

PUESTA AL DÍA DE LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LAS FORMACIONES SILÍCEAS DEL ENTORNO DE LOS YACIMIENTOS DE LA SIERRA DE ATAPUERCA

Updating of Knowledge about the Environment Siliceous Formations Deposits of the Sierra de Atapuerca

M.^a DOLORES GARCÍA-ANTÓN TRASSIERRA *

RESUMEN En este artículo se catalogan y listan todas las formaciones silíceas existentes en el entorno de la Sierra de Atapuerca, que han sido prospectadas, descritas y analizadas por la autora para su tesis doctoral. En este trabajo se describe una nueva formación silícea y se completa la información existente sobre el resto de afloramientos descubiertos y parcialmente analizados en trabajos precedentes.

Palabras clave: Materias primas silíceas, Sierra de Atapuerca, Afloramientos silíceos.

ABSTRACT This article cataloged and listed all existing siliceous formations in the vicinity of the Sierra de Atapuerca, which have been prospected, described and analyzed by the author for his doctoral thesis. This paper describes new siliceous training and existing information on the rest of outcrops discovered partially completed and analyzed in previous works.

Key works: Siliceous Raw Materials, Sierra de Atapuerca, Siliceous Outcrops.

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca se localizan a 15km al NE de la ciudad de Burgos. Se trata de un complejo kárstico con diferentes cavidades que contienen niveles arqueológicos con ocupaciones humanas que van del Pleistoceno inferior al Holoceno (fig. 1).

* URV-IPHEs, Edificio W3, Campus Sescelades URV, Zona Educativa 4, 43007 Tarragona. moganita@gmail.com

Fecha de recepción: 28/11/2016. Fecha de aceptación: 05/05/2017.

Los primeros estudios sobre materias primas en la Sierra de Atapuerca fueron realizados por Josefa Enamorado (1992), quien inició esta línea de investigación. Las primeras aproximaciones al estudio de las áreas de captación mostraban únicamente dos afloramientos silíceos en el entorno de los yacimientos (Carbonell *et al.*, 1995b; Enamorado, 1992; Gabarró *et al.*, 1999), aunque también se describía por primera vez un afloramiento secundario como fuente de sílex (Carbonell *et al.*, 1995a).

Sin embargo, a finales de la década de los 90 nuevos estudios permitieron apuntar la presencia de dos tipos diferenciados de sílex en el mismo estrato geológico del cretácico (García-Antón, 1997; García-Antón *et al.*, 2002). En la actualidad se han localizado los dos afloramientos silíceos del cretácico, así como otro nuevo tipo de sílex (García-Antón, 1997; García-Antón y Mosquera, 2008; Ollé *et al.*, 2010) Mioceno, y otro del Cretácico inferior que actualmente también han sido evidenciados en algunos niveles arqueológicos (García-Antón, 2016).

En este trabajo se describen y catalogan los datos de todos los afloramientos silíceos identificados hasta la actualidad en el entorno de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca. El último trabajo realizado sobre dichos afloramientos (García-Antón, 2016) se plasmó en una tesis doctoral y presenta entre otras novedades un nuevo afloramiento de edad cretácica.

EL CONTEXTO GEOLÓGICO

El área de estudio se localiza al norte de la península ibérica, en el borde nororiental de la meseta castellana, en la cuenca terciaria del Duero y en el extremo occidental de la Depresión de la Bureba, situándose al sur de la cordillera Vasco-Cantábrica y al norte del sistema ibérico y de la Sierra de la demanda (figs. 1 y 2).

En el centro de este área se localiza la Sierra de Atapuerca, que forma parte de la denominada orla mesozoica de la Sierra de la Demanda, compuesta principalmente por calizas, dolomías y arenas mesozoicas. La sierra corresponde a una estructura de anticlinal tumbado con dirección NNW-SSE del Mesozoico, aislada de la Sierra de Ubierna al N y de la Demanda al SE. Los materiales que la forman pertenecen a las series finijurásicas (*purbeck-Weald*) y cretácicas desde el Albiense-Aptiense hasta el Santoniense (Olivé *et al.*, 1990; Pineda, 1997a). La Sierra destaca con un relieve tipo *mont* sobre los materiales terciarios de la cuenca del Duero.

Al SE de la sierra de Atapuerca se encuentra la Sierra de la Demanda formada por un núcleo constituido por materiales paleozoicos, rodeados de sedimentos mesozoicos. Entre los depósitos paleozoicos predominan los niveles del Cámbrico, constituidos por formaciones cuarcíticas detríticas, que presentan una facies carbonatada en el tránsito del Cámbrico inferior al medio (Colchen, 1974). Seguido por el Ordovícico de origen detrítico, que se apoya concordantemente sobre el Cámbrico. Sobre este paquete se depositaron discordantemente los niveles carboníferos, de origen organógeno y detrítico (Colchen, 1974) (fig. 2).

Aún en la Sierra de la Demanda, hacia el W aparece una orla de materiales mesozoicos que se depositan discordantes. Estos materiales limitan al W con los

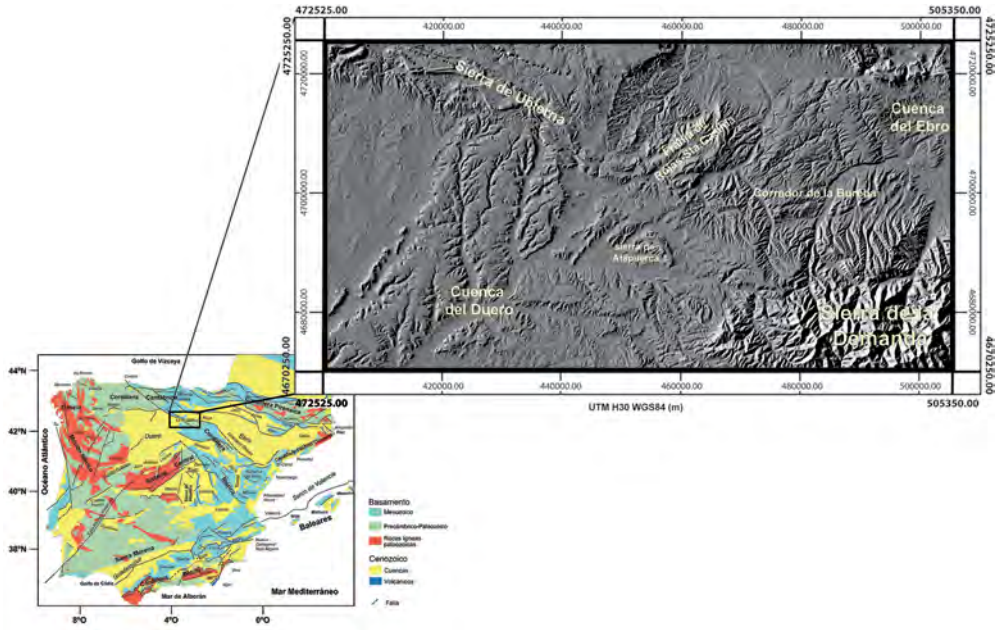


Fig. 1.—Principales unidades morfoestructurales del área de estudio. Esquema geológico de España extraído de Geología de España, 2004.

