajos se reduxo á doscientas arrobas, poco mas de casquillos, que acopió el señor Garza, y los escombros del filon de la mina, que eran poco útiles.

El cobre es muy especial, segun las experiencias y muy útil, y el mas aparente para hacer laton que superase al que se trabaja en Augusta, y aun

Figura 6: *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España. Tomo XXVII: Policía, población y producciones de la provincia de Burgos. De Eugenio Larruga (1793). Copyright Status: Public domain.*



ORIGEN, PROGRESOS Y ESTADO

DE LAS RENTAS

DE LA CORONA DE ESPAÑA,

SU GOBIERNO Y ADMINISTRACION,

POR D. FRANCISCO GALLARDO FERNANDEZ,
OFICIAL DE LA SECRETARIA DE ESTADO Y DEL DESPACHO UNIVERSAL DE HACIENDA DE ESPAÑA, DEL CONSEJO DE S. M., SU SECRETARIO CON EXERCICIO DE DECRETOS.

TOMO VI.

COMPREHENDE LAS MINAS Y SIETE RENTILLAS.

MADRID: EN LA IMPRENTA REAL.
AÑO DE 1808.

DE LA CORONA. 67

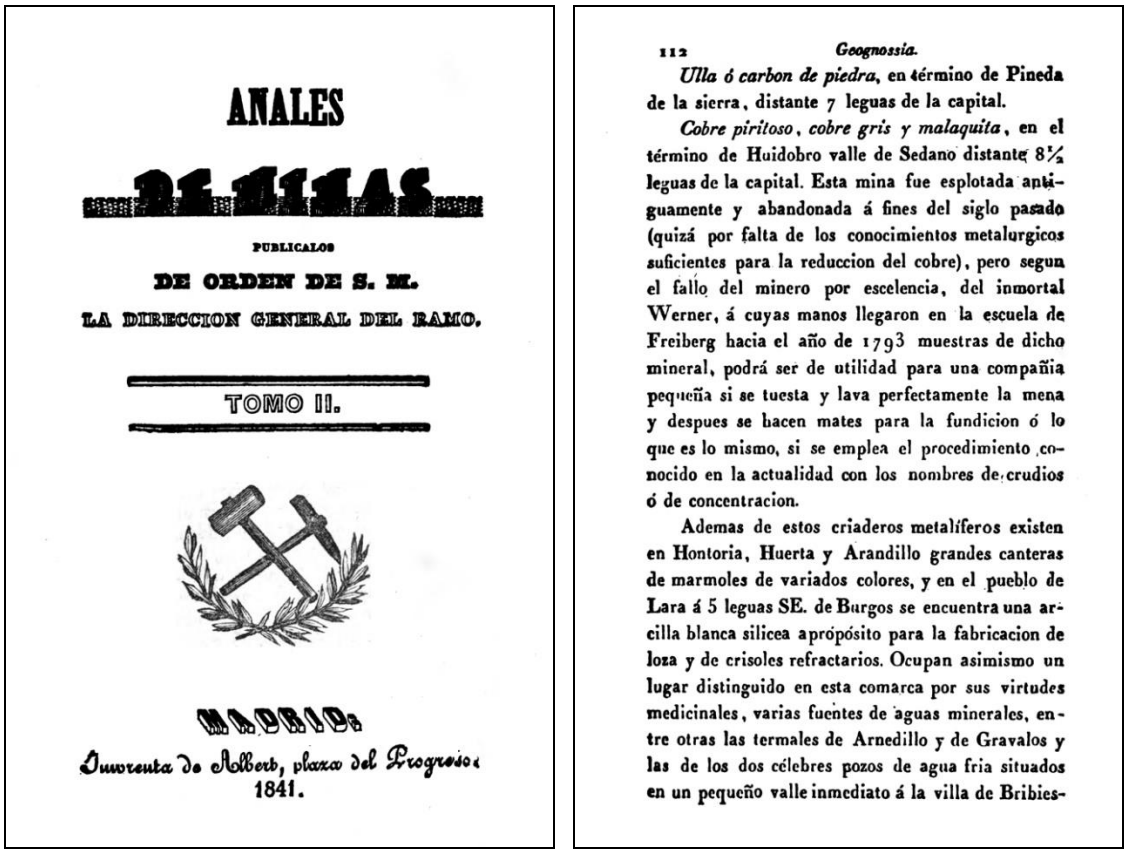
En el término de la Villa de Anguiano, en el barranco llamado Rio-Maguillo, y sitio que dicen Ribera-mala, se halla una vena de cinabrio que descubrieron D. Josef Vicente Pereda y D. Ignacio Aguirre; y segun las noticias que estos dieron hablando de los minerales de la citada Villa, se halla uno de cinabrio muy abundante en el sitio llamado la Obrilla, inmediato á la Iglesia Parroquial, pues así lo manifestaban los indicios que se presentaron en los varios reconocimientos que hicieron. Mina de Anguiano.

Minas de cobre en la Provincia de Búrgos.

Por Real Cédula expedida en 13 de Junio del año de 1626 se concedió facultad á D. Sebastian Martinez de Espinosa, Familiar del Santo Oficio, y Secretario del Número de la Ciudad de Leon, á Pedro Gutierrez Parduce, vecino de la misma Ciudad, y á Antonio de Cobos, vecino de Madrid, para administrar tres minas de cobre que descubrieron: la primera en la Villa de Laredo, donde llaman el Merinillo, por debaxo de las carnicerías que baña el mar en ella, y las otras dos en el término del Lugar de Ruesga, jurisdiccion de la Villa de Cervera. Minas de cobre de Laredo y Ruesga.

En el año de 1767 dió noticia D. Francisco de la Garza de que en la Villa de Cervera y Huidobro habia varias minas de cobre, que estaba beneficiando; remitió á Madrid las venas, coloridos y cobre que producian, á costa de muchos desvelos y desembolsos que hacia, y al cabo de un año de continuos trabajos, no pudo sacar mas fruto que el de 56 arrobas de cobre y alguna vena; y aunque descubrió estas minas en muchos parages, todas siguen un método de criadores, y el cobre de esta mina es de excelente calidad. Minas de Cervera y Huidobro.

Figura 7: *Origen, Progresos y Estado de las rentas de la Corona de España, su gobierno y administración. Tomo VI: Las minas y siete rentillas. De Francisco Gallardo (1808).*
Copyright Status: Public domain.



ANALES

DE MINAS

PUBLICALOS

DE ORDEN DE S. M.

LA DIRECCION GENERAL DEL RAMO.

TOMO II.

MADRID

Imprenta de Norberto, plaza del Progreso.
1841.

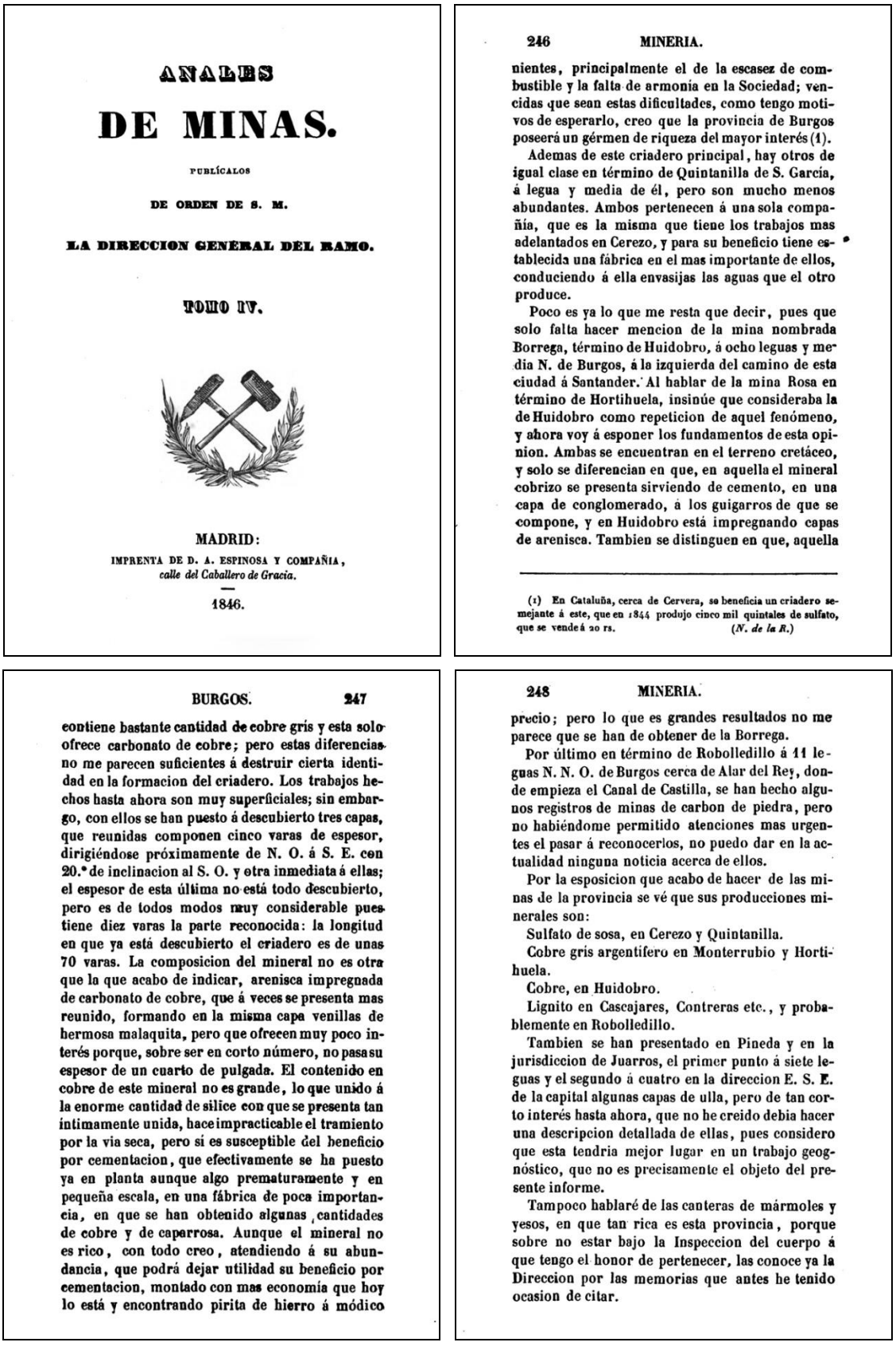
112 *Geognosia.*

Ulla ó carbon de piedra, en término de Pineda de la sierra, distante 7 leguas de la capital.

Cobre piritoso, cobre gris y malaquita, en el término de Huidobro valle de Sedano distante 8½ leguas de la capital. Esta mina fue esplotada antiguamente y abandonada á fines del siglo pasado (quizá por falta de los conocimientos metalurgicos suficientes para la reduccion del cobre), pero segun el fallo del minero por escelencia, del inmortal Werner, á cuyas manos llegaron en la escuela de Freiberg hacia el año de 1793 muestras de dicho mineral, podrá ser de utilidad para una compañia pequeña si se tuesta y lava perfectamente la mena y despues se hacen mates para la fundicion ó lo que es lo mismo, si se emplea el procedimiento conocido en la actualidad con los nombres de crudios ó de concentracion.

Ademas de estos criaderos metalíferos existen en Hontoria, Huerta y Arandillo grandes canteras de marmoles de variados colores, y en el pueblo de Lara á 5 leguas SE. de Burgos se encuentra una arcilla blanca silicea apropósito para la fabricacion de loza y de crisoles refractarios. Ocupan asimismo un lugar distinguido en esta comarca por sus virtudes medicinales, varias fuentes de aguas minerales, entre otras las termales de Arnedillo y de Gravalos y las de los dos célebres pozos de agua fria situados en un pequeño valle inmediato á la villa de Bribies-

Figura 8: *Reseña geognóstica de una parte de la provincia de Burgos. En Anales de Minas, Tomo II (1841). De Felipe Naranjo y Garza.*
Copyright Status: Public domain.



ANALES

DE MINAS.

PUBLÍCALOS

DE ORDEN DE S. M.

LA DIRECCION GENERAL DEL RAMO.

TOMO IV.

MADRID:

IMPRENTA DE D. A. ESPINOSA Y COMPAÑIA,
calle del Caballero de Gracia.

1846.

246 MINERIA.

nientes, principalmente el de la escasez de combustible y la falta de armonía en la Sociedad; vencidas que sean estas dificultades, como tengo motivos de esperarlo, creo que la provincia de Burgos poseerá un gérmen de riqueza del mayor interés (1).

Ademas de este criadero principal, hay otros de igual clase en término de Quintanilla de S. García, á legua y media de él, pero son mucho menos abundantes. Ambos pertenecen á una sola compañía, que es la misma que tiene los trabajos mas adelantados en Cerezo, y para su beneficio tiene establecida una fábrica en el mas importante de ellos, conduciendo á ella envasijas las aguas que el otro produce.

Poco es ya lo que me resta que decir, pues que solo falta hacer mencion de la mina nombrada Borrega, término de Huidobro, á ocho leguas y media N. de Burgos, á la izquierda del camino de esta ciudad á Santander. Al hablar de la mina Rosa en término de Hortihuela, insinúe que consideraba la de Huidobro como repeticion de aquel fenómeno, y ahora voy á esponer los fundamentos de esta opinion. Ambas se encuentran en el terreno cretáceo, y solo se diferencian en que, en aquella el mineral cobrizo se presenta sirviendo de cemento, en una capa de conglomerado, á los guigarros de que se compone, y en Huidobro está impregnando capas de arenisca. Tambien se distinguen en que, aquella

(1) En Cataluña, cerca de Cervera, se beneficia un criadero semejante á este, que en 1844 produjo cinco mil quintales de sulfato, que se vendeá 20 rs. (*N. de la R.*)

BURGOS. 247

contiene bastante cantidad de cobre gris y esta solo ofrece carbonato de cobre; pero estas diferencias no me parecen suficientes á destruir cierta identidad en la formacion del criadero. Los trabajos hechos hasta ahora son muy superficiales; sin embargo, con ellos se han puesto á descubierto tres capas, que reunidas componen cinco varas de espesor, dirigiéndose próximamente de N. O. á S. E. con 20.° de inclinacion al S. O. y otra inmediata á ellas; el espesor de esta última no está todo descubierto, pero es de todos modos muy considerable pues tiene diez varas la parte reconocida: la longitud en que ya está descubierto el criadero es de unas 70 varas. La composicion del mineral no es otra que la que acabo de indicar, arenisca impregnada de carbonato de cobre, que á veces se presenta mas reunido, formando en la misma capa venillas de hermosa malaquita, pero que ofrecen muy poco interés porque, sobre ser en corto número, no pasa su espesor de un cuarto de pulgada. El contenido en cobre de este mineral no es grande, lo que unido á la enorme cantidad de silice con que se presenta tan íntimamente unida, hace impracticable el tramiento por la via seca, pero sí es susceptible del beneficio por cementacion, que efectivamente se ha puesto ya en planta aunque algo prematuramente y en pequeña escala, en una fábrica de poca importancia, en que se han obtenido algunas cantidades de cobre y de caparrosa. Aunque el mineral no es rico, con todo creo, atendiendo á su abundancia, que podrá dejar utilidad su beneficio por cementacion, montado con mas economía que hoy lo está y encontrando pirita de hierro á módico

248 MINERIA.

precio; pero lo que es grandes resultados no me parece que se han de obtener de la Borrega.

Por último en término de Robolledillo á 11 leguas N. N. O. de Burgos cerca de Alar del Rey, donde empieza el Canal de Castilla, se han hecho algunos registros de minas de carbon de piedra, pero no habiéndome permitido atenciones mas urgentes el pasar á reconocerlos, no puedo dar en la actualidad ninguna noticia acerca de ellos.

Por la esposicion que acabo de hacer de las minas de la provincia se vé que sus producciones minerales son:

Sulfato de sosa, en Cerezo y Quintanilla.

Cobre gris argentífero en Monterrubio y Hortihuela.

Cobre, en Huidobro.

Lignito en Cascajares, Contreras etc., y probablemente en Robolledillo.

Tambien se han presentado en Pineda y en la jurisdiccion de Juarros, el primer punto á siete leguas y el segundo á cuatro en la direccion E. S. E. de la capital algunas capas de ulla, pero de tan corto interés hasta ahora, que no he creido debia hacer una descripcion detallada de ellas, pues considero que esta tendria mejor lugar en un trabajo geognóstico, que no es precisamente el objeto del presente informe.

Tampoco hablaré de las canteras de mármoles y yesos, en que tan rica es esta provincia, porque sobre no estar bajo la Inspeccion del cuerpo á que tengo el honor de pertenecer, las conoce ya la Direccion por las memorias que antes he tenido ocasion de citar.

Figura 9: *Sobre el estado de la minería del distrito de la provincia de Burgos en agosto de 1846. Anales de Minas, Tomo IV (1846). De José Grande.*
Copyright Status: Public domain.

MANUAL

DE

MINERALOGIA GENERAL, INDUSTRIAL Y AGRICOLA,

PARA EL USO

de las Escuelas profesionales, de las de Capataces de minas, y auxiliares de Obras públicas, agrónomos, seminaristas, colegiales de medicina, farmacia y veterinaria, plateros, tasadores de joyas, mineros, fundidores, empleados periciales de aduanas y aduanas é industriales en general,

POR

DON FELIPE NARANJO Y GARZA,

agraciado por S. M. con la cruz de Cárlos III, por trabajos científicos, Individuo numerario de la Real Academia de ciencias de Madrid, del primitivo Instituto Industrial de España, de la Sociedad Geológica de Francia, Ingeniero Gefe de primera clase del Cuerpo de minas, Ex-director y profesor de su Escuela especial y Vocal de la Junta superior facultativa de mineria, etc., etc.

MADRID.—1862.
IMPRENTA DE LA VIUDA DE DON ANTONIO YBNES,
Plaza del Progreso, número 13.

339

En España. Se encuentra en varias minas de cobre pero con escasez. Yacimiento.

En el Estranjero. Donde mas abunda es en las minas de Chessy (Francia).

Se emplea para la fabricacion de papeles pintados, para camafeos y otros objetos de adorno. Aplicaciones.

En Inglaterra se hace una pasta artificial que imita perfectamente esta especie.

DUODÉCIMA ESPECIE.

Malaquita verde. Verde de montaña, carbonato de cobre bibásico.

Esta especie abunda algo mas, procede como la anterior de la descomposicion de los minerales de cobre.

Dza. 3,5—4. Pes. e. 3,6—4,05.

COMPOSICION.

Acido carbónico. . .	21,25	$CO^2 2CuO, 2HO$.
Oxido de cobre. . .	70,10	
Agua.	08,45	
	99,80	

Text. laminar fibrosa. Fract. desigual, concóidea. concrecionada terrosa.

Color verde-esmeralda verdagay.

Brillo, diamantino, sedoso, vitreo.

Trasparente.

Raya verde.—Agrio.

La cristalizacion es confusa en prismas aciculares del quinto sistema bajo un ángulo de 107° 16′ en las aristas áxicas.

Los caractéres químicos son idénticos á los de la malaquita azul.

Tiene analogia con el cobre clorurado, fosfatado, y arseniatado, y con el plomo y Urano fosfatados pero ninguno de estos minerales hace efervescencias como los ácidos, como la malaquita. Analogías.

El mismo yacimiento que la especie anterior. Yacimiento.

340

VARIEDADES.

Variedades. 1.° *Misorina.* Es un carbonato de cobre anhidro, color pardo-oscuro y text. folicular cuya dza. es 4,2 y el pes. e. 2,6. Contiene 60,75 por 100 de cobre y 19,50 de hierro.

Aplicaciones. Se emplea en la pintura al óleo con el nombre de verde-mineral y tambien se destina la malaquita de Siberia, á la construccion de tazas, mesas, guarniciones de chimeneas y otros objetos de lujo como los que existen en el Real Museo de Escultura de Madrid y en el petit Trianon perteneciente al rey de los franceses.

2.° *Malaquita-cemento.* He dado este nombre al cobre carbonatado *amorfo* de Huidobro y Ortigüela (Burgos) porque une entre si los trozos de pudinga del conglomerado cretáceo.

DÉCIMA TERCERA ESPECIE.

Atakamita.—Bemolinita.—Cobre clorurado.

Dza. 3—3,5. Pes. e. 4—4,3.

COMPOSICION DEL DE CHILE.

Cloro.	16,12
Cobre.	14,56
Oxido de cobre.	56,23
Agua.	11,99
Mezclas.	1,10
	100

Text. acicular concrecionada fibrosa, Fract. vítrea. radiada, compacta.

Color verde de aceituna, de puerro, de prado, de esmeralda.

Lustre vítreo, brillante.

Trasluciente.—Opaco.—Agrio.

Raya, color verde-manzana.

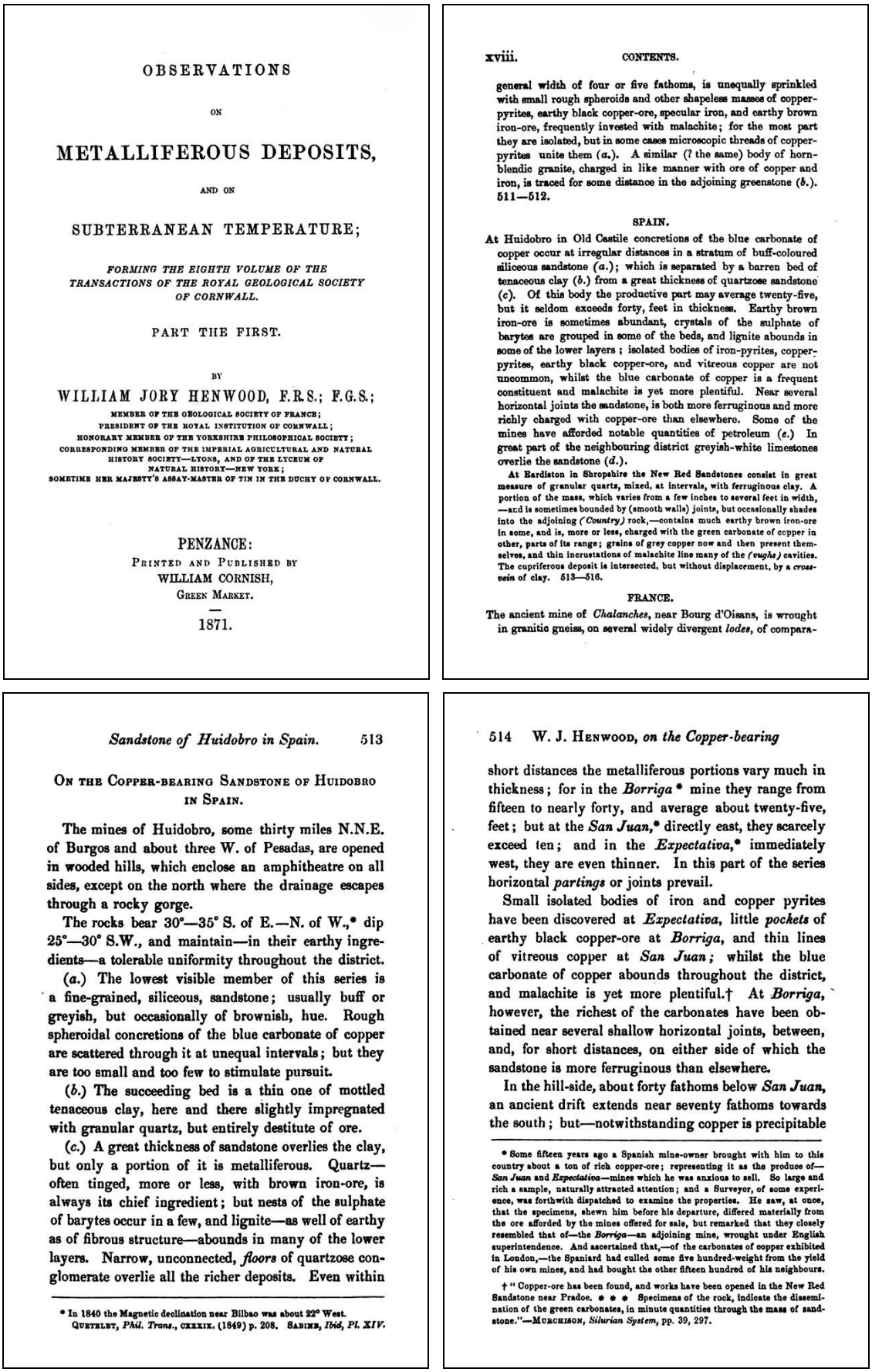
Los cristales, casi siempre capilares, derivan del prisma recto rombal (tercer sistema).

Soluble en el ácido *nítrico, sin efervescencia.*

Fusible al soplete coloreando la llama de azul ó verde.

Yacimiento. Yace en las minas del filon Jaroso (Sierra Almagrera) en Copiapó, en el desierto de Atacama entre Chile y el Perú, en Méjico y en las lavas del Vesubio.

Figura 10: *Manual de mineralogía general, industrial y agrícola. De Felipe Naranjo y Garza (1862). Copyright Status: Public domain.*



OBSERVATIONS

ON

METALLIFEROUS DEPOSITS,

AND ON

SUBTERRANEAN TEMPERATURE;

FORMING THE EIGHTH VOLUME OF THE TRANSACTIONS OF THE ROYAL GEOLOGICAL SOCIETY OF CORNWALL.

PART THE FIRST.

BY

WILLIAM JORY HENWOOD, F.R.S.; F.G.S.;

MEMBER OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF FRANCE;
PRESIDENT OF THE ROYAL INSTITUTION OF CORNWALL;
HONORARY MEMBER OF THE YORKSHIRE PHILOSOPHICAL SOCIETY;
CORRESPONDING MEMBER OF THE IMPERIAL AGRICULTURAL AND NATURAL HISTORY SOCIETY—LYONS, AND OF THE LYCEUM OF NATURAL HISTORY—NEW YORK;
SOMETIME HER MAJESTY'S ASSAY-MASTER OF TIN IN THE DUCHY OF CORNWALL.

PENZANCE:
PRINTED AND PUBLISHED BY
WILLIAM CORNISH,
GREEN MARKET.
—
1871.

general width of four or five fathoms, is unequally sprinkled with small rough spheroids and other shapeless masses of copper-pyrites, earthy black copper-ore, specular iron, and earthy brown iron-ore, frequently invested with malachite; for the most part they are isolated, but in some cases microscopic threads of copper-pyrites unite them (*a.*). A similar (? the same) body of horn-blendic granite, charged in like manner with ore of copper and iron, is traced for some distance in the adjoining greenstone (*b.*). 511—512.

SPAIN.

At Huidobro in Old Castile concretions of the blue carbonate of copper occur at irregular distances in a stratum of buff-coloured siliceous sandstone (*a.*); which is separated by a barren bed of tenaceous clay (*b.*) from a great thickness of quartzose sandstone (*c*). Of this body the productive part may average twenty-five, but it seldom exceeds forty, feet in thickness. Earthy brown iron-ore is sometimes abundant, crystals of the sulphate of barytes are grouped in some of the beds, and lignite abounds in some of the lower layers; isolated bodies of iron-pyrites, copper-pyrites, earthy black copper-ore, and vitreous copper are not uncommon, whilst the blue carbonate of copper is a frequent constituent and malachite is yet more plentiful. Near several horizontal joints the sandstone, is both more ferruginous and more richly charged with copper-ore than elsewhere. Some of the mines have afforded notable quantities of petroleum (*c.*) In great part of the neighbouring district greyish-white limestones overlie the sandstone (*d.*).

At Eardiston in Shropshire the New Red Sandstones consist in great measure of granular quartz, mixed, at intervals, with ferruginous clay. A portion of the mass, which varies from a few inches to several feet in width, —and is sometimes bounded by (smooth walls) joints, but occasionally shades into the adjoining *(Country)* rock,—contains much earthy brown iron-ore in some, and is, more or less, charged with the green carbonate of copper in other, parts of its range; grains of grey copper now and then present themselves, and thin incrustations of malachite line many of the *(vughs)* cavities. The cupriferous deposit is intersected, but without displacement, by a *cross-vein* of clay. 513—516.

FRANCE.

The ancient mine of *Chalanches*, near Bourg d'Oisans, is wrought in granitic gneiss, on several widely divergent *lodes*, of compara-

ON THE COPPER-BEARING SANDSTONE OF HUIDOBRO IN SPAIN.

The mines of Huidobro, some thirty miles N.N.E. of Burgos and about three W. of Pesadas, are opened in wooded hills, which enclose an amphitheatre on all sides, except on the north where the drainage escapes through a rocky gorge.

The rocks bear 30°—35° S. of E.—N. of W.,* dip 25°—30° S.W., and maintain—in their earthy ingredients—a tolerable uniformity throughout the district.

(*a.*) The lowest visible member of this series is a fine-grained, siliceous, sandstone; usually buff or greyish, but occasionally of brownish, hue. Rough spheroidal concretions of the blue carbonate of copper are scattered through it at unequal intervals; but they are too small and too few to stimulate pursuit.

(*b.*) The succeeding bed is a thin one of mottled tenaceous clay, here and there slightly impregnated with granular quartz, but entirely destitute of ore.

(*c.*) A great thickness of sandstone overlies the clay, but only a portion of it is metalliferous. Quartz—often tinged, more or less, with brown iron-ore, is always its chief ingredient; but nests of the sulphate of barytes occur in a few, and lignite—as well of earthy as of fibrous structure—abounds in many of the lower layers. Narrow, unconnected, *floors* of quartzose conglomerate overlie all the richer deposits. Even within

* In 1840 the Magnetic declination near Bilbao was about 22° West. QUETELET, *Phil. Trans.*, CXXXIX. (1849) p. 208. SABINE, *Ibid, Pl. XIV.*

short distances the metalliferous portions vary much in thickness; for in the *Borriga** mine they range from fifteen to nearly forty, and average about twenty-five, feet; but at the *San Juan*,* directly east, they scarcely exceed ten; and in the *Expectativa*,* immediately west, they are even thinner. In this part of the series horizontal *partings* or joints prevail.

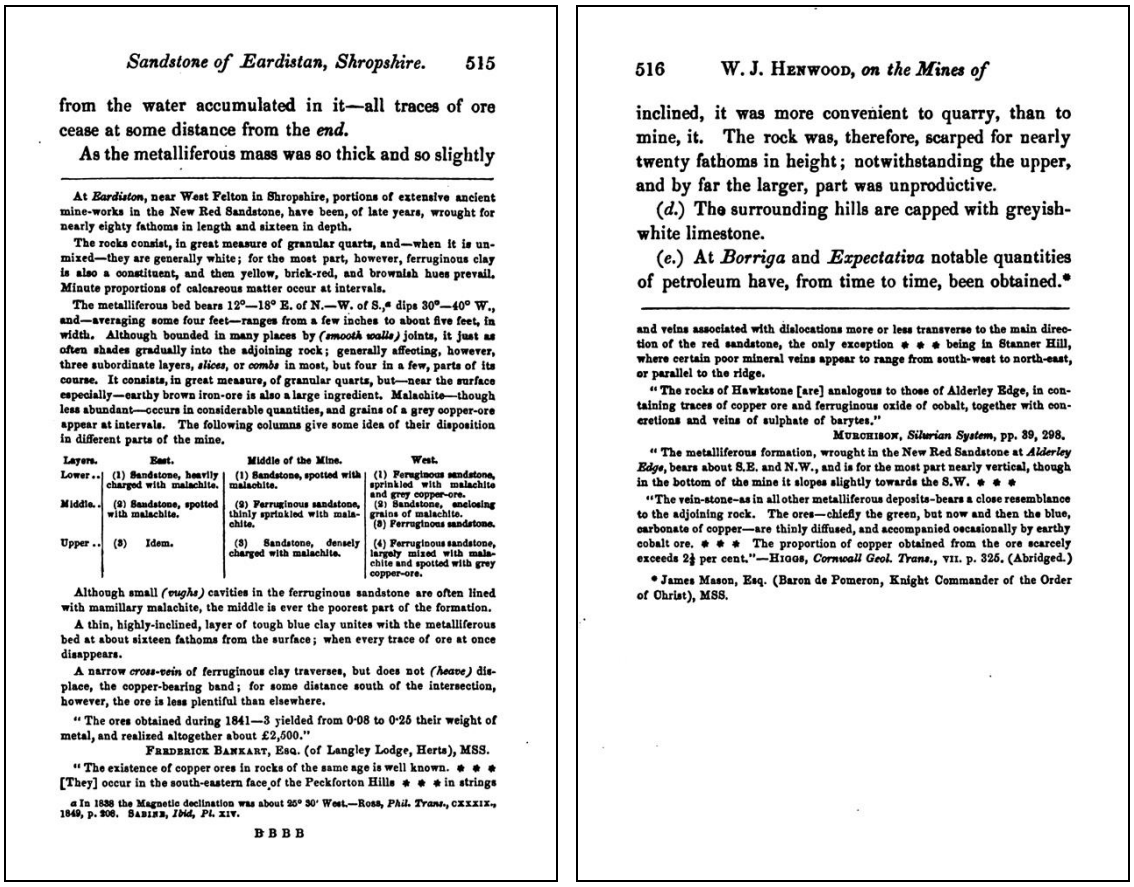
Small isolated bodies of iron and copper pyrites have been discovered at *Expectativa*, little *pockets* of earthy black copper-ore at *Borriga*, and thin lines of vitreous copper at *San Juan;* whilst the blue carbonate of copper abounds throughout the district, and malachite is yet more plentiful.† At *Borriga*, however, the richest of the carbonates have been obtained near several shallow horizontal joints, between, and, for short distances, on either side of which the sandstone is more ferruginous than elsewhere.

In the hill-side, about forty fathoms below *San Juan*, an ancient drift extends near seventy fathoms towards the south; but—notwithstanding copper is precipitable

* Some fifteen years ago a Spanish mine-owner brought with him to this country about a ton of rich copper-ore; representing it as the produce of—*San Juan* and *Expectativa*—mines which he was anxious to sell. So large and rich a sample, naturally attracted attention; and a Surveyor, of some experience, was forthwith dispatched to examine the properties. He saw, at once, that the specimens, shewn him before his departure, differed materially from the ore afforded by the mines offered for sale, but remarked that they closely resembled that of—the *Borriga*—an adjoining mine, wrought under English superintendence. And ascertained that,—of the carbonates of copper exhibited in London,—the Spaniard had culled some five hundred-weight from the yield of his own mines, and had bought the other fifteen hundred of his neighbours.

† "Copper-ore has been found, and works have been opened in the New Red Sandstone near Pradoe. * * * Specimens of the rock, indicate the dissemination of the green carbonates, in minute quantities through the mass of sandstone."—MURCHISON, *Silurian System*, pp. 39, 297.

Figura 11: *Observations on Metalliferous Deposits: On the Copper-Bearing Sandstone of Huidobro in Spain. De William Jory Henwood (1871).*
Copyright Status: Public domain.



Sandstone of Eardistan, Shropshire. 515

from the water accumulated in it—all traces of ore cease at some distance from the *end*.

As the metalliferous mass was so thick and so slightly

At *Eardiston*, near West Felton in Shropshire, portions of extensive ancient mine-works in the New Red Sandstone, have been, of late years, wrought for nearly eighty fathoms in length and sixteen in depth.

The rocks consist, in great measure of granular quartz, and—when it is unmixed—they are generally white; for the most part, however, ferruginous clay is also a constituent, and then yellow, brick-red, and brownish hues prevail. Minute proportions of calcareous matter occur at intervals.

The metalliferous bed bears 12°—18° E. of N.—W. of S.,[a] dips 30°—40° W., and—averaging some four feet—ranges from a few inches to about five feet, in width. Although bounded in many places by *(smooth walls)* joints, it just as often shades gradually into the adjoining rock; generally affecting, however, three subordinate layers, *slices*, or *combs* in most, but four in a few, parts of its course. It consists, in great measure, of granular quartz, but—near the surface especially—earthy brown iron-ore is also a large ingredient. Malachite—though less abundant—occurs in considerable quantities, and grains of a grey copper-ore appear at intervals. The following columns give some idea of their disposition in different parts of the mine.

Layers.	East.	Middle of the Mine.	West.
Lower ..	(1) Sandstone, heavily charged with malachite.	(1) Sandstone, spotted with malachite.	(1) Ferruginous sandstone, sprinkled with malachite and grey copper-ore.
Middle..	(2) Sandstone, spotted with malachite.	(2) Ferruginous sandstone, thinly sprinkled with malachite.	(2) Sandstone, enclosing grains of malachite. (3) Ferruginous sandstone.
Upper ..	(3) Idem.	(3) Sandstone, densely charged with malachite.	(4) Ferruginous sandstone, largely mixed with malachite and spotted with grey copper-ore.

Although small *(vughs)* cavities in the ferruginous sandstone are often lined with mamillary malachite, the middle is ever the poorest part of the formation.

A thin, highly-inclined, layer of tough blue clay unites with the metalliferous bed at about sixteen fathoms from the surface; when every trace of ore at once disappears.

A narrow *cross-vein* of ferruginous clay traverses, but does not *(heave)* displace, the copper-bearing band; for some distance south of the intersection, however, the ore is less plentiful than elsewhere.

"The ores obtained during 1841—3 yielded from 0·08 to 0·25 their weight of metal, and realized altogether about £2,500."

FREDERICK BANKART, Esq. (of Langley Lodge, Herts), MSS.

"The existence of copper ores in rocks of the same age is well known. * * * [They] occur in the south-eastern face of the Peckforton Hills * * * in strings

[a] In 1838 the Magnetic declination was about 25° 30′ West.—Ross, *Phil. Trans.*, CXXXIX., 1849, p. 208. SABINE, *Ibid, Pl.* XIV.

B B B B

516 W. J. HENWOOD, *on the Mines of*

inclined, it was more convenient to quarry, than to mine, it. The rock was, therefore, scarped for nearly twenty fathoms in height; notwithstanding the upper, and by far the larger, part was unproductive.

(*d.*) The surrounding hills are capped with greyish-white limestone.

(*e.*) At *Borriga* and *Expectativa* notable quantities of petroleum have, from time to time, been obtained.*

and veins associated with dislocations more or less transverse to the main direction of the red sandstone, the only exception * * * being in Stanner Hill, where certain poor mineral veins appear to range from south-west to north-east, or parallel to the ridge.

"The rocks of Hawkstone [are] analogous to those of Alderley Edge, in containing traces of copper ore and ferruginous oxide of cobalt, together with concretions and veins of sulphate of barytes."

MURCHISON, *Silurian System*, pp. 39, 298.

"The metalliferous formation, wrought in the New Red Sandstone at *Alderley Edge*, bears about S.E. and N.W., and is for the most part nearly vertical, though in the bottom of the mine it slopes slightly towards the S.W. * * *

"The vein-stone—as in all other metalliferous deposits—bears a close resemblance to the adjoining rock. The ores—chiefly the green, but now and then the blue, carbonate of copper—are thinly diffused, and accompanied occasionally by earthy cobalt ore. * * * The proportion of copper obtained from the ore scarcely exceeds 2½ per cent."—HIGGS, *Cornwall Geol. Trans.*, VII. p. 325. (Abridged.)

* James Mason, Esq. (Baron de Pomeron, Knight Commander of the Order of Christ), MSS.

Figura 11 (continuación): *Observations on Metalliferous Deposits: On the Copper-Bearing Sandstone of Huidobro in Spain. De William Jory Henwood (1871).*
Copyright Status: Public domain.

MARCO GEOLÓGICO

La hoya de Huidobro se sitúa en una estructura anticlinal de orientación ENE-OSO en la parte suroccidental de la cuenca Vasco-Cantábrica (Figs. 12 y 13), en la unidad estructural denominada Plataforma Estructural de los Páramos del dominio de la Plataforma Burgalesa, que de acuerdo a la literatura clásica pertenecería al Bloque Alavés.

En el núcleo de la hoya afloran materiales de Facies Weald que junto a los de Facies Utrillas de sus laderas internas le dan un aspecto morfológico deprimido, circundado por los crestones de calizas del Turoniense-Coniaciense (Carreras, F.J. *et al*. 1977). Este anticlinal desventrado halla fondo a 820 m.s.n.m, casi 400 m por debajo de su cornisa más alta, la Peña Otero.

La cuenca Vasco-Cantábrica comenzó a formarse en el Triásico en una etapa de ruptura continental generalizada ligada al ocaso del supercontinente Pangea, pero su desarrollo no culminaría hasta el Jurásico superior a Cretácico inferior cuando se produjo la apertura del Atlántico Norte (e.g. Le Pichon y Sibuet, 1971; Roest y Srivastava, 1991). Finalmente, la colisión de la placa Ibérica contra la Euroasiática en el Cenozoico ocasionó la formación del orógeno Pirenaico y con ello la inversión de la cuenca.

La escarpada periferia de la hoya está constituida por materiales marinos carbonatados del Cretácico superior, que yacen sobre una serie terrígena del Cretácico inferior expuesta en el núcleo erosionado del anticlinal. De acuerdo a la cartografía realizada por el IGME y a nuestra propia experiencia en campo sugerimos que las rocas del Cretácico inferior pertenecen al menos a dos formaciones diferentes. La inferior incluye

conglomerados, areniscas y lutitas con ocasionales intercalaciones de calizas arenosas con fauna marina (ostreidos y orbitolinas), que podría corresponder a un medio sedimentario deltaico y que atribuimos a la formación Escucha (Aptiense). Sobre ésta se desarrolla otra unidad de areniscas feldespáticas caolinizadas y conglomerados formando grandes bancos entre lechos arcillosos. Las areniscas están muy poco cementadas e incluyen restos de lignitos. Estas arenas se habrían depositado en un ambiente fluvial probablemente de tipo trenzado y las atribuimos a la formación Utrillas, de edad Albiense-Cenomaniense.