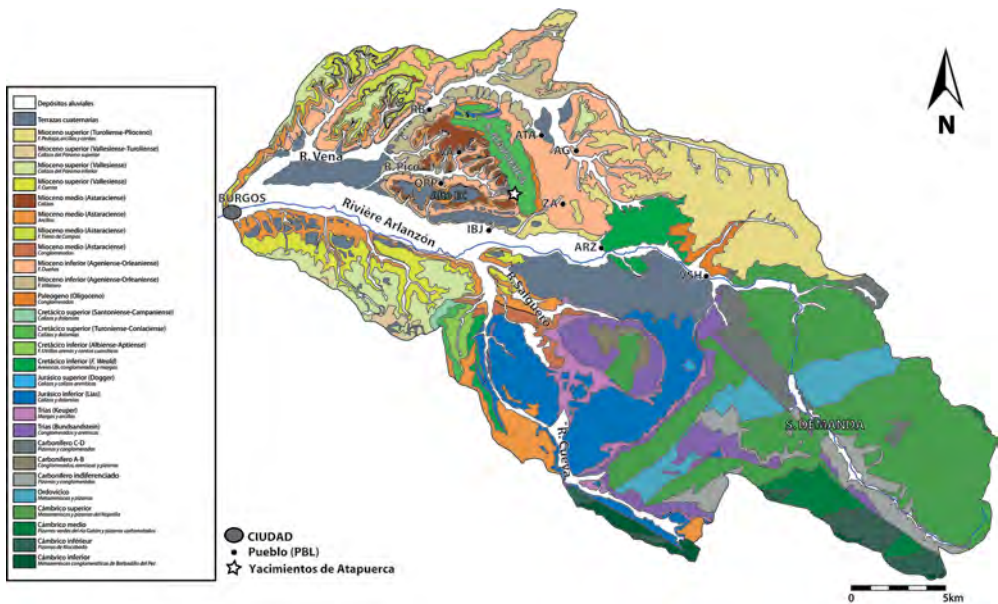


Fig. 2.—Esquema geológico de la cuenca hidrográfica del río Arlanzón.

materiales terciarios de la cuenca del Duero y al N con los materiales terciarios del corredor de la Bureba, que pone en contacto las cuencas terciarias del Duero y del Ebro. Al W de la sierra el Mesozoico presenta materiales triásicos (arcillas y areniscas abigarradas, y conglomerados) del Bundsandstein y del Keuper, así como Jurásicos con dolomías, calizas y calizas margosas y cretácicos (García *et al.*, 1997). Al N el cretácico presenta únicamente materiales de la facies Weald con areniscas, conglomerados y margas (Olivé *et al.*, 1990) (fig. 2).

En la falda de la Sierra de Atapuerca se localizan los depósitos terciarios de la cuenca endorreica del Duero, desarrollándose como diferentes secuencias de abanicos aluviales con cambios de facies en los bordes de cuenca (Mediavilla y Dabrio, 1988; Pineda, 1997a).

Al E de la Sierra de Atapuerca y N de la Demanda aparecen los depósitos detríticos Miocenos de la facies Pedraja, el curso de agua que lo originó erosionó los materiales de la primigenia cordillera Ibérica, dejando un abanico deltaico en su desembocadura.

La red fluvial que discurre en esta área está formada principalmente por el río Arlanzón tributario del río Duero, así como por el río Vena y el Pico afluentes del río Arlanzón.

LOS AFLORAMIENTOS DEL CRETÁCICO

Las formaciones más antiguas del área de estudio con afloramientos silíceos son de edad cretácica, ubicándose en la orla mesozoica de la Sierra de la Demanda, así como en la Sierra de Atapuerca. En estos afloramientos se localizan los sílex de Arlanzón (ARZ), Rasa de San Vicente (RSV) y Valdecuende (VDC).

Cretácico inferior (Facies Weald): El sílex de Arlanzón (ARZ)

Al E de la localidad de Arlanzón se localiza un paquete de alternancias de margas, margo-calizas, calizas arenosas y calizas pisolíticas con lutitas, y arcillas varioladas y rojas (García *et al.*, 1997; Olivé *et al.*, 1990), datadas micropaleontológicamente entre el Valanginiense superior y el Barremiense inferior (fig.3). Esta formación de alternancias pertenece al episodio descrito como facies Weald.

En la base de la secuencia se localiza un nivel de calizas y calizas margosas tableadas con potencias que oscilan entre los 20-30cm (fig. 4, lám. I). Se trata de calizas lacustres con restos de carofitas (tallos y oogonios) y ostrácodos, con núcleos parcialmente silicificados, así como granos detríticos de cuarzo y concentraciones de granos de hierro. La textura es micrítica con presencia de fisuras relictas con recristalizaciones de calcita esparítica.

Los nódulos silíceos se presentan como concentraciones lentejonares distribuidas por el estrato calizo. Se trata de nódulos y lentejones heterométricos de hasta 20cm de eje mayor, de color negro parduzco. Mineralógicamente están compuestos por

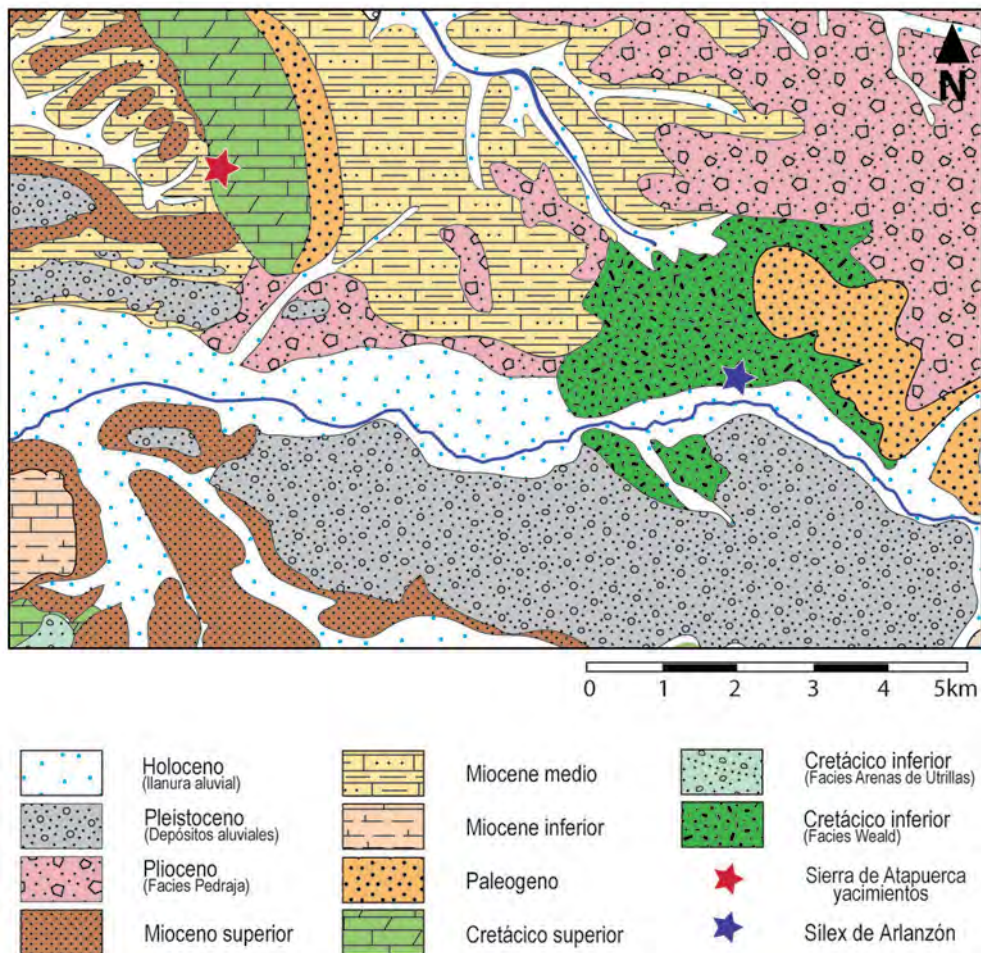


Fig. 3.—Localización de la facies Weald.

cuarzo (97%) y moganita (3%), según análisis de RX presentando restos de calcita en el área cortical (14%). En lámina delgada se observa microcuarzo de calcedonita y mosaico de cuarcina en la porosidad relicta, y mosaico de megacuarzo relleno las fisuras relicta y sustituyendo la calcita inicial (lám. II).

Cretácico superior (Turoniense-Santoniense)

La Sierra de Atapuerca está constituida mayoritariamente por niveles cretácicos, compuestos por estratos del Turoniense-Santoniense inferior y del Cenomaniense.

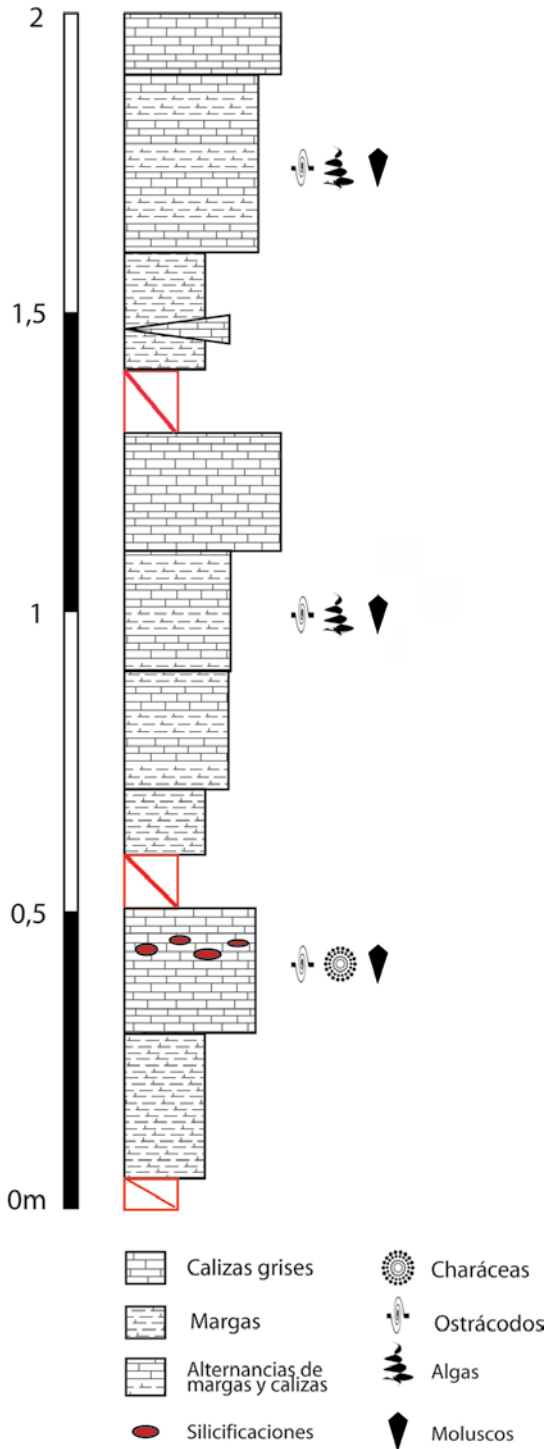


Fig. 4.—Columna litológica de Arlanzón-Villamórico, niveles salobre-lacustres con silicificaciones del Berriasiense (facies Weald).

El estrato cretácico del Turoniense-Santoniense inferior es el que mayor presencia tiene, llegando al 60,5% (Benito-Calvo, 2004). La potencia de este estrato oscila entre los 155-190 m dividiéndose en 3 series que se apoyan sobre el Cenomaniense (Alonso *et al.*, 1993; Pineda, 1997a y 1997b). La secuencia se inicia con 40 m de calizas, calizas margosas y margas, seguida por un segundo episodio de 45-80 m constituido por migración de barras bioclásticas constituidas por calizas y dolomías en el que se identificaron los accidentes silíceos, finalizando la secuencia se encuentra una serie del Santoniense inferior de 70 m compuesta por margocalizas gris-verdosas y calcarenitas en su base (fig. 5).

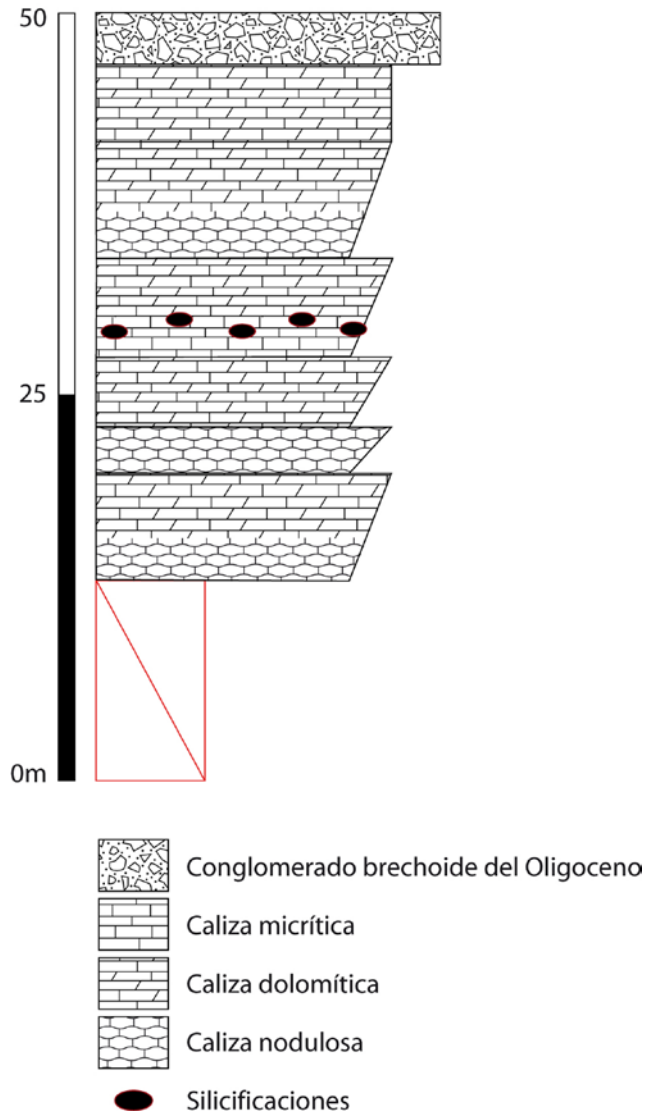


Fig. 5.—Litoestratigrafía del Turoniense-Santoniense y localización de sus silificaciones en la Sierra de Atapuerca.

Los afloramientos silíceos, de la Rasa de san Vicente y de Valdecuende, se distancian 2 km entre ellos y afloran en la superficie de erosión SE1 de la Sierra de Atapuerca (Benito, 2004; Benito y Pérez-González, 2015) (lám. III). La vergencia de estos estratos también propició el afloramiento de nódulos silíceos en el interior del karst de la Sierra en la denominada Galería del sílex, donde hay evidencias de minería durante la prehistoria reciente (Apellániz y Domingo, 1987; Apellániz y Uribarri, 1976; Ortega, 2009)

El sílex de la Rasa de San Vicente (RSV)

El afloramiento de RSV se localiza en el sector suroccidental de la Sierra, entre los 1066 m y los 1072 m de altitud y cercano al vértice geodésico de San Vicente (García-Antón 1997; García-Antón *et al.*, 2002). El afloramiento tiene una extensión de 0,02 km² extendiéndose en dirección NNW-SSE.

En este sector la caliza cretácica que contiene las silicificaciones presenta una estructura bioclástica de tipo *wackestone-packestone*, con presencia de cristales de dolomía y/o ankerita, y ocasionalmente granos detríticos de cuarzo. La composición bioclástica observada en las calizas se compone de una fuerte presencia de espículas de esponja, así como fragmentos de briozoos, lamelibranquios no rodados, foraminíferos bentónicos, y tallos y placas de crinoides (lám. IV).