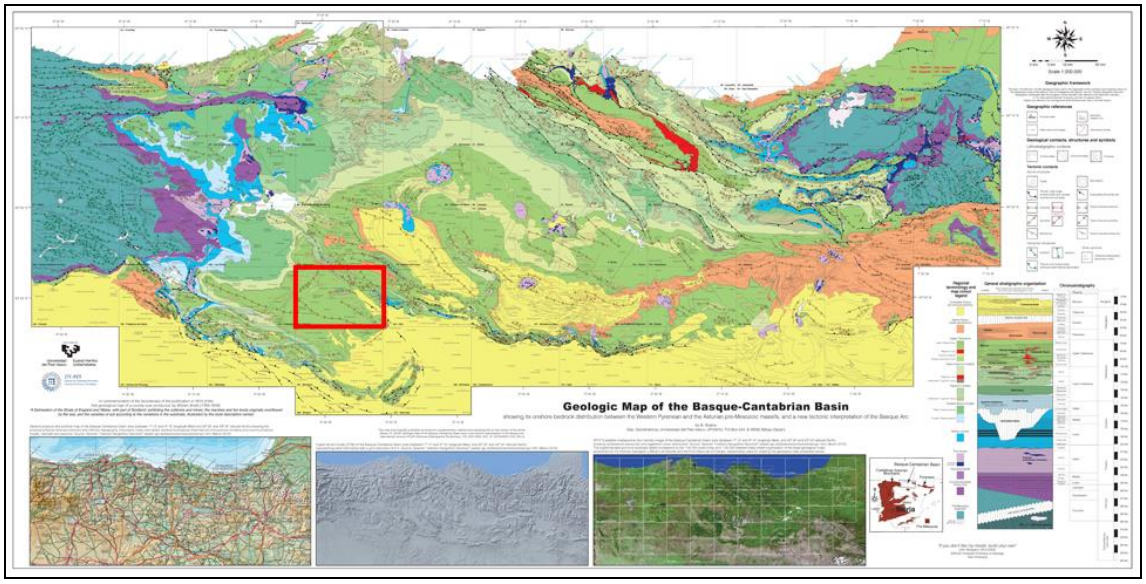


Figura 12: *Mapa geológico de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En recuadro rojo los límites de la hoja E-1:50.000 Nº 135 correspondiente a Sedano. De Benito Ábalos, 2016.*

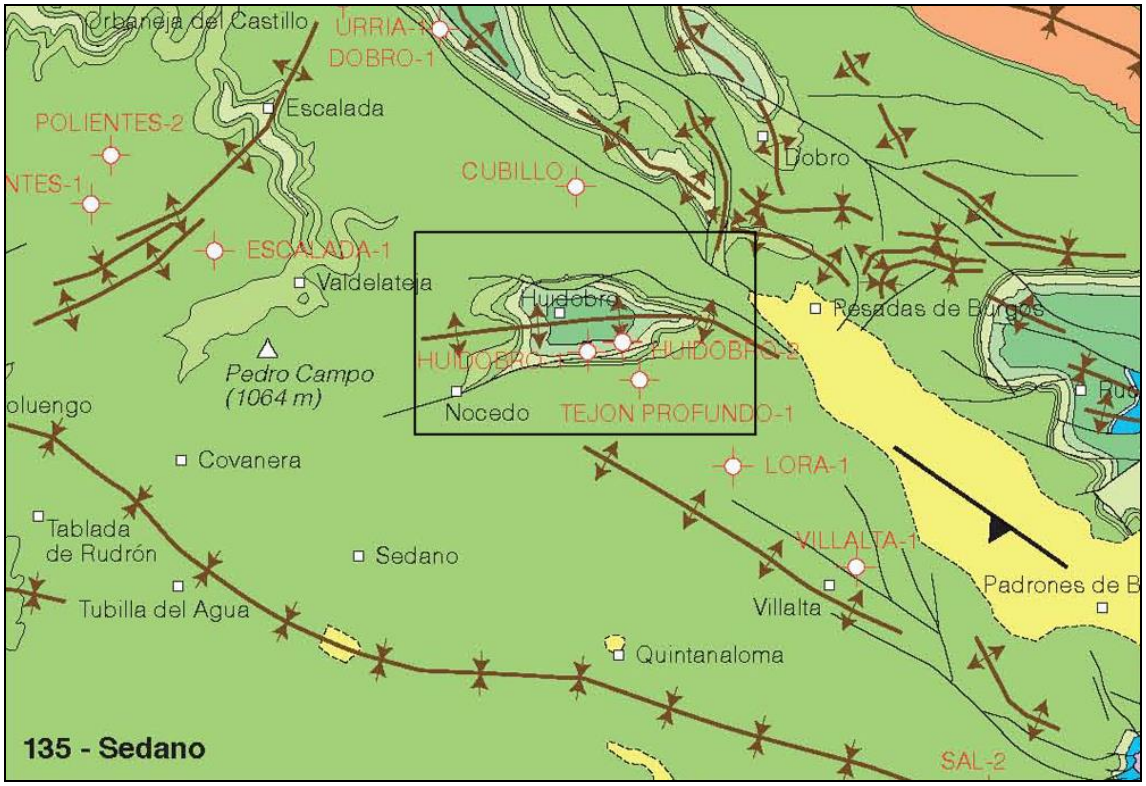
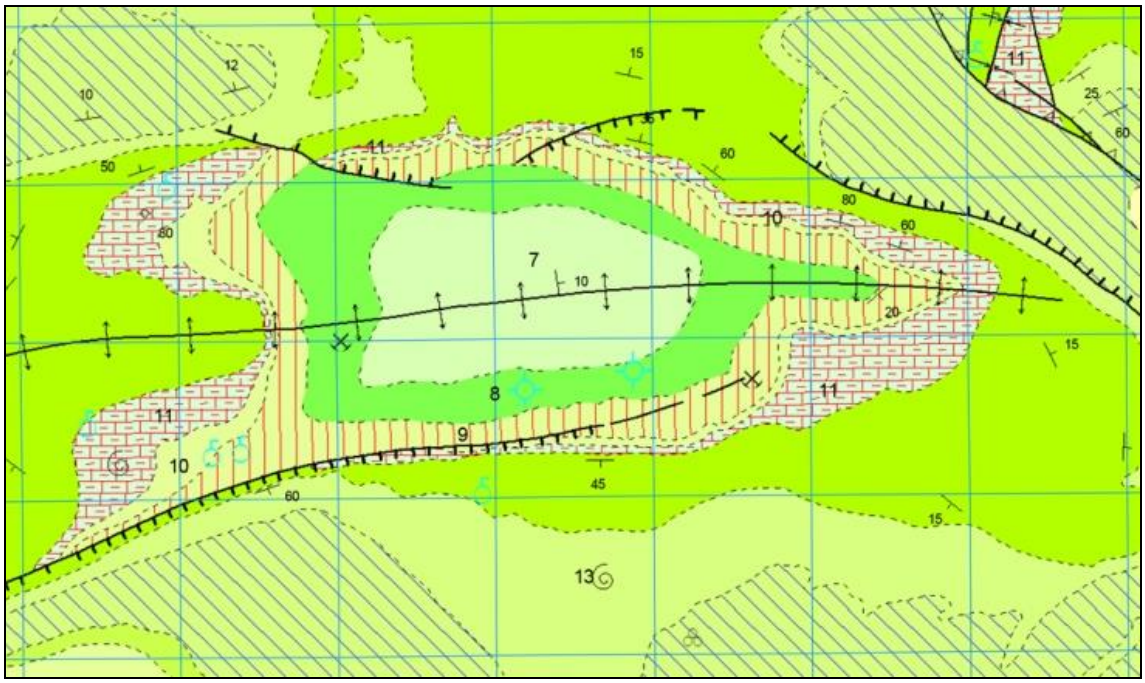


Figura 13: *Síntesis geológica de la hoja E-1:50.000 Nº 135, correspondiente a Sedano. En Benito Ábalos, 2016*



DESIGNACIÓN	DENOMINACIÓN MAGNA	MATERIALES
7	Facies Weald	Areniscas, arcillas rojas, conglomerados
8	Albiense inf.-Aptiense	Arcillas varvadas, arcillas negras, areniscas calcáreas, areniscas conglomeráticas.
9	Albiense	Arenas, arcillas carbonosas
10	Cenomaniense	Calcarenitas, dolomías, areniscas.
11	Turoniense inferior	Margas y calizas, arcillas, arcillas calcáreas.
12	Turoniense med. – Coniaciense.	Calizas masivas, dolomías, calizas dolomíticas.
13	Santoniense inf	Margas hojosas, margas calcáreas, calizas arcillosas con glauconita.

Figura 14: *Mapa geológico E-1:50.000 Nº 135, correspondiente a Sedano. Detalle de la Hoya de Huidobro y leyenda de materiales según MAGNA.*

Sobre esta serie eminentemente continental surge otra marina, en la que primeramente se depositó la formación transicional calcarenítica Dosante (Cenomaniense), encima la formación transgresiva margosa de Puentedey-Hornillatorre (Turoniense) y finalmente, coronando la Peña Otero, las calizas de plataforma arrecifal de la formación Cueva (Coniaciense), equivalente a la formación Subijana de Álava.

Desde el punto de vista estructural el anticlinal de Huidobro presenta una serie de fallas normales subparalelas a su eje, siendo la de mayor importancia la que discurre por su flanco meridional. Está a su vez plegado por el anticlinal de Oña (Tavani *et al*., 2011) y por sísmica de reflexión y dos sondeos de exploración de hidrocarburos se conoce que bajo esta estructura hay un cabalgamiento ciego de vergencia NE que forma parte de un cabalgamiento retrovergente desarrollado sobre un *detachment* más profundo (Carola *et al*., 2015).

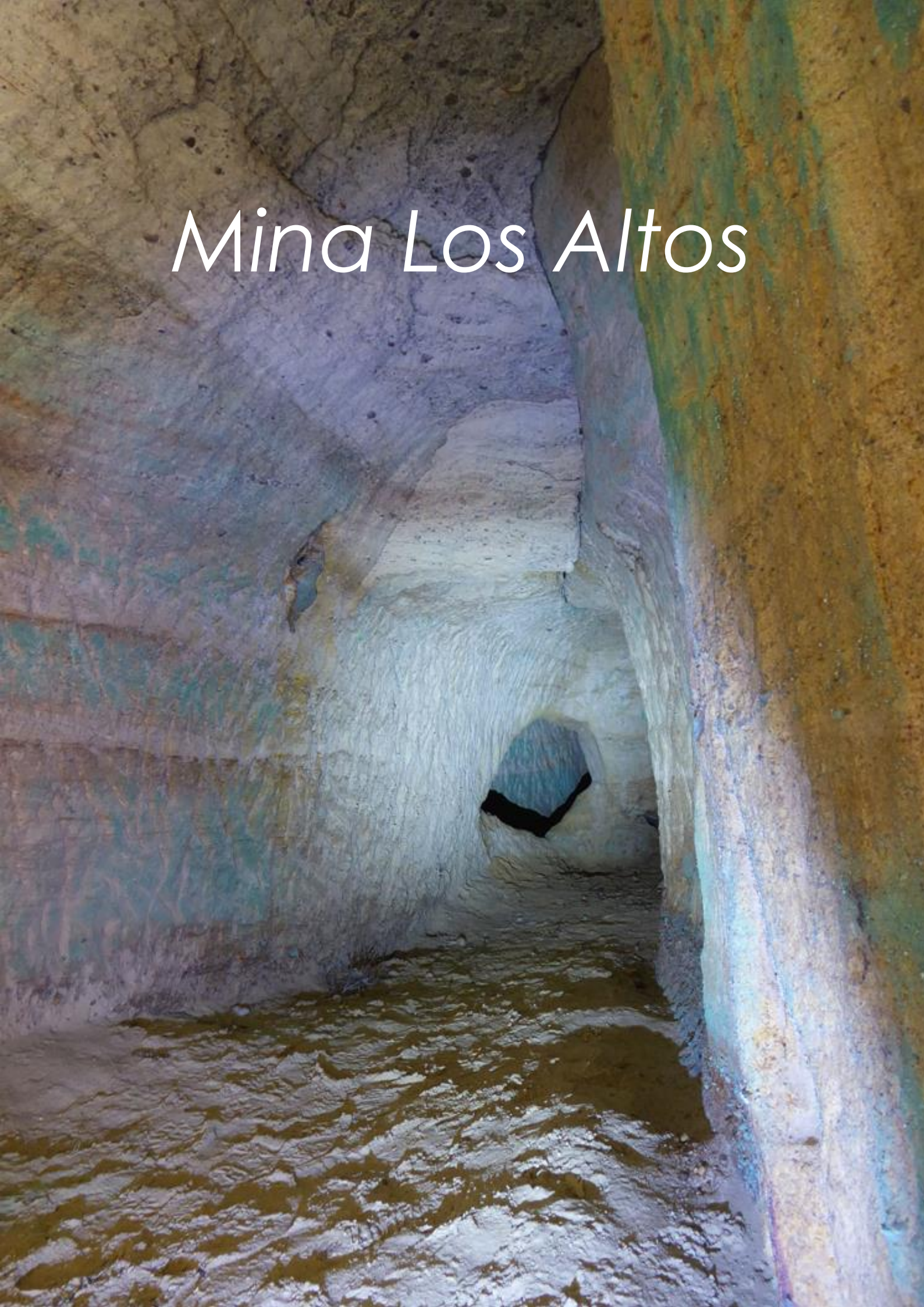

Mina Los Altos

Fig. 15: *Aerogeneradores en la Peña Otero. En su vertical, a media ladera destacan las blancas arenas beneficiadas por la mina Los Altos.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 16: *Batería de bocaminas abiertas en las areniscas y microconglomerados de la Formación Utrillas, bajo la Peña Otero, vistas desde la carretera de descenso a Huidobro.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 17: *Vista general de la Mina Los Altos.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 18: *Vista general de la Mina Los Altos.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 19: *Vista general de la Mina Los Altos.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Tres panorámicas de la mina Los Altos. Se aprecia bien la sucesión de bocaminas en su zona media

Fig. 20: *Cinco socavones en el frente principal de la zona inferior del yacimiento.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 21: *Socavones en zona mineralizada*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 22: *Socavones en zona mineralizada*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 23: *Zona mineralizada en la base de los paquetes arenosos.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 24: *Base del paquete areniscoso mineralizado, tras uno de los autores.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 25: *Fotografiando tronco mineralizado en las areniscas.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 26: Tronco mineralizado a baritina, con carbonatos de cobre.
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 27: *Acceso a uno de los socavones en nivel mineralizado.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

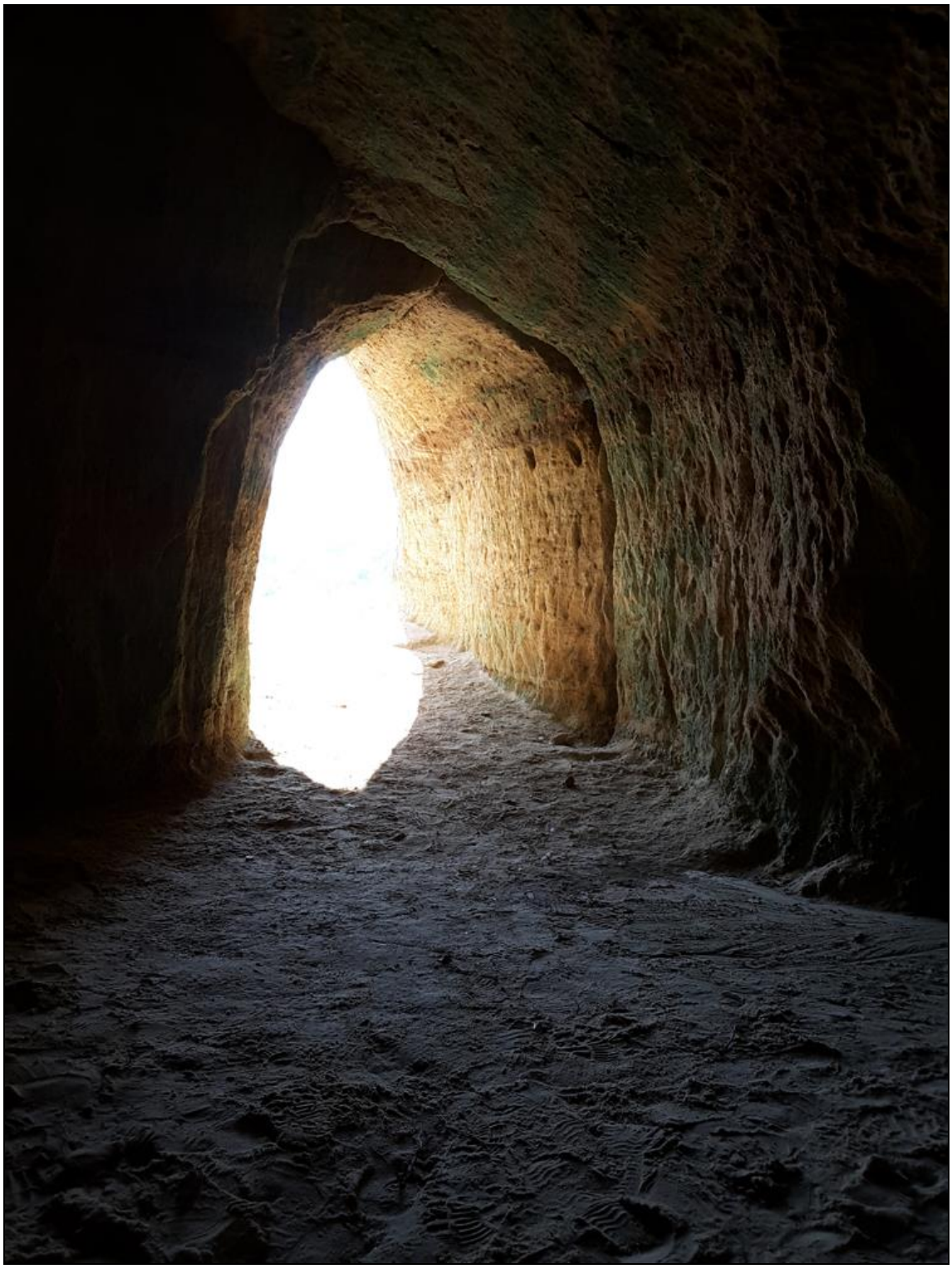


Fig. 28: *Interior del socavón anterior.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 29: *Socavón en zona mineralizada.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 30: *Socavón en zona mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 31: *Primeros metros de una de las galerías.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

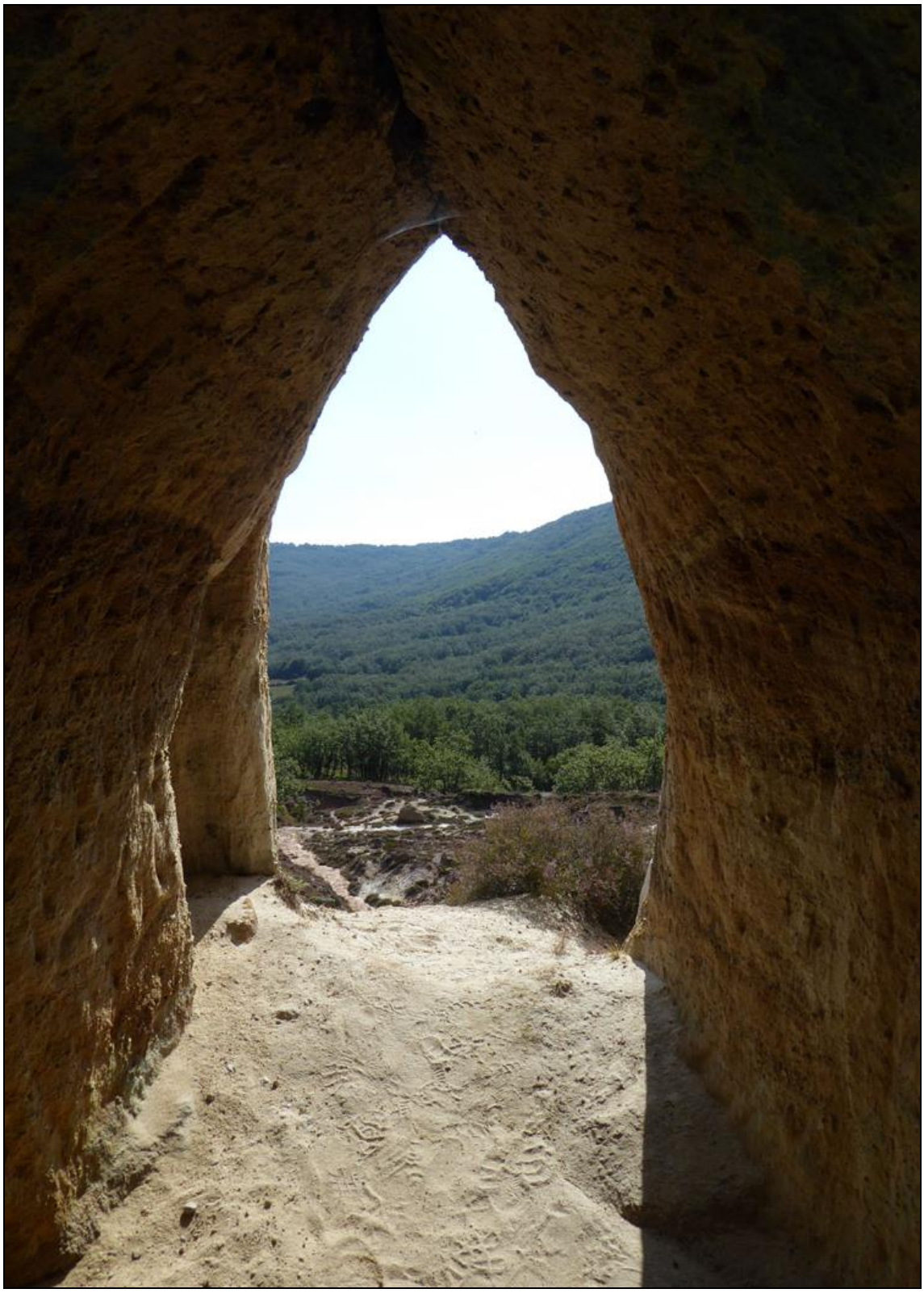


Fig. 32: *Bosques de la Hoya de Huidobro desde la galería.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 33: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

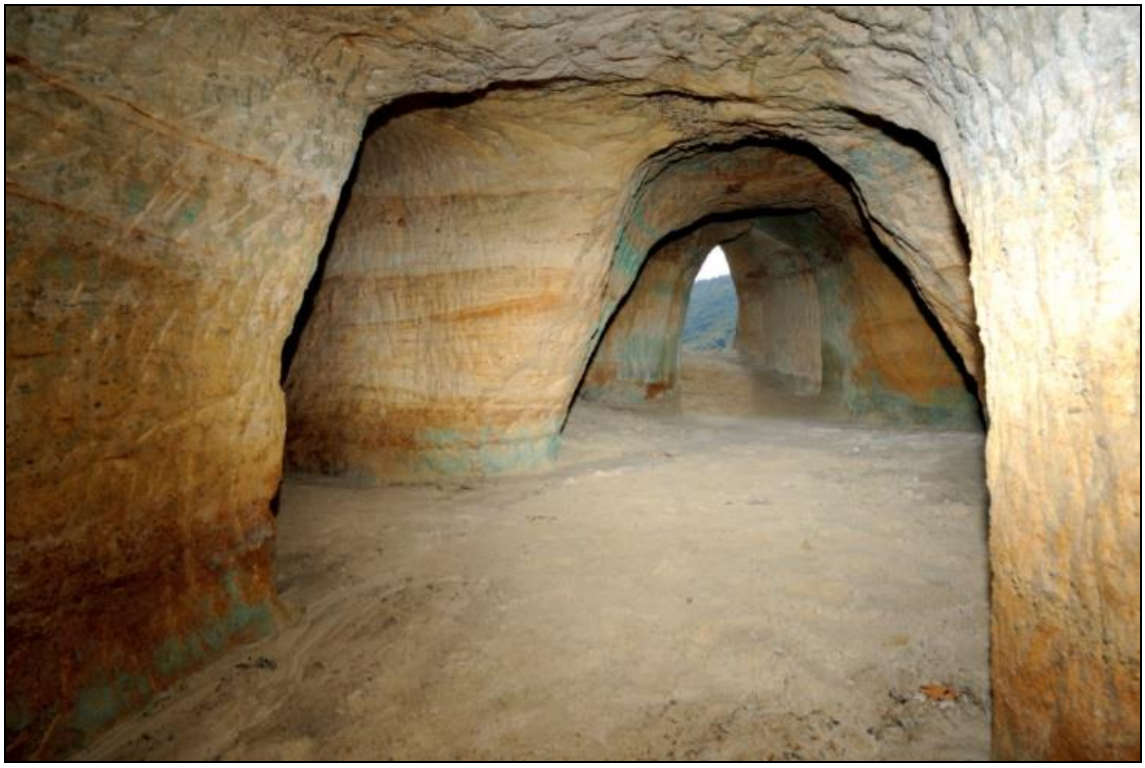


Fig. 34: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 35: *Colapso en una de las bocaminas del socavón.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 36: *Bóvedas y galerías transversales en los socavones.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

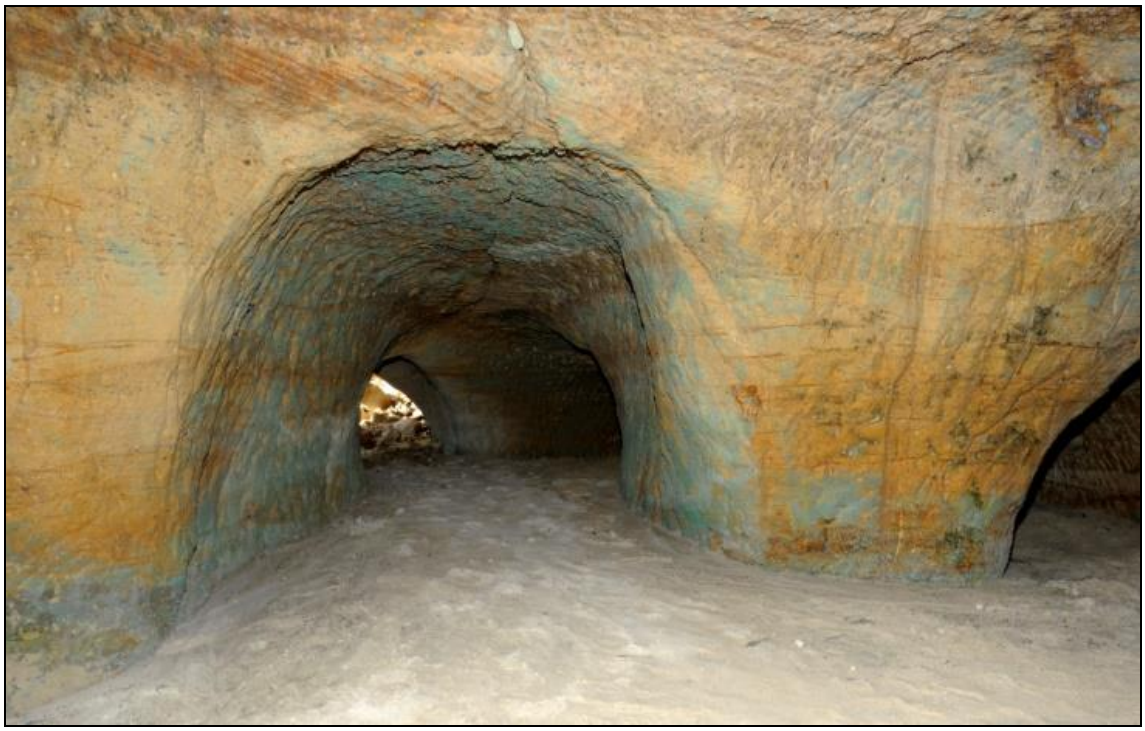


Fig. 37: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 38: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 39: *Inicio de otro de los socavones.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 40: *Cruce de socavones.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 41: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 42: *Múltiples galerías transversales en zona mineralizada.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 43: *Socavón con galerías laterales en zona mineralizada.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 44: *Se aprecia el límite de la zona mineralizada en las paredes del socavón.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 45: *Endurecidos niveles ferruginosos protegen de la erosión a las arenas infrayacentes.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 46: *Niveles ferruginosos duros generando resaltes sobre las arenas.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 47: *Niveles conglomeráticos y ferruginosos persistiendo a la erosión.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 48: *Endurecidos niveles ferruginosos protegen de la erosión a las arenas infrayacentes.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 49: *Endurecidos niveles ferruginosos protegen de la erosión a las arenas infrayacentes.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 50: *Caprichosas formas de erosión en todo el conjunto.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 51: *Endurecidos niveles ferruginosos protegen de la erosión a las arenas infrayacentes.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 52: *Socavón bajo una de las barras lenticulares, en la zona superior del yacimiento.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 53: *Socavón bajo una de las barras lenticulares, en la zona superior del yacimiento.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 54: *Socavón bajo una de las barras lenticulares, en la zona superior del yacimiento.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 55: *Socavón inundado en zona muy mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 56: *Socavón inundado en zona muy mineralizada.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 57: *Socavón inundado en zona muy mineralizada.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 58: *Vista lateral del socavón inundado.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 59: *Vista central del socavón inundado.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 60: *Vista lateral del socavón inundado.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 61: *Vista de los bosques de la Hoya de Huidobro, desde el socavón superior.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 62: *Vista de los bosques de la Hoya de Huidobro, desde el socavón superior.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 63: *Gran tronco mineralizado a baritina y óxidos de hierro en las arenas de la zona inferior del yacimiento de mina Los Altos.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 64, 65 y 66: *Panorámicas de mina Los Altos captadas desde la gran curva del descenso a la Hoya de Huidobro.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Mina
Expectativa

Fig. 67: *Talud con socavones desde la escombrera.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Figs. 68: *Talud con socavones desde la escombrera.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 69: *Gran socavón en zona muy mineralizada.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Figs. 70: *Observando restos de troncos mineralizados junto al gran socavón.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 71: *Otro socavón inundado.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 72: *Otro socavón inundado a la derecha del gran bloque.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 73: *Socavones en el gran bloque.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Figs. 74: *Gran bloque desde la escombrera.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 75: *Socavón inundado en zona mineralizada.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 76: *Escombrera y gran socavón.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 77: *Pequeño abrigo-socavón en la parte superior de mina Expectativa.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 78: *Mineralización en el fondo del gran socavón.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Figs. 79: *Mineralización en el fondo del gran socavón.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

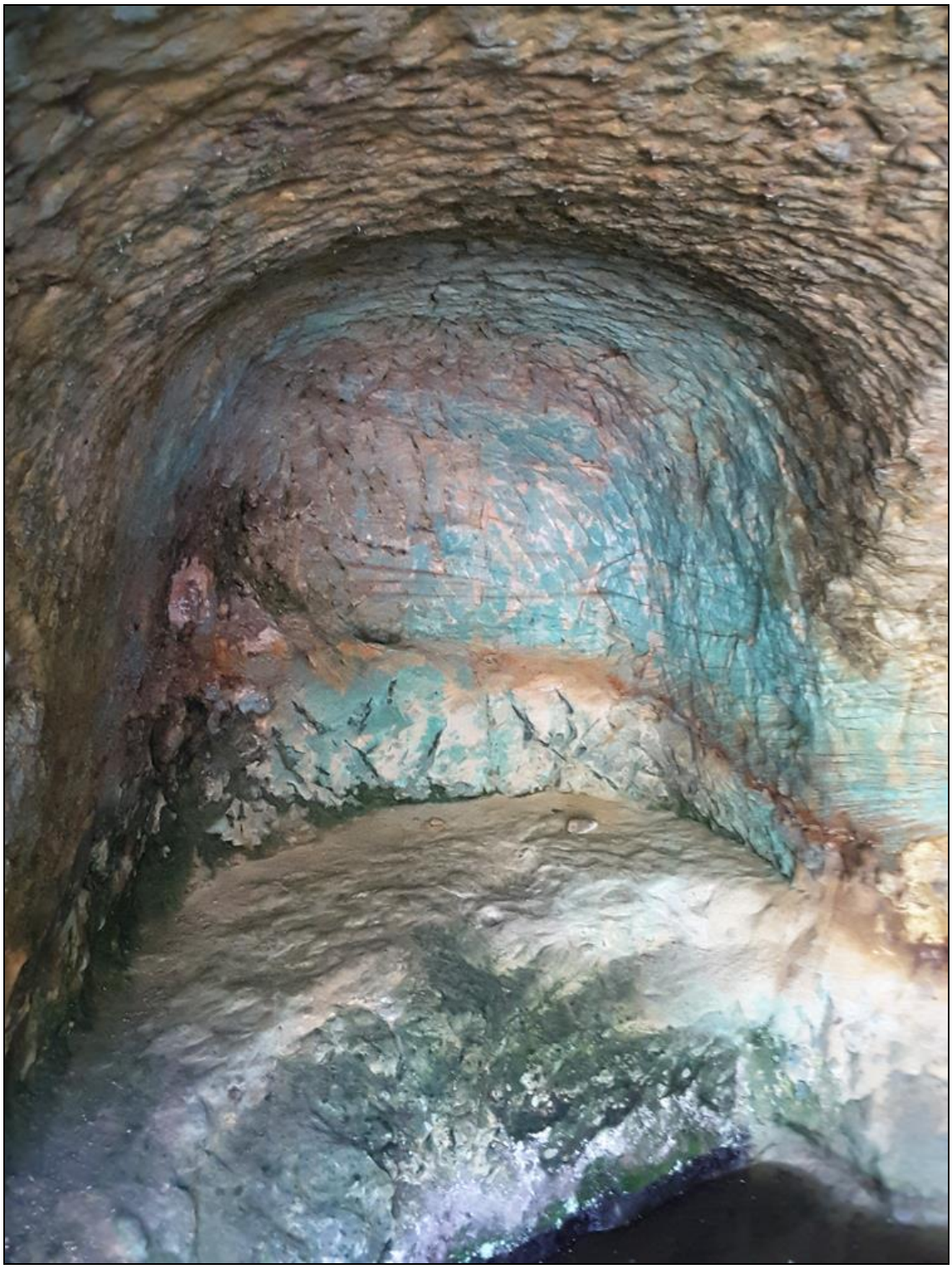


Fig. 80: *Mineralización en uno de los fondo del gran socavón.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 81: *Grandes fragmentos de troncos mineralizados junto al gran socavón.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 82: *Grandes fragmentos de troncos mineralizados junto al gran socavón.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 83: *Azurita minoritaria en el paquete mineralizado.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

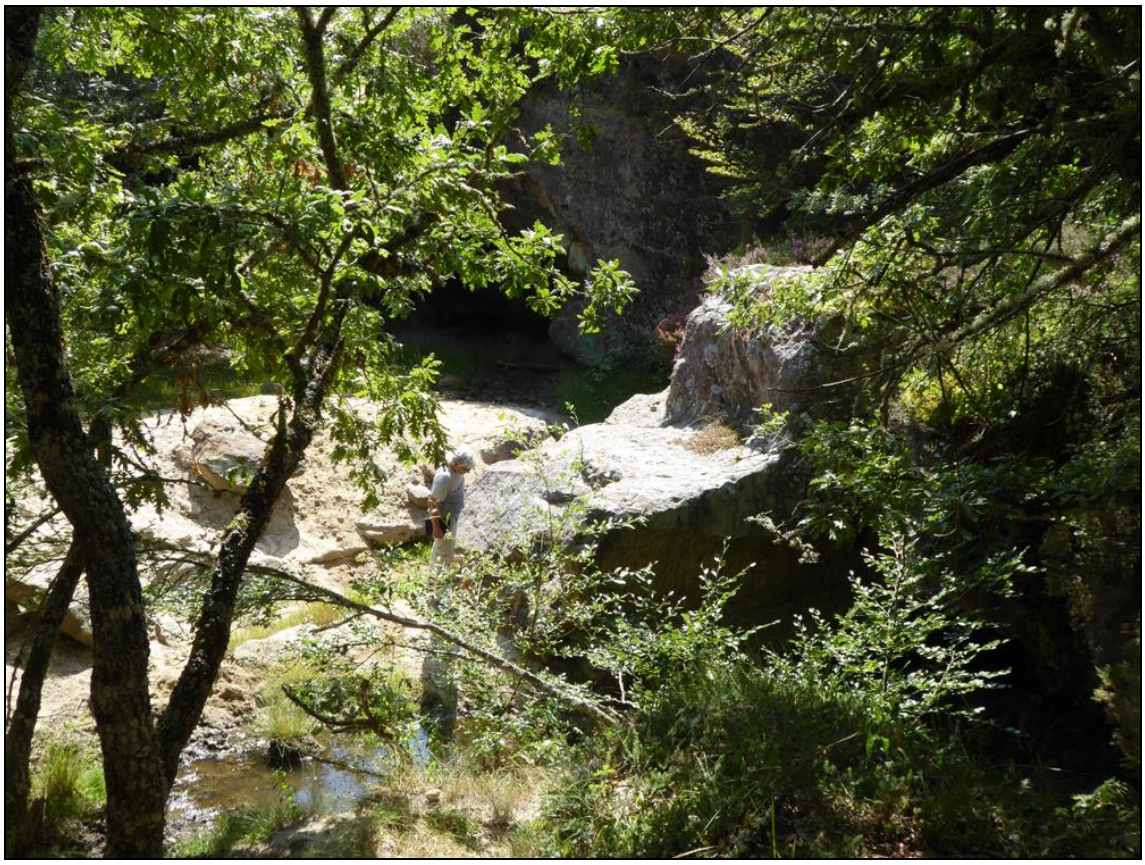
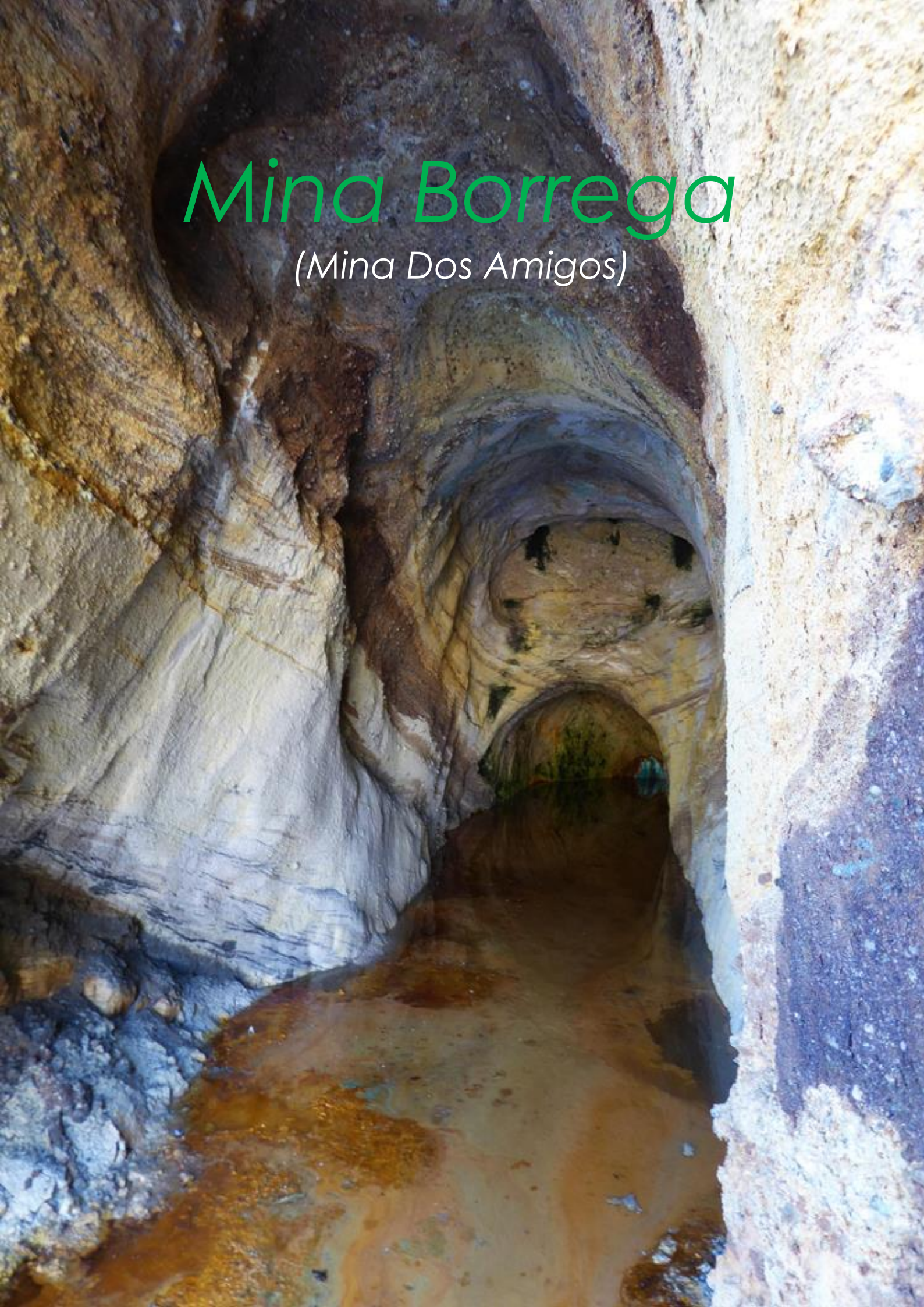


Fig. 84: *Escombrera y socavones desde la carretera.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 85: *Escueta información en la señalización de la Junta.*
(Fot. J. Alonso, 2018)



Mina Borrega

(Mina Dos Amigos)

Figs. 86: *Mina Borrega (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 87: *Mina Borrega (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 88: *Mina Borrega (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Tres panorámicas del paraje conocido por los lugareños como El Pozanco, en mina Borrega. En la primera de ellas apreciamos el gran tajo vertical realizado en el monte en el siglo XVIII. En la del centro vemos el inicio de dos de sus galerías, la mayor de ellas conocida como Cueva Prieta. Abajo, la zona inundada junto al paredón y al fondo la casa de máquinas.

Fig. 89: *Profundo corte en las arenas de Utrillas y los socavones en su base inundada.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

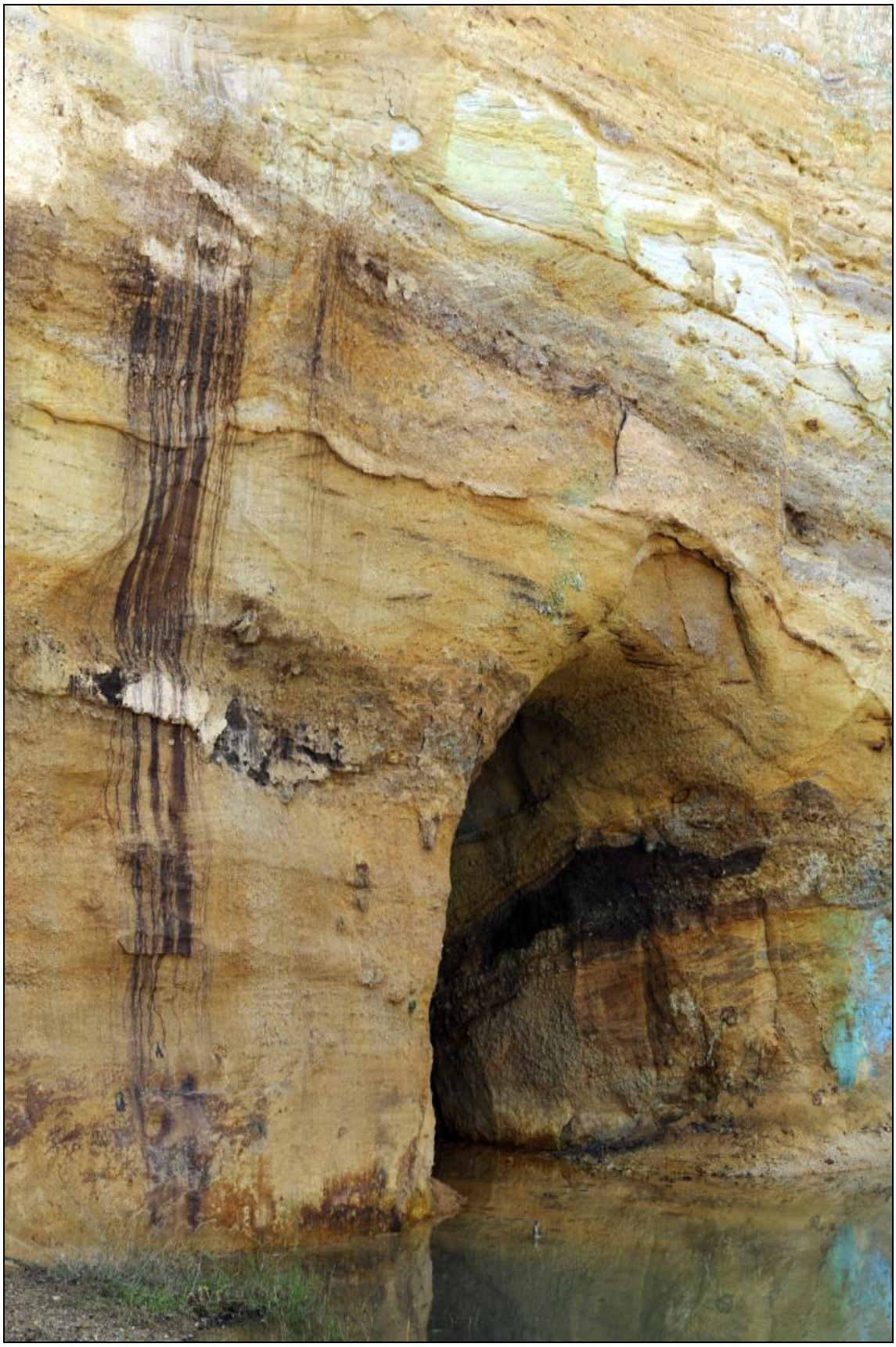
Fig. 90: *Un tercer socavón se aprecia junto al árbol de la derecha.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 91: *Detalle del frente desde escombrera.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

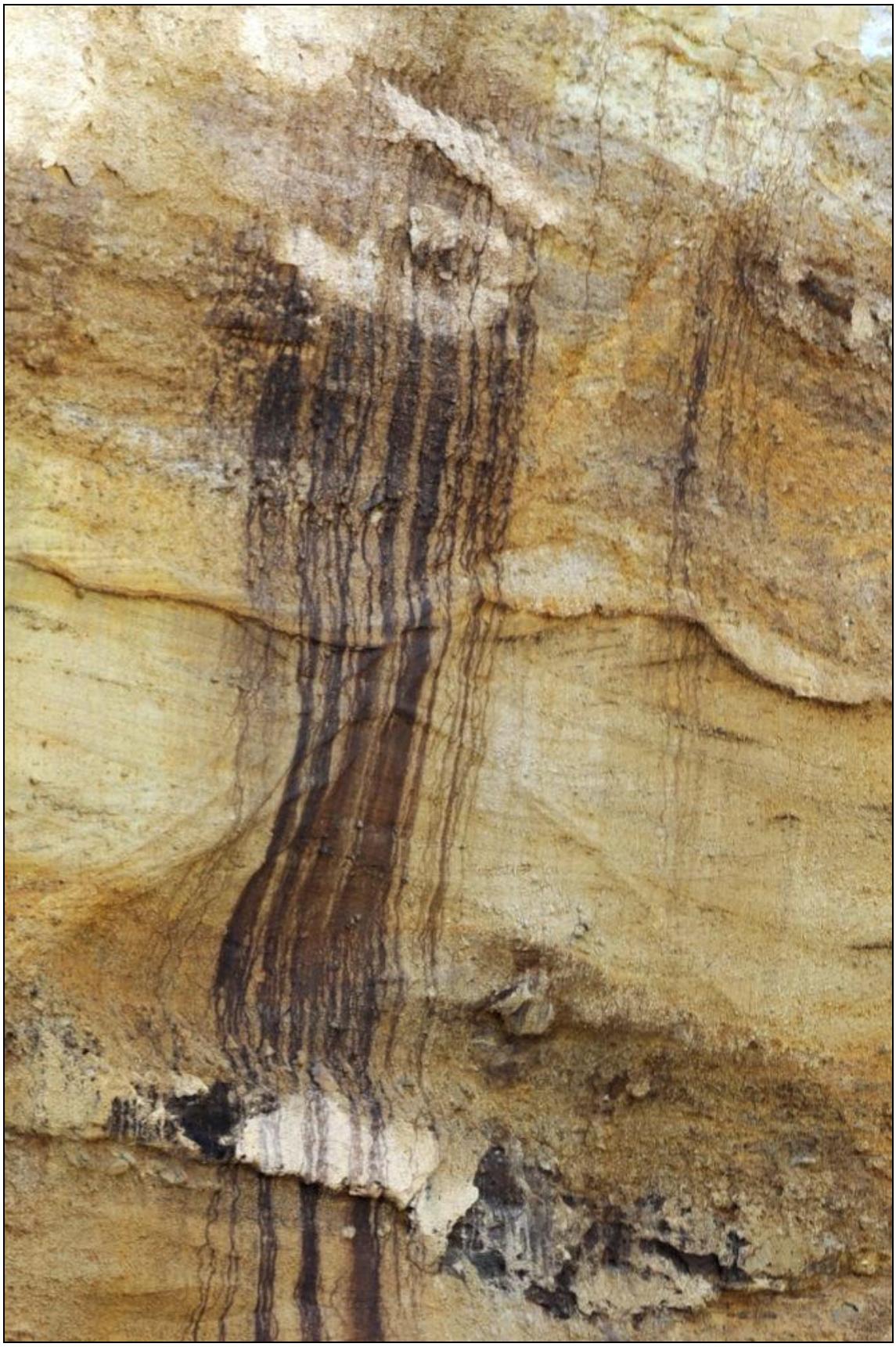
Fig. 92: *Carbonatos de cobre junto a Cueva Prieta.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 93: *Carbonatos de cobre junto a Cueva Prieta.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 94: *Hidrocarburos, paleorestos vegetales y carbonatos de cobre junto a Cueva Prieta.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