Los nódulos de sílex presentan morfología arriñonada y heterométrica, con tamaños que oscilan entre los 10 y los 30 cm. Presentan un córtex silíceo de unos 10 mm de desarrollo, de aspecto oqueroso áspero y rugoso. En la zona cortical se observa un mayor contenido bioclástico.

La composición mineralógica del núcleo de los sílex consta de un 96-97% de cuarzo que se observa en lámina delgada como microcalcedonita (1-5 µm), cuarcina y microcuarzo en puzzle y mosaico. Aparece un porcentaje residual de moganita (3%) que podría localizarse como cemento en este sílex, y ocasionalmente se observa presencia de entre uno y dos por ciento de calcita. En lámina delgada se observa una estructura relicta de tipo *wackestone-packestone*, con una representatividad similar de bioclastos, en la que predominan los restos de espículas, foraminíferos bentónicos, briozoos y crinoides (lám. V).

Entre las muestras de rocas analizadas para este estudio se incluyeron sílex de la Galería del Sílex ubicada en el interior del karst de la sierra, que está geográficamente situada bajo la superficie del afloramiento de la Rasa (RSV). En estas muestras no se apreciaron diferencias significativas entre las muestras de los dos afloramientos

El sílex de Valdecuende (VDC)

Este afloramiento se descubrió en 2008 en la cabecera del valle de Valdecuende, en un área donde se arqueológicamente hay identificados talleres de sílex en el denominado Valle de las Orquídeas (Mosquera *et al.*, 2007).

El valle fue creado por el nacimiento del río Pico, encajándose en la SE1 en dirección N-S (Ortega, 2009). La extensión del afloramiento es de 0,04km² en superficie. Mayoritariamente aflora en la cabecera del valle extendiéndose hacia el N en un campo de dolinas denominado Campo de las Brujas, extendiéndose en dirección NNW-SSE a lo largo de la hendidura que realiza el río Pico, perdiéndose en los cantiles calizos del margen oeste del valle.

La roca encajante es una caliza micrítica masiva de color amarillento claro, puntualmente lajosa y bioclástica de tipo *mudstone*. La composición de bioclastos difiere ligeramente de la observada en RSV, la presencia de espículas es la más relevante, pero a diferencia de RSV la proporción de fragmentos angulosos de lamelibranquios y foraminíferos (con predominio de miliólidos) es mayor que la de briozoarios y fragmentos de crinoides casi inexistentes (lám. VI).

Los nódulos de sílex presentan morfología lentejona u ovoidal, con tamaños que oscilan entre los 5 y los 15cm. Su córtex es silíceo con un máximo de 5mm de desarrollo, color amarillento en la parte externa y blanquecino en la interna. Se trata de un córtex de grano fino, poroso y compacto. El tránsito hacia la endocortical es brusco, observándose en la cortical una fuerte composición bioclástica con estructura de espículas ordenadas, fragmentos de lamelibranquios y algún foraminífero. El sílex presenta también una estructura *mudstone*, con poca o nula porosidad. Está compuesto según análisis de DRX por un 96-97% de cuarzo (microcalcedonita y microcuarzo) y un 3-4% de moganita, al igual que las muestras de RSV. En lámina delgada esta composición se observa como un puzzle de microcuarzo y microcalcedonita (1-5 µm), la presencia de aloquímicos muestra bioclastos con predominio de espículas de esponjas, foraminíferos y fragmentos angulosos de lamelibranquios (lám. VII).

LOS AFLORAMIENTOS DEL MIOCENO

El sílex o chert de Juarros (SJ)

Quizás de todos los afloramientos de esta área este sea el más conocido, en parte por el tamaño de los bloques de sílex, así como por la extensión del afloramiento.

Se localiza en la plataforma estructural del Villalval-Rubena, donde aparecen distribuidos grandes bloques métricos de sílex. Su dispersión está delimitada al NE por la falda de la Sierra de Atapuerca, con el río Arlanzón al sur y el Vena al NW (fig. 6). Sin embargo, en el tramo SE de la falda de la Sierra aparecen residualmente bloques de sílex en un tramo en que la formación original ha sido desmantelada por completo (García-Antón, 1997; García-Antón *et al.*, 2002; García-Antón y Mosquera, 2008).

La formación pertenece al Mioceno medio y más en concreto al piso Astara-ciense según datos cartográficos (Alonso-Gavilán *et al.*, 1983; Alonso-Gavilán *et al.*, 2004; Mediavilla *et al.*, 1996; Pineda, 1997a). Se trata de una formación compleja que rellena la cuenca endorreica del Duero, compuesta por alternancias de facies aluviales y fluvio-lacustres detríticas de la facies Tierra de Campos y santa

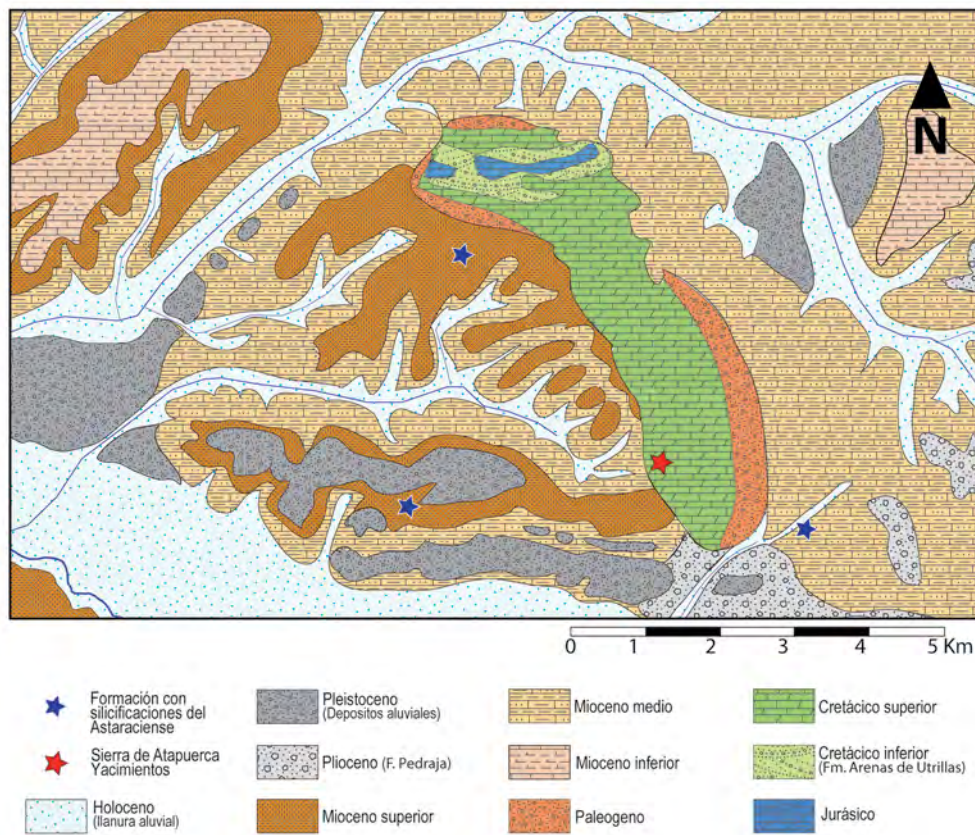


Fig. 6.—Localización de los afloramientos del sílex Astaraciense de Juarros.

M.ª del Campo en la base, a la que suceden niveles alternos margo yesíferos, y que finaliza con calizas micríticas y margocalizas a las que se asocian los bloques silíceos (Alonso-Gavilán *et al.*, 1983; Alonso-Gavilán *et al.*, 2004; Mediavilla *et al.*, 1996; Pineda, 1997a).

Estos sílex se asocian al proceso de karstificación de las calizas, así como a la removilización de yesos y arcillas durante la regresión de las aguas salinas y de sus salmueras. Estos procesos se asocian a la presencia de un PH básico, así como a procesos de disolución de arcillas y margas concentrando, e incluso saturando de sílice estas salmueras y sus aguas, y propiciando así la aparición de los bloques de sílex (Arbey, 1980; Carson, 1991; Erhart, 1973; Warren, 2006).

Los restos de caliza localizados actualmente aparecen adosados al flanco SE de la Sierra de Atapuerca. Se trata de calizas micríticas y oquerosas de color crema, que han sido desmanteladas por completo debido a la intensa karstificación y meteorización. La caliza encajante presenta una matriz micrítica, ocasionalmente

esparítica, con pseudomorfos de yeso (microlenticulas), pedotúbulos que cruzan la matriz y presencia de fuertes oxidaciones (lám. VIII).

Las silicificaciones son de gran tamaño, con bloques métricos de 1 metro de largo por medio metro de ancho y grueso aproximadamente. El proceso de reemplazamiento de la sílice se produjo sobre calizas palustres, nódulos de yeso macro y mesocristalino, así como sobre suelos calcimórficos.

Las corticales de estos bloques son mayoritariamente groseras, siendo de distinta naturaleza dependiendo de las rocas reemplazadas en origen. Suelen presentar un desarrollo medio de 2-3cm y presentar rasgos fibrosos o filamentosos por el reemplazo de yesos, presentando a menudo coloración anaranjada o rojiza por la presencia de fluidos férricos. Los análisis mostraron diferencias entre las corticales superiores e inferiores, con presencia de bandeado opalino en la zona externa del córtex superior.

Predominan los bloques por reemplazamiento de yeso diagenético, de color beige y gris azulado. Estos bloques presentan concentración de pseudomorfos de yeso en las áreas corticales que desaparecen hacia la endocortical. La estructura observada está compuesta por cuarcina y calcedonita que alterna con megacuarzo petaloide en rosetas, localmente palisádico.

También se han identificado silcretas pedológicas evidentes en muestra de mano que presentan pedotúbulos y estructuras relictas de los suelos originales. Estas silcretas presentan un aspecto turbio por la presencia de impurezas y contienen un elevado número de pseudomorfos de yeso que conservan la distribución original generada por capilaridad de fluidos en los suelos, así como calcedonita fibroradiada y lutecita. La porosidad original se observa rellena de calcedonita tapizante, y calcedonita helicoidad en los poros geopetales (lám. IX).

La composición mineral según análisis de DRX es bastante homogénea con presencia muy residual de calcita (de 0 a 1%), y predominio del cuarzo que oscila entre el 90-70% seguido de la moganita entre 10-30%, lo que según la bibliografía existente reafirma el origen evaporítico de estas rocas (Heaney, 1995).

El sílex de Villagonzalo-Pedernales (SVP)

Como afloramiento de sílex fue descrito por primera vez en 1997 (García-Antón, 1997) aunque es conocida su presencia desde siempre, como indica el propio topónimo. El afloramiento se extiende al S-SE de la localidad de Villagonzalo-Pedernales en dirección a Villariego, extendiéndose aproximadamente 4km² sobre la mesa calcárea de la secuencia del Páramo inferior.

La formación pertenece al Mioceno superior, perteneciendo al piso del Vallesiense inferior según la cartografía (Cabrera *et al.*, 1997). El afloramiento forma parte de la secuencia calcárea de calizas del Páramo inferior formada por calizas, calizas margosas y margas alternadas en pisos de potencia variable (García *et al.*, 1997). Las calizas y margo calizas de la roca encajante presentan grietas de retracción y rellenos geopetales, se trata de depósitos carbonatados de entre cincuenta centímetros y un

metro de potencia generados en áreas lacustres salinas y someras (Alonso-Gavilán *et al.*, 2004). Intercaladas con las calizas aparecen margas amarillentas.

Los bloques de este afloramiento son también de gran tamaño con morfologías irregulares y corticales que indican dos rocas cajas diferenciables (calizas y margas). Se trata mayoritariamente de silcretas una de ellas opalina con presencia de ópalo C-T, y un sílex compuesto por microcuarzo y cuarzo fibroso (calcedonita y cuacina) (lám. X). Las silcretas opalinas son las más comunes, opacas y con coloraciones marrón amarillento a marrón oscuro. Presentan estructura pedogenética con textura glaebular en muchos casos (Nash y Ullyott, 2008), así como relictos de yeso y arcillas, así como rellenos geopetales. Las silcretas cuarzosas son de mayor envergadura, con matriz fina de microcuarzo, y presencia de cuarzo fibroso abundante (calcedonita y cuarcina) pudiendo ocasionalmente presentar también Ópalo C-T (lám. XI).

Los afloramientos secundarios: Cantera Dura (CD)

Adosada a la Sierra de Atapuerca en su flanco este se localiza una formación detrítica del Oligoceno o Mioceno inferior compuesta por conglomerados, arenas y arcillas (Olivé *et al.*, 1990; Pineda, 1997a).

Se trata de un conglomerado con matriz areno-limonítica y cemento carbonatado que contiene clastos carbonatados y silíceos de tamaños decimétricos. Entre la carga silícea se identificaron clastos con origen en los afloramientos de RSV y VDC de la Sierra de Atapuerca, diferenciables de los originales por las pátinas y estigmas mecánicos que su deposición secundaria origina.

¿CÓMO AFLORAN ESTOS SÍLEX?

En todos estos afloramientos se han localizado restos de talla e instrumentos líticos en superficie (Navazo *et al.*, 2011; Navazo y Carbonell, 2014; Navazo *et al.*, 2008), y algunos de ellos se han descrito como talleres prehistóricos (Mosquera *et al.*, 2007), o incluso en el caso de la Galería del sílex incluso procesos de minería prehistórica (Apellániz y Domingo, 1987). Sin embargo, para la captación de los recursos líticos es necesario además que las rocas sean accesibles para las poblaciones prehistóricas. Así pues, dependiendo de las poblaciones la accesibilidad de estos recursos hará que unas rocas sean utilizadas con mayor o menor profusión a lo largo de la prehistoria. En el Pleistoceno inferior y medio, los grupos humanos prefieren el acceso fácil a los recursos, primando la accesibilidad y la abundancia de las rocas, por encima de otras variables. En el espectro de recursos líticos descrito en este trabajo se observan diferentes modos de afloramiento, lo que hace que la captación de los sílex en algunos casos pueda diferenciarse. Los procesos de meteorización han propiciado el afloramiento y desmantelado de todos los sílex, aunque cada uno de ellos presenta su propia idiosincrasia.