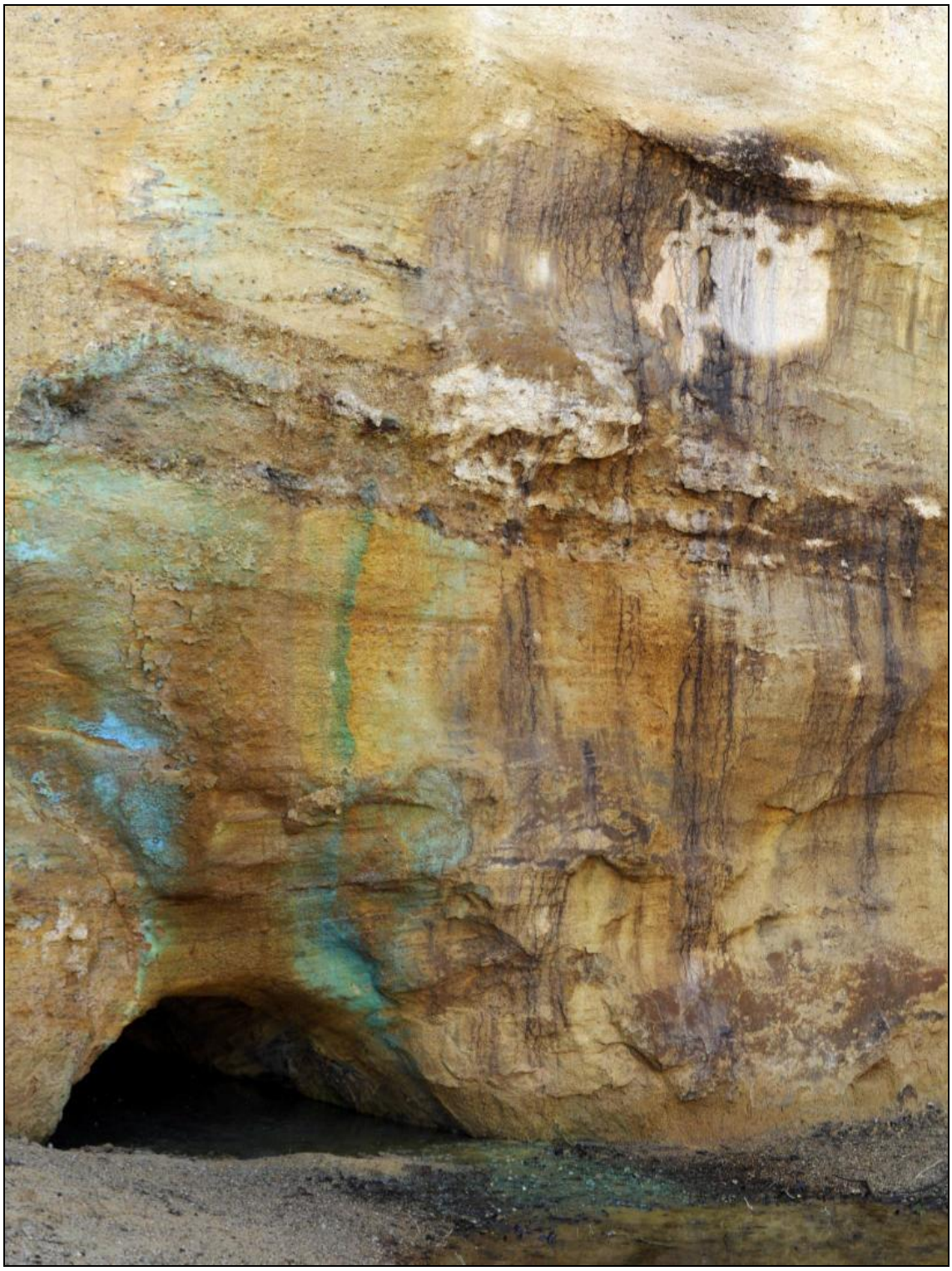


Figs. 95: *Restos de hidrocarburos chorreando junto a Cueva Prieta.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)



Figs. 96: *Detalle del flujo de hidrocarburos.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 97: *Detalle del flujo de hidrocarburos.*
(Fot. J. Alonso, 2018)



Figs. 98: *Socavón inundado a la izquierda de Cueva Prieta.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 99: *Hidrocarburos discurriendo desde paleocanales cóncavos en las arenas.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 100: *Detalle de paleocanal en las arenas.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 101: Interior de Cueva Prieta inundado.
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 102: *Tercera galería en El Pozanco, a la derecha, junto al árbol.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 103: *Exterior desde la tercera galería.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 104: Tercera galería, con una cuarta a su derecha casi sepultada.
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 105: Aspecto interior de la tercera galería, inundada a los pocos metros.
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 106: Aspecto interior de la tercera galería, inundada a los pocos metros.
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 107: *Galería más occidental inundada*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 108: *Aspecto del socavón en su zona inicial, con la película de agua cubierta de aceites.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 109: Detalle de los aceites procedentes del filtrado de hidrocarburos en las areniscas.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 110: Detalle de los aceites procedentes del filtrado de hidrocarburos en las areniscas.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 111: *Casa de la máquina del plano de la galería principal.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 112: *Casa de la máquina del plano de la galería principal.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

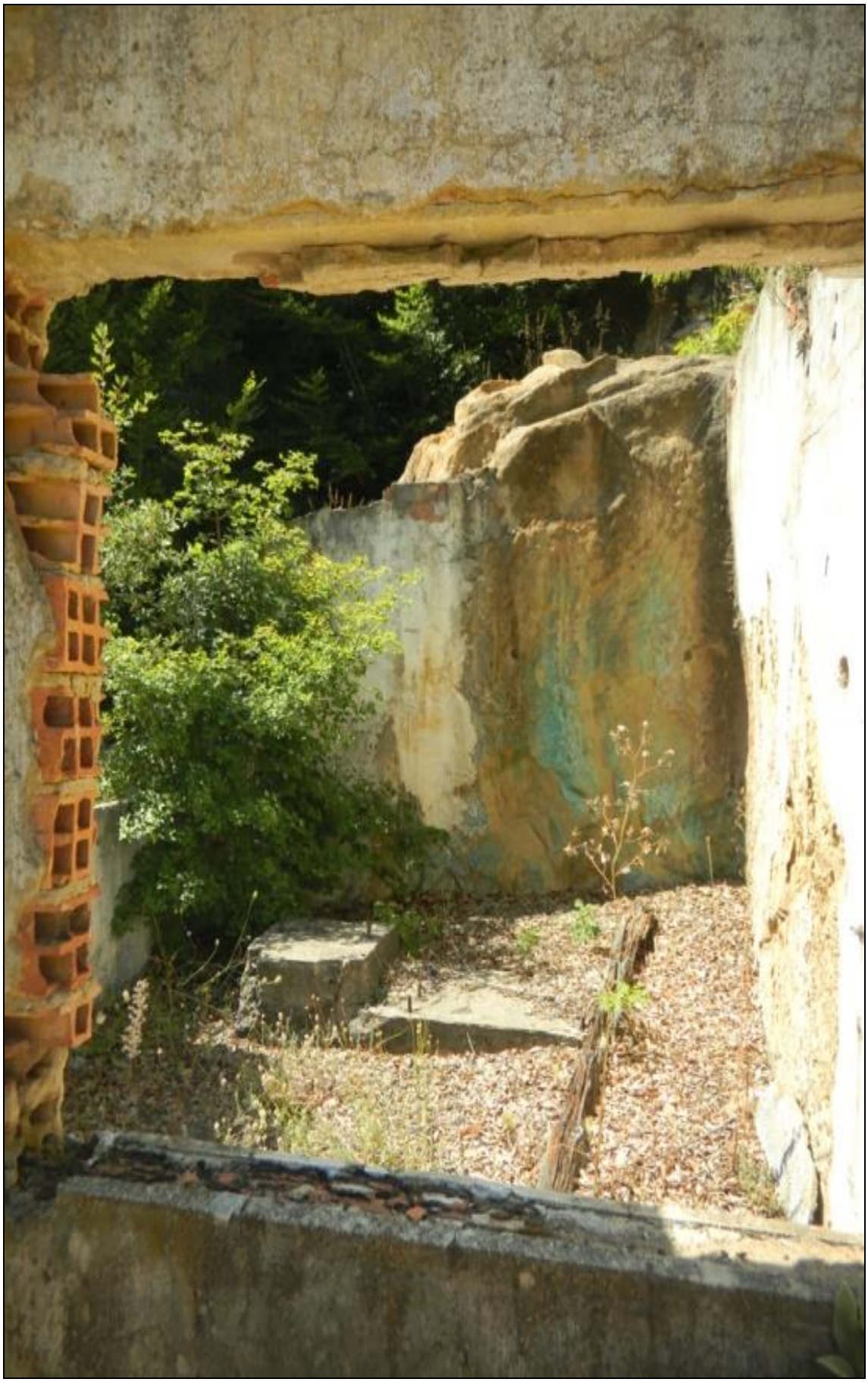


Fig. 113: *Asiento de la máquina de extracción.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 114: Escombreras frente a El Pozanco e inicio del plano inclinado para el transporte. *(Fot. J. Lazcano, 2018)*

Fig. 115: *Inicio* del plano inclinado de 250 m *hacia las instalaciones de tratamiento. (Fot. J. Alonso, 2018)*

Fig. 116: Instalaciones para el motor de 5 CV en el inicio del plano inclinado.
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Fig. 117: Instalaciones para el motor de 5 CV en el inicio del plano inclinado.
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 118: *Restos del motor de 5 CV en la zona inicial del plano inclinado. (Fot. J. Alonso, 2018)*

Figs. 119: *Restos del motor de 5 CV en la zona inicial del plano inclinado. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Fig. 119: Instalaciones para el motor de 5 CV en el inicio del plano inclinado.
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 120: Pequeñas chimeneas de hadas en escombrera arenosa.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 121: Pequeñas chimeneas de hadas en escombrera arenosa.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 123: *Transformador. Centro de transformación reductor de 100 KVA. Estaba conectado a una línea de transporte de energía eléctrica a 30.000 voltios de tensión, que a través de sus 7.264 metros de longitud conectaba con la central hidroeléctrica de Quintanilla-Escalada, propiedad de Electra de Burgos, S.A. (Fot. J. Alonso, 2018)*

Figs. 124: Final del plano inclinado en edificio de trituración.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 125: *Zona de alimentación para trituración.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 126: *Restos de gravilladora o quebrantadora de mandíbulas CIUS Tipo 4F. (Fot. J. Alonso, 2018)*

Fig. 127: *Disponía además la gravilladora de una trituradora de 16 martillos con motor de 25 CV. (Fot. J. Alonso, 2018)*

Fig. 128: *En primer término edificio de trituración; en el centro depósito de ácido.*
(Fot. J. Lazcano, 2018)

Figs. 129 y 130: *Edificio de trituración.*
(Fot. 129: E. Ortiz de Zárate, 2018; Fot. 130: J. Alonso, 2018)

Figs. 131 y 132: *Tolvas de salida de trituración hacia balsas de ataque.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 133 y 134: *restos de maquinaria de trituración sobre la tolva de salida.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 135 y 136: Balsa de ataque circular con depósito de ácido y trituración al fondo.
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 137: Balsa de ataque circular con depósito de ácido y trituración al fondo.
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 138: *Balsa de ataque circular de 7,5 m de diámetro.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 139: *Depósito del ácido para ataque del mineral.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 140: *Base del depósito.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 141: *Balsa de ataque circular con depósito.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 142: *Balsa de ataque circular con depósito.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 143: *Balsa de ataque circular con depósito.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 144: *Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 145*: Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 146: *Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 147: *Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 148*: Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor. (Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)*

Figs. 149: *Caseta de cementación con sus canales y bomba.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 150: *Ruinas de cementación, horno de reverbero y pequeño espesador Dor.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Figs. 151: *Ruinas laboratorio?.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Figs. 152: *Caseta de cementación y balsas de disolución del ácido sulfúrico.*
(Fot. E. Ortiz de Zárate, 2018)

Fig. 153: *Balsas para disolución del ácido sulfúrico.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 154: *Balsas para disolución del ácido sulfúrico.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 155: *Balsas para disolución del ácido sulfúrico.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 156: *Balsas para disolución del ácido sulfúrico.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

Fig. 157: *Pequeña caja-bunker de uso desconocido.*
(Fot. J. Alonso, 2018)

MINERALIZACIÓN

La mineralización de cobre en la hoya de Huidobro consiste en cementos de pirita, calcopirita y sus productos supergénicos en las areniscas y microconglomerados previamente poco cementados de la formación Utrillas.

La mineralización cuprífera fue secundada por otra de baritina, al menos espacialmente relacionada (Figs. 263). Los sulfuros además de rellenar los poros inter e intragranulares (Fig. 162) ocasionalmente reemplazan granos detríticos feldespáticos. La mineralización se restringe a niveles especialmente permeables entre las arenas y microconglomerados, que a su vez están confinados o semiconfinados por niveles arcillosos.

La mineralización estratoligada es la más importante (Fig. 22), frente a aquella que se desarrolla a lo largo de fallas o fracturas (Fig. 158), y en ambos casos está condicionada por la porosidad efectiva del medio. Esta circunstancia se manifiesta por las texturas esferulíticas o concrecionales en torno a los márgenes de las masas tabulares mineralizadas (Fig. 159).

Fig. 158: *Falla con venillas y microconcreciones de malaquita y azurita en mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2018)*

En Huidobro, a diferencia de en otros yacimientos de tipología similar, la mineralización no parece concentrarse especialmente en restos de plantas u otro tipo de materia orgánica macroscópica, como si lo hace en cambio la baritina (Fig. 183). Este mineral llega a reemplazar por completo algunos lignitos, conservando la morfología del fósil.

Otra particularidad de Huidobro es la presencia de petróleo en las areniscas de la mina Borrega (Fig. 96). Si se trata de una mera coincidencia espacial a consecuencia de que la migración de los fluidos mineralizantes y los hidrocarburos presentan un control parecido o si pudiera incluso existir una relación genética entre ambos es incierta con los datos que disponemos.

Fig. 159: *Pudingas parcialmente cementadas por baritina y con concreciones huecas de malaquita, en el techo del nivel principal mineralizado en mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2018)*

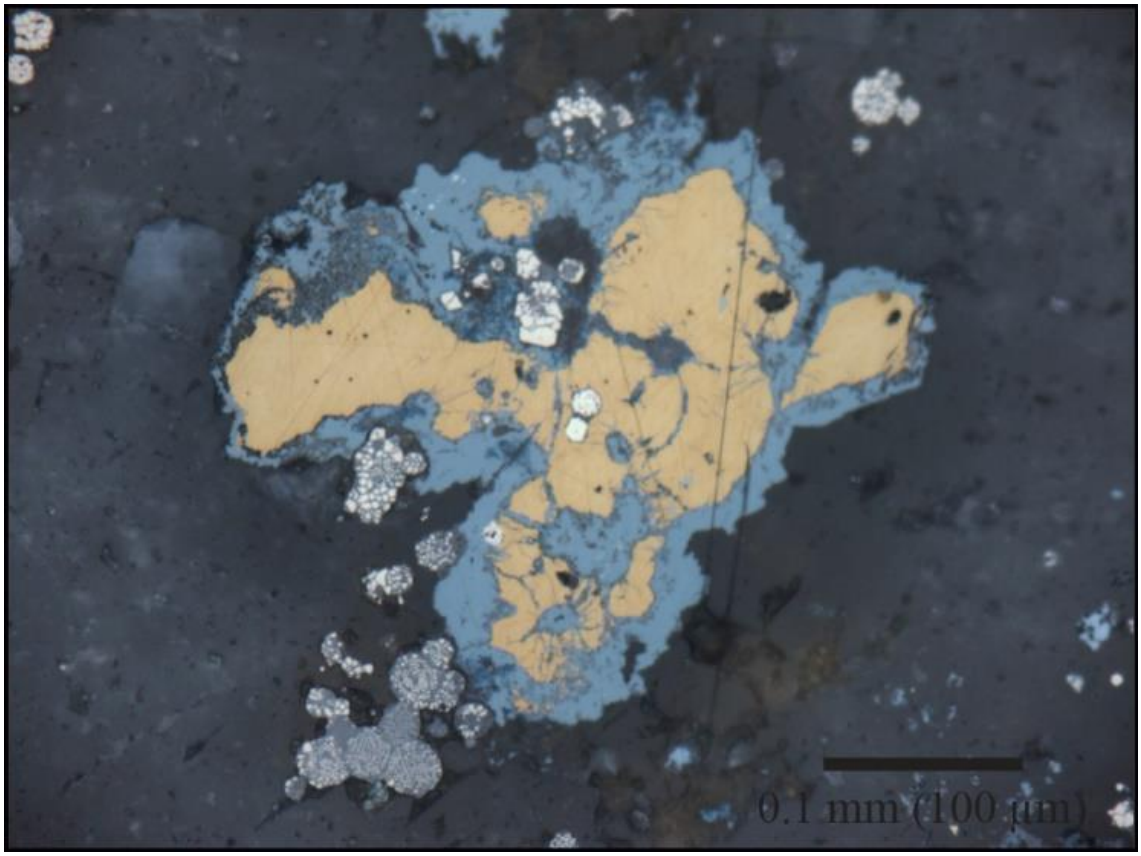


Fig. 160: *Calcopirita con bordes de alteración a covellina. Mina Borrega. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

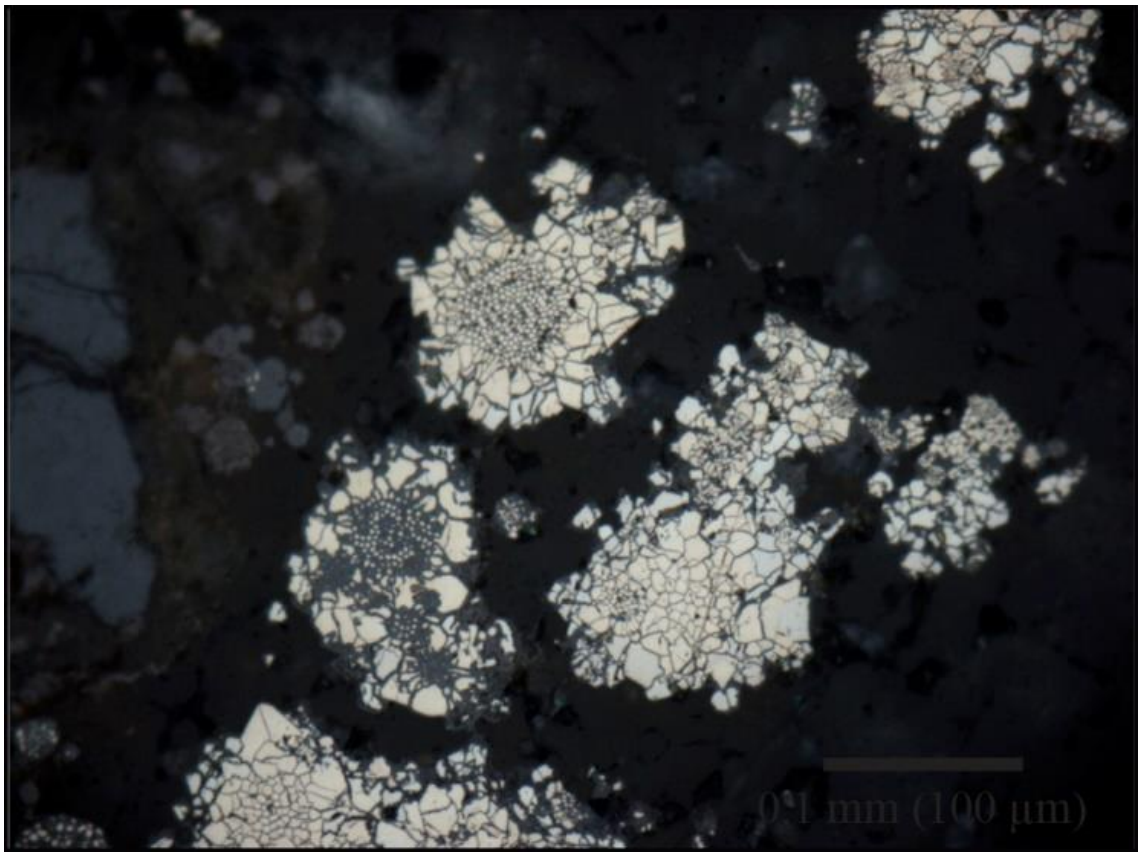


Fig. 161: *Masas framboidales de pirita. Mina Borrega. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

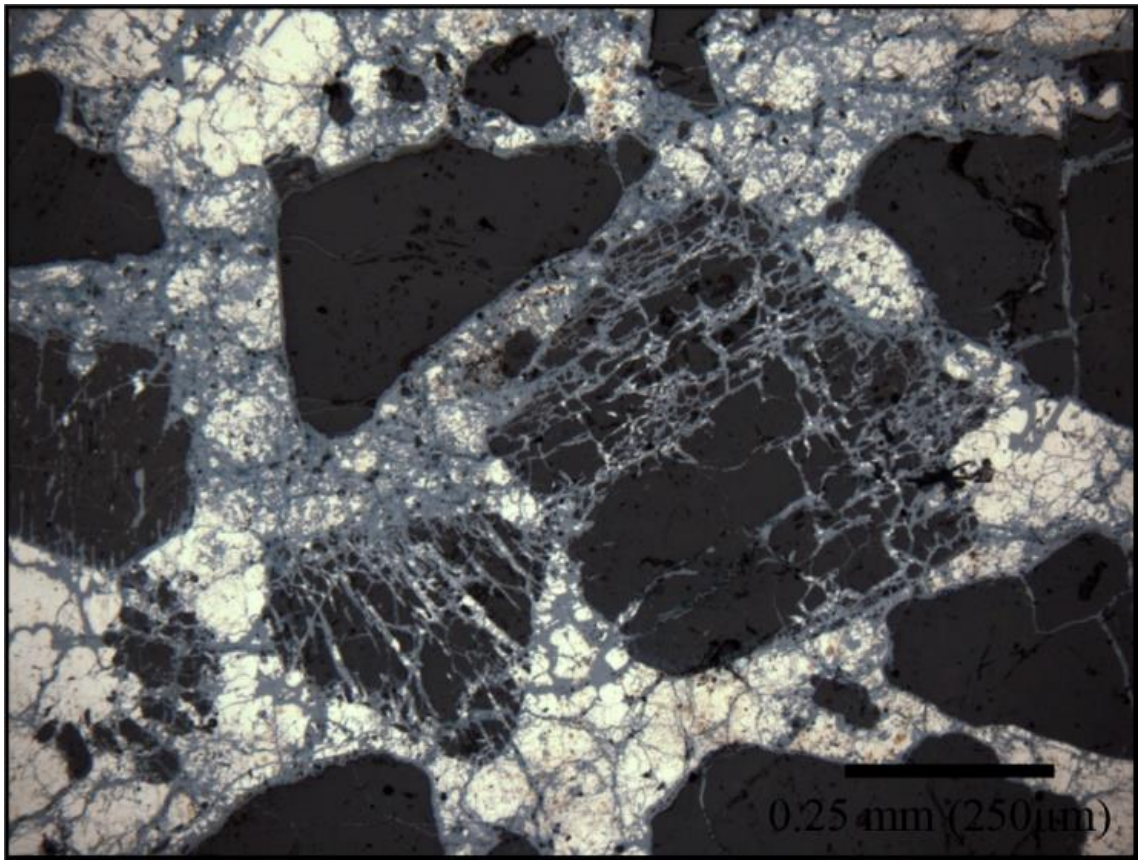


Fig. 162: *Cemento intergranular e intragranular compuesto por pirita, con trazas de calcopirita y minerales supergénicos. Mina Borrega. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

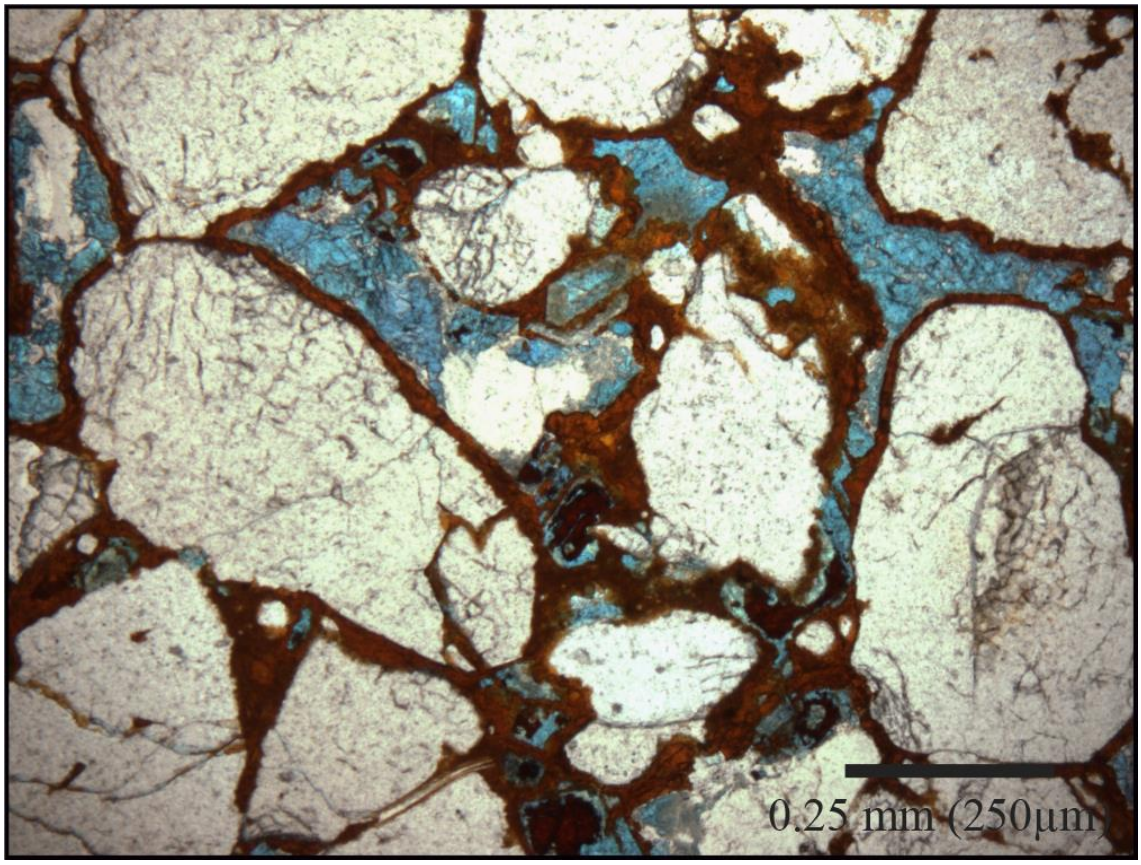


Fig. 163: *Cemento hematítico en los bordes de granos, con algunos esqueletos de cristales (hematites?). Mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

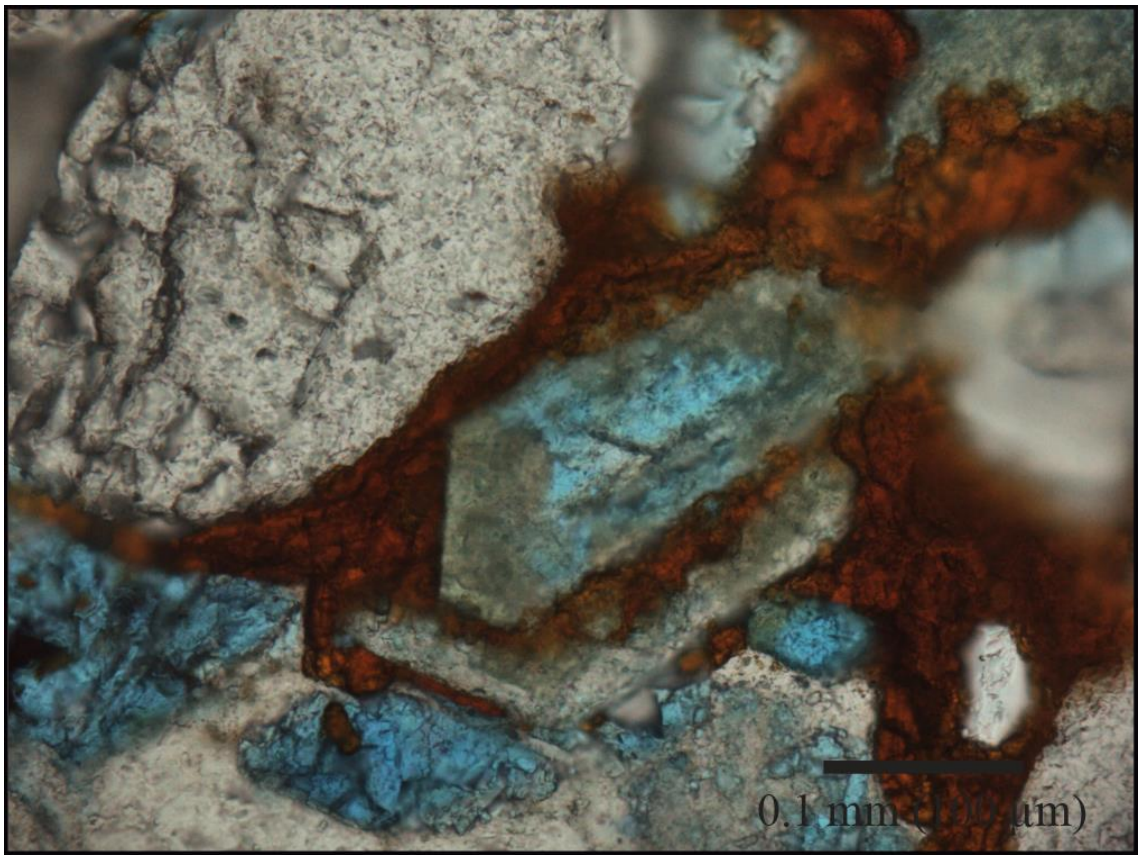


Fig. 164: *Detalle de la figura anterior con malaquita nucleando en uno de estos cristales esqueléticos. Mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

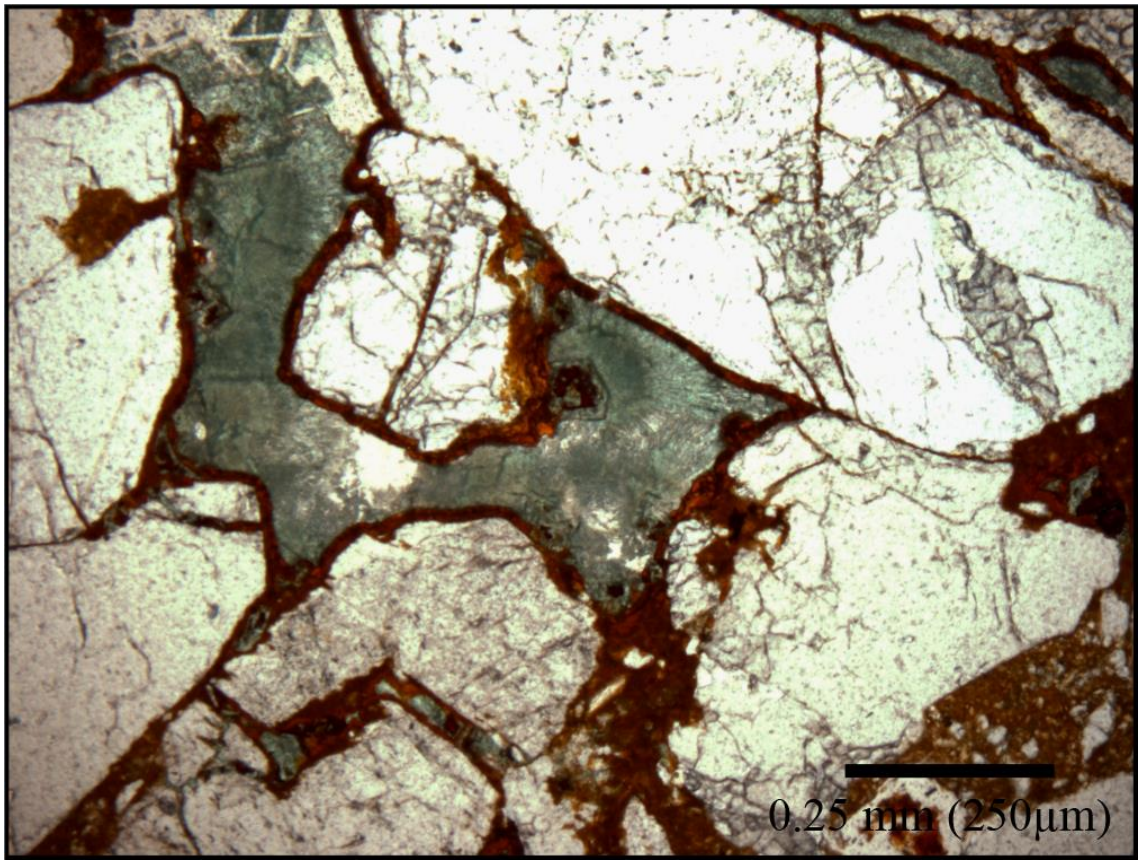


Fig. 165: *Malaquita nucleando en uno de estos cristales esqueléticos. Mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

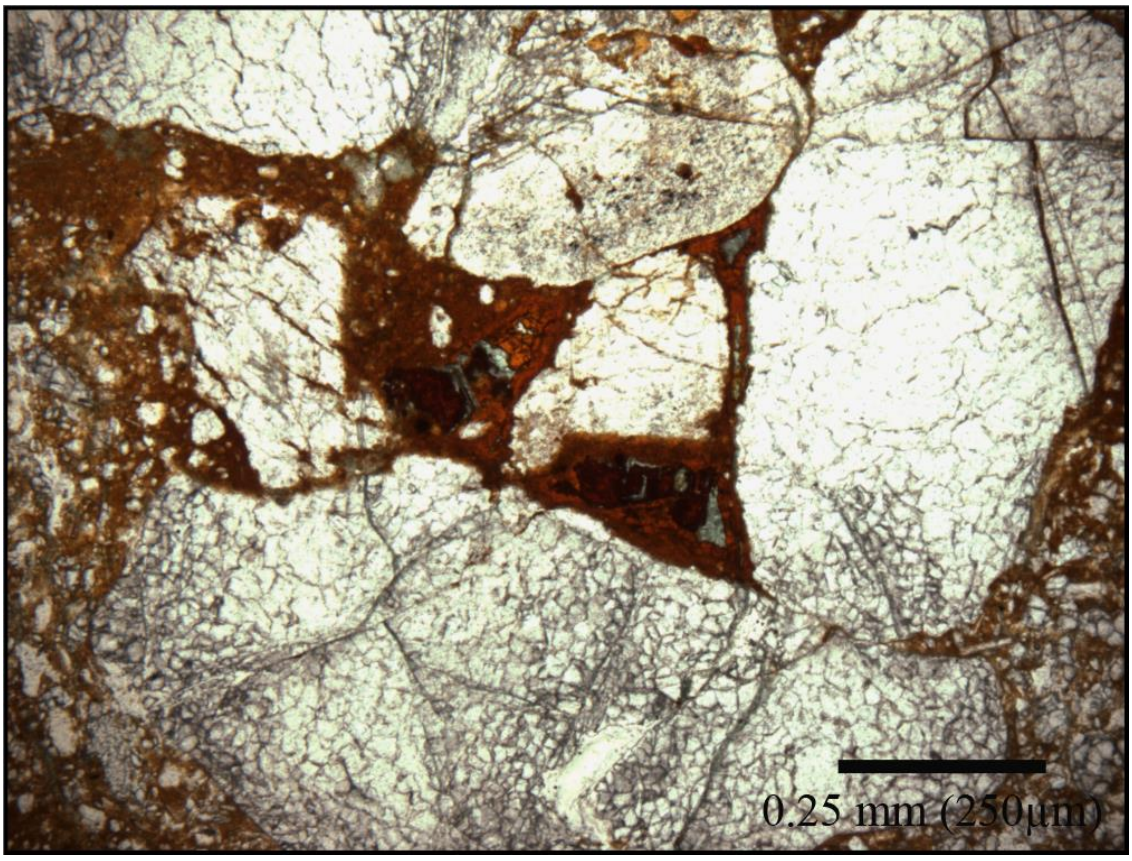


Fig. 166: *Cemento hematítico en los bordes de granos, con algunos esqueletos de cristales (hematites?). Mina Los Altos. (Fot. J. Lazcano, 2019)*

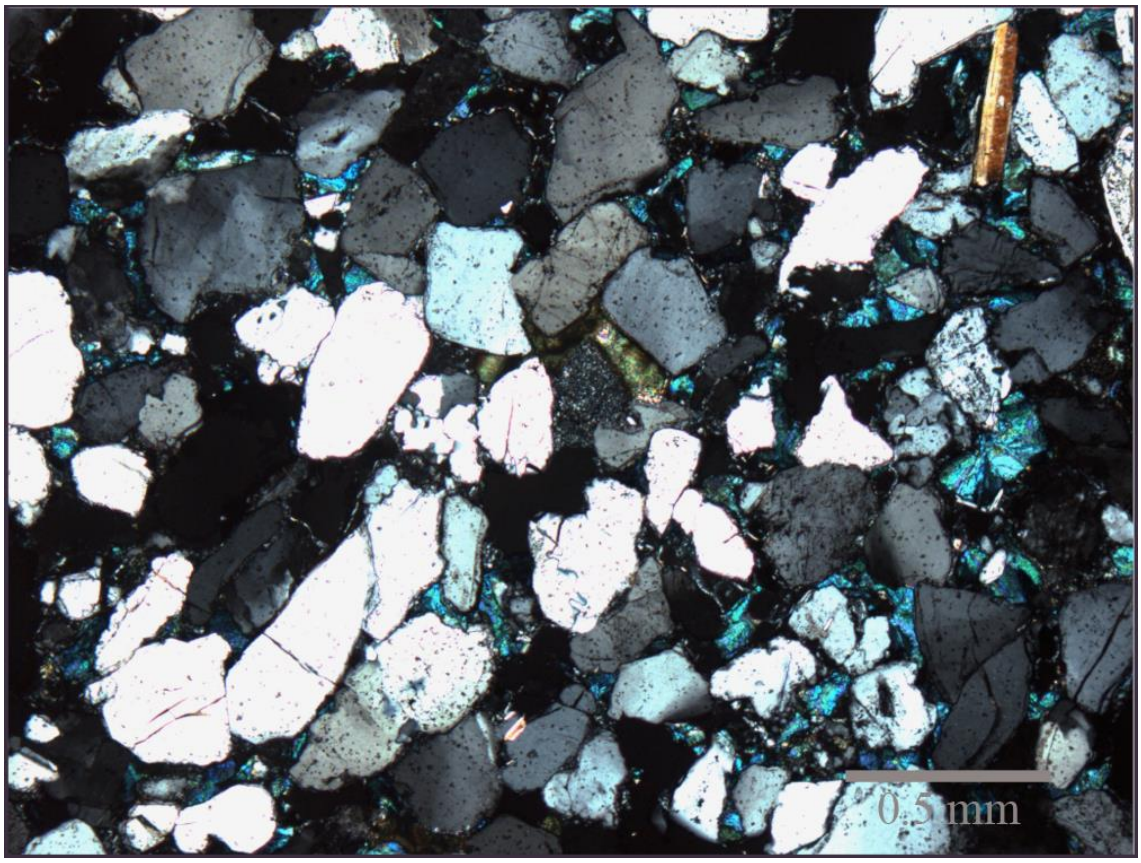


Fig. 167: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales) y azurita (rellenos tardíos?). Mina Expectativa (Fot. J. Lazcano, 2019)*

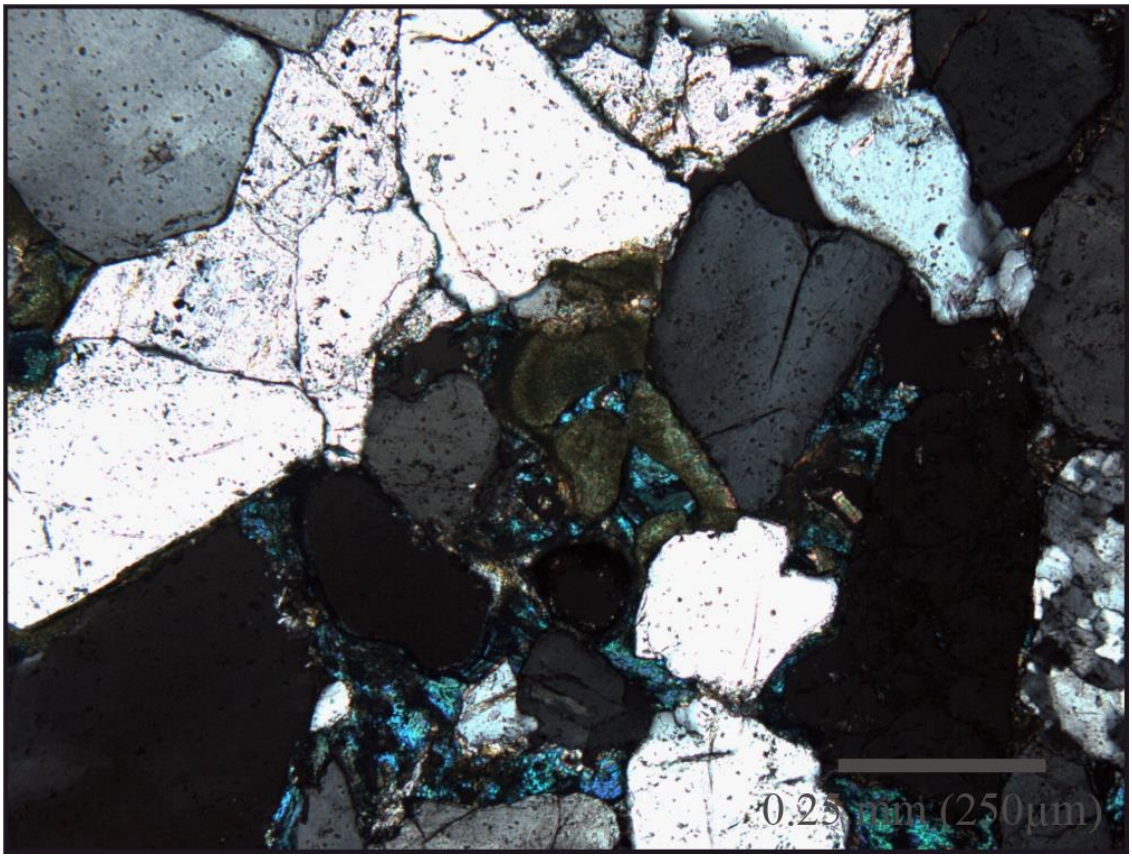


Fig. 168: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales), azurita (rellenos tardíos?) y baritina. Mina Expectativa (Fot. J. Lazcano, 2019)*

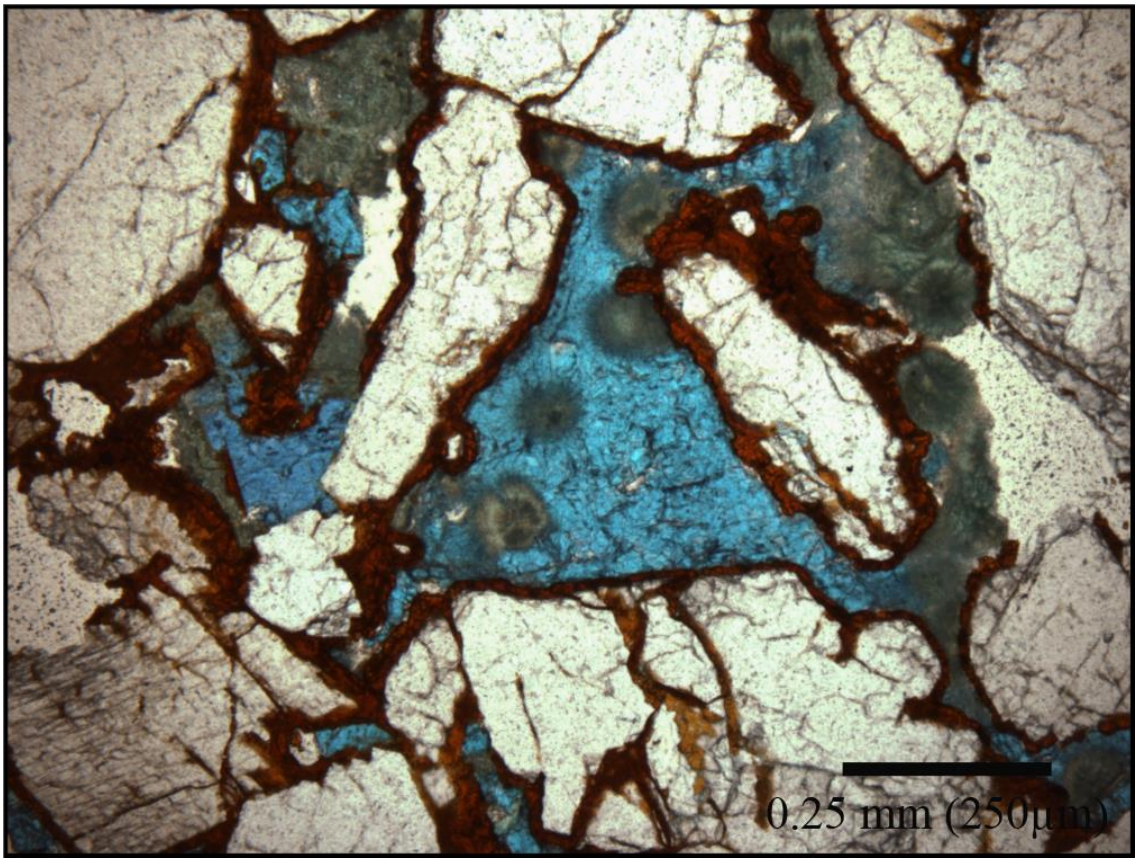


Fig. 169: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales) y azurita (rellenos tardíos?). Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