1. Afloramiento SARZ: El primer paso es la disolución de la caliza encajante que hace que los sílex afloren en superficie y en los cantiles que el río Arlanzón ha excavado en la facies Weald. Ya desde su formación este tipo de sílex es proclive a la fracturación. Una vez aflorados en superficie, su fisuración y posterior relleno de sílice y calcita, facilitan la fracturación tanto por procesos mecánicos como químico. Debido a ello no se observan nódulos enteros desmantelados en la formación, y los fragmentos angulosos suelen ser de reducidas dimensiones y estar muy fracturados. Aparecen fragmentos de este sílex en las terrazas del Arlanzón, aunque en formatos no superiores a 64mm y disminuye mucho su presencia en cuanto nos alejamos del área de origen.
2. Afloramiento RSV: La disolución química de la caliza en esta área ha propiciado la aparición de un lapiaz bien desarrollado (Ortega, 2009), haciendo que los nódulos de sílex aparezcan desmantelados o semidesmantelados. Los nódulos se recuperan fácilmente entre la *terrарossa* y el suelo edáfico. Y debido a su tamaño no están cubiertos por completo por la vegetación, siendo reconocibles.
3. Afloramiento VDC: Al igual que en caso de RSV las calizas de Valdecuende presentan karstificación y meteorización que han generado un lapiaz prácticamente cubierto por arcillas de descalcificación. Se trata de un lapiaz menos desarrollado (Ortega, 2009). Entre la *terrарossa* aparecen los nódulos mezclados con industrias del Pleistoceno superior. Estos nódulos actualmente son difíciles de identificar ya que aparecen cubiertos por musgo y otras plantas superiores.
4. Afloramiento SJ y SVP: Estos dos afloramientos comparten el tipo de afloramiento de sus bloques silíceos. En los dos casos los bloques han sido desmantelados por completo y las rocas caja han desaparecido por procesos de karstificación y disolución. Ya desencajados los bloques de sílex se recuperan en algunos casos fracturados por procesos de gelificación lo que hace que los tamaños sean más fáciles de transportar, sobretudo en el caso de los sílex de Juarros.
5. Afloramiento CD: Esta formación se ha desmantelado parcialmente por acción meteórica, dispersándose sus clastos a través de la falda este de la Sierra de Atapuerca hacia las terrazas del río Vena. Los restos de los sílex desmantelados presentan rasgos de choques mecánicos y pátinas alteríticas que sumándose al tamaño de los clastos permiten diferenciar los sílex de este afloramiento de los nódulos de los afloramientos originales.

AGRADECIMIENTOS

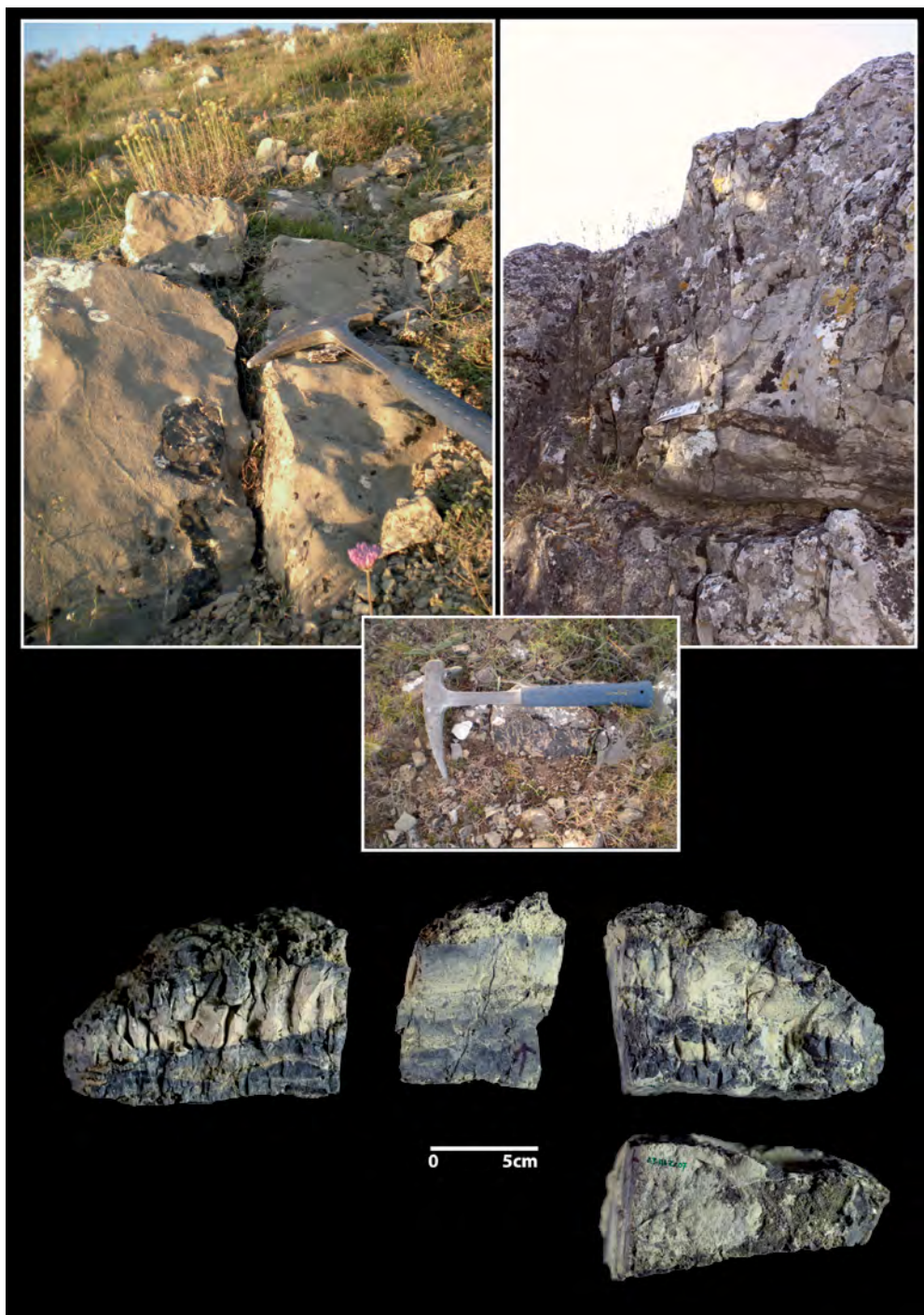
Este trabajo se realizó en el marco del proyecto arqueopaleontológico de Atapuerca subvencionado por el MINECO (CGL2009-12703-C03-02) a lo largo de varios años. Por otra parte, he de agradecer el trabajo de campo que todo el equipo de investigación ha llevado a cabo, así como la ayuda inestimable que la fundación de Atapuerca ofreció durante el trabajo de campo. Así como a Francisco Javier Marcos, quien nos puso en la pista del sílex Arlanzón.