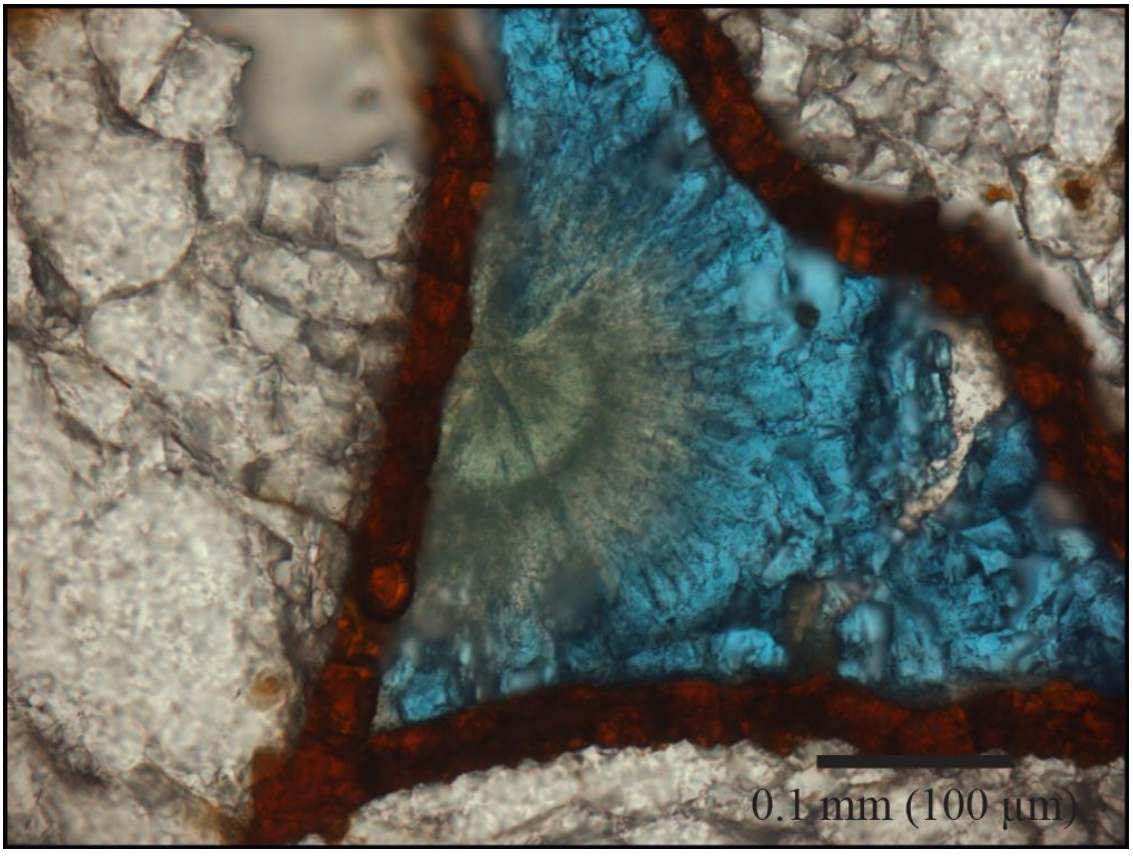


Fig. 170: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales) y azurita (rellenos tardíos?). Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

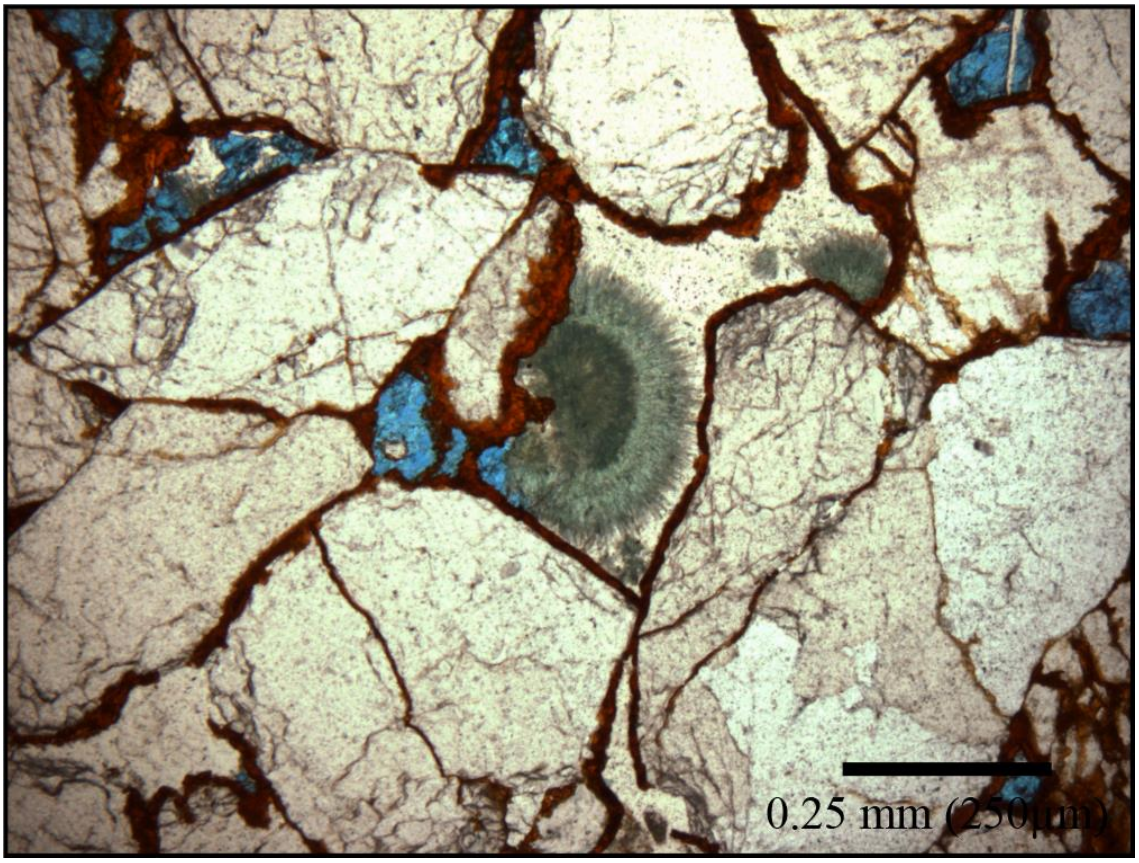


Fig. 171: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales) y azurita (rellenos tardíos?). Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

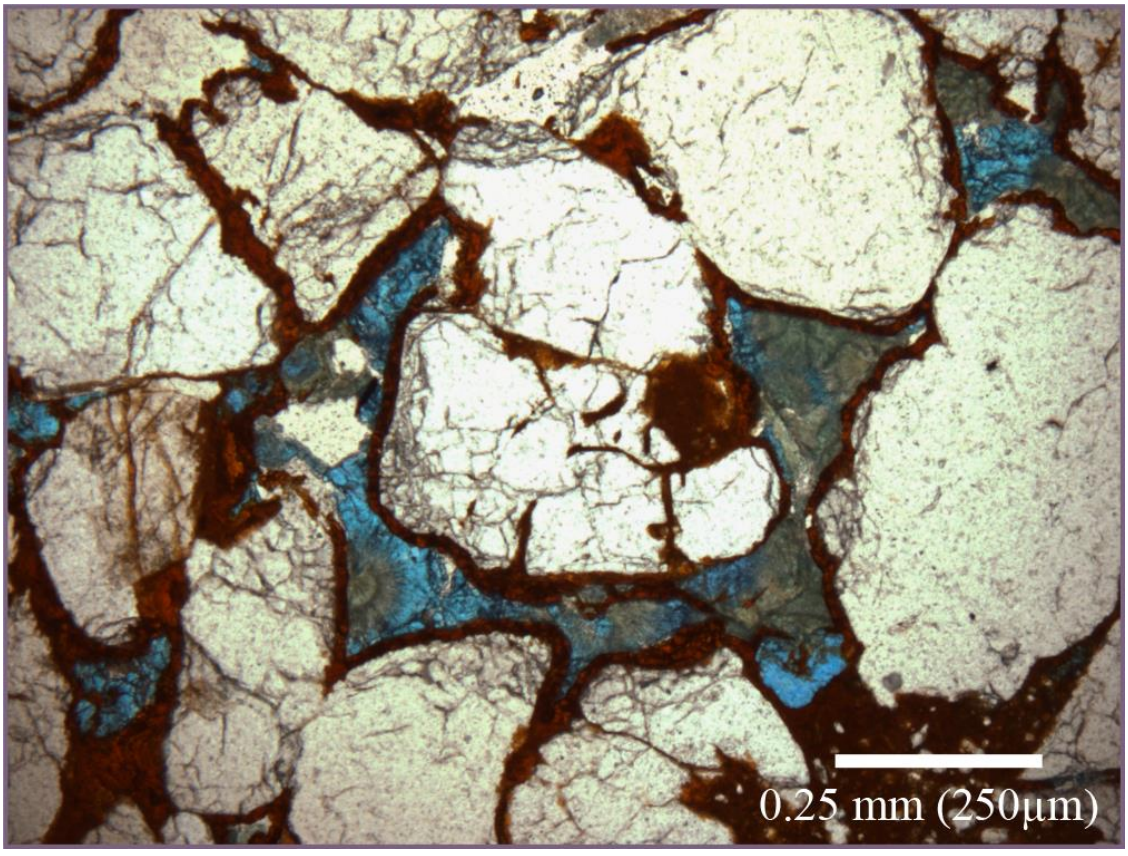


Fig. 172: *Cementos de malaquita (crecimientos botroidales) y azurita (rellenos tardíos?) Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

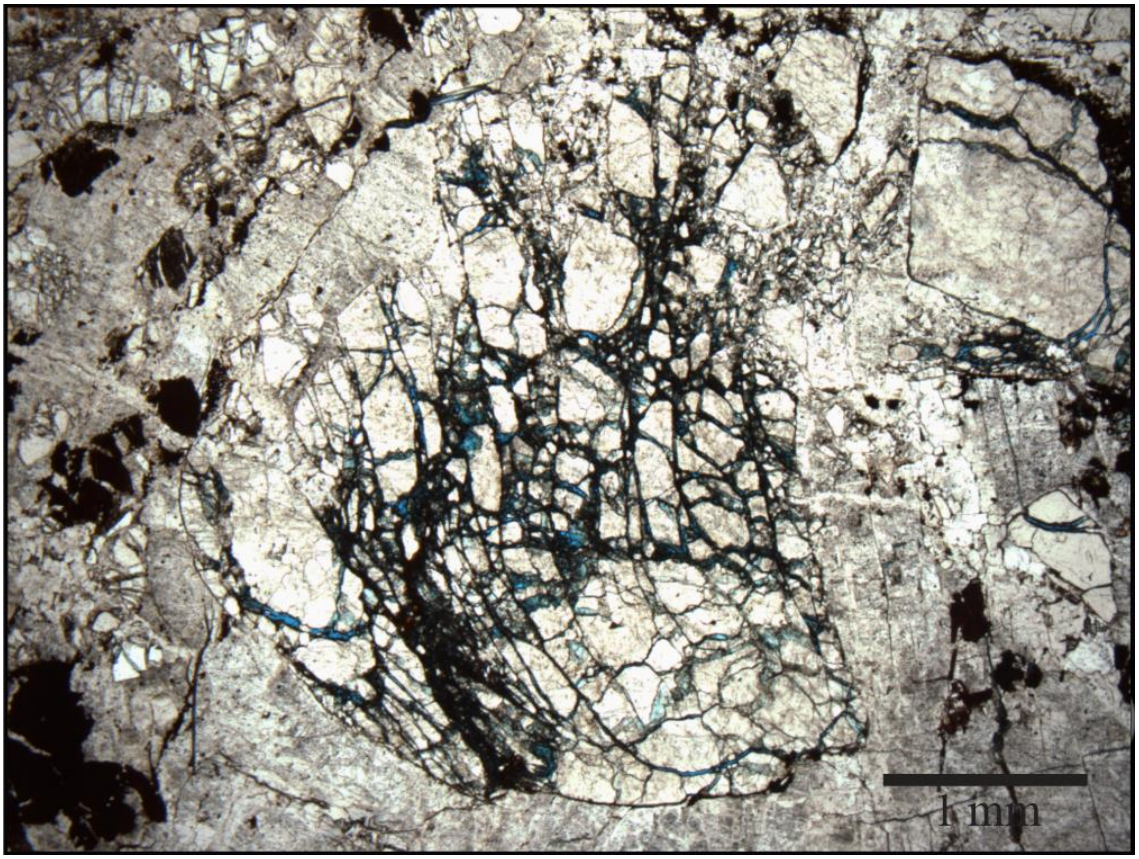


Fig. 173: *Fragmentos de arenisca con fracturas rellenas por carbonatos de cobre, rodeado todo ello por cemento de baritina. Nícoles paralelos. Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

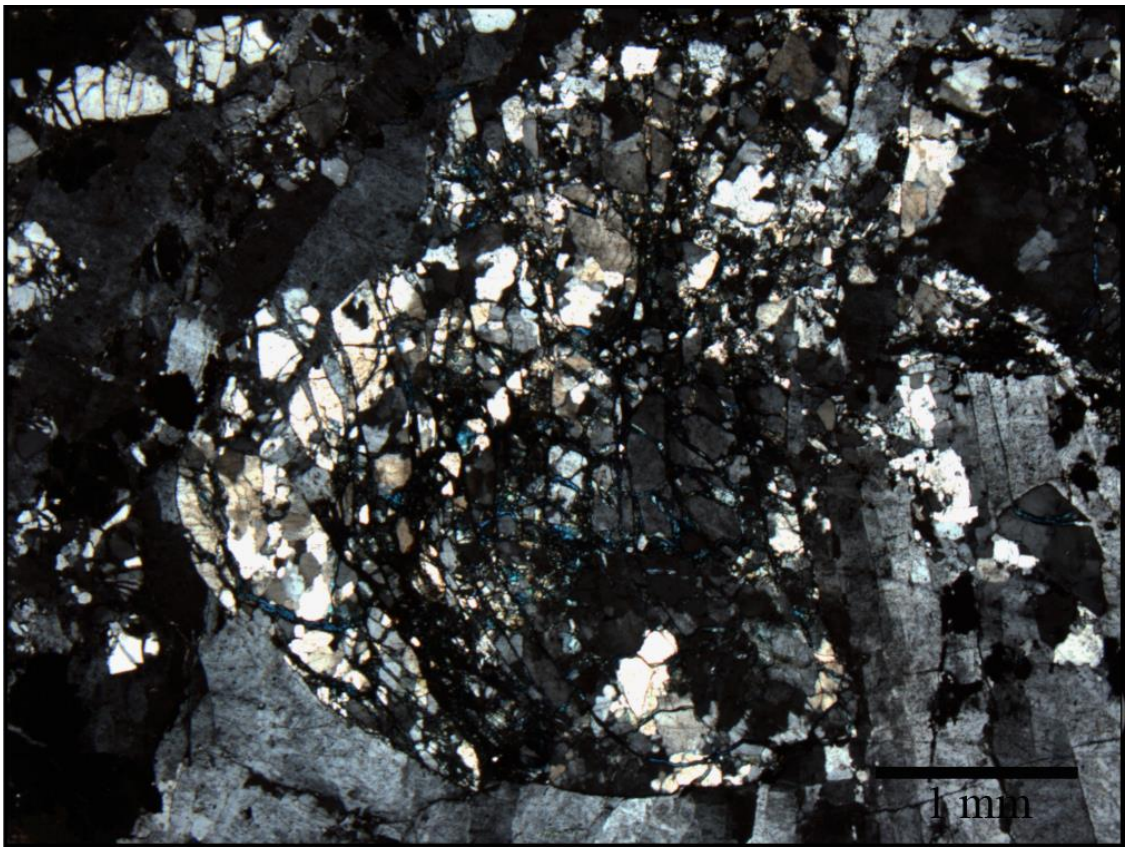


Fig. 174: *Fragmentos de arenisca con fracturas rellenas por carbonatos de cobre, rodeado todo ello por cemento de baritina. Nícoles cruzados. Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

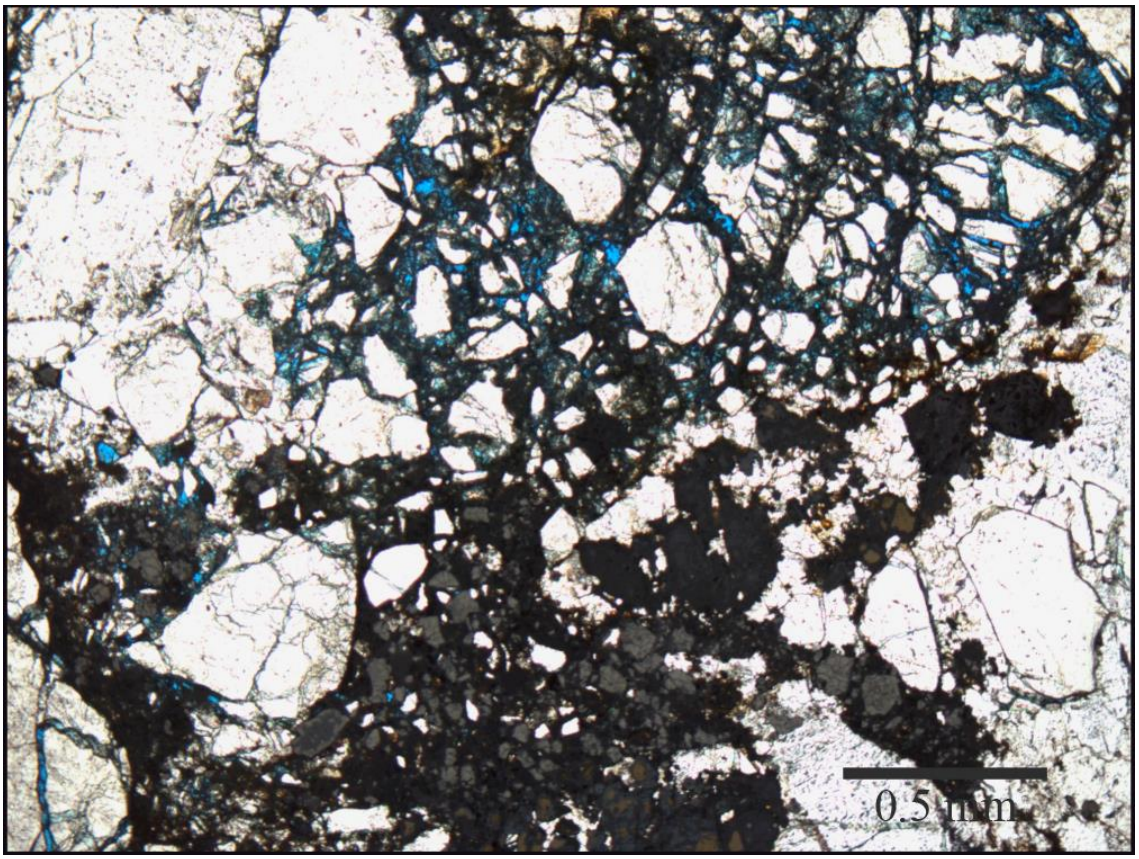


Fig. 175: *Se aprecia el cemento de pirita y calcopirita, además de la barita tardía. Combina luz transmitida y reflejada. Nícoles paralelos. Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

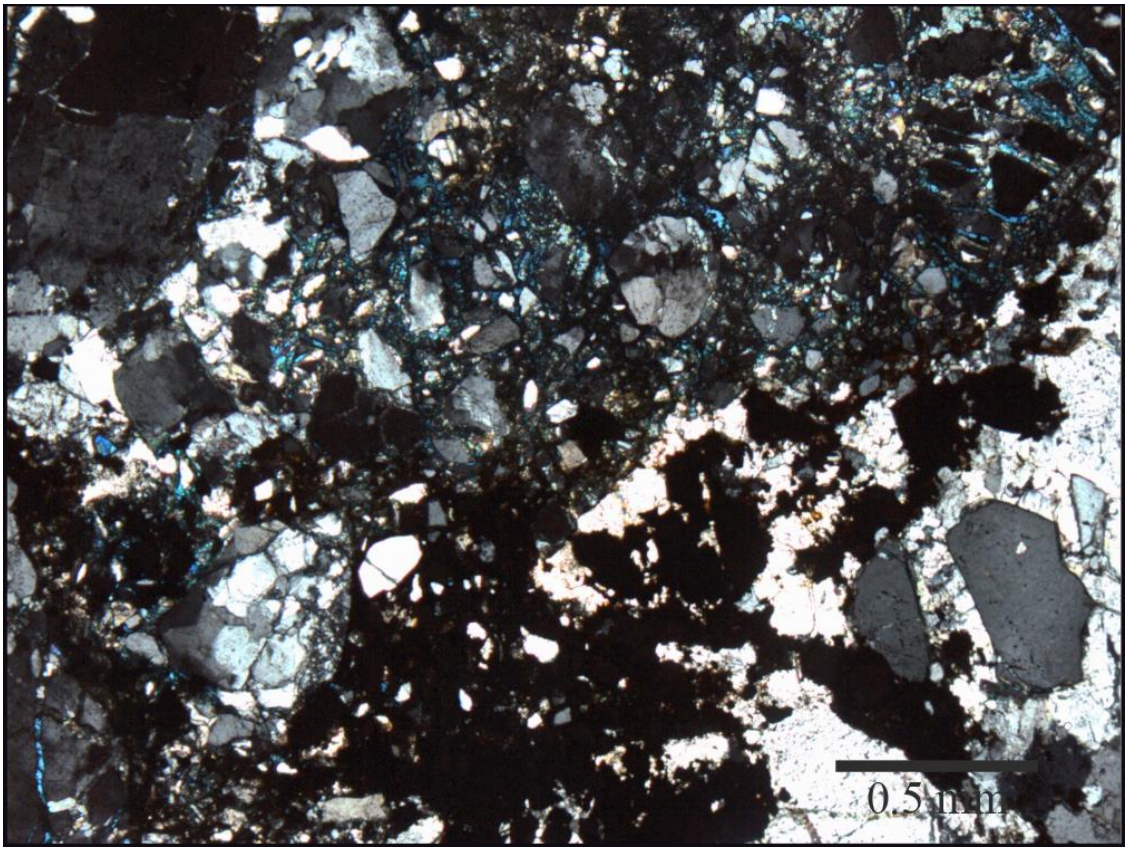


Fig. 176: *Se aprecia el cemento de pirita y calcopirita, además de la baritina tardía. Combina luz transmitida y reflejada. Nícoles cruzados. Mina Los Altos (Fot. J. Lazcano, 2019)*

MINERALOGÍA

Mientras algunos autores citan la tetraedrita y la calcosina como constituyentes de la mena de Huidobro (Cuesta, 2014), nosotros no hemos sido capaces de encontrar ninguna de las dos en nuestros muestreos. Como ya se señala en el capítulo anterior encontramos la pirita y calcopirita como sulfuros dominantes, siendo el sulfuro de cobre detectado covellina en vez de calcosina.

Como minerales secundarios de cobre, además de malaquita y azurita en muy diversos hábitos, hemos detectado la presencia del sulfato brochantita y del arseniato arthurita. Son muy abundantes los óxidos de hierro, que no hemos caracterizado específicamente, así como la goethita, que en muchas ocasiones aparece asociada a las finísimas capitas de malaquita coloidal.

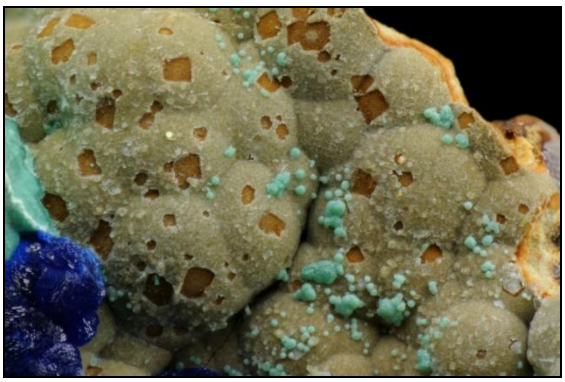
La baritina parece jugar un papel muy diferente en el yacimiento sustituyendo el lignito de restos vegetales presentes tanto en la zona mineralizada del yacimiento como en las barras areniscosas supra e infrayacentes nada mineralizadas.

Al ser considerado un yacimiento tipo *Red-Bed* por otros autores (Cuesta, 2014), señalan la posible presencia de minerales de uranio. Nuestros espectros no lo han puesto de manifiesto por ningún lado, pero no por ello descartamos su presencia en algún sector del yacimiento, pues como ya señalamos anteriormente no muestreamos el sector más oriental del mismo, beneficiado por la mina Enriqueta (antes mina San Juan).

La caracterización de las muestras ha sido realizada por José Manuel Compaña en el Servicio de Difracción de Rayos-X de la Universidad de Salamanca mediante el análisis de microfluorescencia de rayos X (Micro-XRF). Se ha empleado un equipo Bruker M4 Tornado con tubo de Rh y dos detectores SDD de 60 mm^2. Tiempo de adquisición de 80 s. Spot de 20 µ utilizando óptica policapilar. Para algunas de las muestras los resultados han sido confirmados por XRD mediante un equipo Bruker D8 Advance ECO con tubo de Cu.

Arthurita $CuFe^{3+}_2(AsO_4)_2(OH)_2 \cdot 4H_2O$

Aparece con profusión en el yacimiento ya sea como finas costras pardas sobre los botroides goethíticos y limoníticos de las venillas de malaquita y azurita (Fig. 177), o como masas terrosas de intenso color amarillo (Fig. 178) cementando granos de cuarzo en las areniscas de la zona mineralizada.



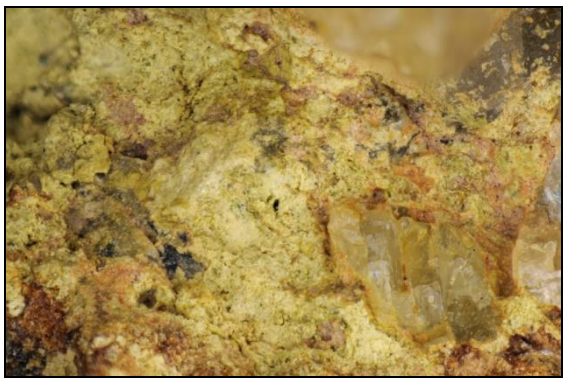
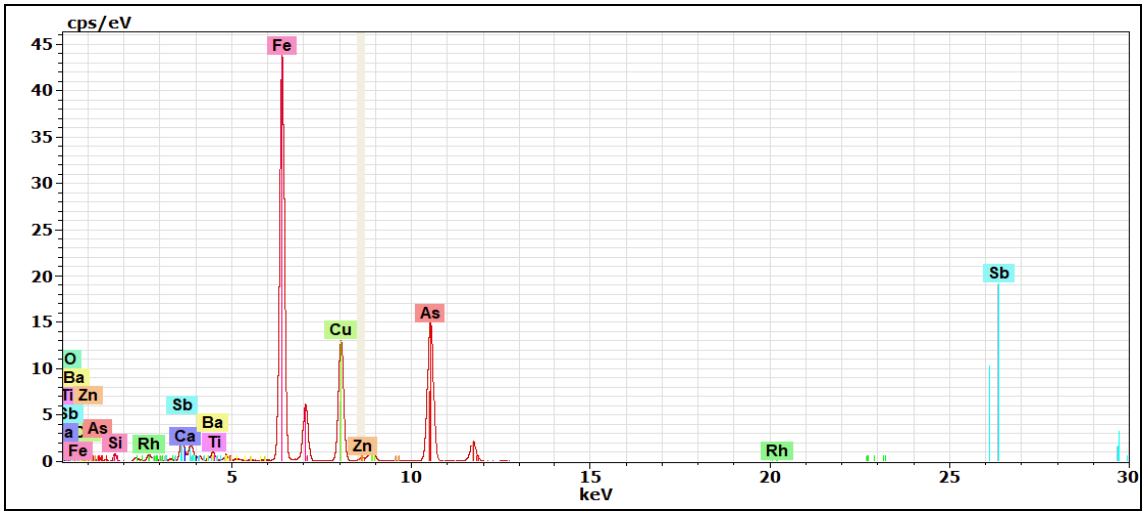


Fig. 177 (izquierda): Costra botroidal de arthurita sobreóxidos de Fe. Encuadre 17 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20965.

Fig. 178 (derecha): Arthurita masiva. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20730.

Tabla I



Element	AN	series	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Compound	[wt.%]	[norm. wt.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Oxygen	8		20,87148	20,40812	49,09326		-1,5E-07	-1,5E-07	0
Silicon	14	K-series	5,442138	5,321317	7,292217	SiO2	11,64256	11,38408	0
Calcium	20	K-series	0,512335	0,500961	0,481083	CaO	0,716863	0,700948	0
Titanium	22	K-series	0,161885	0,158291	0,127241	TiO2	0,270075	0,264079	0
Iron	26	K-series	25,71461	25,14372	17,32816	Fe2O3	36,76494	35,94872	0
Copper	29	K-series	12,16908	11,89891	7,206787	CuO	15,23297	14,89478	0
Zinc	30	K-series	0,29676	0,290172	0,170792	ZnO	0,369371	0,36117	0
Arsenic	33	K-series	35,62997	34,83895	17,89702		35,62997	34,83895	0
Rhodium	45	K-series	0	0	0		0	0	0
Antimony	51	K-series	0	0	0		0	0	0
Barium	56	L-series	1,472248	1,439563	0,403448	BaO	1,64377	1,607277	0
		Sum:	102,2705	100	100				

Tabla I: Espectro de Micro-XRF y datos composicionales para muestra MCNA 20730, Arthurita.

Azurita $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

Junto con la malaquita constituyen la mayor concentración de mineral del yacimiento. Se presenta en ocasiones con aspecto terroso, en esférulas conformadas por granos de cuarzo y cemento de azurita (Figs. 179 y 180).

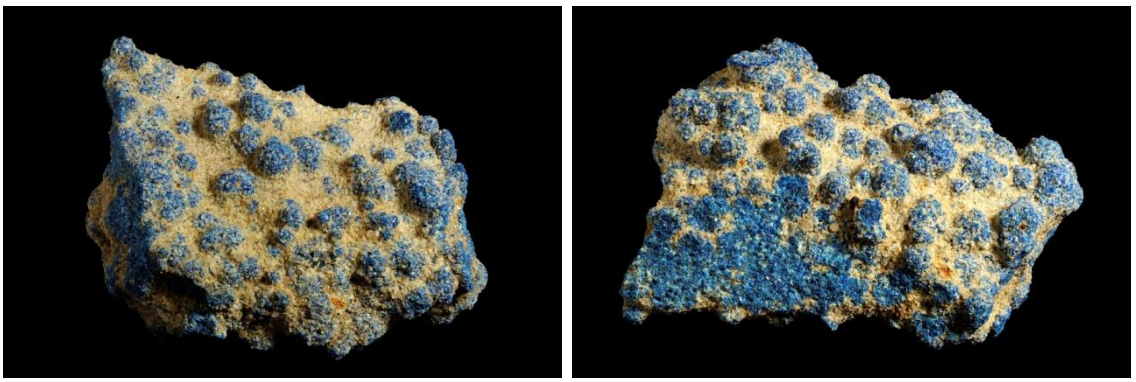


Fig. 179 y 180: Azurita. Anverso y reverso de ejemplar de 52 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20695.

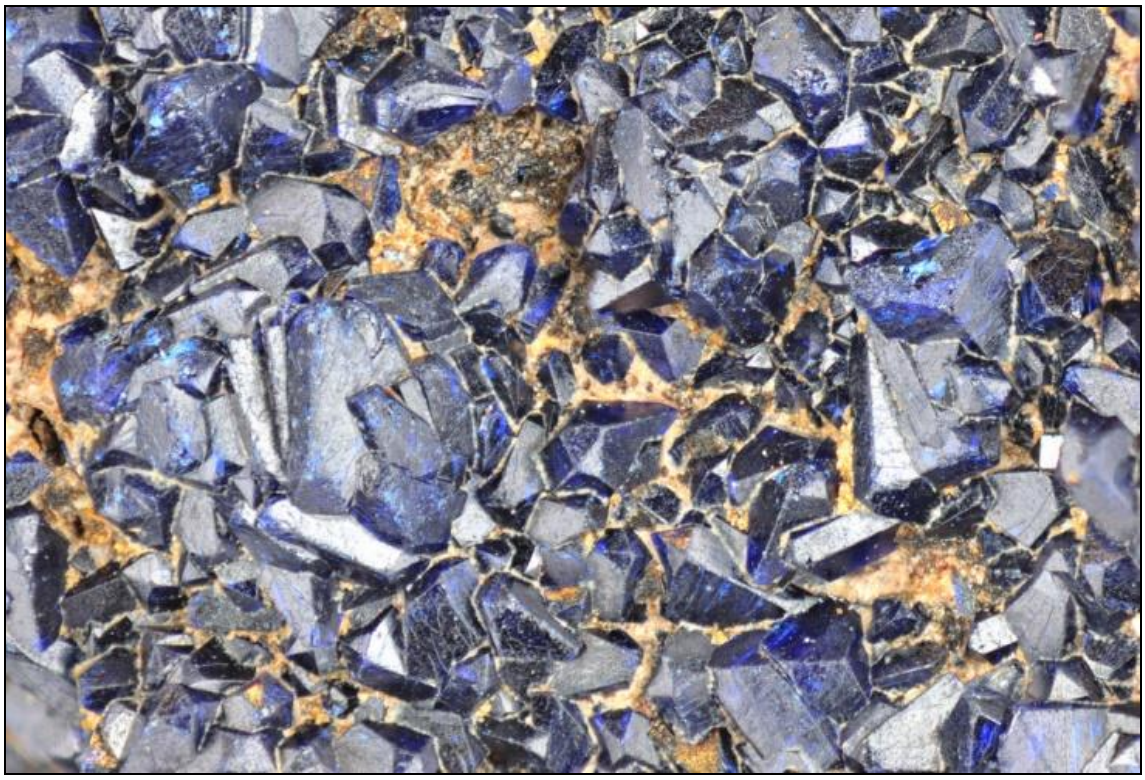


Fig. 181: Azurita. Encuadre 4,25 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20981.

En otras ocasiones encontramos tapices construidos por infinidad de cristales perfectamente facetados y brillo notable creciendo sobre las areniscas, en zonas de fractura como los de la Fig 181.

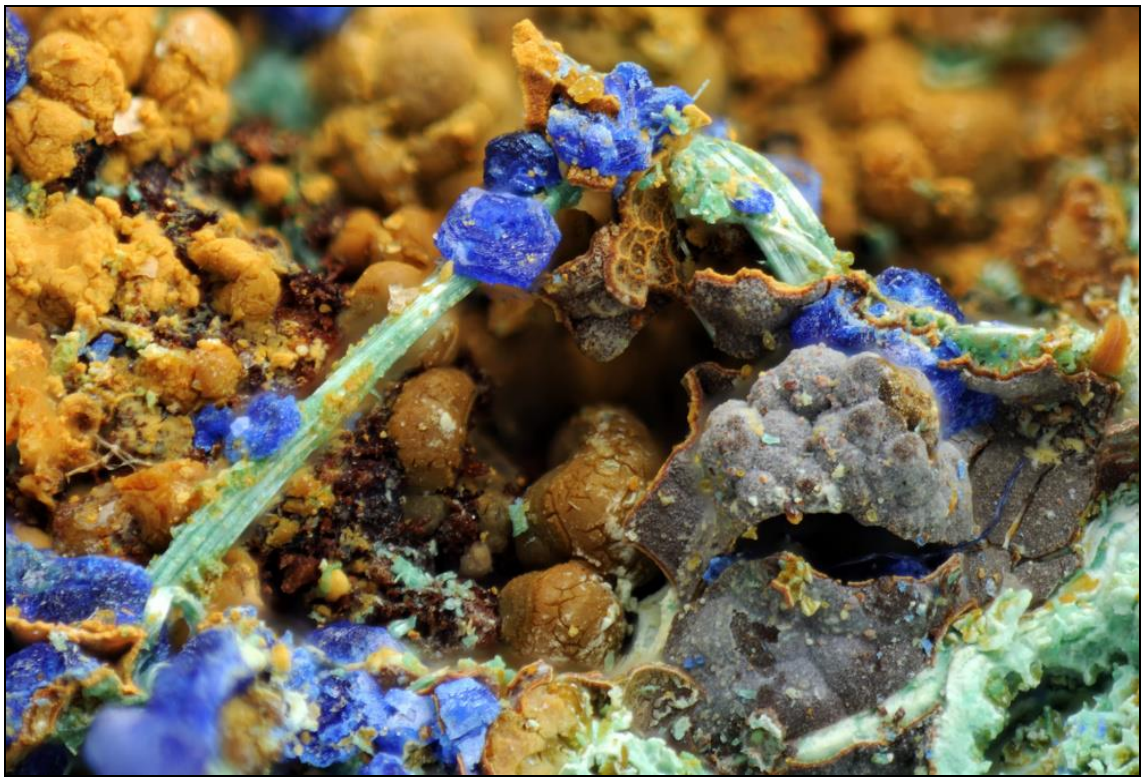


Fig. 182: Monocristales de azurita sobre filamento de malaquita. Encuadre 3,5 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20979.

También se presenta la azurita como pequeños monocristales de contorno hexagonal y bello color azul (Fig. 180) que en ocasiones forman agregados en rosa (Figs. 182 y 183), a veces perfectamente esféricos (Fig. 184), sobre las arenas.

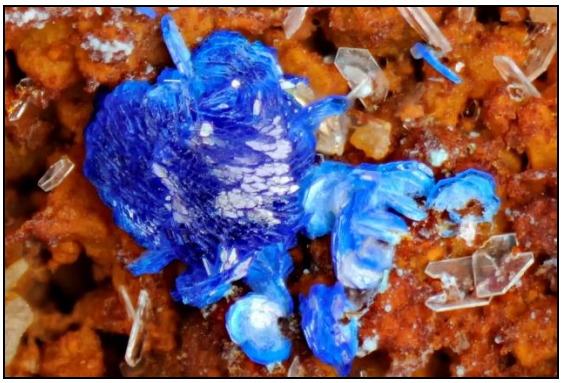


Fig. 183 (izquierda): Azurita. Encuadre 1,2 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

Fig. 184 (Derecha): Azurita. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975.

Baritina $BaSO_4$

El sulfato de bario se presenta en toda la zona, incluso fuera y alejada de los niveles mineralizados con cobre, sustituyendo parcial o totalmente, al lignito de fragmentos vegetales de gran porte (aveces métricos). En estos casos, la baritina aparece como agregados radiales de cristales planos blancos-ocres que pueden alcanzar tamaños decimétricos, aunque normalmente los agregados no superan los 5-6 cm, tal como podéis observar en la Fig. 185).

Fig. 185 (izquierda): Baritina. Encuadre 39 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21051.

Fig. 186 (Derecha): Baritina. Encuadre 0,7 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

También es frecuente la baritina en los lechos cupríferos como pequeños cristales submilimétricos de hábito tabular, transparentes y con buen brillo, asociados generalmente a azurita (Fig. 186).

Brochantita $Cu_4(SO_4)(OH)_6$

Se presenta la brochantita masiva y de color verde esmeralda asociada a covellina y pirita, todas ellas visibles en la Fig. 187. Su presencia ha sido confirmada por XRD (Fig. 188).

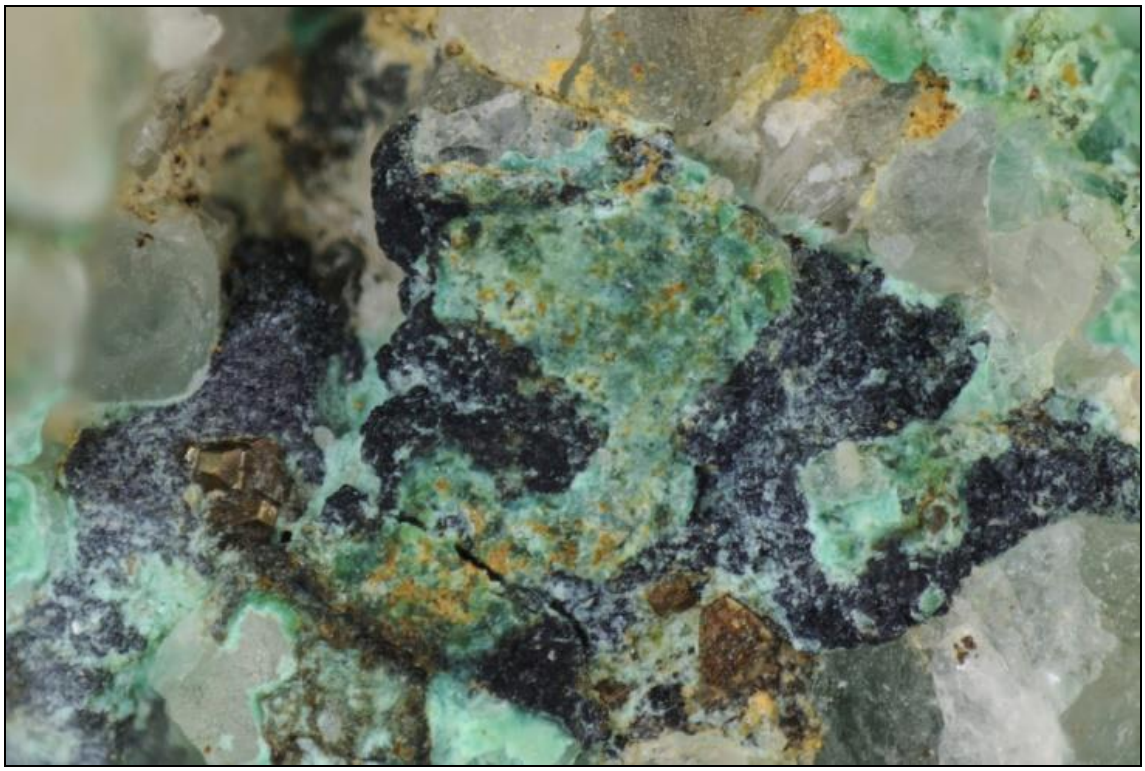


Fig. 187: Brochantita sobre covellina y pirita. Encuadre 3 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava
MCNA 20729.

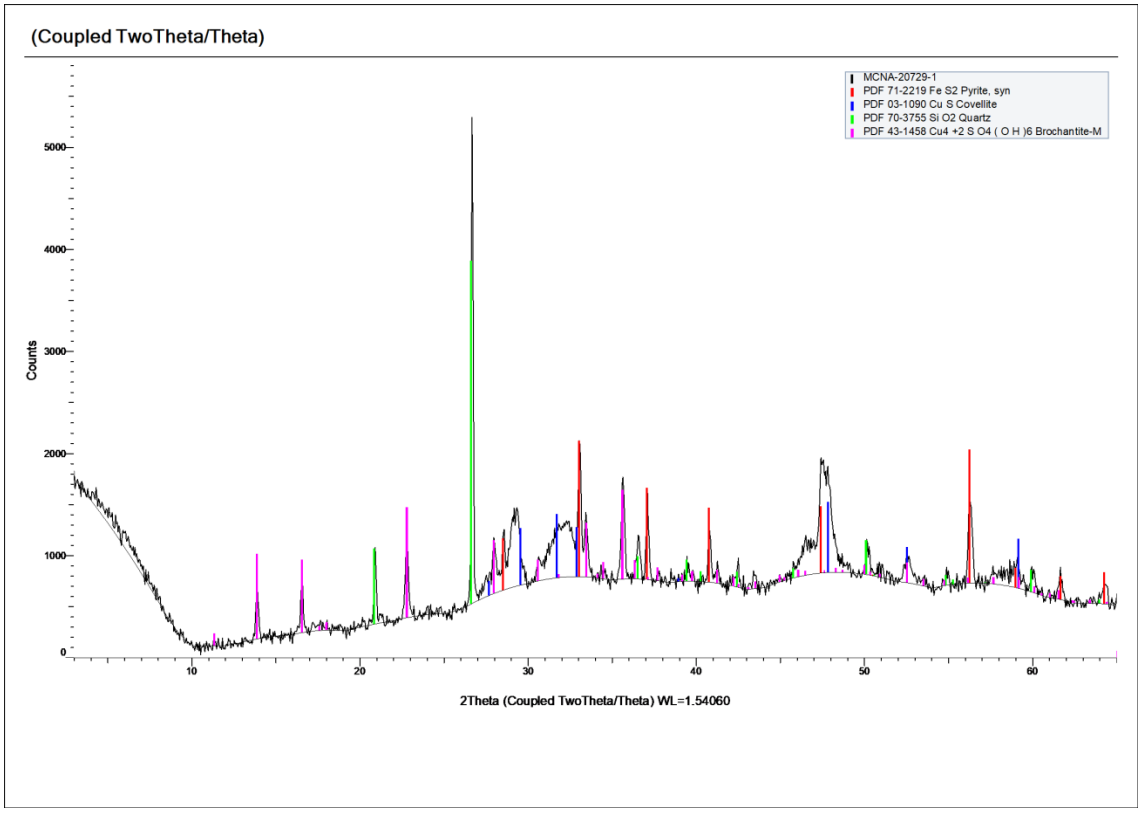


Fig. 188: Difractograma poniendo de manifiesto la brochantita y covellina junto a la pirita de la imagen anterior, correspondiente al ejemplar MCNA 20729.

Calcopirita $CuFeS_2$

Se presenta como granos informes muy alterados, generalmente a covellina, dispersa entre los granos de cuarzo de las gruesas areniscas y microconglomerados (Fig. 189).

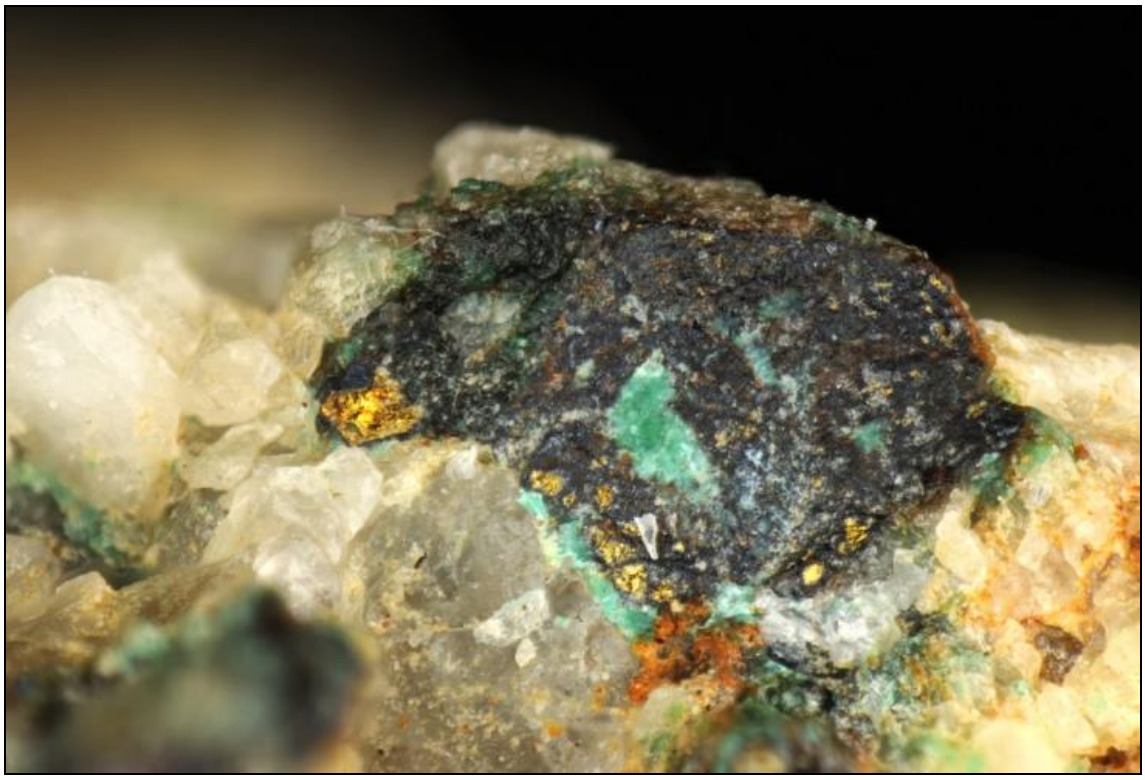


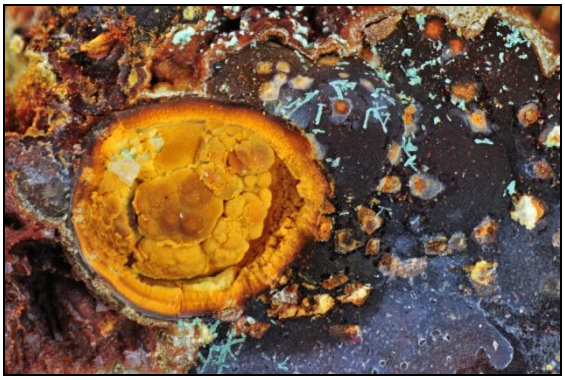
Fig. 189: Calcopirita. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20723.

Covellina CuS

Siempre la hemos observado masiva o en escamas, asociada a calcopirita, dispersa por el sedimento arenoso (Fig. 187). De color negro ligeramente azulado y aspecto submetálico. En el XRD de la Fig 188, línea azul.

Goethita α-$Fe^{3+}O(OH)$

Se presenta habitualmente en forma de nódulos concéntricos individuales o en grandes grupos, con relleno interior formado por numerosas capas concéntricas (Figs. 190-191).



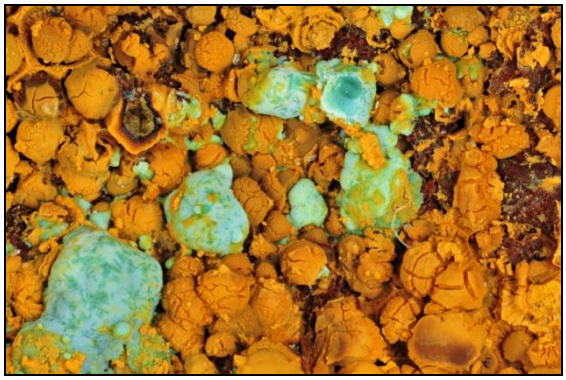


Fig. 190 (izquierda): Goethita. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

Fig. 191 (Derecha): Goethita con malaquita. Encuadre 4,25 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

En numerosas ocasiones aparece también como finas costras negras dispuestas sobre superficies botroidales de malaquita coloidal. También aparece asociada frecuentemente a restos vegetales a los que cubre con finísima película, manteniendo las características morfológicas de estos (Figs. 192 y 193).

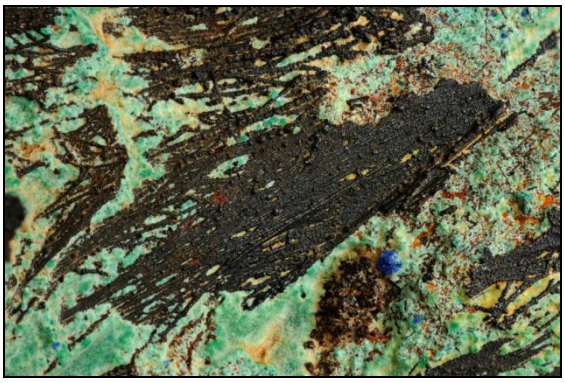


Fig. 192 (izquierda): Estructuras vegetales mineralizadas a goethita. Encuadre 5,8 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20702.

Fig. 193 (Derecha): Fragmento de madera mineralizada a baritina y goethita. Encuadre 15,5 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21039.

Malaquita $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

Es con mucho el mineral más característico de este yacimiento y se presenta en multitud de formas y coloraciones. Quizás la más habitual sea la representada en la Fig. 194 a base de capas finas de malaquita coloidal que generan superficies botroidales. Por lo general aparecen intercalaciones muy finas de goethita intercalada entre capas sucesivas de malaquita (Fig. 195). En ocasiones se observan venillas de malaquita con notable desarrollo horizontal, frecuentemente abudinadas, como las que vemos en la Fig. 196.

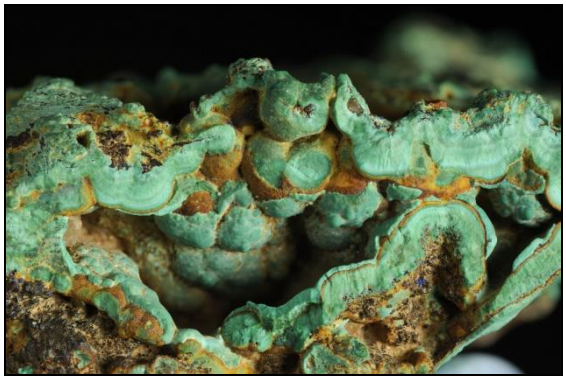


Fig. 194 (izquierda): Malaquita. Ejemplar de 40 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20703.

Fig. 195 (Derecha): Malaquita. Encuadre 21 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20702.

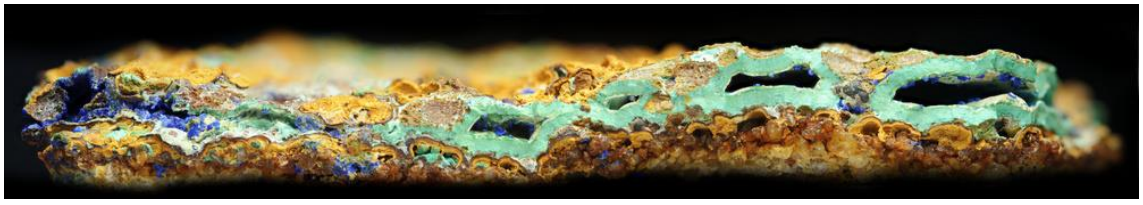


Fig. 196: Malaquita y azurita. Encuadre 21 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20957.

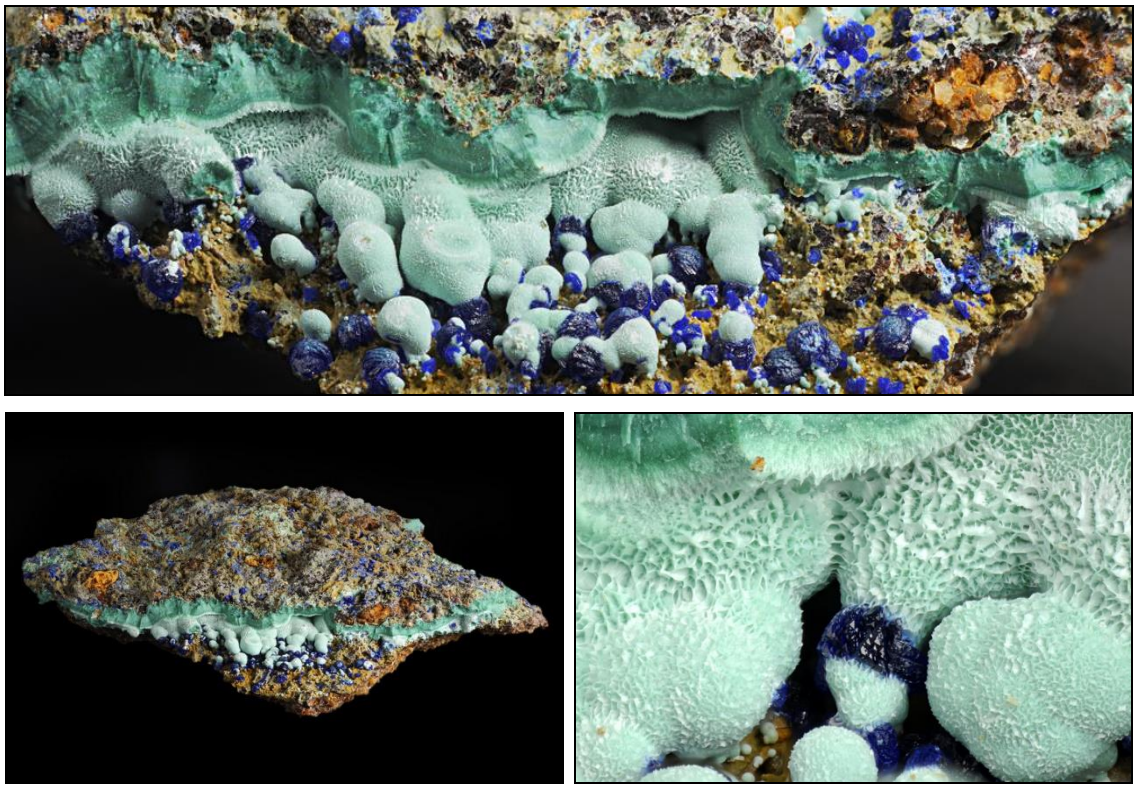


Fig. 197: Malaquita. Arriba: Encuadre de 20,1 mm; Izquierda: Malaquita botroidal rellenando discontinuidad en la arenisca. Ejemplar de 42 mm; Derecha: Detalle de la textura superficial de la malaquita. Encuadre 3 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20934.

Otras veces, las venillas de malaquita son extremadamente puras, sin intercalaciones de óxidos e hidróxidos de hierro, con superficies botroidales blanquecinas con texturas de microcanales laberínticos (Fig. 197).

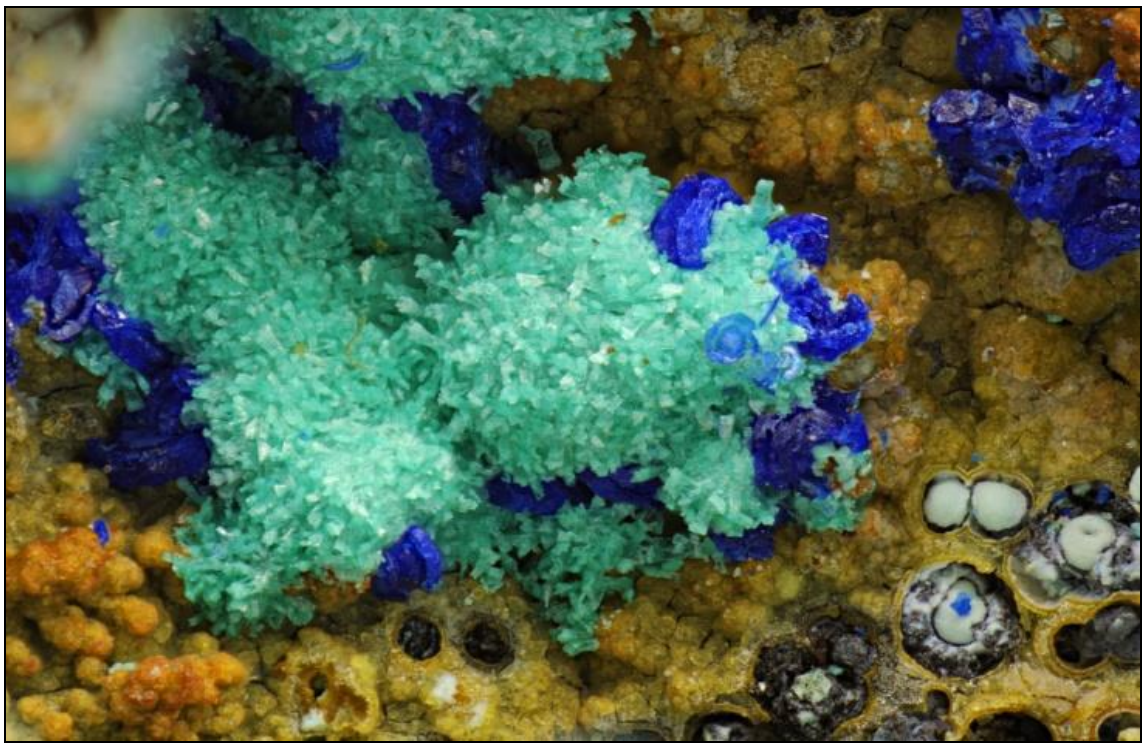
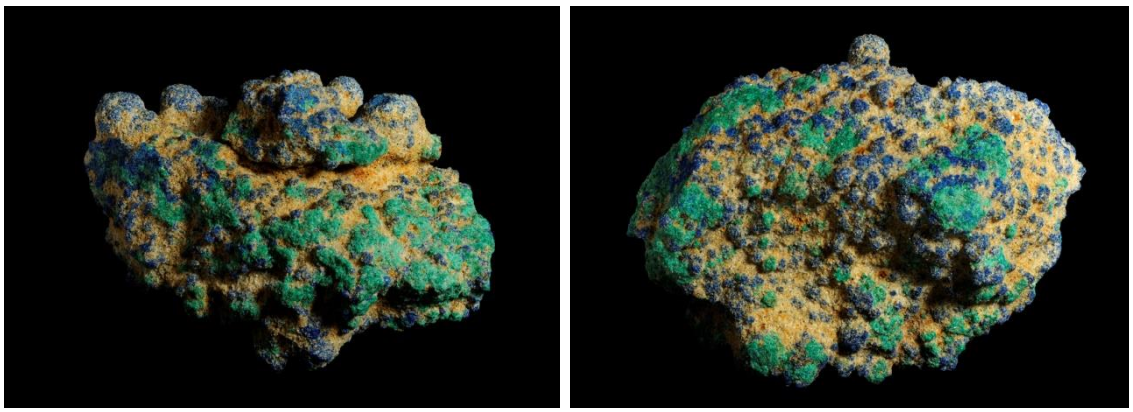


Fig. 198: Malaquita y azurita. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20942.

Menos frecuentes son los agregados de infinidad de pequeños cristales aciculares-tabulares como el que muestra la Fig. 198, o los pequeños agregados esféricos de cristales aciculares de la Fig. 199, que creíamos erróneamente se trataba de brochantitas.

Fig. 199: Malaquita en botroide hueco de goethita. Encuadre 3 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava
MCNA 20942.

Al igual que la azurita, la malaquita también se presenta con aspecto terroso, en esférulas conformadas por granos de cuarzo y cemento de ambos carbonatos (Figs. 200 y 201).



Figs. 200 y 201: Malaquita con azurita. Anverso y reverso de un ejemplar de 40 mm.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava
MCNA 20703.

Pirita FeS_2

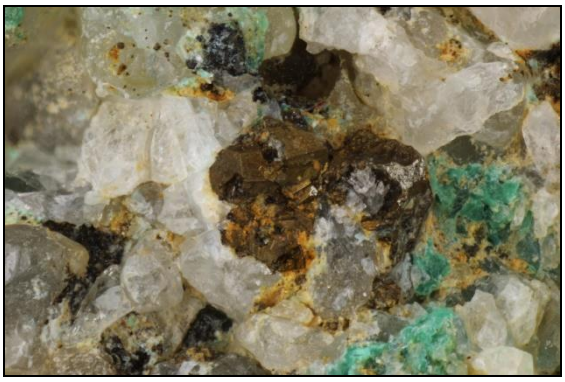


Fig. 202 (izquierda): Pirita. Encuadre 3 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.

Fig. 203 (Derecha): Pirita. Encuadre 4,25 mm. Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.

Se presenta dispersa por entre los granos de cuarzo de la arenisca, generalmente como masas informes en las que suelen verse algunos cristales facetados. Por lo general muy alteradas superficialmente aunque en ocasiones mantiene su color y brillo característico (Figs. 202 y 203).

REFERENCIAS

ÁBALOS, B. (2016). Geologic Map of the Basque Cantabrian Basin and a new tectonic interpretation of the Basque Arc. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, **105**: 2327-2354, doi: 10.1007/s00531-016-1291-6.

AYALA-CARCEDO F.J. (2006). La exploración y explotación de petróleo en la provincia de Burgos en el siglo XX. En MORENO GALLO, M. (coord.) (2006). *El petróleo de la Lora. La esperanza que surgió del páramo*, Ed. Dossoles, Burgos, 206 págs.

BASCONCILLOS ARCE, J.; DELIBES DE CASTRO, G.; FERNÁNDEZ MANZANO, J.; HERRÁN MARTÍNEZ, J.I. Y MORENO GALLO, M.A. (2008). Indicios de explotación en época megalítica del criadero cuprífero de Huidobro (Burgos). Actas del V Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia Históricas del Suroeste Europeo (León 2008), págs. 131-142.

CALDERÓN Y ARANA, S. (1910): *Los Minerales de España,* Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científica, Madrid.

CAROLA, E.; MUÑOZ, J. A. & ROCA, E. (2015). The transition from thick-skinned to thin-skinned tectonics in the Basque-Cantabrian Pyrenees: The Burgalesa Platform and surroundings. *International Journal of Earth Sciences,* **104(8)**: 2215-2239.

CARRERAS SUÁREZ, F.J.; RAMÍREZ DEL POZO, J. y AGUILAR TOMÁS, M.J. (1977). Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja nº 135 (Sedano) del Mapa Geológico Nacional (MAGNA), A ESCALA 1:50.000. ITGE.

CUESTA ROMERO, J. (2014). *Puntos de interés geológico de Burgos, nº 22: La Hoya de Huidobro.* AGB Asociación Geocientífica de Burgos. Diputación Provincial de Burgos.

DELIBES DE CASTRO, G.; MORENO GALLO, M.Á.; DEL VALLE GONZÁLEZ, A. (2010). Dólmenes de Sedano (Burgos) y criadero cuprífero de Huidobro: una relación todavía posible. Biblioteca Prehistórica Hispana Vol. XXVIII. Arqueología, Sociedad, Territorio y Paisaje. Estudios sobre Prehistoria Reciente, Protohistoria y Transición al Mundo Romano, págs. 35-51.

FERNÁNDEZ SOBA, P. (1891). *Acerca de la Cuenca Minera de Huidobro*. *Imprenta y Estereotipia de Polo, Burgos.*

GALLARDO FERNÁNDEZ, F. (1808). Origen, Progresos y Estado de las rentas de la Corona de España, su gobierno y administración. Tomo VI: *Las minas y siete rentillas*. En la Imprenta Real, Madrid.

GAVALA Y LABORDE, J. (1916). Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos). *Boletín del Instituto Geológico de España*, **17**: 267-278.

GRANDE, J. (1846). Sobre el estado de la minería del distrito de la provincia de Burgos en agosto de 1846. *Anales de Minas*, **Tomo IV**: 235-249

HENWOOD, W.J. (1871). Observations on Metalliferous Deposits: On the Copper-Bearing Sandstone of Huidobro in Spain. *Transactions of the Royal Geological Society of Cornwall*, **8(1)**: 513-516.

IGME (1979). *Mapa Geológico de España*, E/1:50.000, Hoja n° 135 (19−8) Sedano. Instituto Geológico y Minero de España.

LARRUGA, E. (1793). Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España: con inclusión de los Reales Decretos, Órdenes, Cédulas, Aranceles y Ordenanzas expedidas para su gobierno y fomento. Tomo XXVII, *Policía, población y producciones de la provincia de Burgos*. En Madrid por Antonio Espinosa, 1793.

MADOZ, P. (1847). Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar. T. IX. La Ilustración, Madrid.

LE PICHON, X., SIBUET, J.C. (1971). Western extension of boundary between European and Iberian plates during the Pyrenean opening. *Earth and Planetary Science Letters*, **12 (83)**: 88.

NARANJO Y GARZA, F. (1841). Reseña geognóstica de una parte de la provincia de Burgos. *Anales de Minas*, **Tomo II**: 93-115.

NARANJO Y GARZA, F. (1862). *Manual de mineralogía general, industrial y agrícola*. Madrid: Imprenta de la Viuda de Antonio Yenes.

ROEST, W.R. & SRIVASTAVA, S.P. (1991). Kinematics of the plate boundaries between Eurasia, Iberia, and Africa in the North Atlantic from the Late Cretaceous to the present. *Geology*, **6**: 613-616.

SIEMCALSA (1997). *Mapa Geológico y Minero de Castilla y León E. 1:400.000*. Libro-Memoria. Ed. Junta de Castilla y León. 421 pp

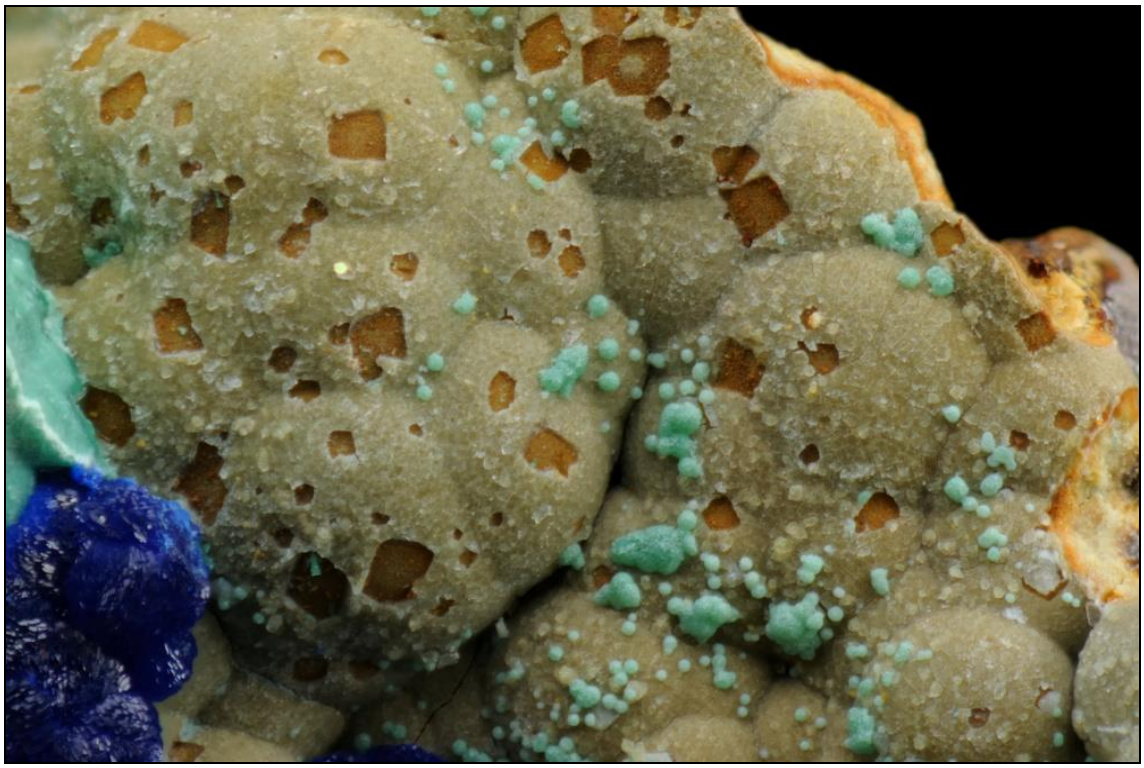
TAVANI, S.; QUINTÀ, A. & GRANADO, P. (2011). Cenozoic right-lateral wrench tectonics in the Western Pyrenees (Spain): the Ubierna Fault System. *Tectonophysics*, **509(3−4)**: 238−253.

CATÁLOGO FOTOGRÁFICO

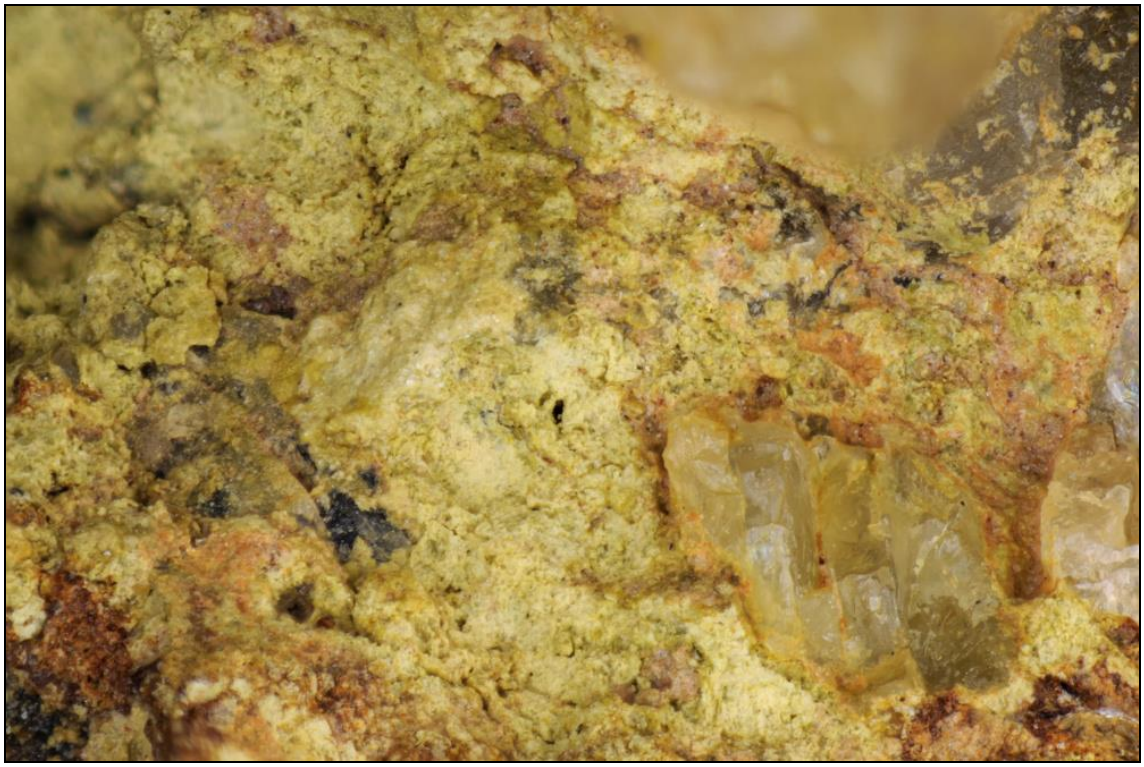
Los Minerales de Huidobro

por

Enrique Ortiz de Zárate

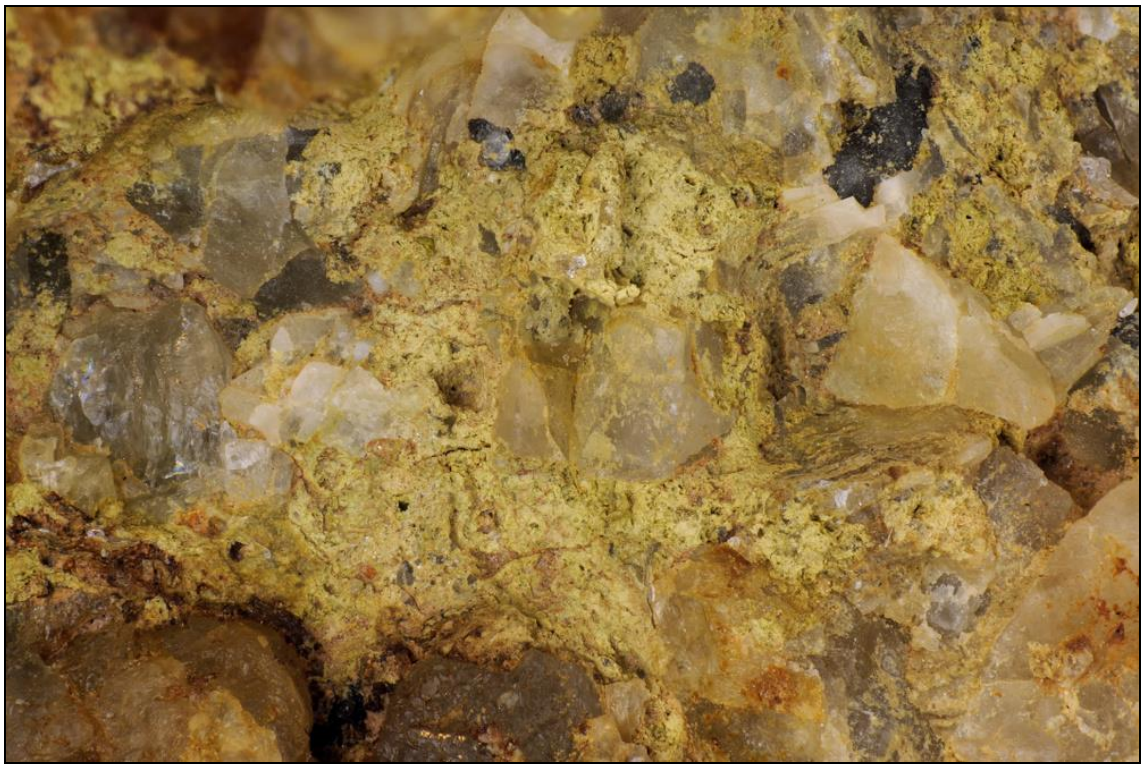


Arthurita con azurita y malaquita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20965

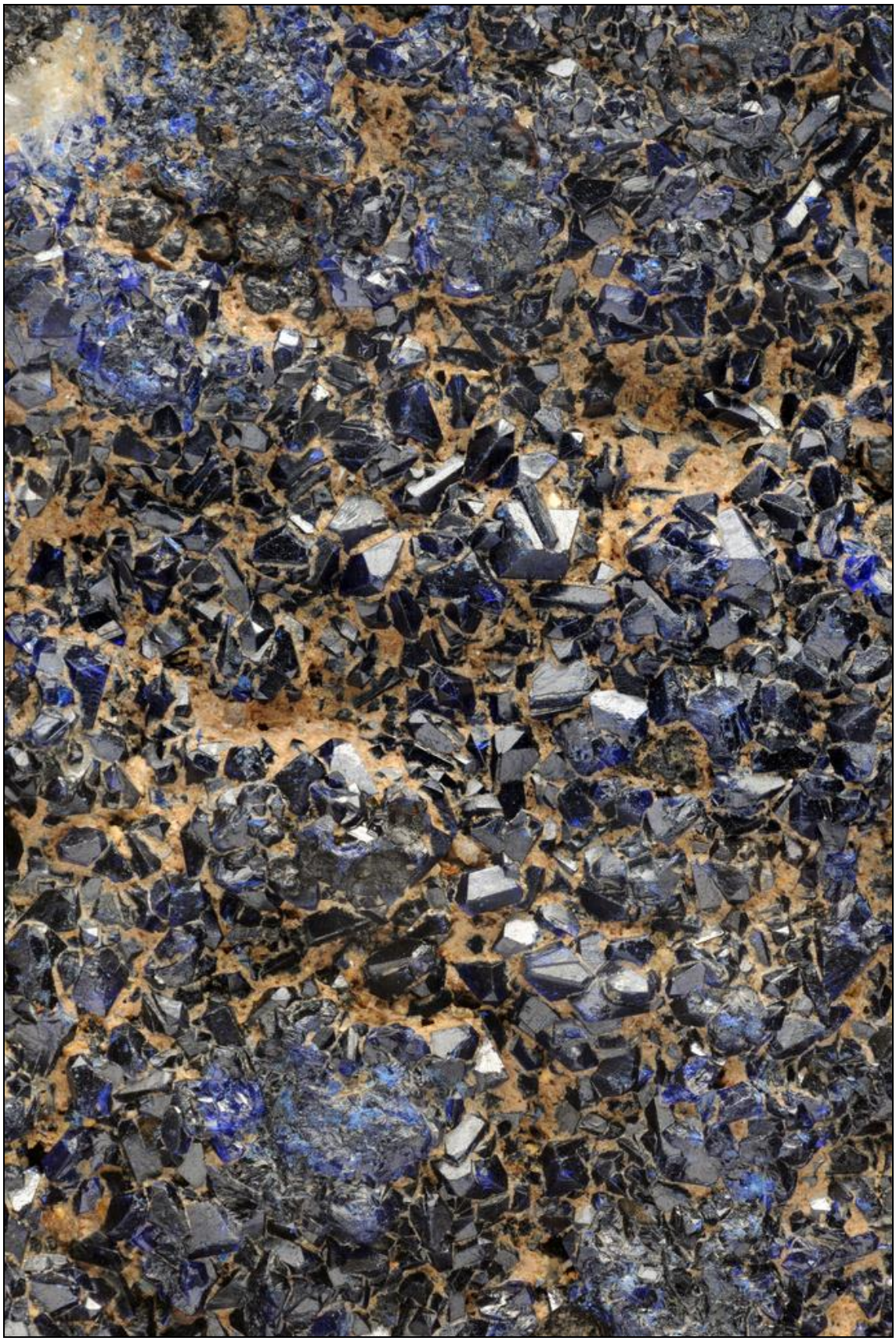


Arthurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20730

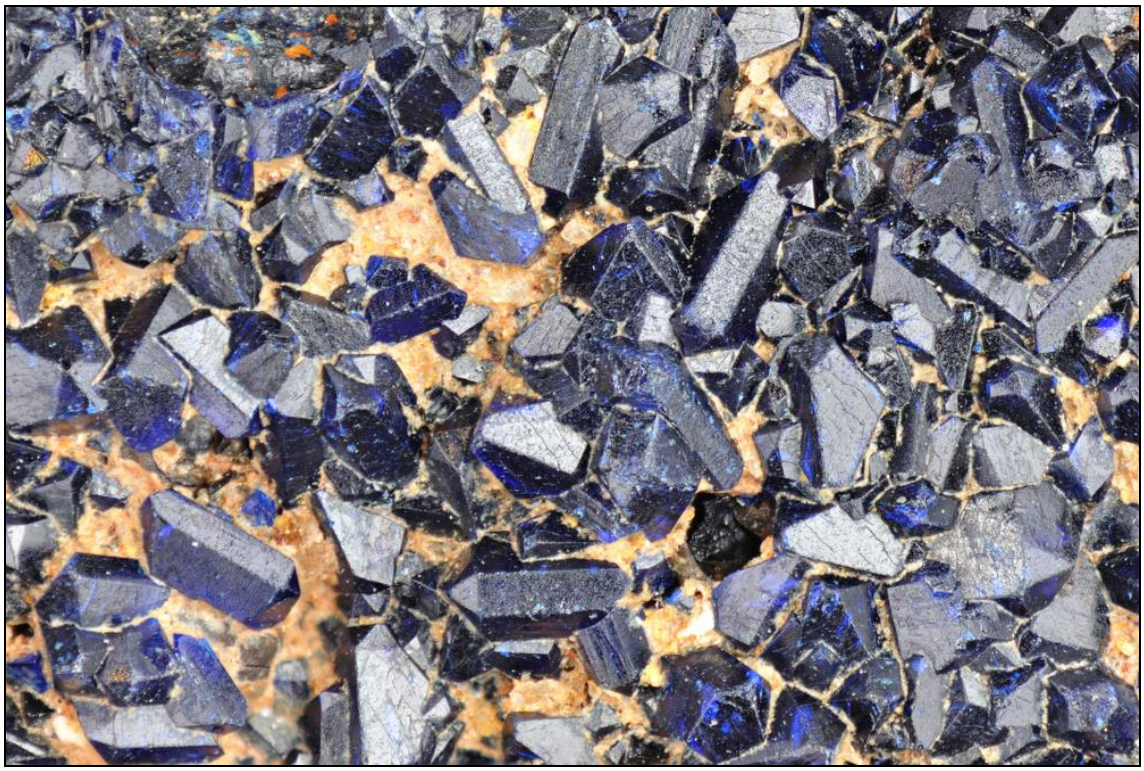
Arthurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20730



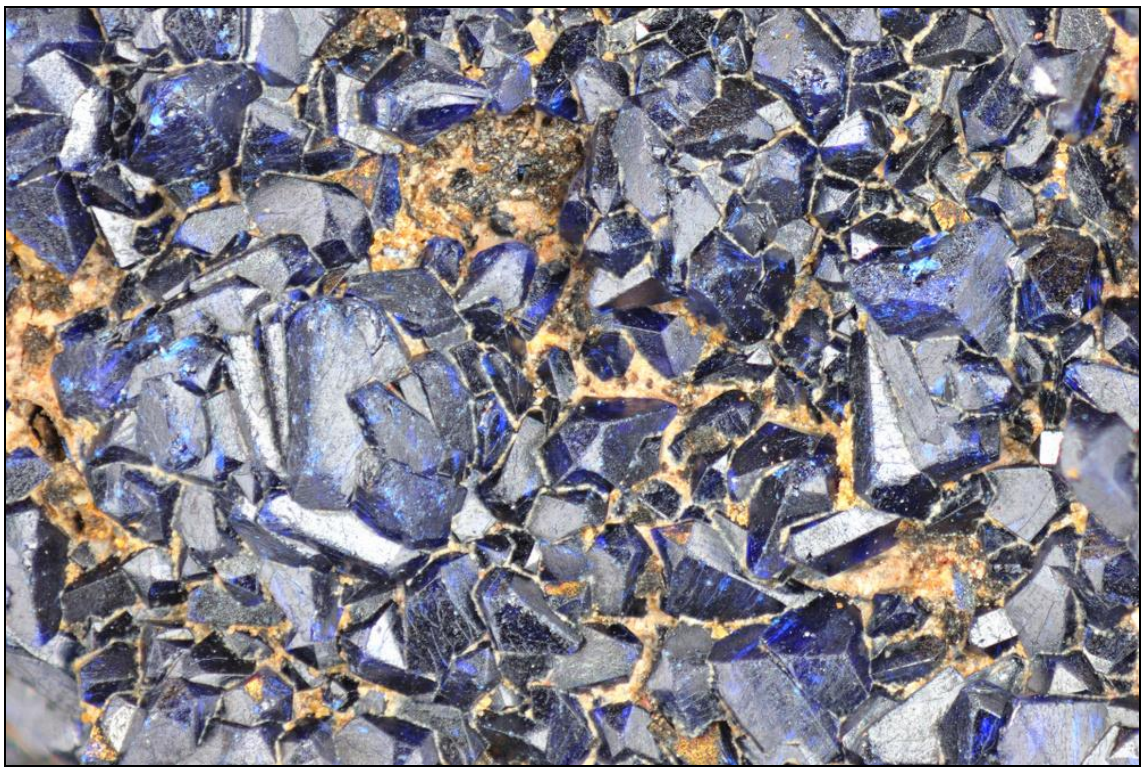
Arthurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20730



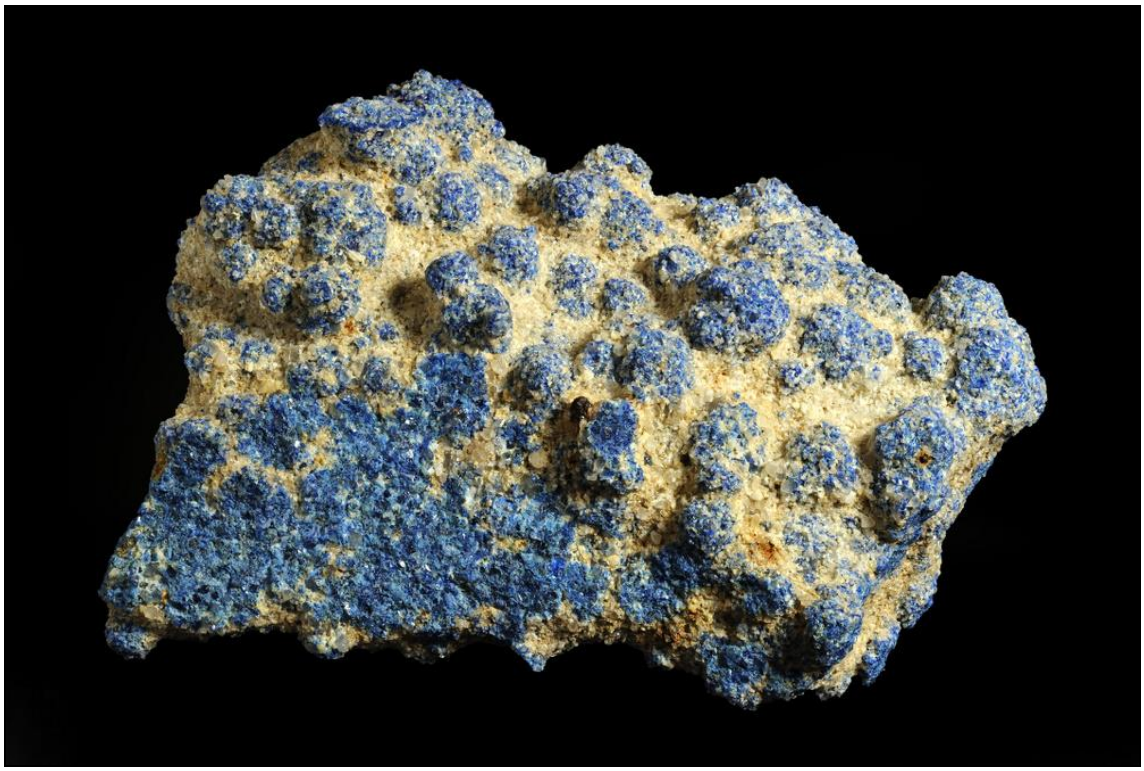
Azurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20981