BIBLIOGRAFÍA

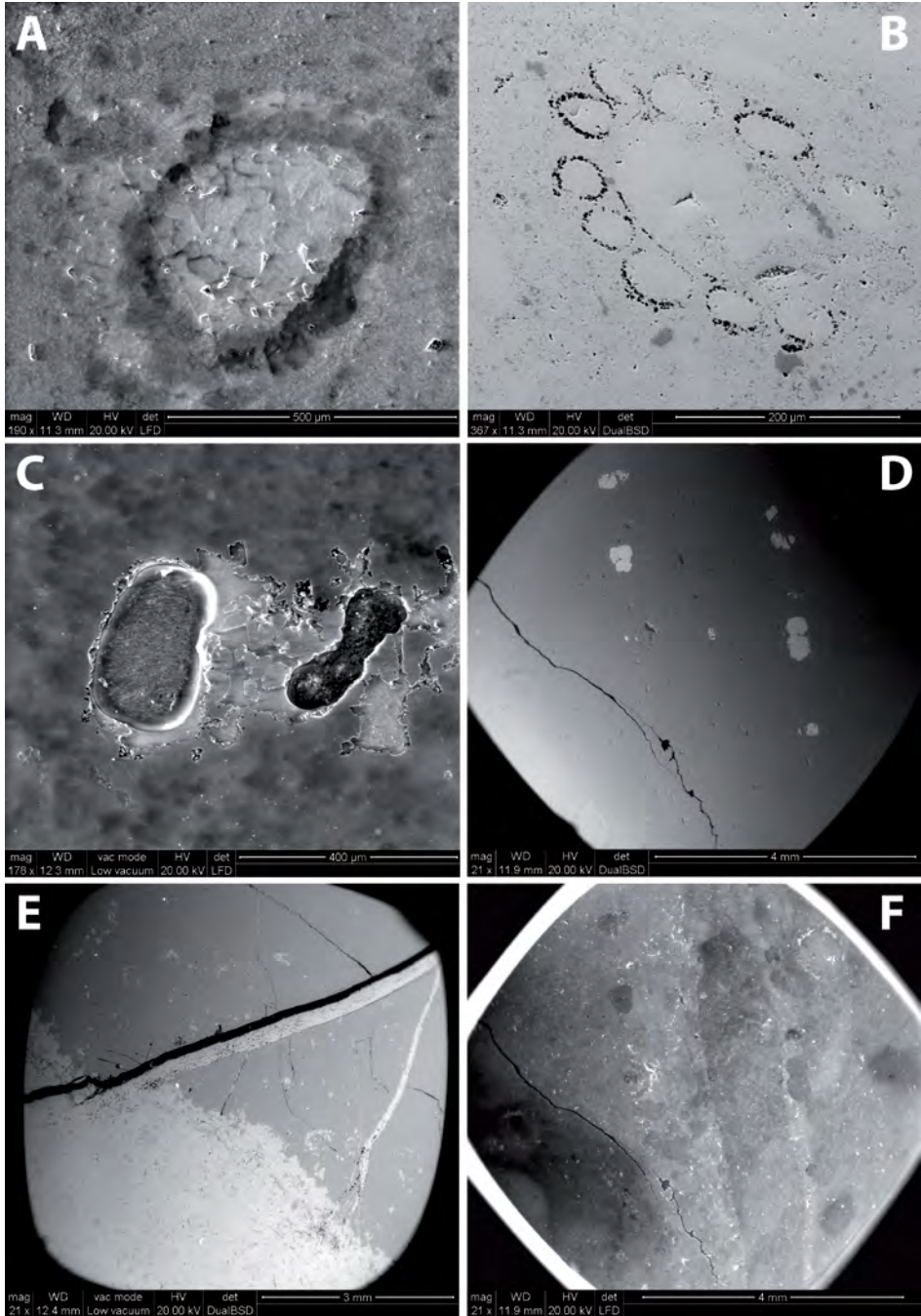
- ALONSO-GAVILÁN, G., ARMENTEROS, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., DABRIO, C., JIMÉNEZ, E., LÓPEZ, N., OLIVÉ, A., DEL OLMO, P., POL, C. y PORTERO, J.M. (1983): "La depresión del Duero", *Geología de España. Libro Jubilar de J.M. Ríos*, I.G.M.E., Madrid, pp. 487-489.
- ALONSO-GAVILÁN, G., ARMENTEROS, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., HUERTA, P. y RODRÍGUEZ, J.M. (2004): "Cuenca del Duero", *Geología de España* (Vera, J.A., ed.), SGE-IGME, Madrid, pp. 550-556.
- ALONSO, A., FLOQUET, M., MAS, J.R. y MELÉNDEZ, A. (1993): "Late Cretaceous carbonate platforms: Origin and Evolution, Iberian Range, Spain", *Cretaceous carbonate Platforms* (Simò, T., Scott, R.W. y Masse, J.P., eds.), Am. Assoc. of Petrol. Geol. Mem. 56, pp. 297-313.
- APELLÁNIZ, J.M. y DOMINGO, S. (1987): *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) II. Los materiales de superficie del Santuario de la Galería del Sillex*, Cuadernos de Arqueología de Deusto 10, Universidad de Deusto, Bilbao.
- APELLÁNIZ, J.M. y URIBARRI, J.L. (1976): *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) I. El santuario de la Galería del Sillex*, Cuadernos de Arqueología de Deusto V, Universidad de Deusto, Bilbao.
- ARBEY, F. (1980): "Les formes de la silice et l'identification des évaporites dans les formations sicilifiées", *Bulletin du Centre des Recherches Exploration Production Elf-Aquitaine* 4:1, pp. 309-365.
- BENITO CALVO, A. (2004): *Análisis geomorfológico y reconstrucción de paleopaisajes neógenos y cuaternarios en la Sierra de Atapuerca y el valle medio del río Arlanzón*, Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Geológicas, Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense, Madrid.
- BENITO CALVO, A. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (2015): "Geomorphology of the Sierra de Atapuerca and the Middle Arlanzón Valley (Burgos, Spain)", *Journal of Maps* 11, pp. 535-544.
- CABRERA, R., CRESPO, J.L., GARCÍA, J.I., MEDIAVILLA, B. y ARMENTEROS, I. (1997): "Mapa Geológico y Minero de Castilla y León, escala 1:400.000", Junta de Castilla y León. Sociedad de explotación e Investigación Minera de Castilla y León, S.A. (SIEMCALSA), Valladolid.
- CARBONELL, E., GIRALT, S., MÁRQUEZ, B., MARTÍN, A., MOSQUERA, M., OLLÉ, A., RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, X.P., SALA, R., VAQUERO, M., VERGÈS, J.M. y ZARAGOZA, J. (1995a): "El conjunto Lito-Técnico de la Sierra de Atapuerca en el marco del Pleistoceno Medio Europeo", *Evolución Humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca / Human Evolution in Europe and the Atapuerca Evidence* (Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L. y Carbonell, E., eds.), Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 445-555.
- CARBONELL, E., MÁRQUEZ, B., MOSQUERA, M., OLLÉ, A., RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, X.P., SALA, R., VAQUERO, M. y VERGÈS, J.M. (1995b): "Atapuerca Trinchera Galería (Spain): Strategies and operational models of lithic industry", *Cahier Noir* 7, pp. 41-83.
- CARSON, G.A. (1991): "Silicification of Fossils", *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record* (Allison, P.A. y Briggs, D.E.G., eds.), Plenum Press, New York, pp. 456-501.
- COLCHEN, M. (1974): *Géologie de la Sierra de la Demanda, Burgos-Logroño (Espagne)*, Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria, Madrid.
- ENAMORADO, J. (1992): *Aprovechamiento del entorno por los grupos humanos del Pleistoceno Medio en la Península Ibérica*, Universidad Complutense Madrid, Madrid.
- ERHART, H. (1973): *Itinéraires géochimiques et cycle géologique du silicium: katamorphisme des silicates primaires: genèse et evolution de la silice de néoformation*, Doin, Paris.
- GABARRÓ, J.M., GARCÍA-ANTÓN, D., GIRALT, S., MALLOL, C. y SALA, R. (1999): "Análisis de la Captación de Materias Primas Líticas en el Conjunto Técnico del Modo 2 de Galería", *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoeología del Yacimiento de Galería* (Carbonell, E., Rosas, A. y Díez, J.C., eds.), Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Zamora, pp. 283-298.