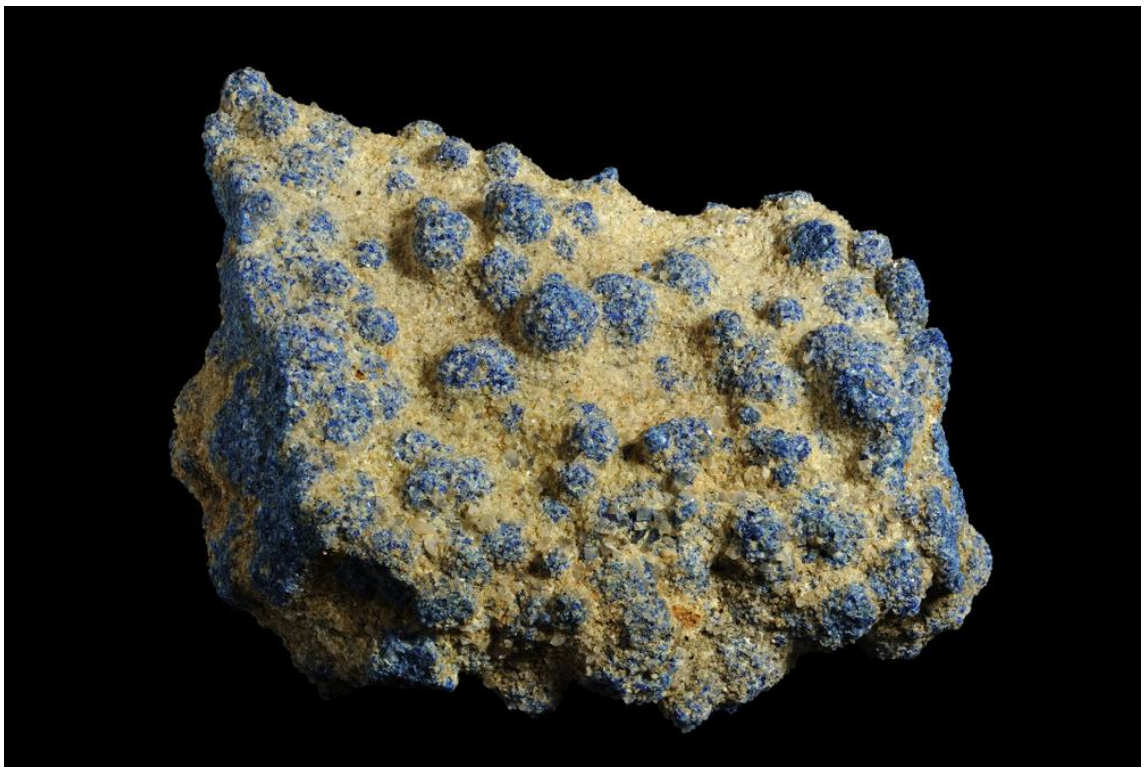
Azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20981



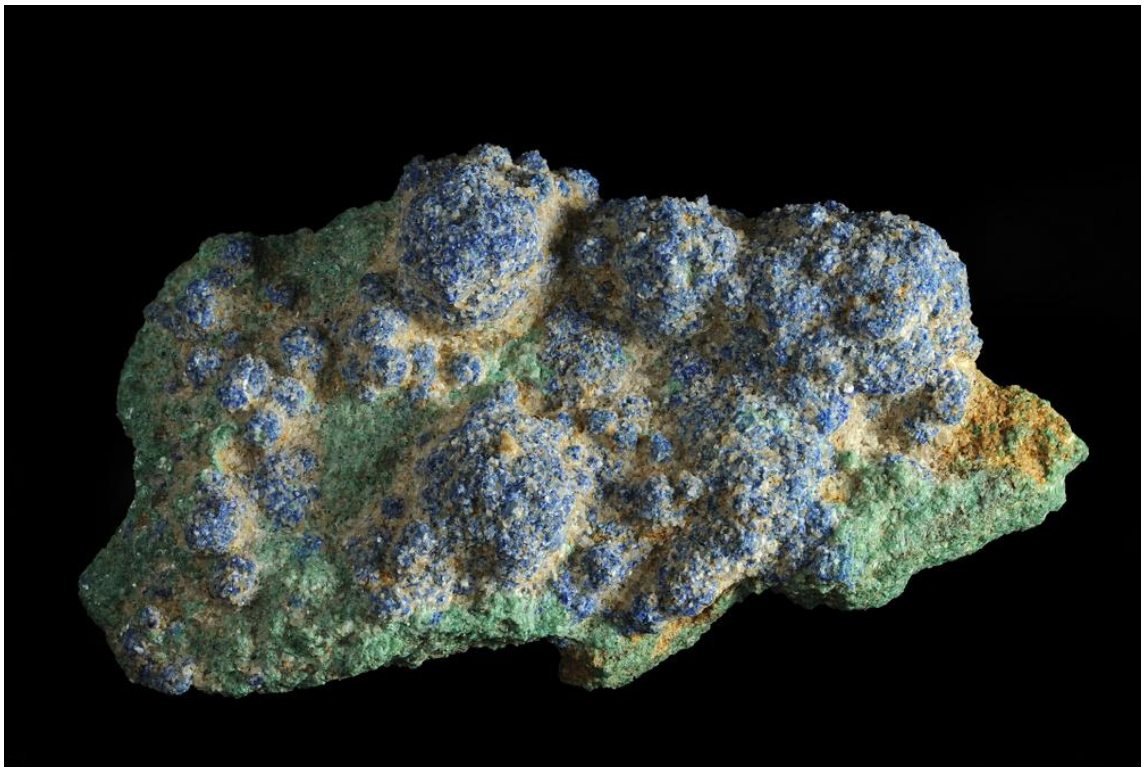
Azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20981



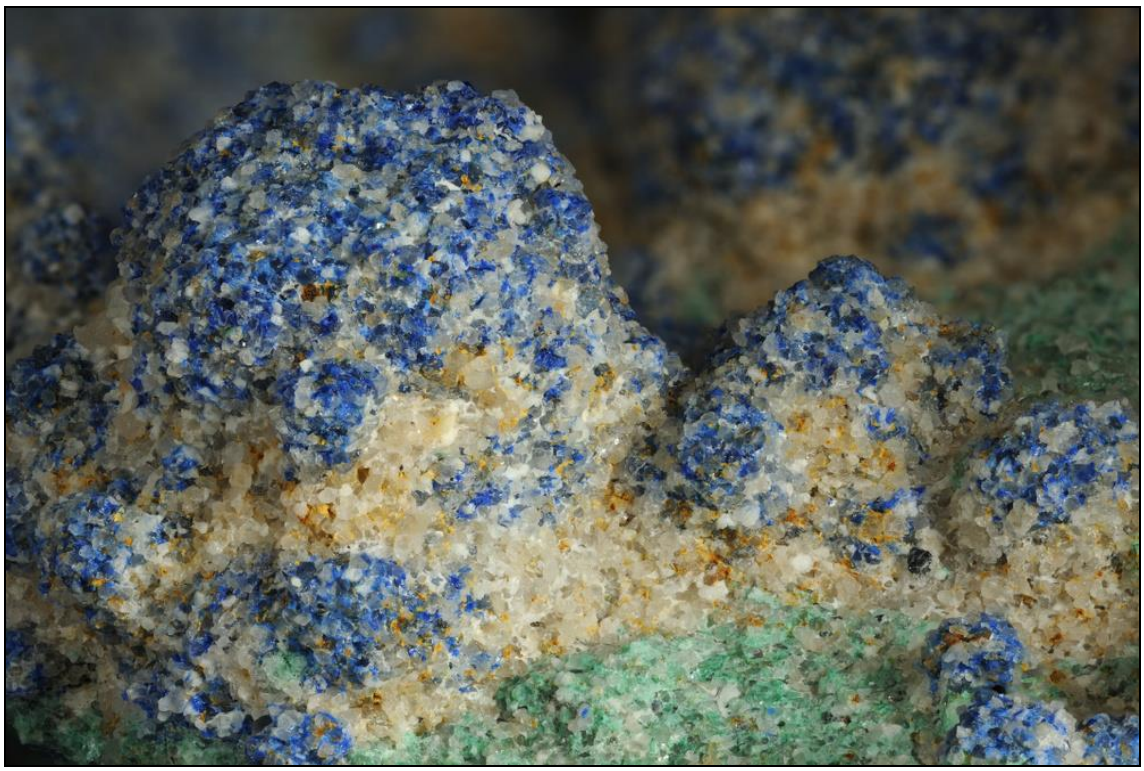
Azurita. Ancho pieza 52 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20695



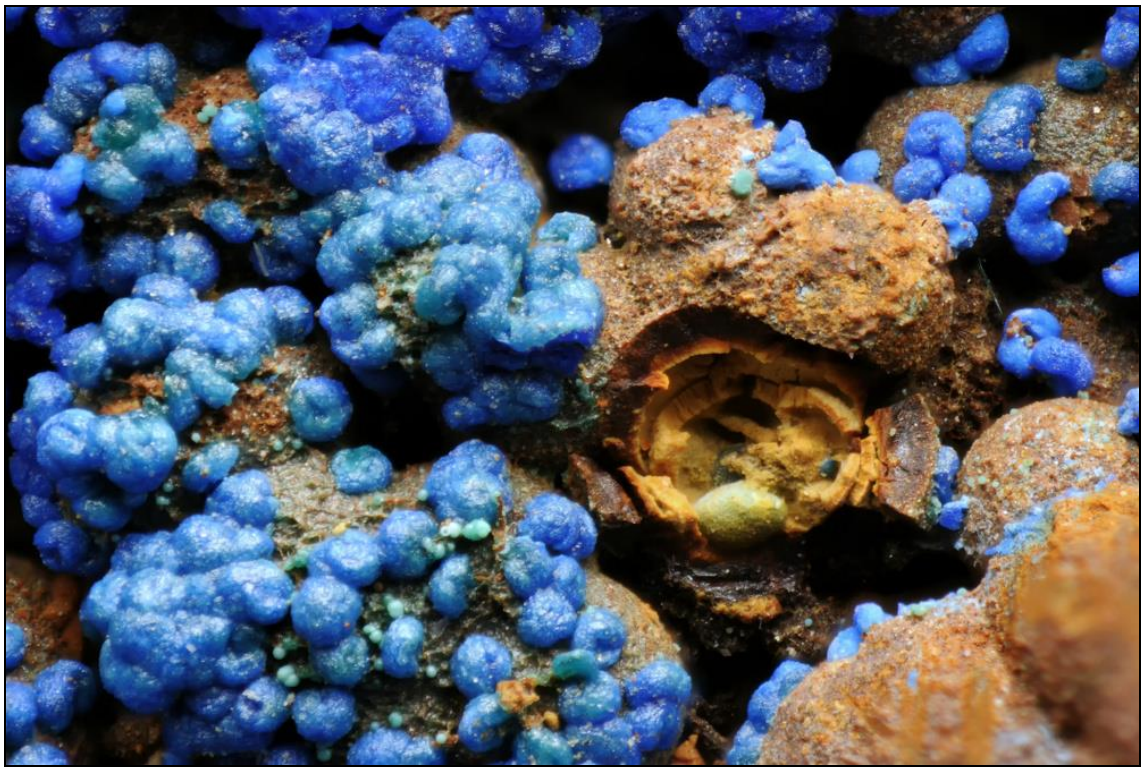
Azurita. Ancho pieza 52 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20695



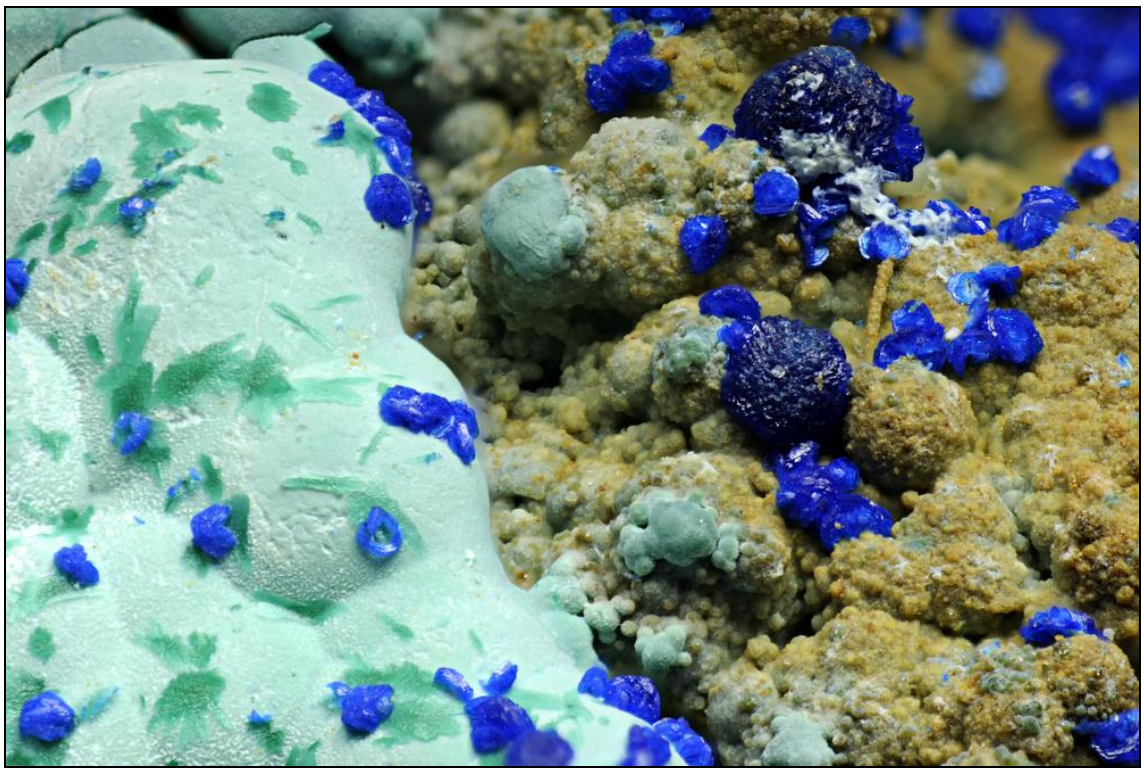
Azurita y malaquita. Ancho pieza 59 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20704



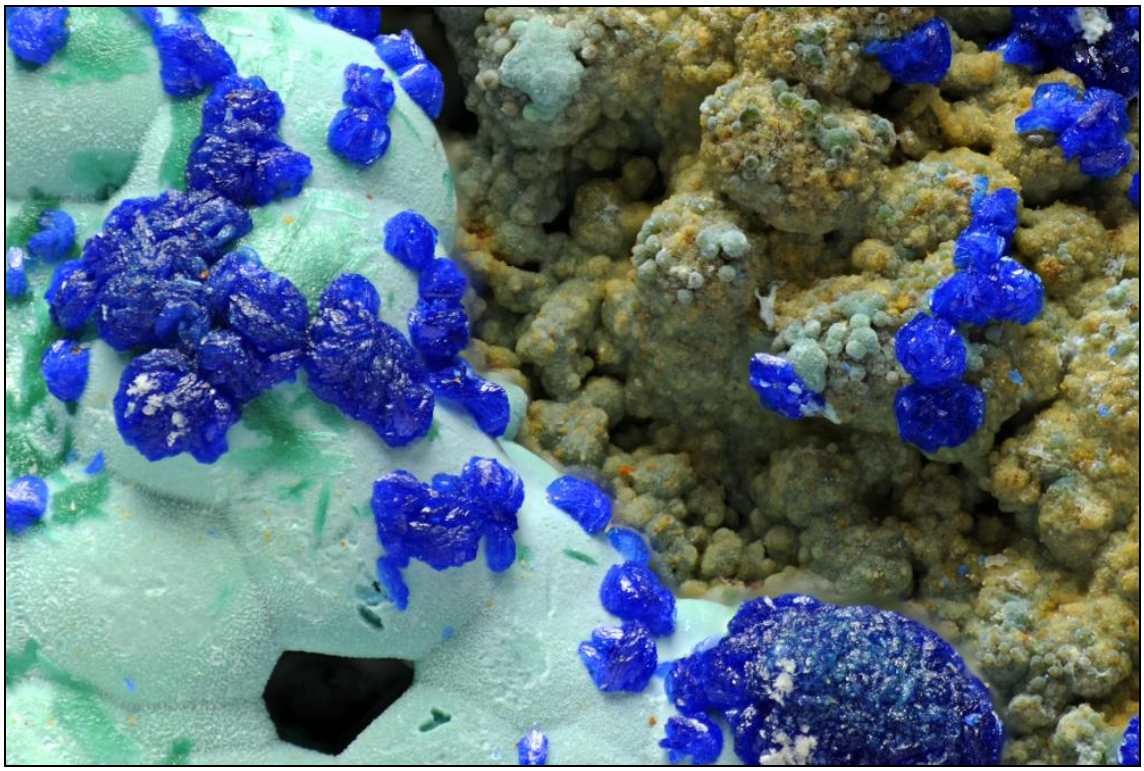
Azurita y malaquita. Encuadre 16,2 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20704



Azurita sobre nódulos de goethita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20973

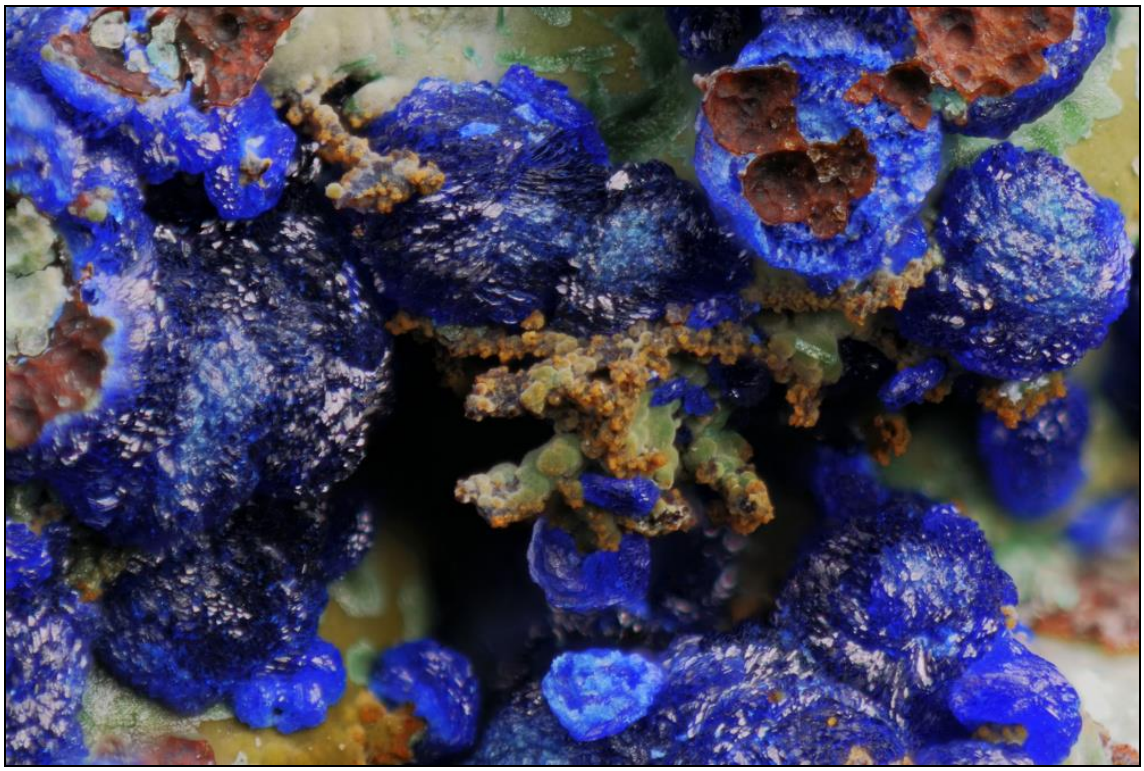


Azurita sobre malaquita y arthurita. Encuadre 4,8 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20986

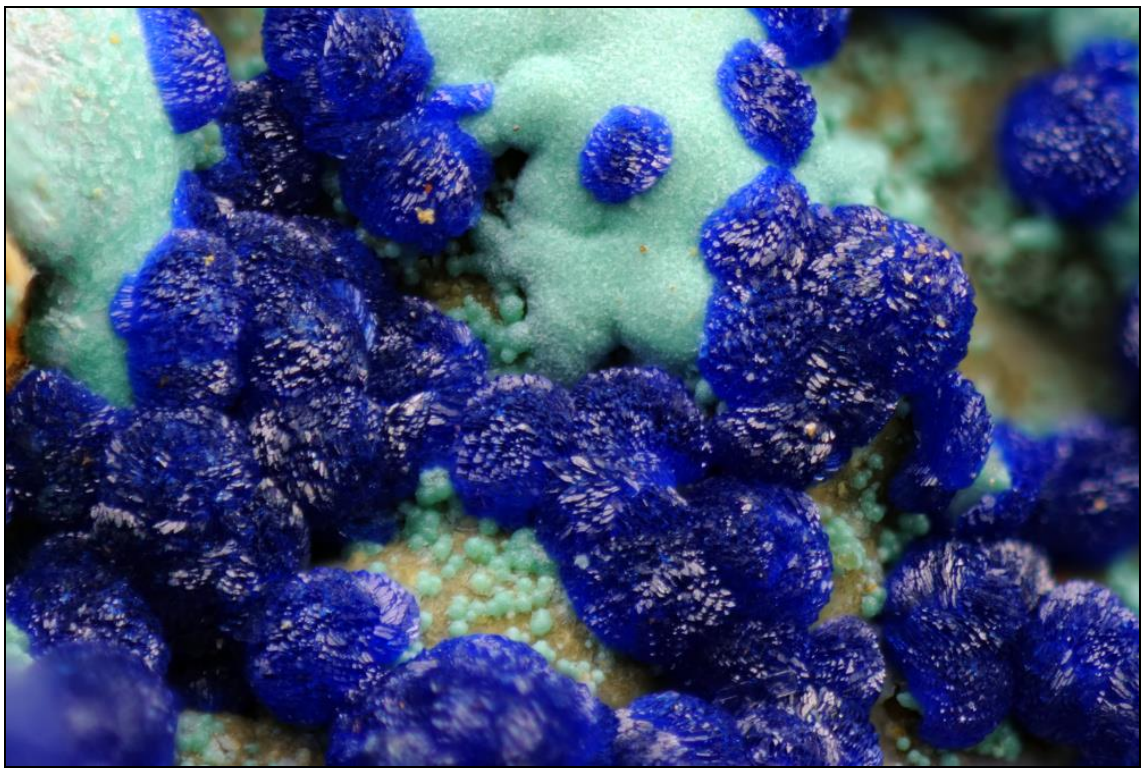


Azurita sobre malaquita y arthurita. Encuadre 4,8 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20986

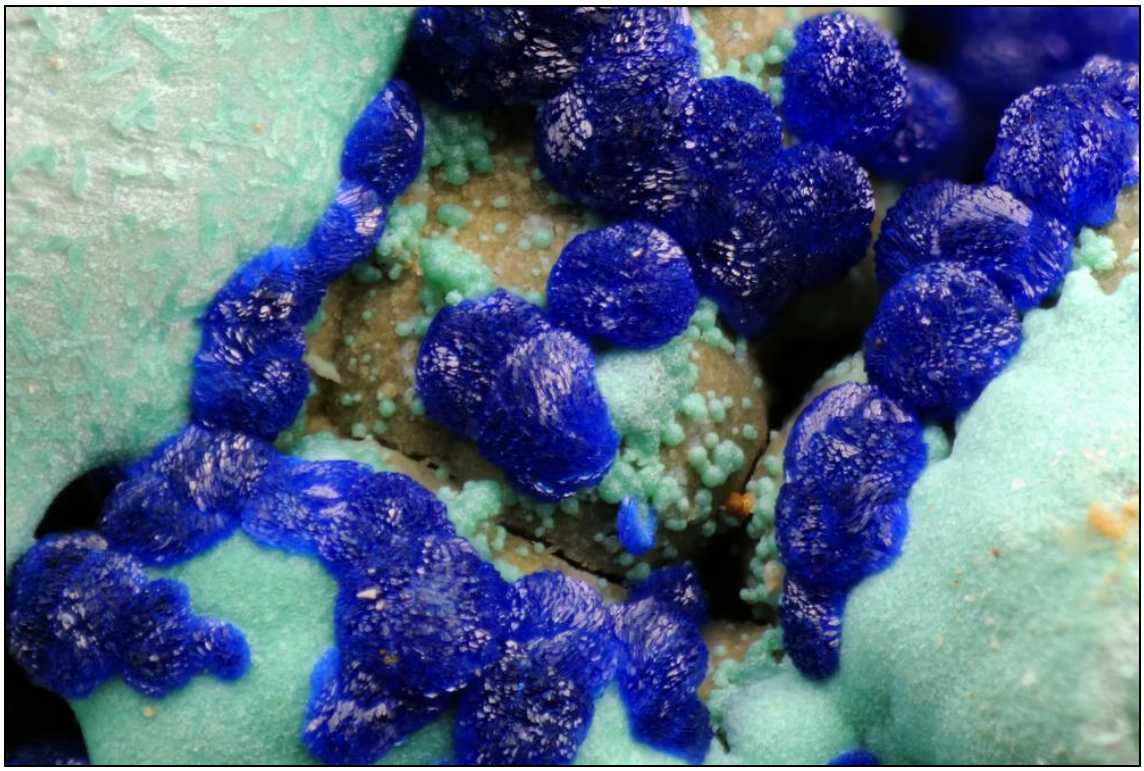
Azurita sobre malaquita y arthurita. Encuadre 4,8 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20986



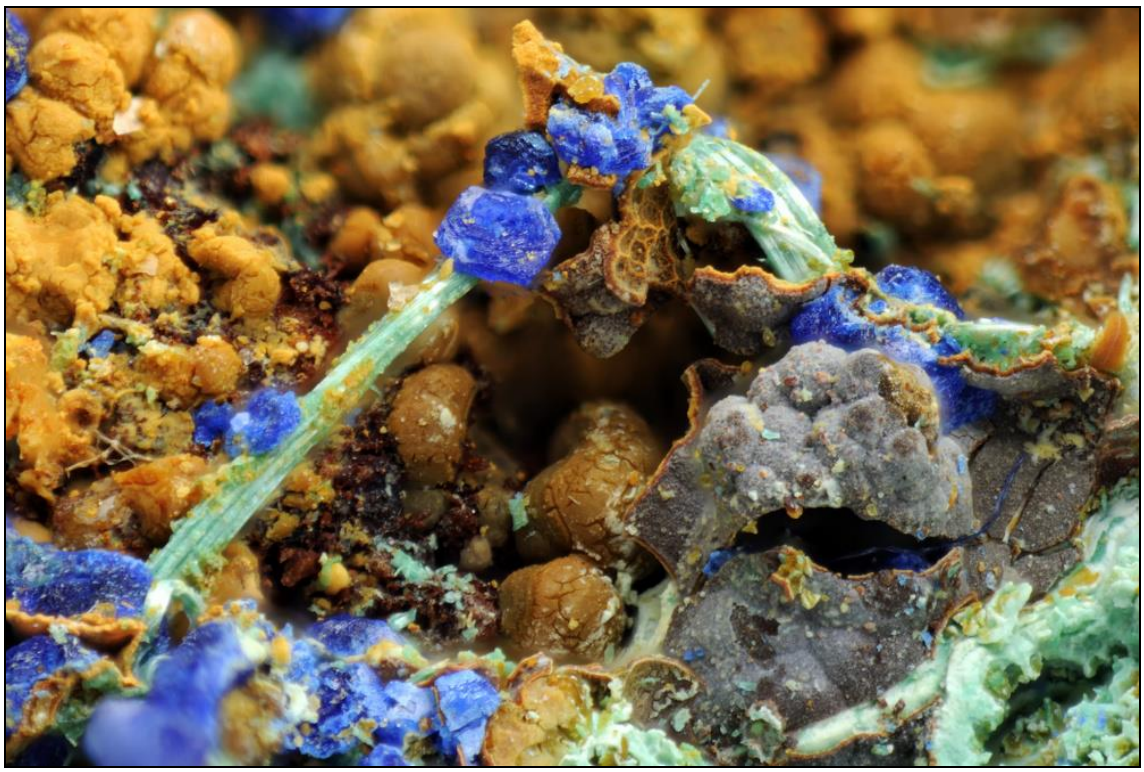
Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20989



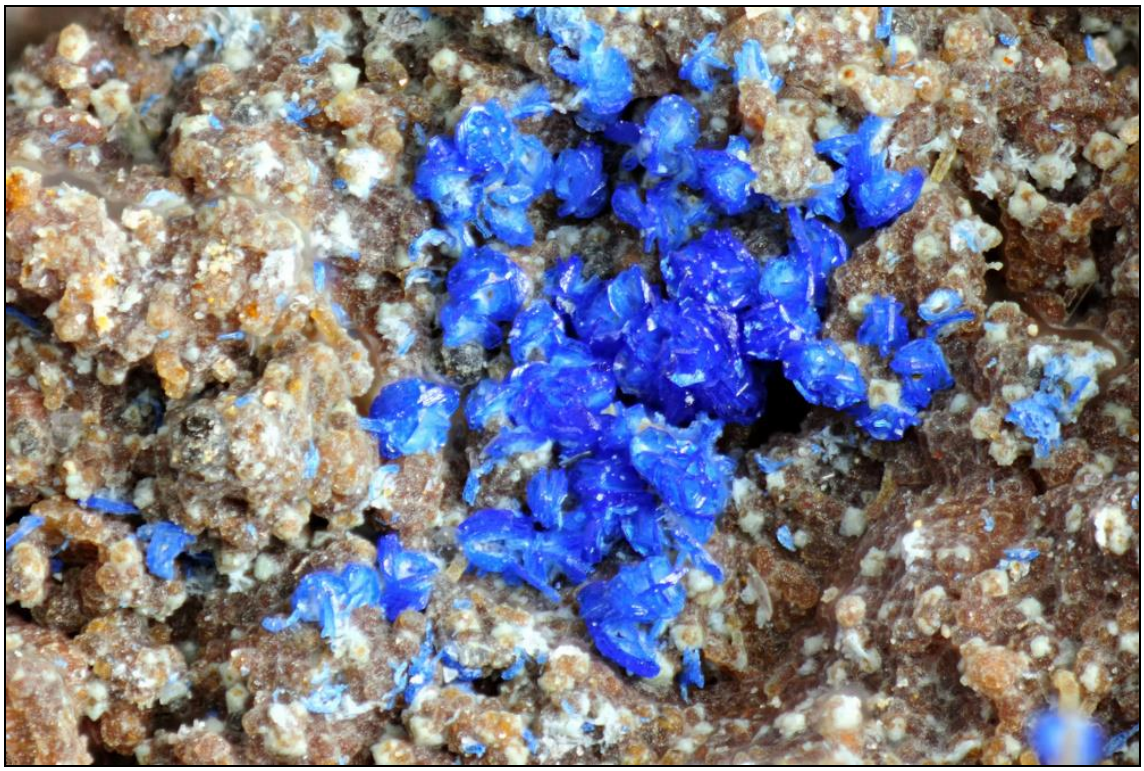
Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20965



Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20965

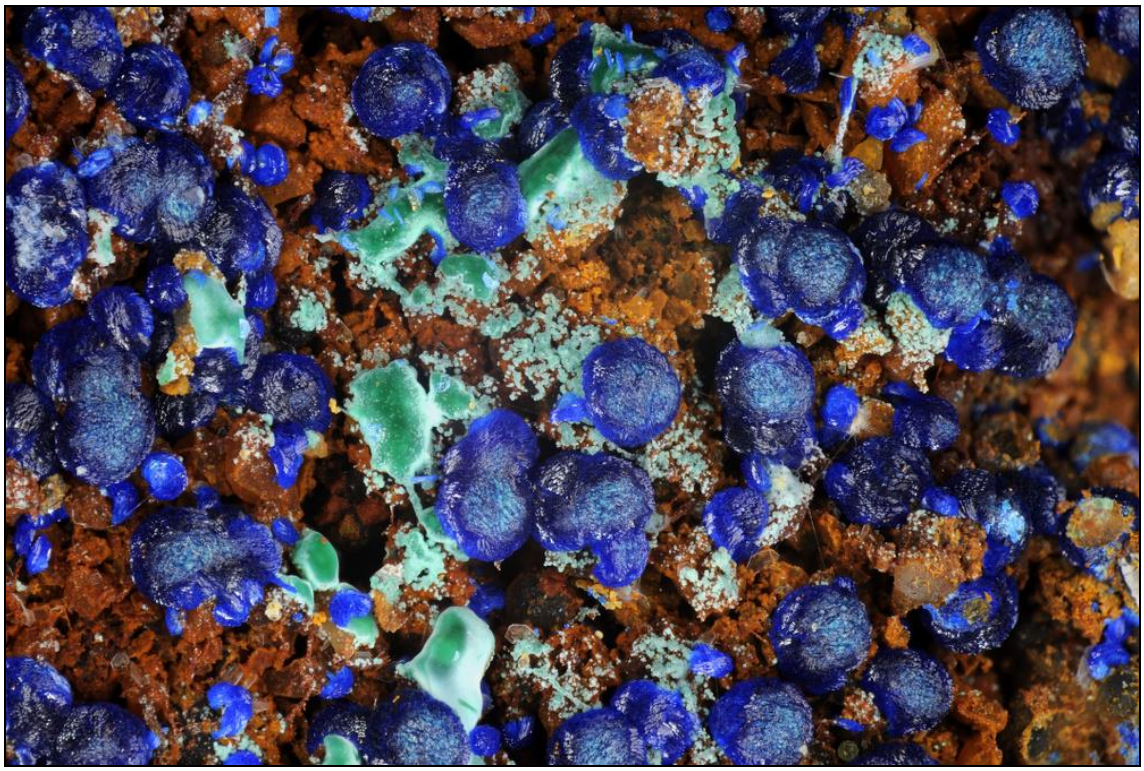


Azurita sobre malaquita. Encuadre 3,5 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20979

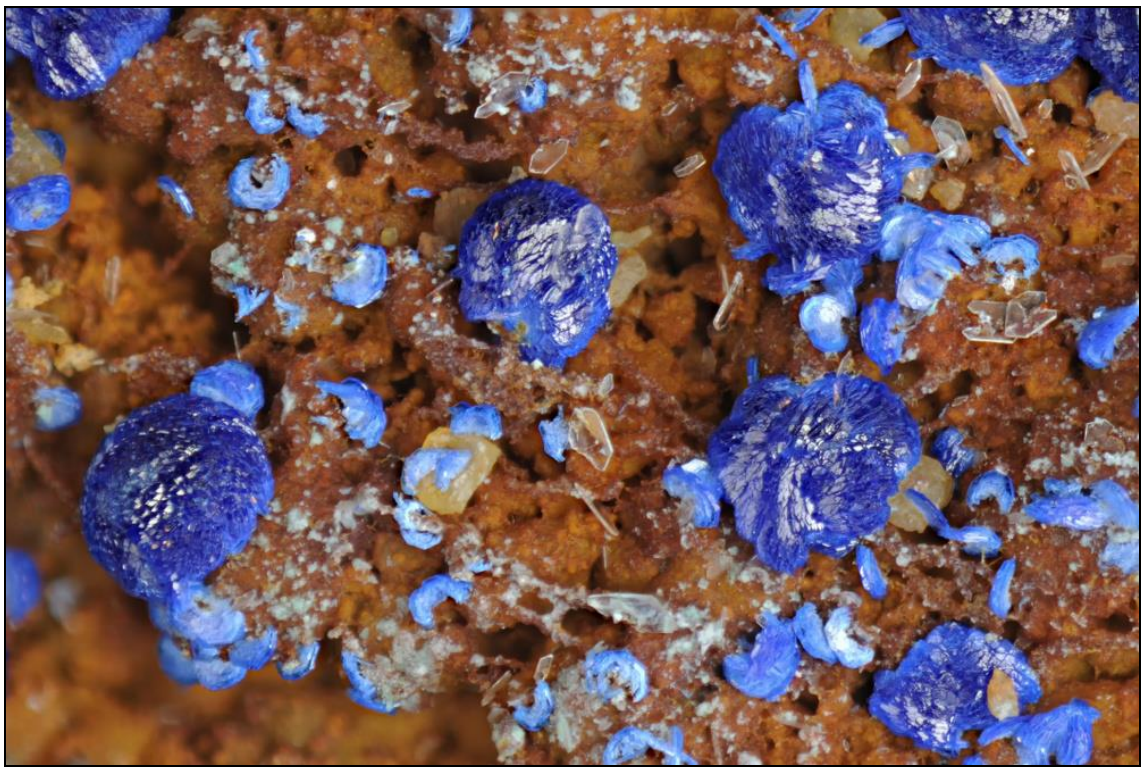


Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975

Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975

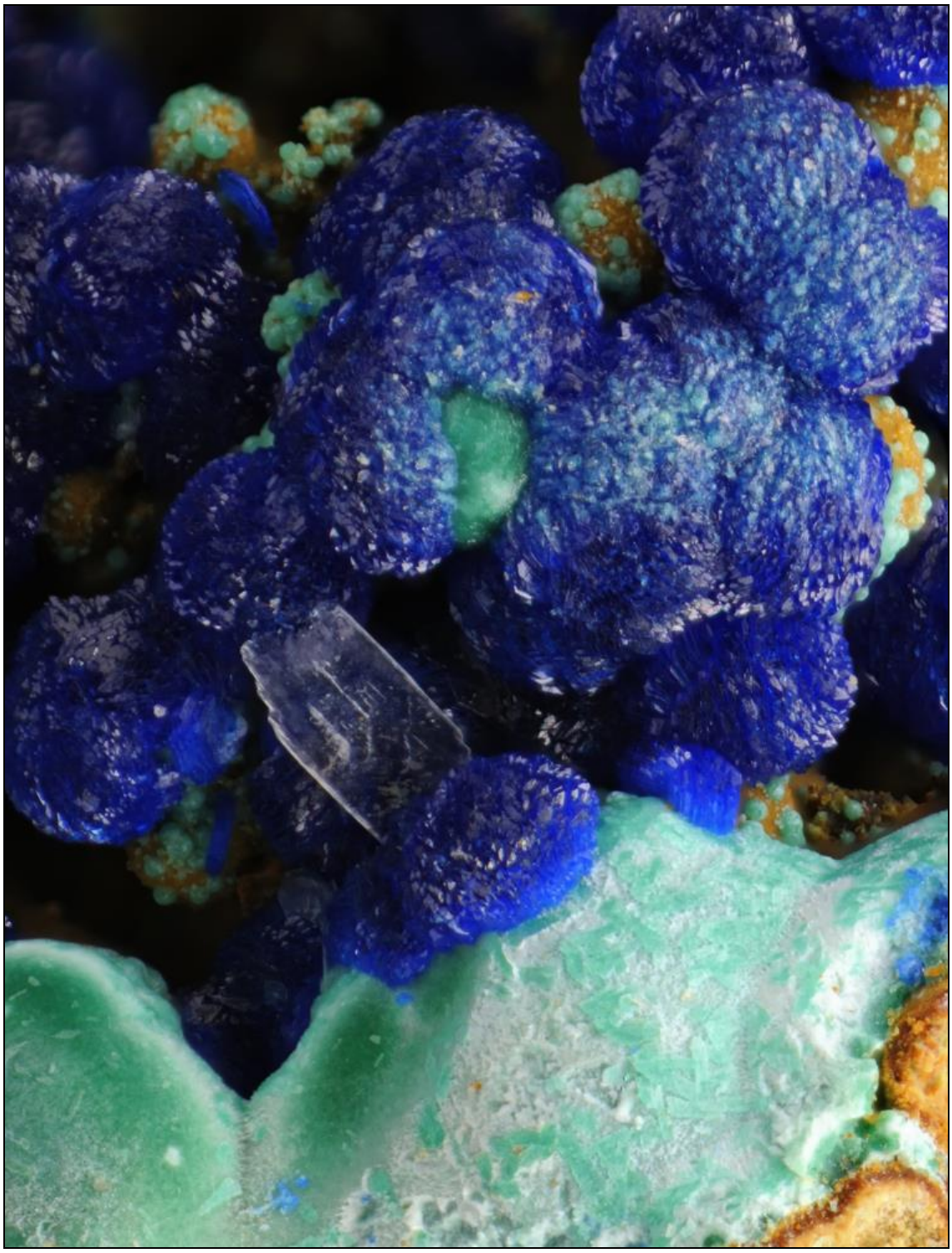


Azurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807



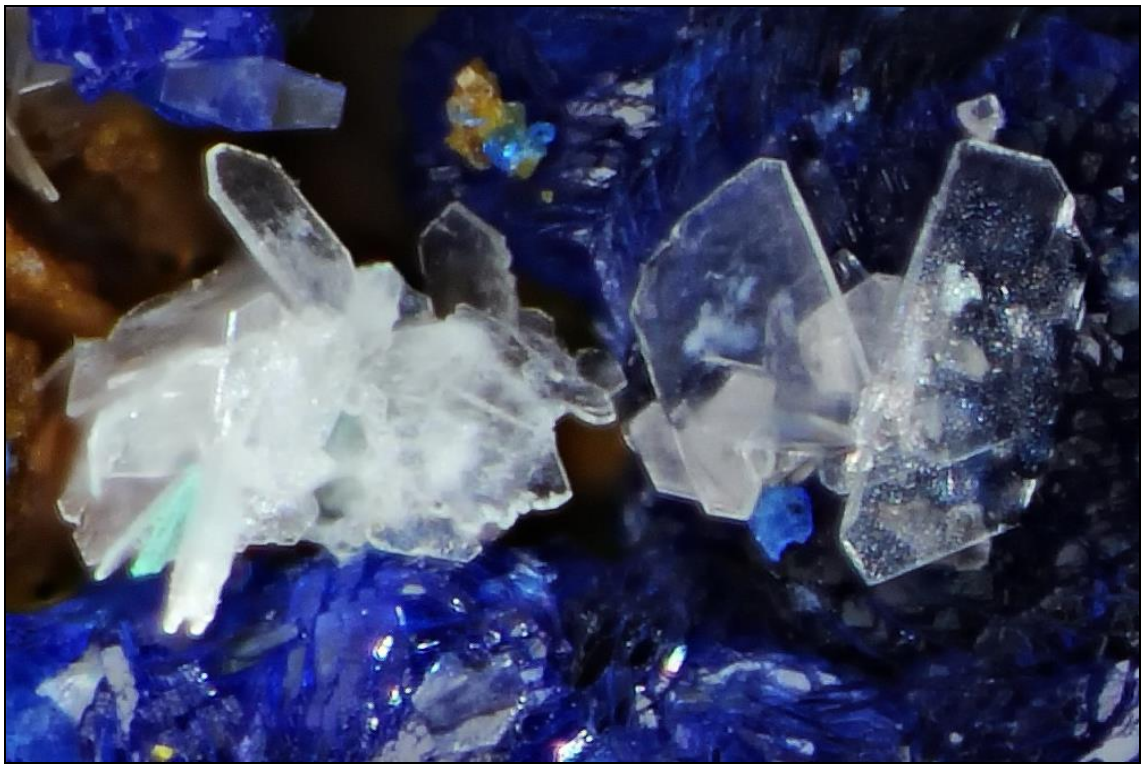
Azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975

Azurita con baritina. Encuadre 1,1 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975



Baritina con azurita y malaquita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975

Baritina con azurita y malaquita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807



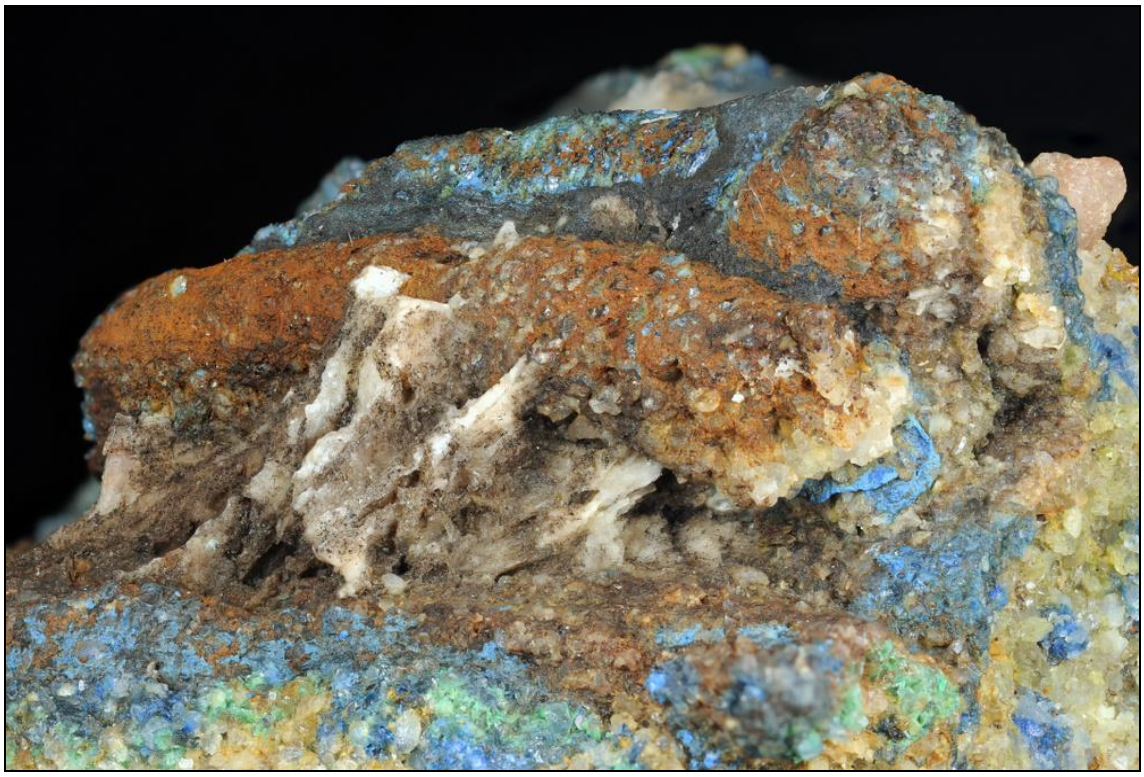
Baritina sobre azurita. Encuadre 0,7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807

Baritina. Encuadre 39 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21051

Baritina. Encuadre 70 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21051

Baritina en el interior de tronco muy mineralizado Altura ejemplar 111 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20699

Baritina en el interior de tronco muy mineralizado Altura ejemplar 111 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20699

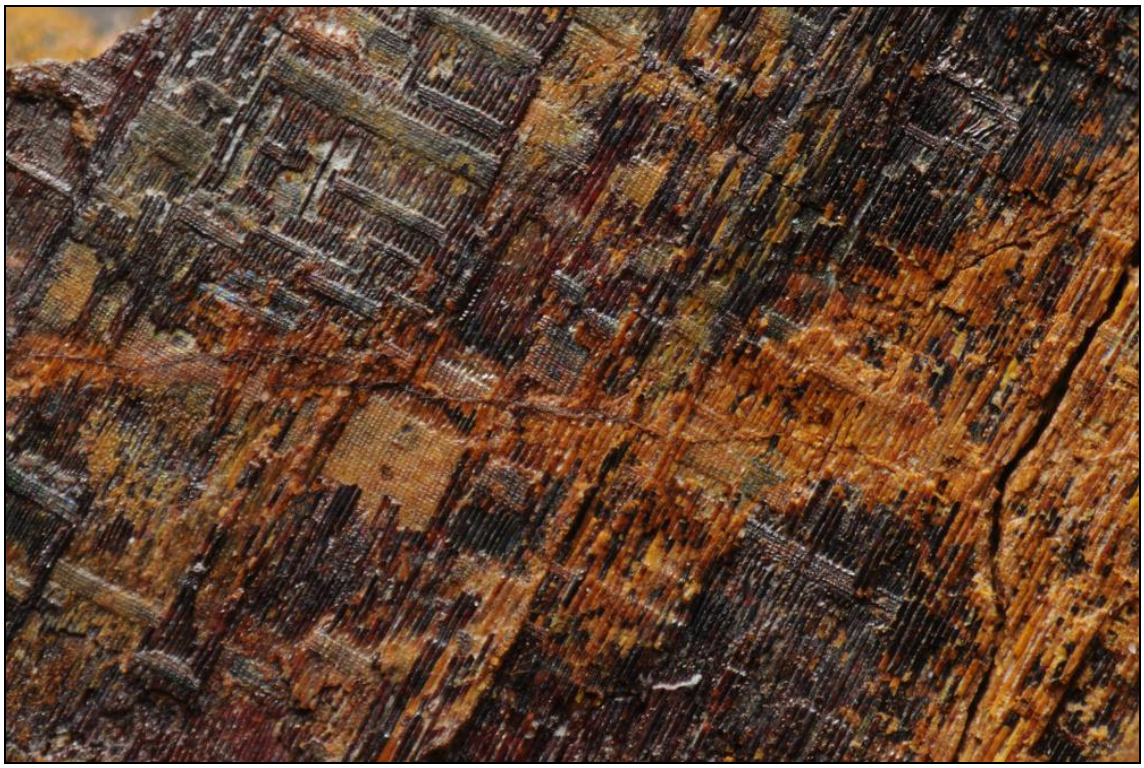


Baritina sobre fragmento de madera muy mineralizado Encuadre 21 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21122 DONADO Carlos Hermosilla

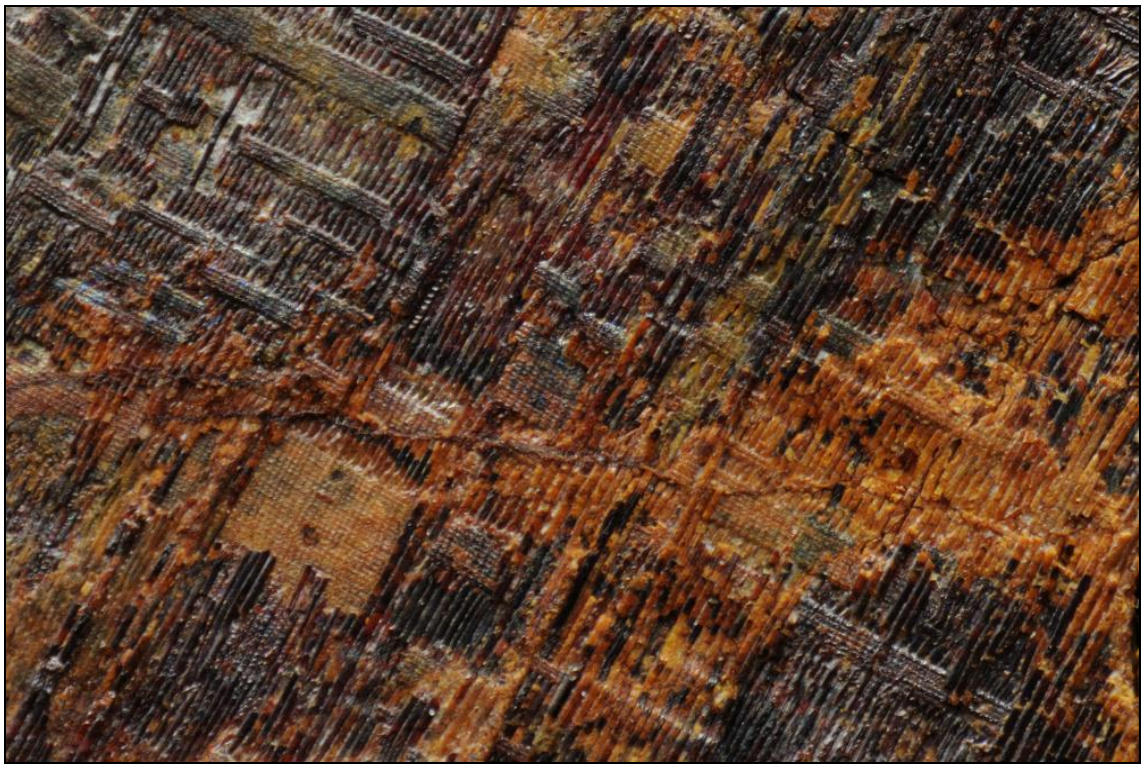
Baritina sobre fragmento de madera muy mineralizado Encuadre 21 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21122 DONADO Carlos Hermosilla

Baritina y goethita mineralizando fragmento de madera. Encuadre 15,5 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21039.

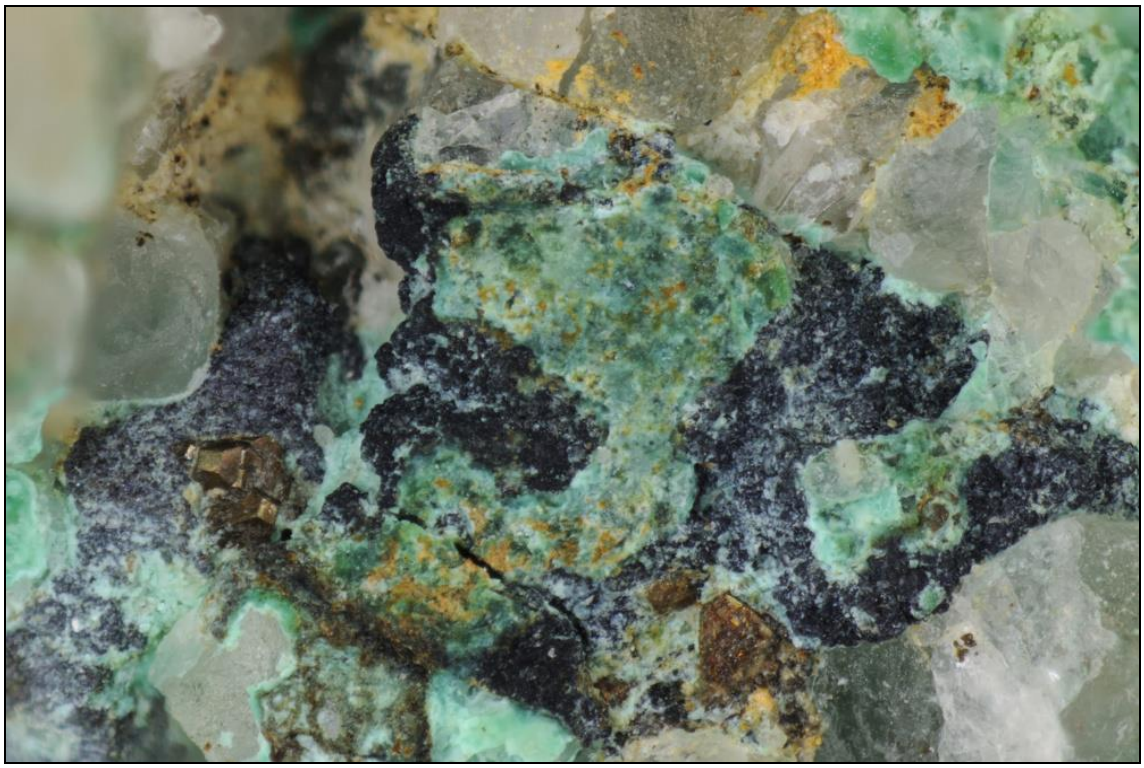
Baritina y goethita mineralizando fragmento de madera. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21039.



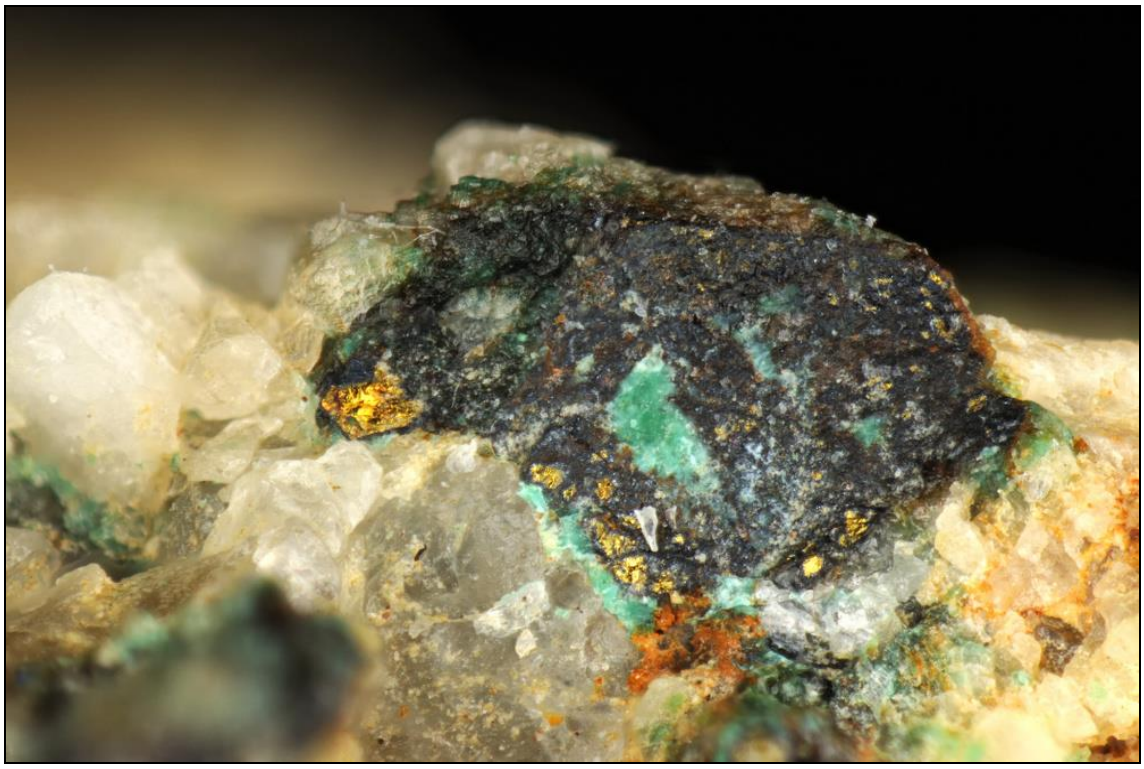
Baritina y goethita mineralizando fragmento de madera. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21039.



Baritina y goethita mineralizando fragmento de madera. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Los Altos, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 21039.



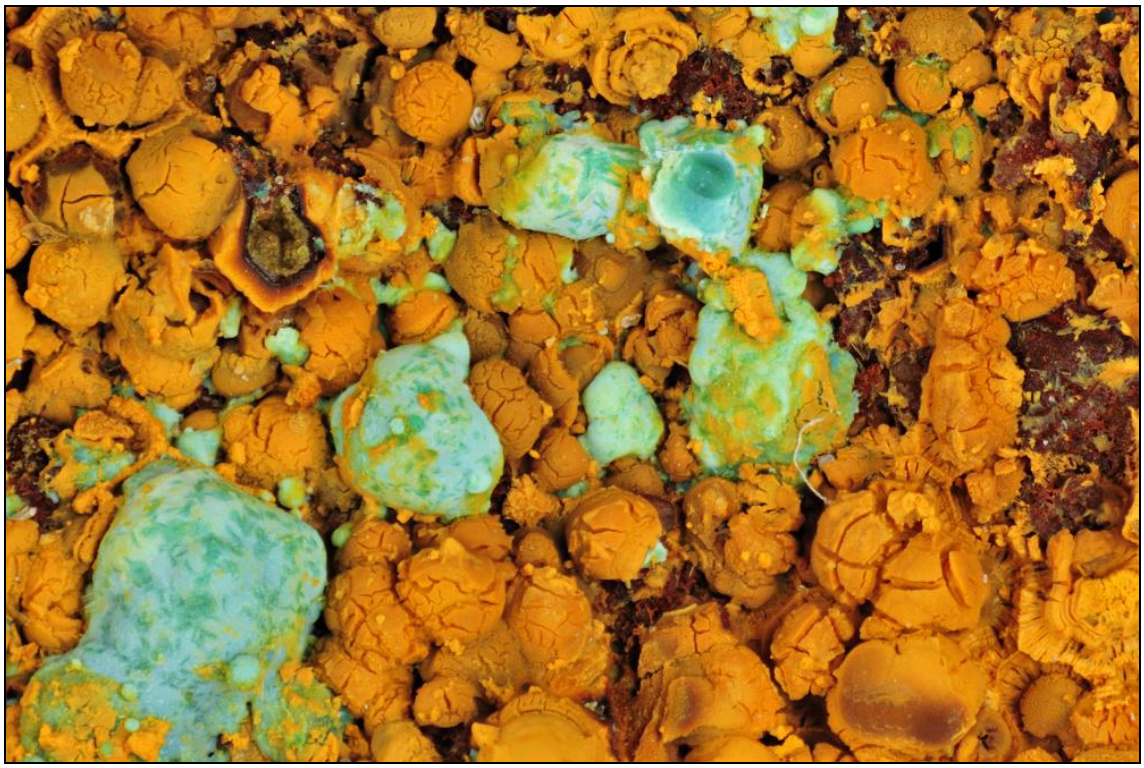
Brochantita sobre covellina y pirita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.



Calcopirita parcialmente alterada a covellina y brochantita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20723.

Nódulos de goethita con malaquita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20963.

Nódulos de goethita con malaquita y azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20963.

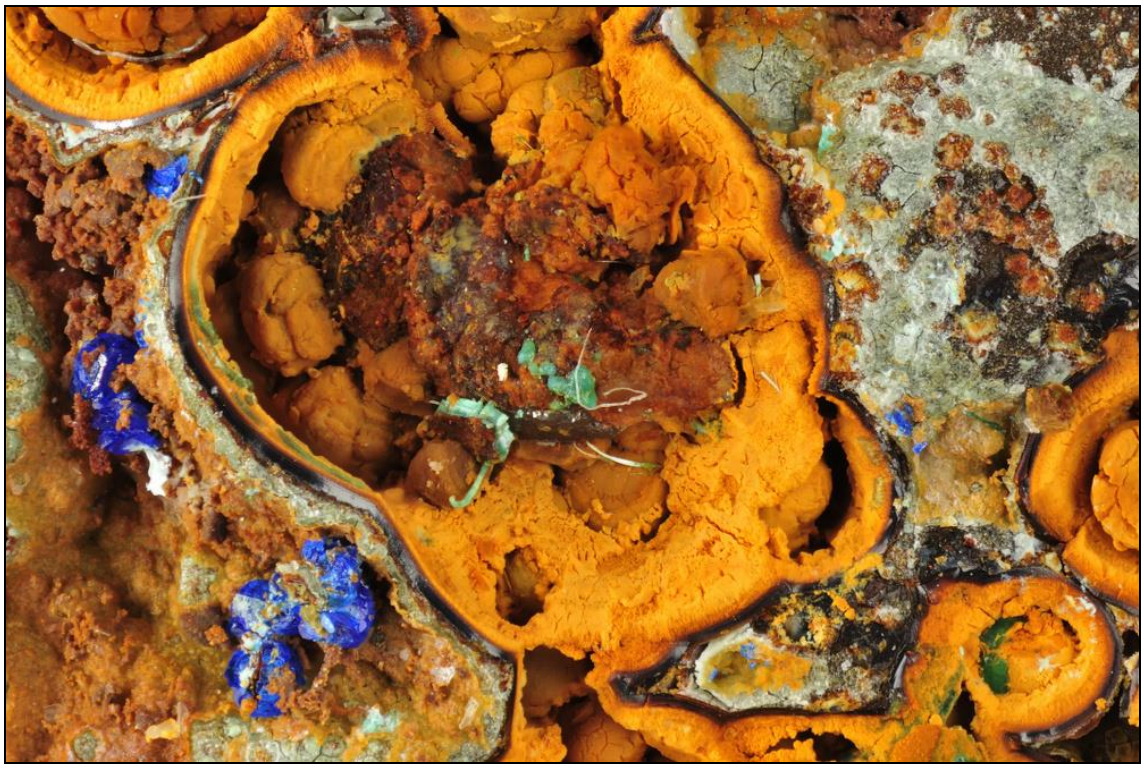


Nódulos de goethita con malaquita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

Nódulos de goethita con malaquita y azurita. Encuadre 5,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

Nódulos de goethita con malaquita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

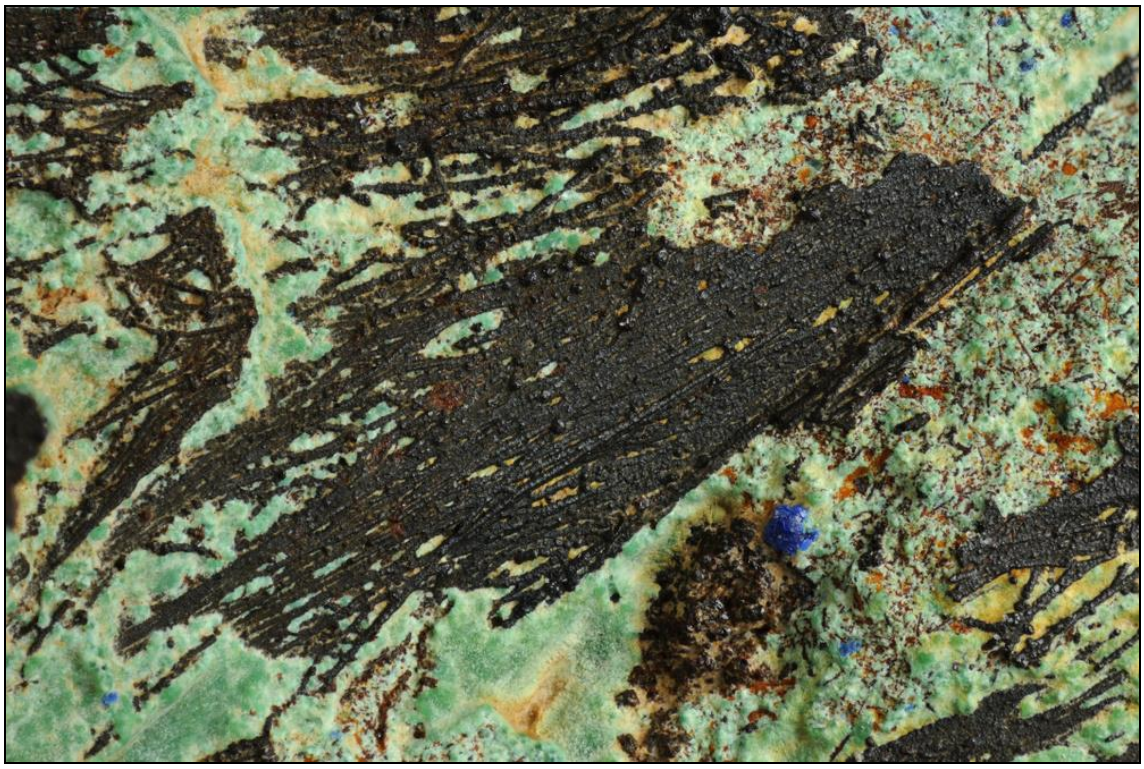
Nódulos de goethita con malaquita. Encuadre 5,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.



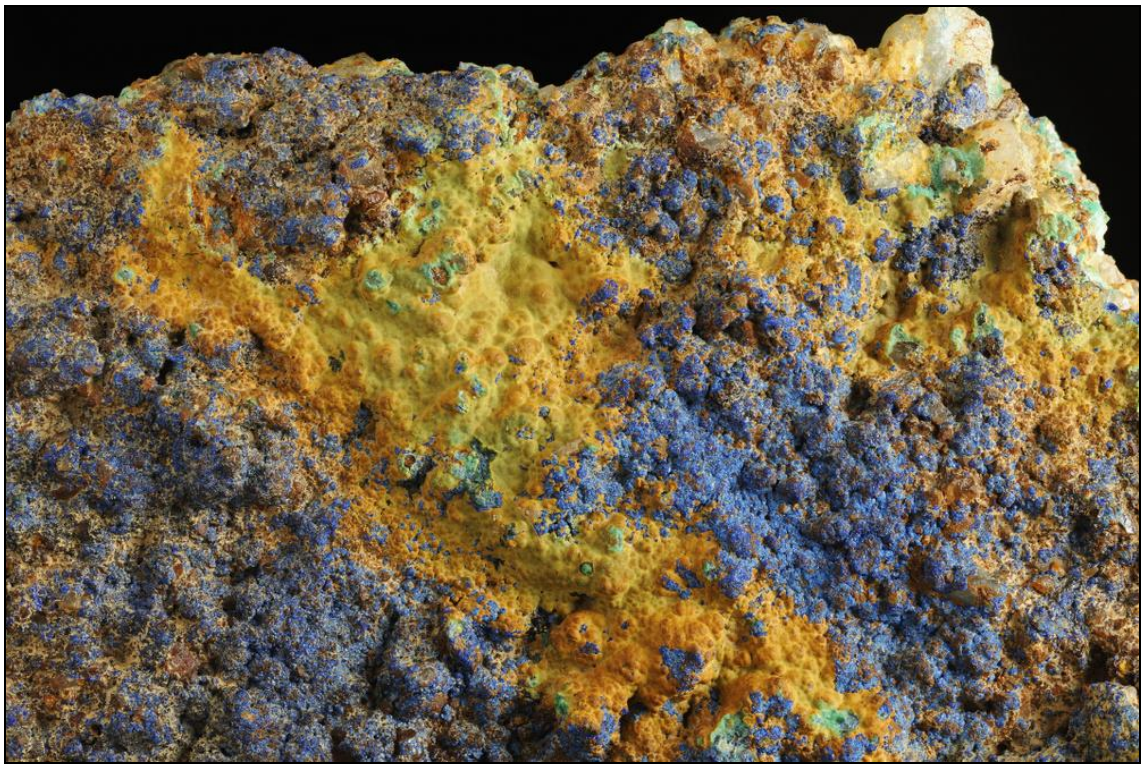
Nódulos de goethita con malaquita y azurita. Encuadre 5,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

Nódulos de goethita con malaquita y azurita. Encuadre 3,3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20976.

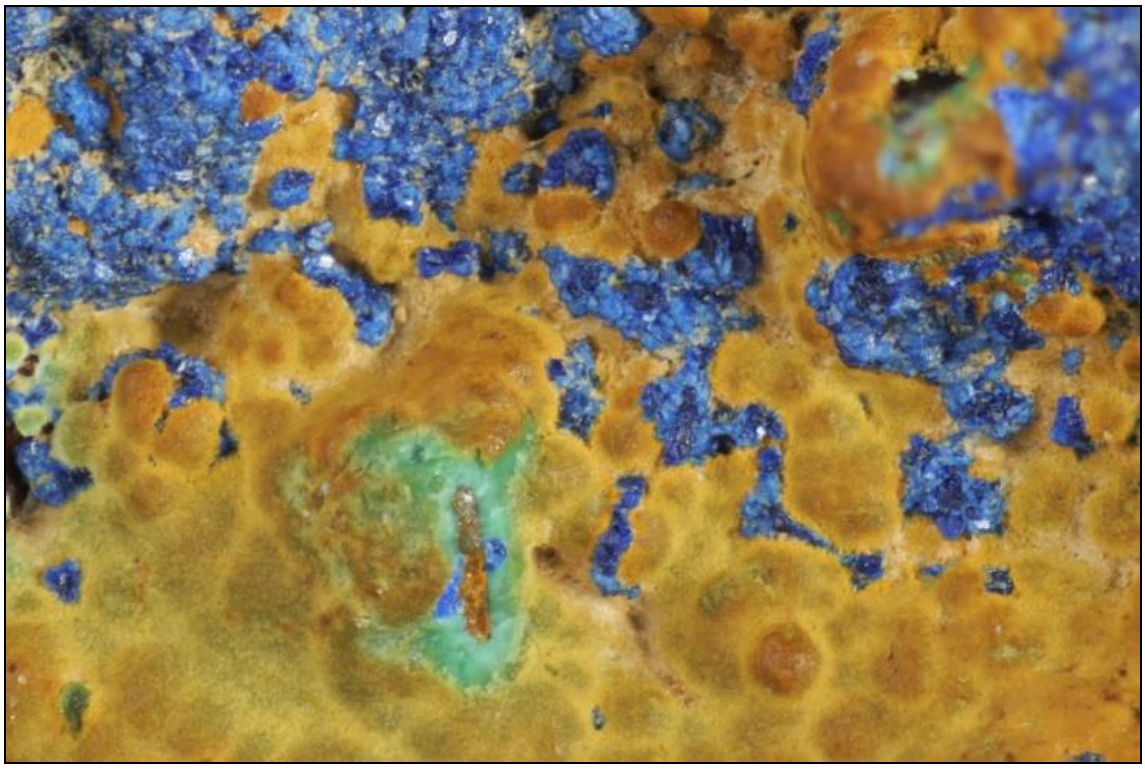
Nódulos de goethita con malaquita y azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975.



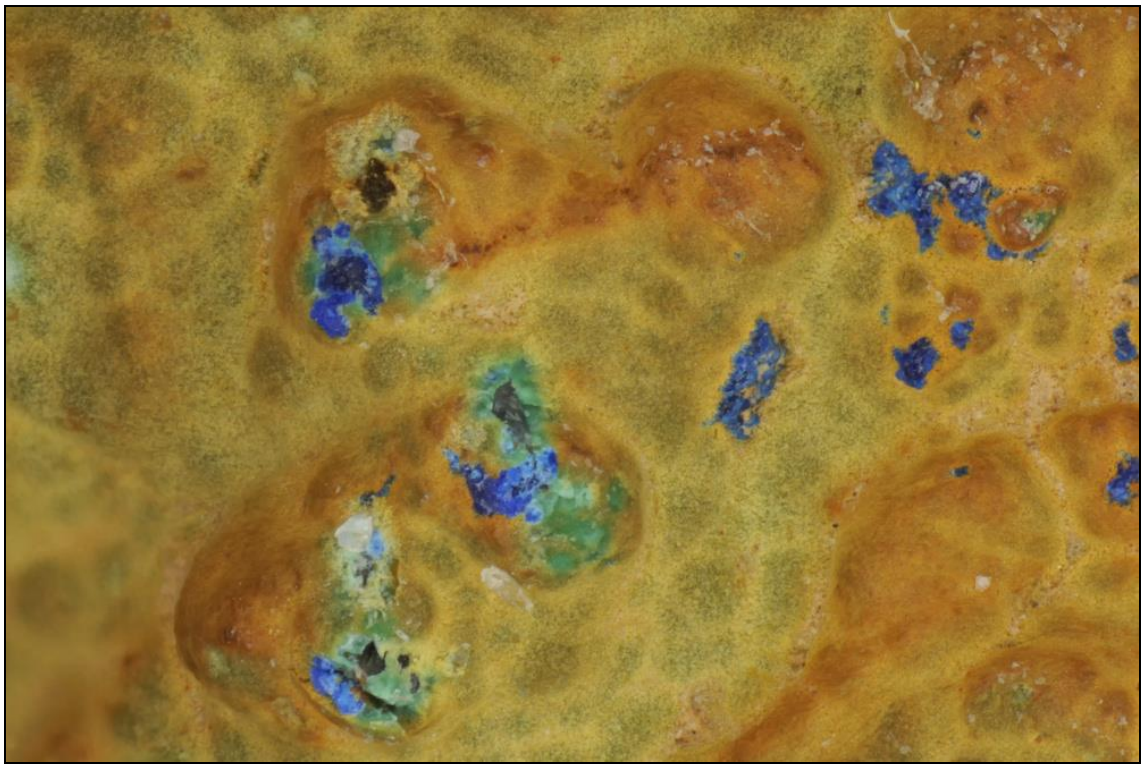
Estructuras vegetales mineralizadas a goethita. Encuadre 5,8 mm
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20702.



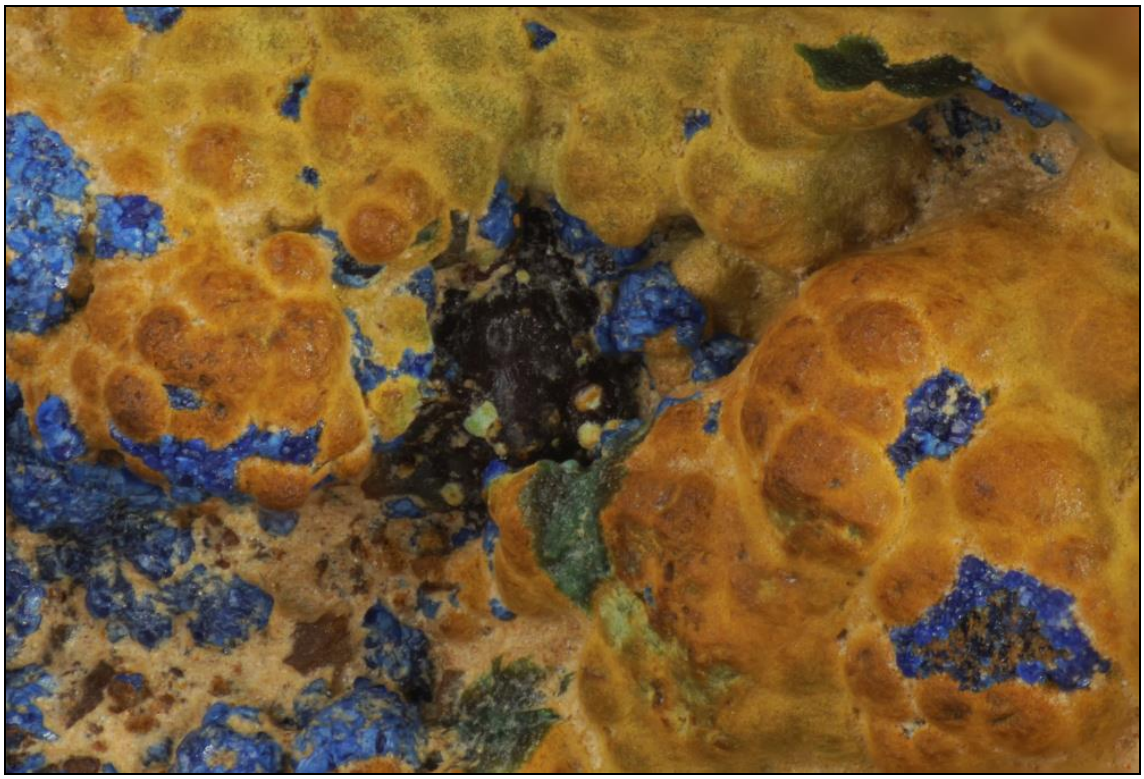
Óxidos de hierro sobre malaquita y azurita. Encuadre 30 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20719.



Óxidos de hierro sobre malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20719.

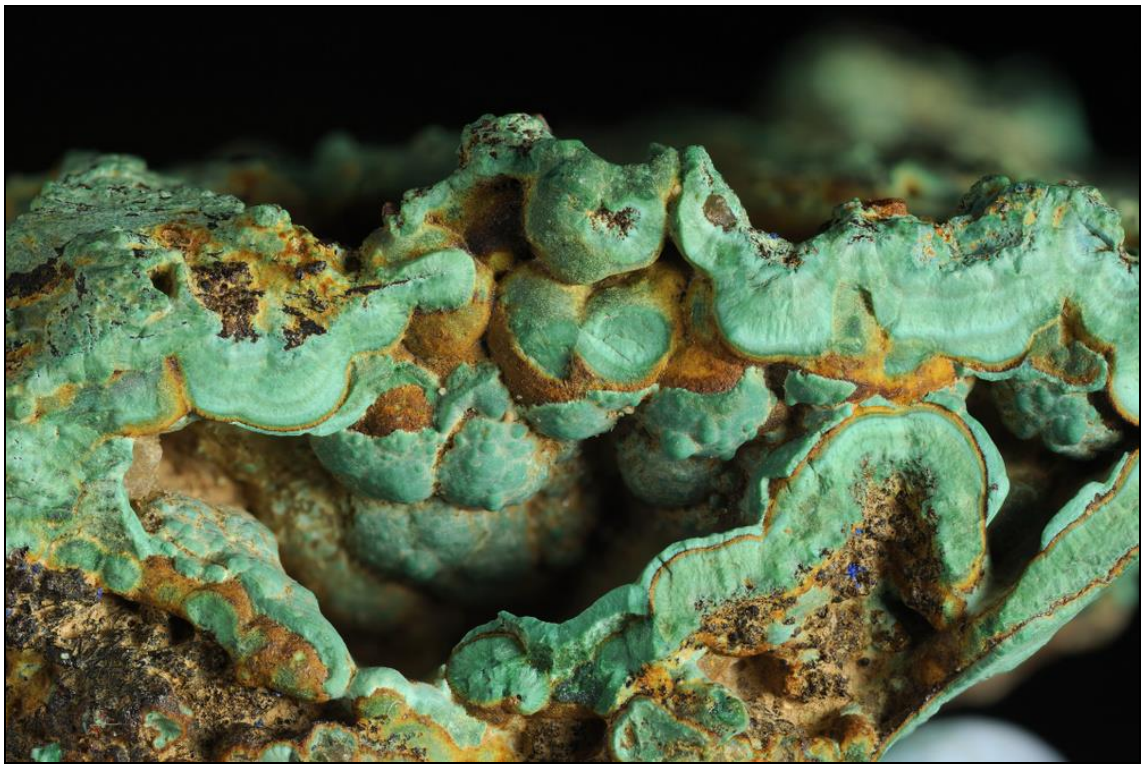


Óxidos de hierro sobre malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20719.



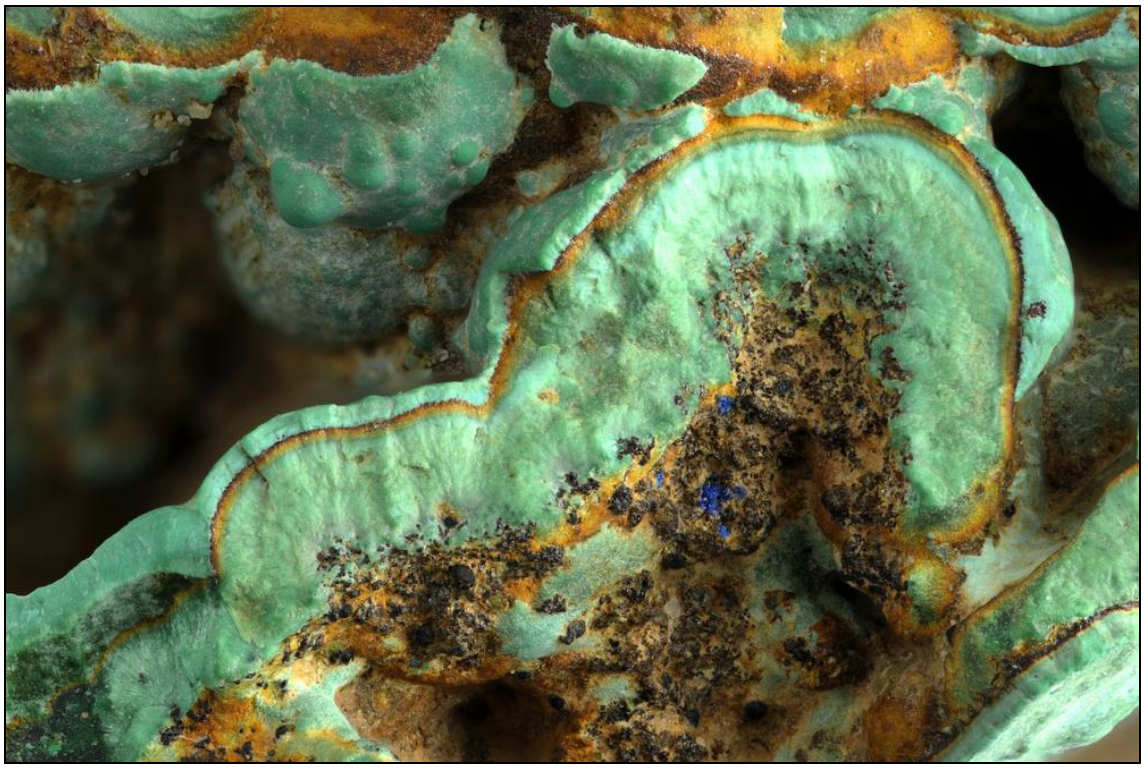
Óxidos de hierro sobre malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20719.

Malaquita botroidal. Ancho pieza 40 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20703.



Malaquita botroidal. Encuadre 21 mm
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20702.

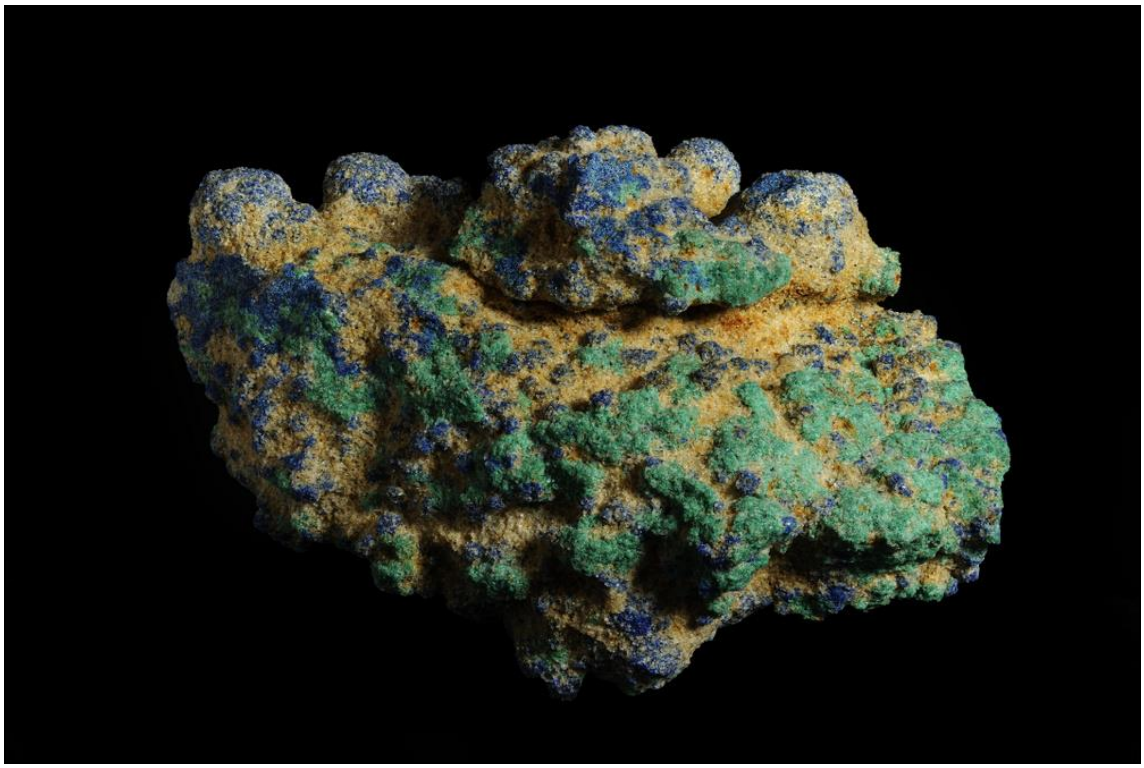
Malaquita botroidal. Encuadre 9 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20703.



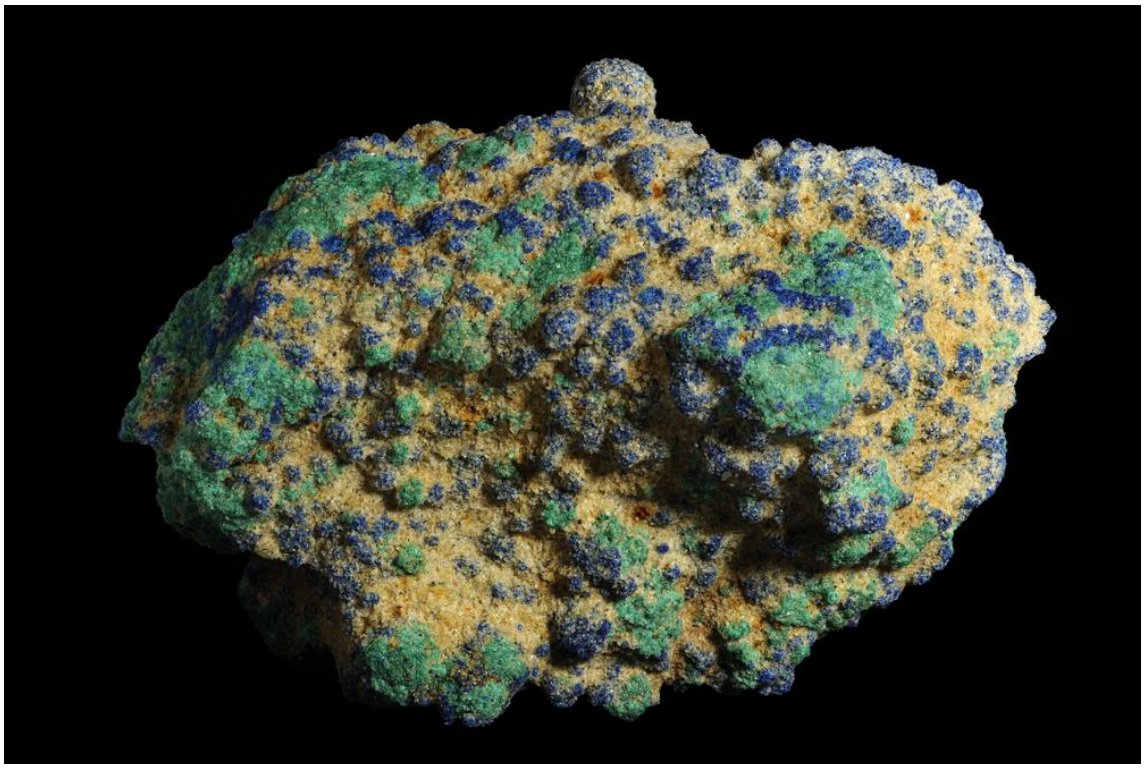
Malaquita botroidal. Encuadre 9 mm
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20702.

Capas botroidales de malaquita alternando con goethita. Encuadre 33 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20701.

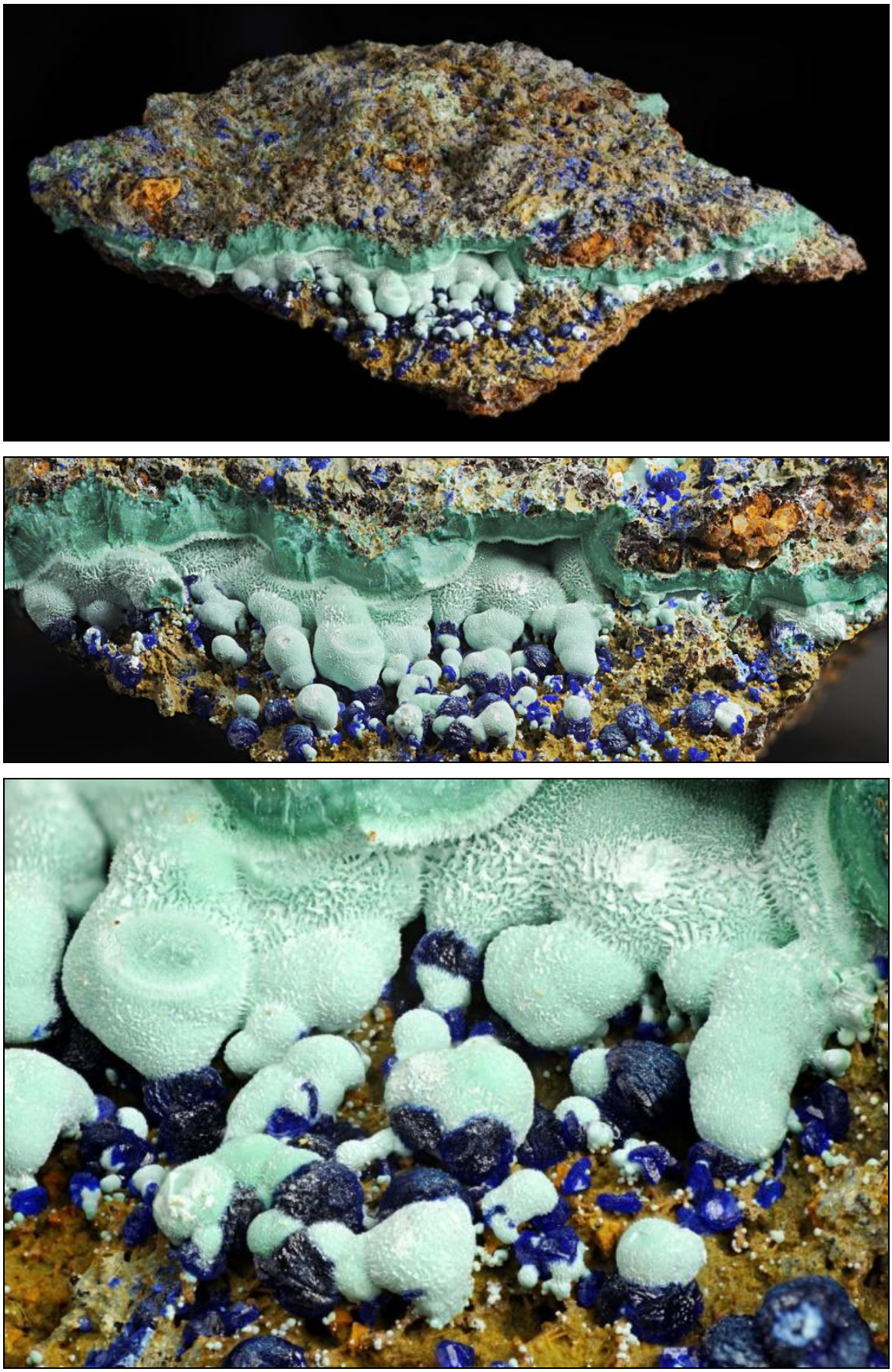
Capas botroidales de malaquita alternando con goethita. Encuadre 21 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20701.



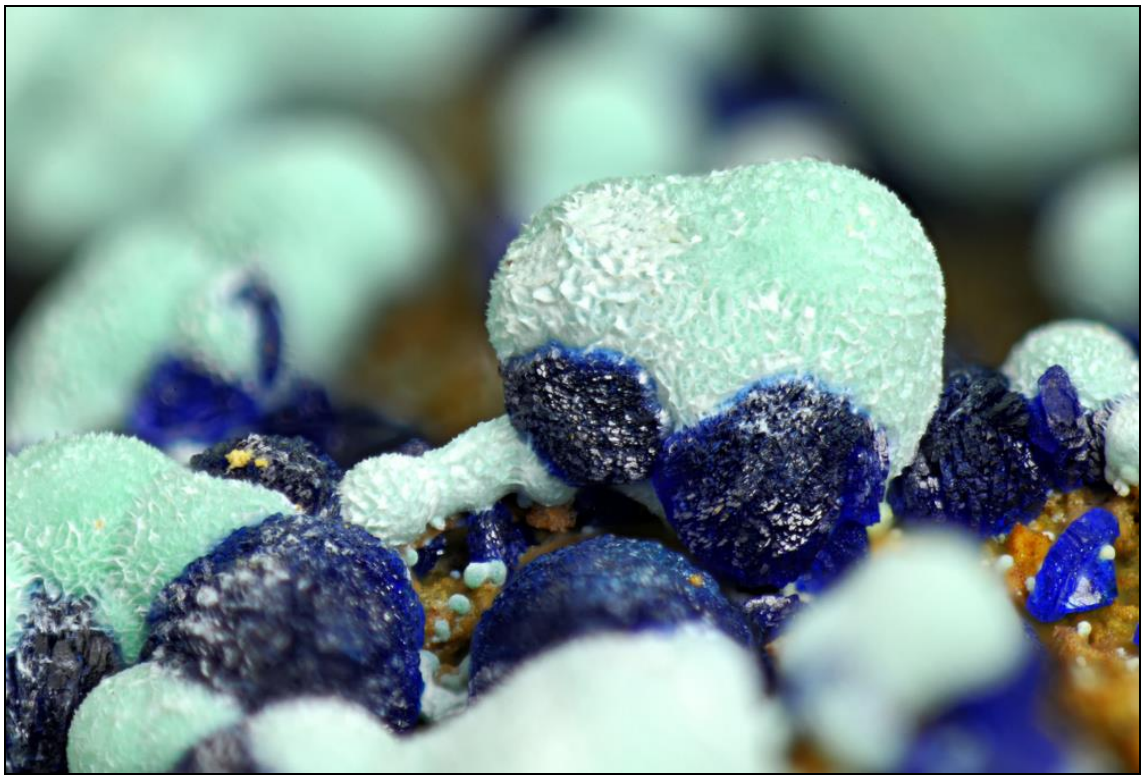
Esférulas areniscosas cementadas con malaquita y azurita. Ancho ejemplar 70 mm. Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20696.



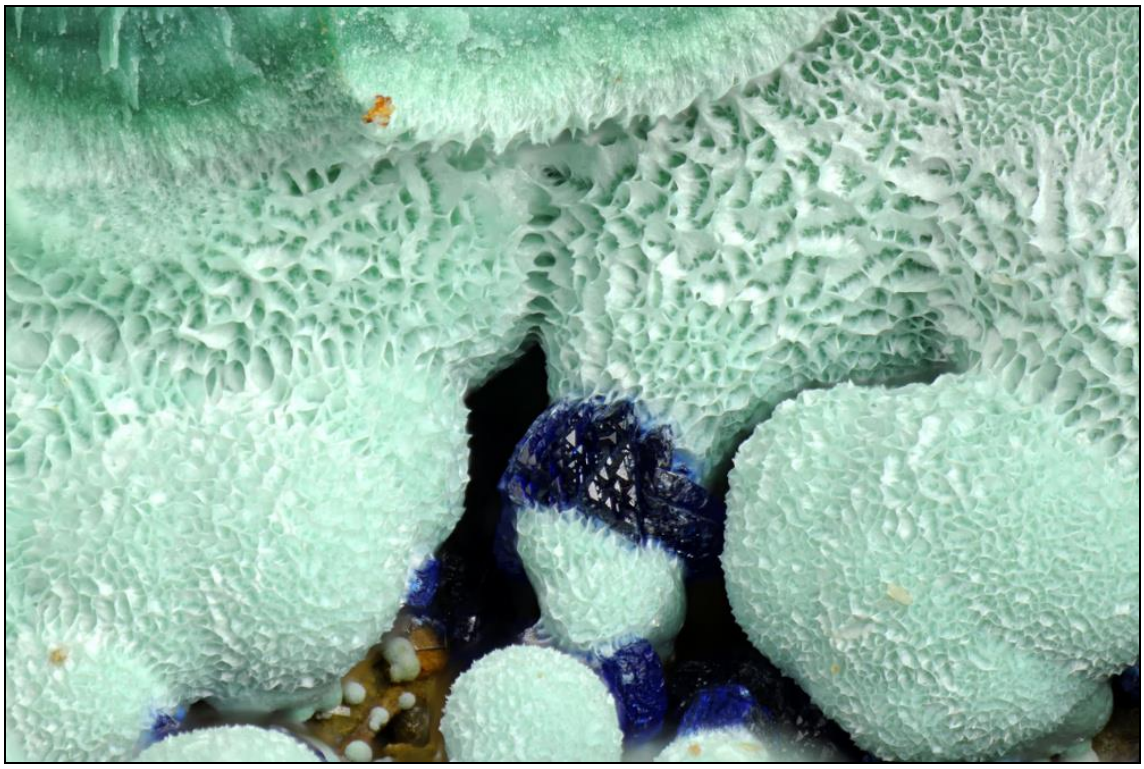
Esférulas areniscosas cementadas con malaquita y azurita. Ancho ejemplar 70 mm. Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20696.



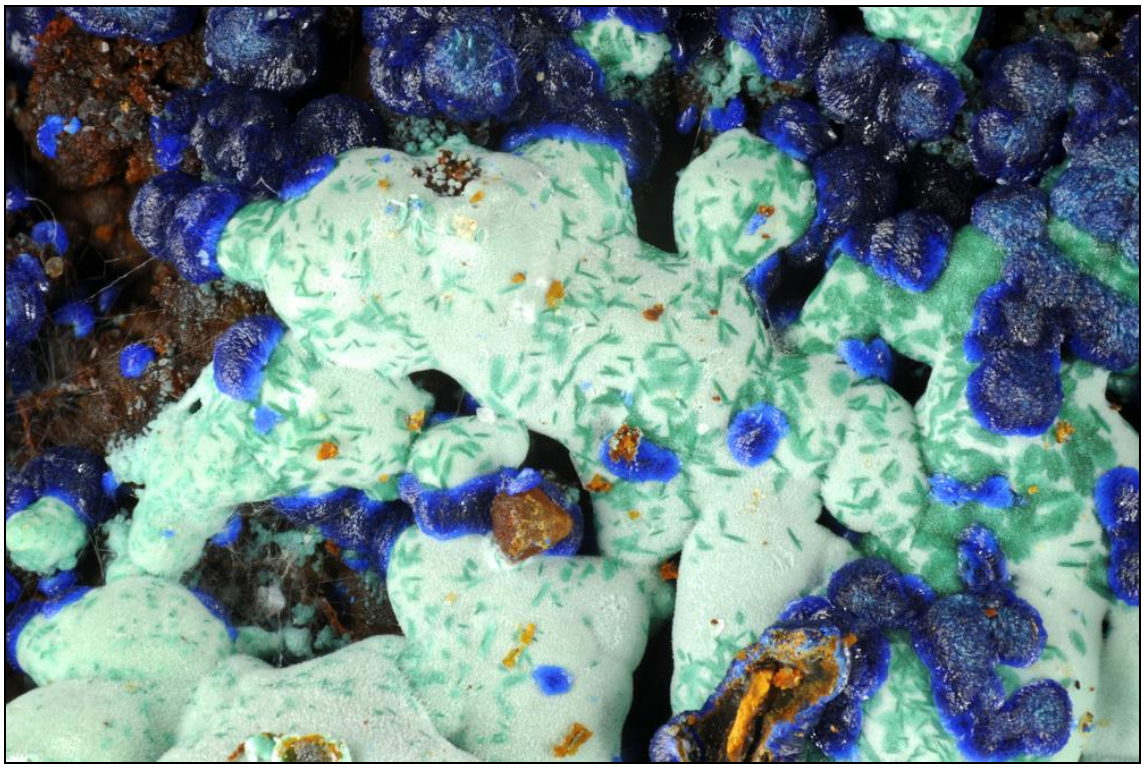
Filoncillo de malaquita botroidal con azurita. De arriba a abajo, encuadres de 42 mm, 20,1 mm y 7 mm. Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20934.



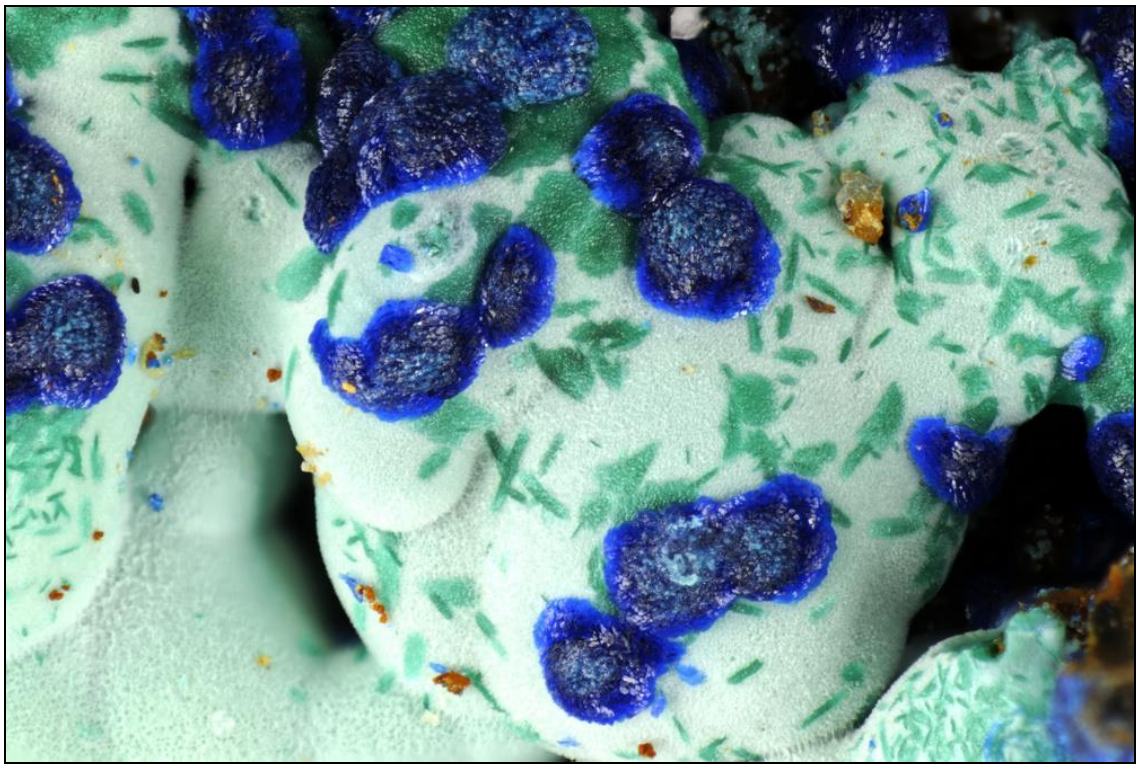
Malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20934.



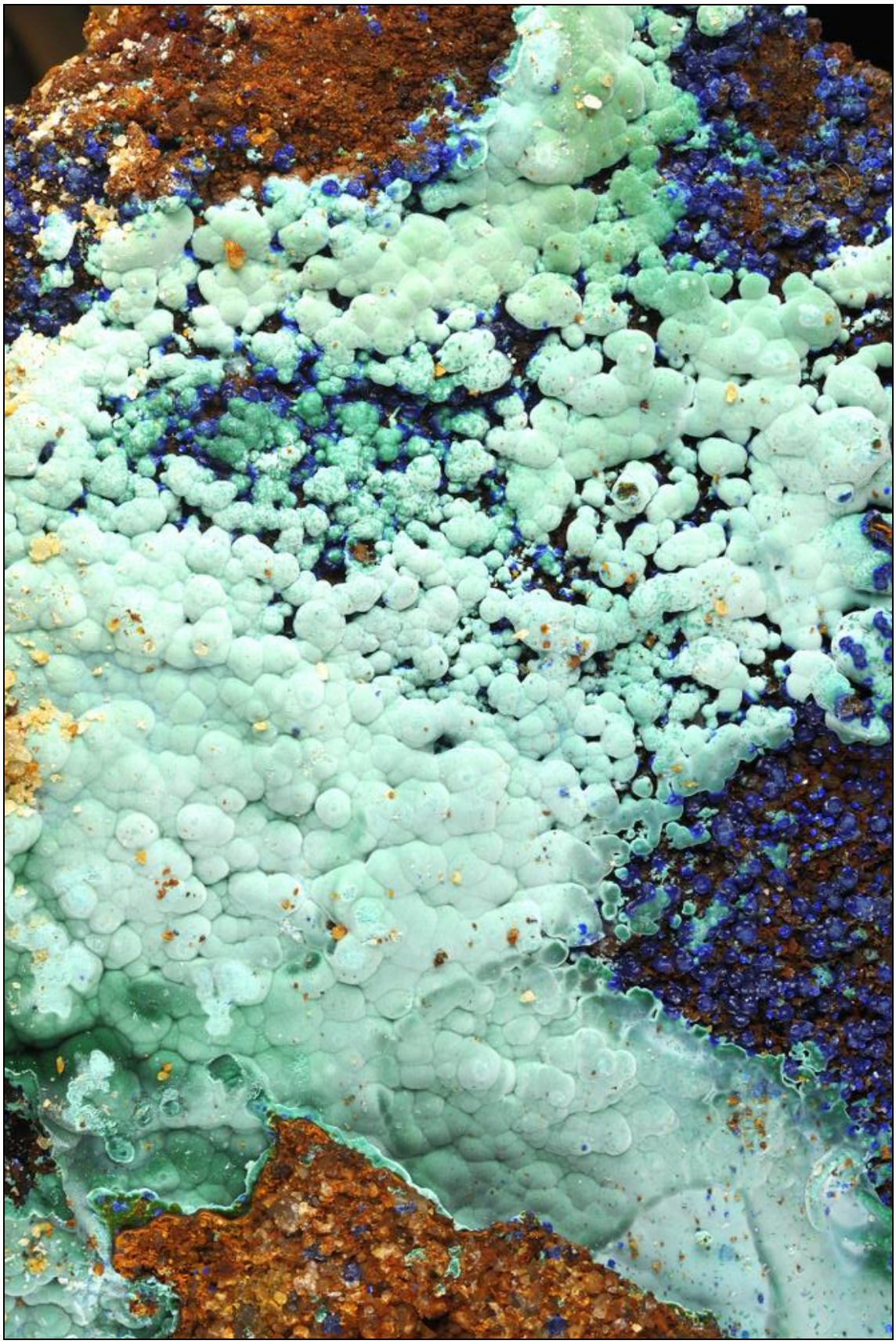
Malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20934.



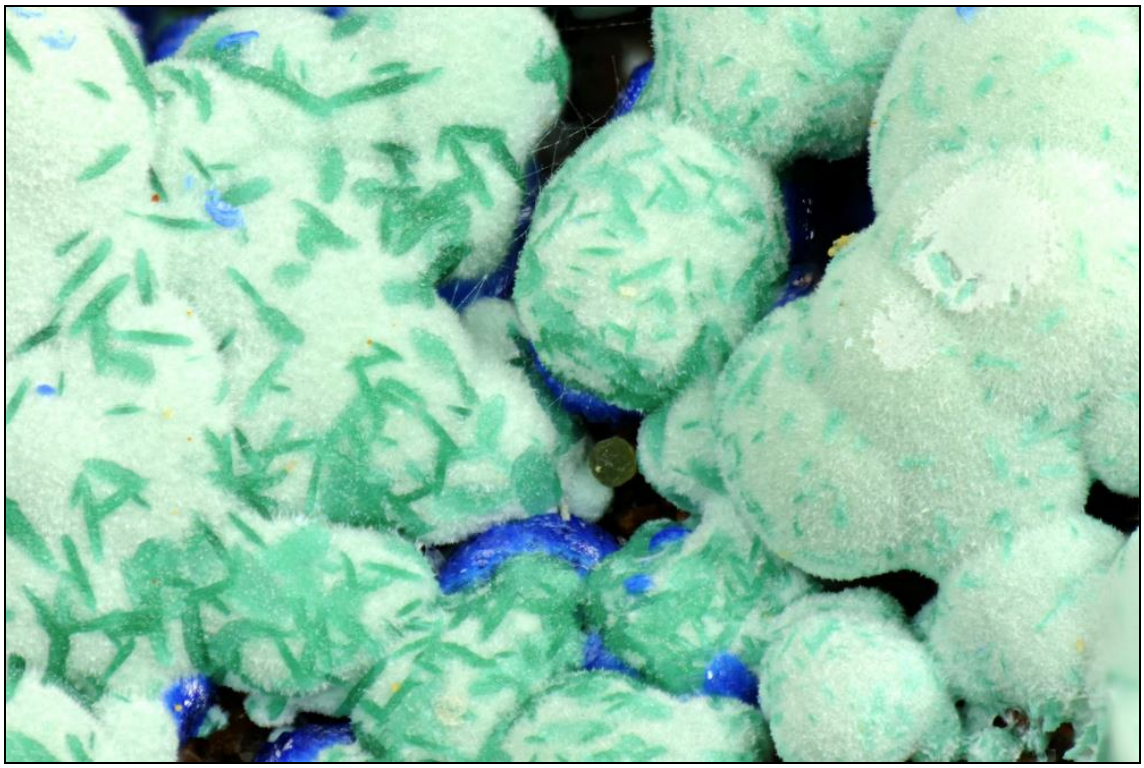
Malaquita y azurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.



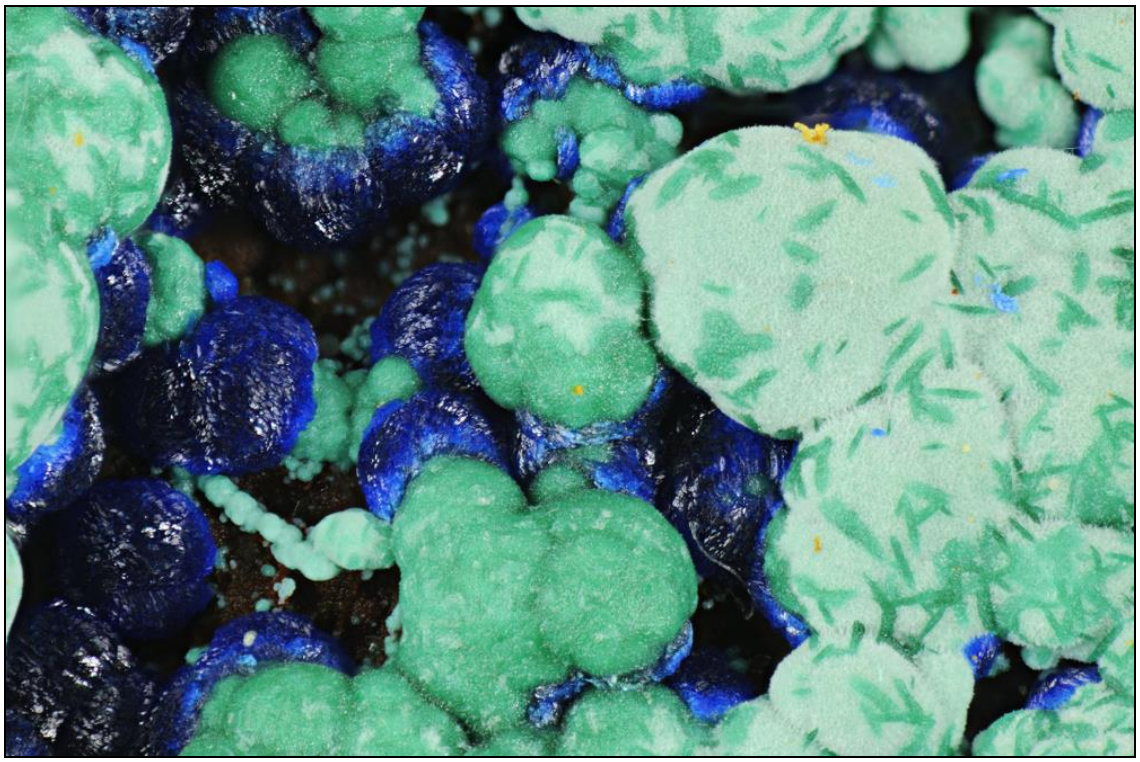
Malaquita y azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.



Malaquita y azurita. Encuadre 25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

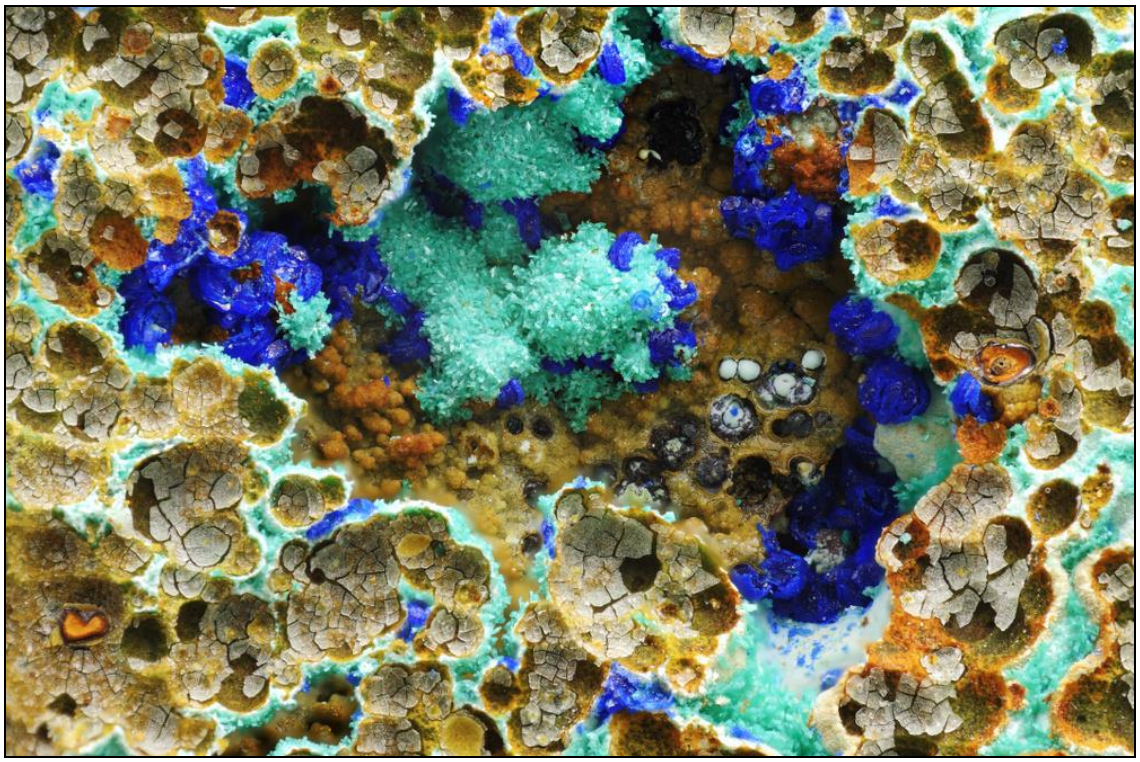


Malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

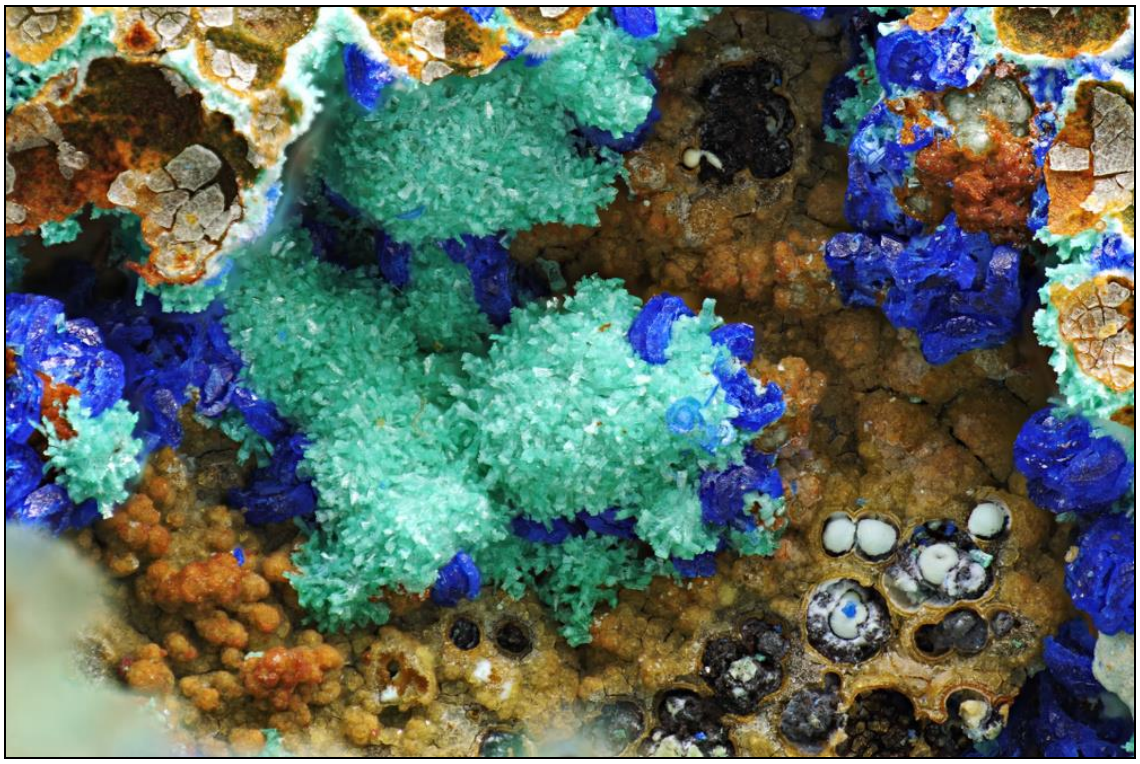


Malaquita y azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20807.

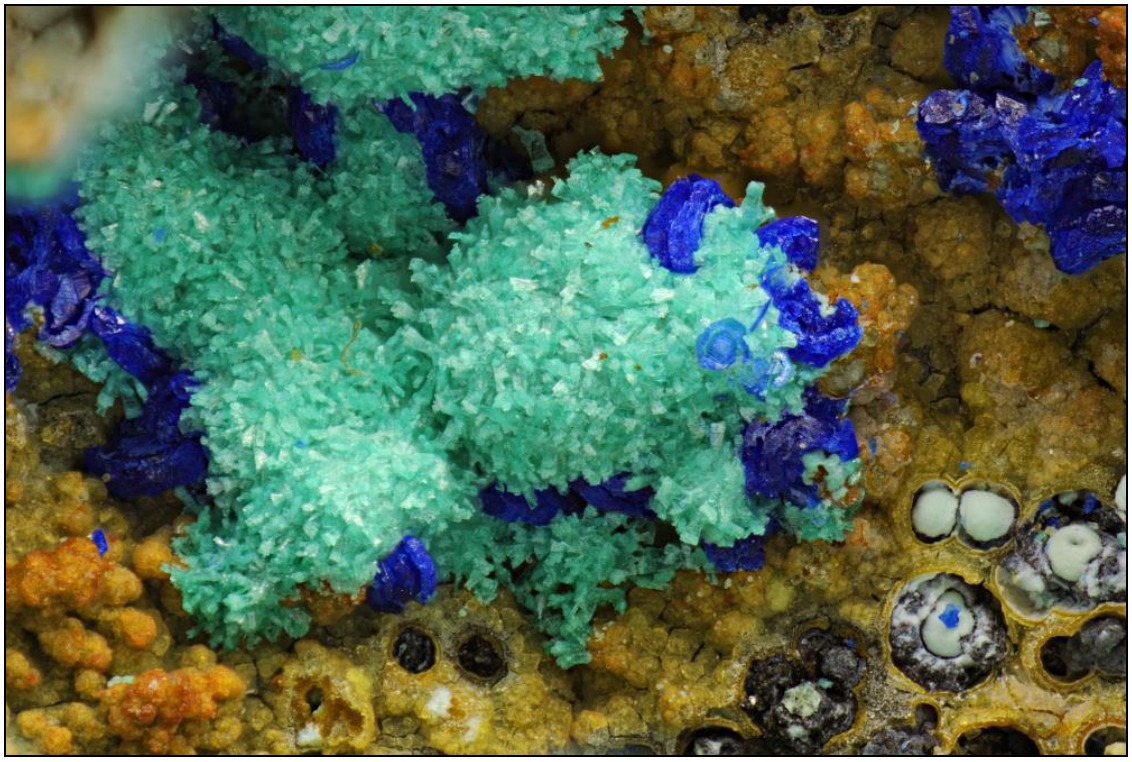
Malaquita. Encuadre 5,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20975.



Malaquita y azurita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20942.

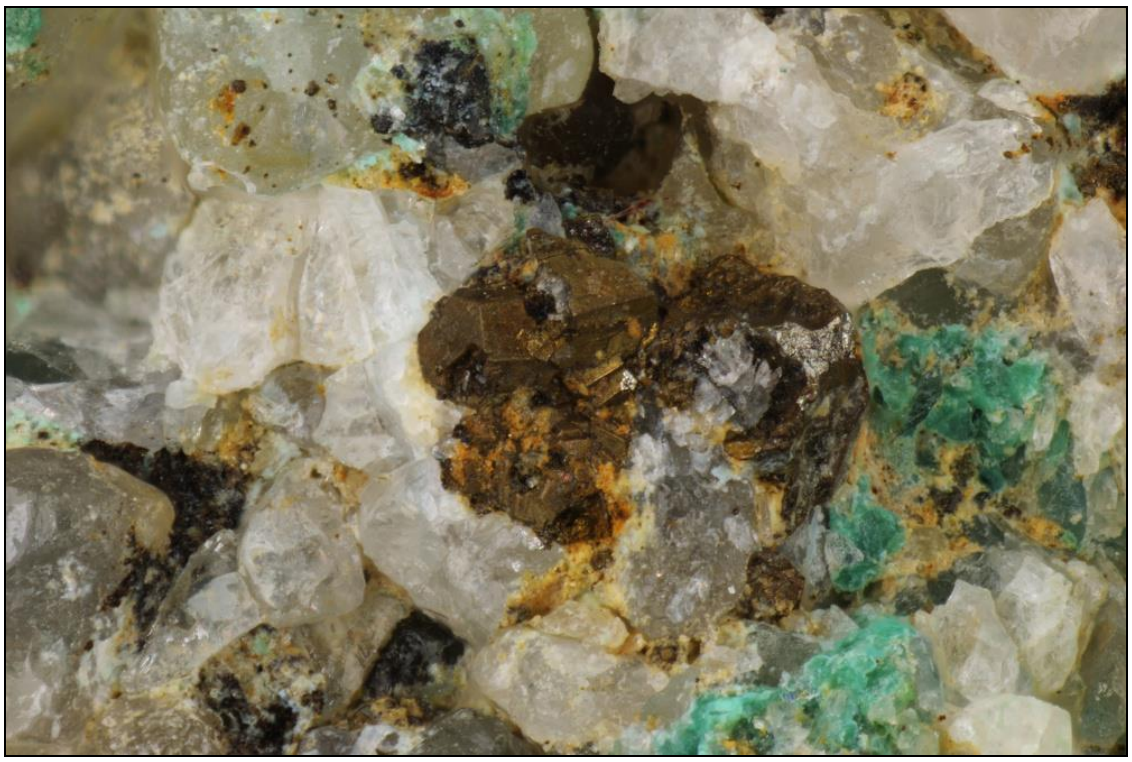


Malaquita y azurita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20942.

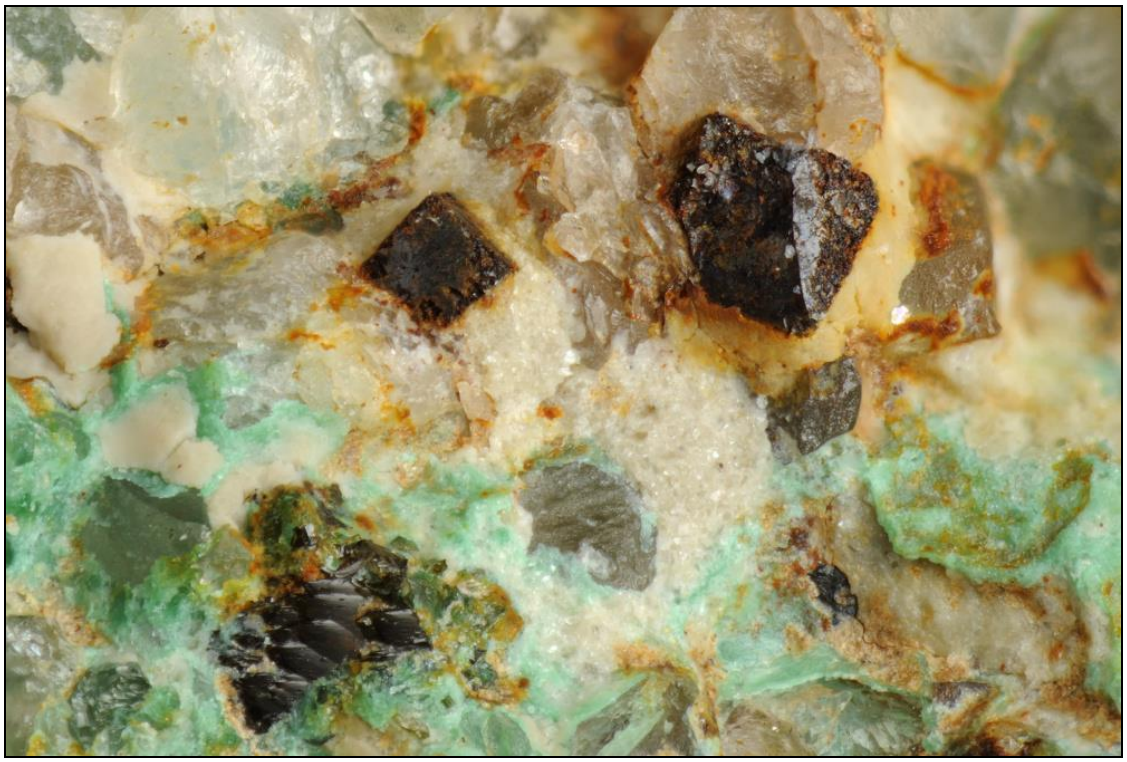


Malaquita y azurita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20942.

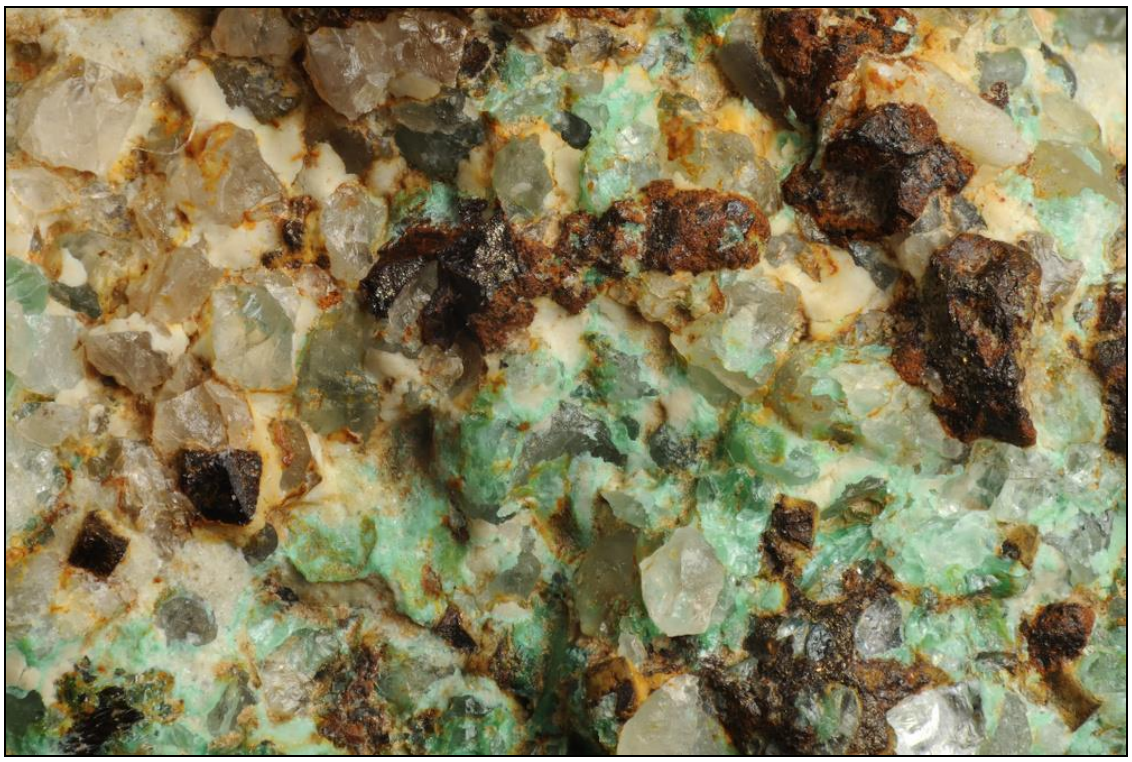
Pirita muy alterada y brochantita. Encuadre 4,25 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.



Pirita, covellina y brochantita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.



Pirita, covellina y brochantita. Encuadre 3 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.

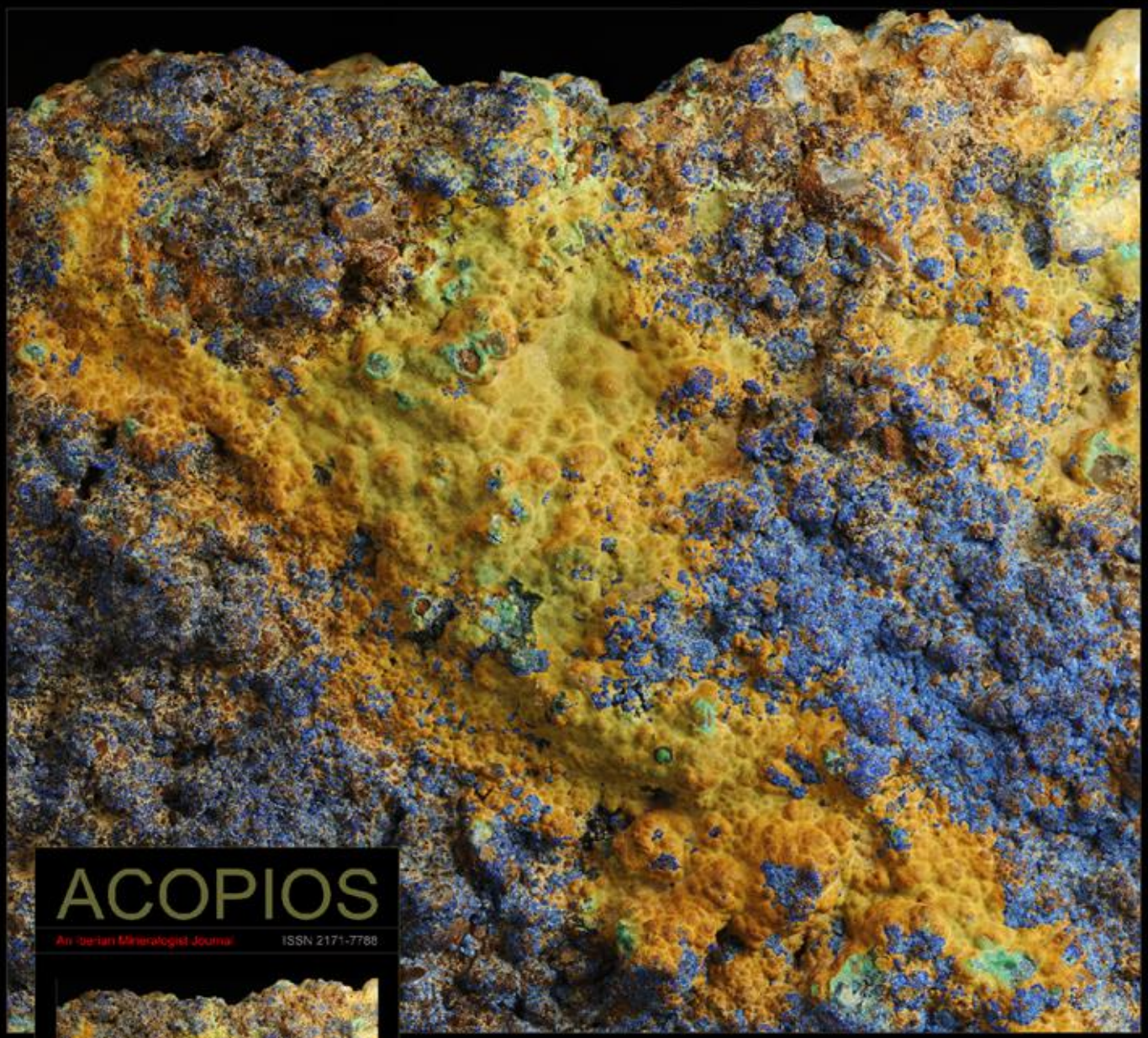


Pirita, covellina y brochantita. Encuadre 7 mm.
Loc. Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Col. Museo de Ciencias Naturales de Álava MCNA 20729.

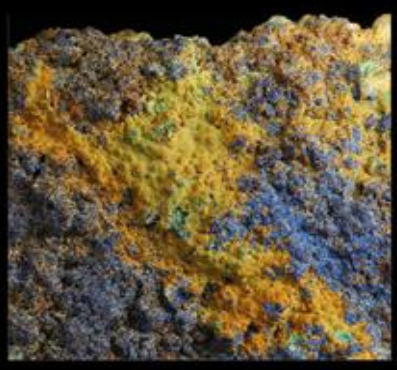
Manuscrito original recibido el 16 de diciembre de 2019.
Publicado: 31 de diciembre de 2019.

ACOPIOS

Revista Ibérica de Mineralogía



ACOPIOS
An Iberian Mineralogical Journal
ISSN 2171-7788



V102019
MTIEDIT

Foto Portada / Foto da Capa:

Óxidos de hierro sobre malaquita y azurita. Encuadre 30 mm.
Loc.: Mina Borrega, El Pozanco, Huidobro, Los Altos, Burgos.
Rec.: Jesús Alonso, 1991.
Col.: Museo de Ciencias Naturales de Álava, MCNA 20751.
Fot.: Enrique Ortiz de Zárate.

ACOPIOS

Revista Ibérica de Mineralogía

ISSN 2171-7788

http://mti-acopios.blogspot.com.es

http://issuu.com/malacate/docs/acopios_10-01

V102019

MTIEDIT