- GARCÍA-ANTÓN, M.D. (1997): *Origen geológico y de la alteración del sílex arqueológico del complejo Galería: Subnivel GIIa (Sierra de Atapuerca, Burgos)*, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- GARCÍA-ANTÓN, M.D. (2016): *La captación, selección y gestión de recursos líticos en la prehistòria: una visió diacrònica del territori y sus recursos en el entorno de la Sierra de Atapuerca (Burgos) durante el Pleistoceno inferior y medio*, Tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- GARCÍA-ANTÓN, M.D., MORANT, N. y MALLOL, C. (2002): "L'approvisionnement en matières premières lithiques au Pléistocène inférieur et moyen dans la Sierra de Atapuerca, Burgos (Espagne). Lithic raw material procurement in the Lower and Middle Sites of the Sierra de Atapuerca, Burgos (Spain)", *L'Anthropologie* 106:1, pp. 41-55.
- GARCÍA-ANTÓN, M.D. y MOSQUERA, M. (2008): "Donnees preliminaires sur des aires d'approvisionnement et de selection des matières premières lithiques dans les occupations du Pleistocene moyen du niveau TD10-1², Aires d'approvisionnement en matières premières et aires d'approvisionnement en ressources alimentaires/ Raw Material Supply Areas and Food Supply Areas. Approche intégrée des comportements/ Integrated approach of the behaviours (Moncel, M.-H., Moigne, A.-M., Arzarello, M. y Peretto, C., eds.), Proceedings of the XV UISPP World Congress (Lisbon, 4-9 September 2006), B.A.R. International series 1725, Archaeopress, pp. 171-185.
- GARCÍA, A., CABRA, P. y SOL, J. (1997): *Mapa geológico de España Escala 1:50.000. Hoja de Villagonzalo-Pedernales (239) 19-11, 2.ª serie (MAGNA)*, IGME, Madrid.
- HEANEY, P.J. (1995): "Moganite as an indicator for vanished evaporites: a testament reborn?", *Journal of Sedimentary Research A: Sedimentary Petrology y Processes* A65, pp. 633-638.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1988): "Controles sedimentarios neógenos en la depresión del Duero (Sector Central)", *Revista de la Sociedad Geológica de España* 1:1-2, pp. 187-195.
- MEDIAVILLA, R.M., DABRIO, C.J., MARTÍN-SERRANO, A. y SANTISTEBAN, J.I. (1996): "Lacustrine Neogen systems of the Duero Basin: evolution and control", *Tertiary basins of Spain: the stratigraphic record of curstal kinematics* (Friend, P.F. y Dabrio, C.J., eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 183-187.
- MOSQUERA, M., OLLÉ, A., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, X.P., VAQUERO, M., VERGÉS, J.M. y CARBONELL, E. (2007): "Valle de las Orquídeas: un yacimiento al aire libre del Pleistoceno Superior en la Sierra de Atapuerca (Burgos)", *Trabajos de Prehistoria* 64:2, pp. 143-155.
- NASH, D.J. y ULLYOTT, J.S. (2008): "Silcrete", *Geochemical Sediments and Landscapes* (Nash, D.J. y McLaren, S.J., eds.), Blackwell Publishing, Oxford, pp. 95-143.
- NAVAZO, M., ALONSO-ALCALDE, R., BENITO-CALVO, A., DÍEZ, J.C., PÉREZ-GONZÁLEZ, A. y CARBONELL, E. (2011): "Hundidero: mis 4 open air neanderthal occupations in Sierra de Atapuerca", *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia* 39:4, pp. 29-41.
- NAVAZO, M. y CARBONELL, E. (2014): "Neanderthal settlement patterns during MIS 4-3 in Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain)", *Quaternary International* 331, pp. 267-277.
- NAVAZO, M., COLINA, A., DOMÍNGUEZ-BELLA, S. y BENITO-CALVO, A. (2008): "Raw stone material supply for Upper Pleistocene settlements in Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain): flint characterization using petrographic and geochemical techniques", *Journal of Archaeological Science* 35:7, pp. 1961-1973.
- OLIVÉ, A., RAMÍREZ, J.I., ORTEGA, L.I., HERNÁNDEZ, A., ALVARO, M., AGUILAR, M.J., RAMÍREZ DEL POZO, J., MELÉNDEZ, A., ANADÓN, P., MOLINA, E., GALLARDO, J., GABALDÓN, V. y MARTÍN-SERRANO, A. (1990): *Mapa geológico de España Escala 1:50.000. Hoja de Belorado (201) 20-10, 2.ª serie (MAGNA)*, IGME, Madrid.
- OLLÉ, A., MOSQUERA, M., SALADIÉ, P., HUGUET, R., ROSELL, J., CÁCERES, I., LORENZO, C., VALLVERDÚ, J., RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, X.P., GARCÍA-ANTÓN, M.D., DÍEZ, J.C., LOZANO, M., SALA, R., CANALS, A. y CARBONELL, E. (2010): "The Early Pleistocene Archaeological Record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain)",

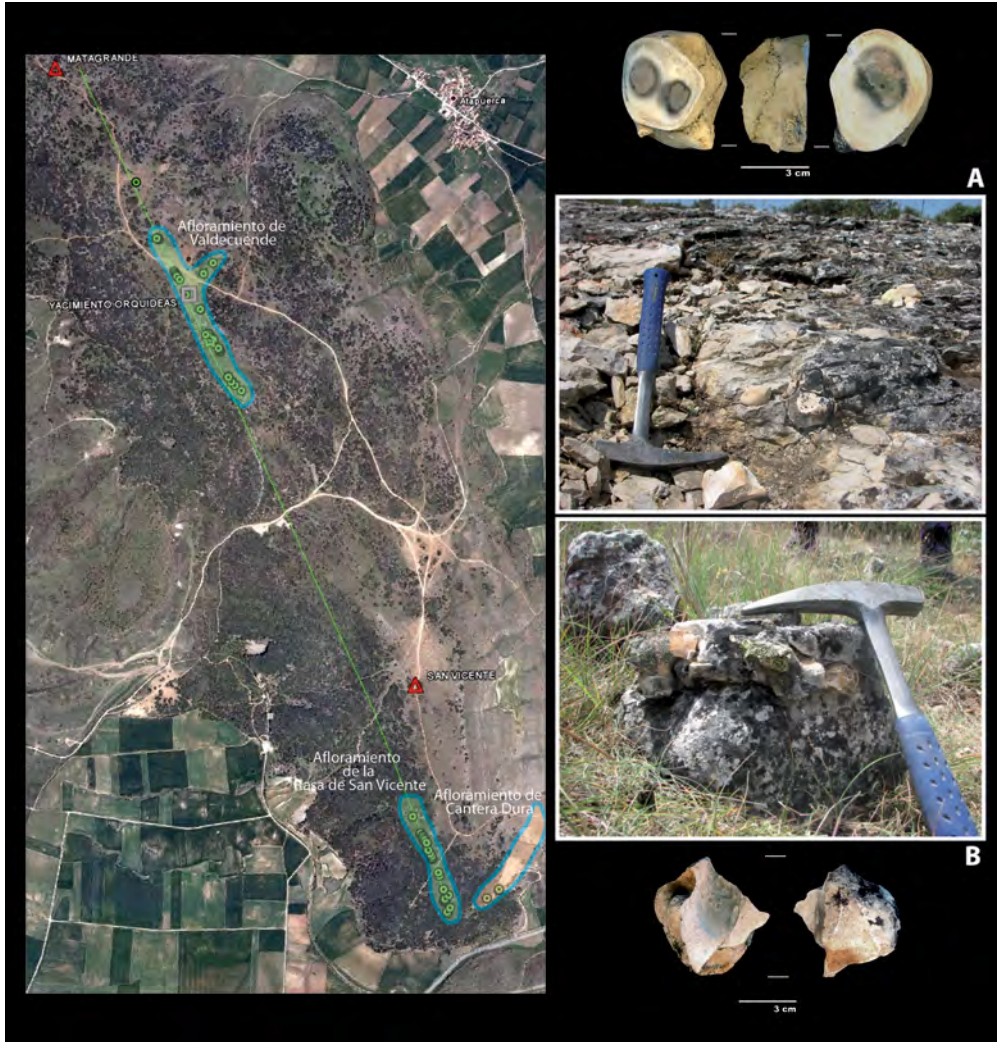
- Drevneishie obitateli Kavkaza i rasselenie predkov cheloveka v Evrazii* (Vasil'ev, S.A. y Schelinsky, V.E., eds.), Peterburgskoe vosto-kovedenie, St. Petersburg, pp. 225-242.
- ORTEGA, A.I. (2009): *La evolución geomorfológica del karst de la Sierra de Atapuerca (Burgos) y su relación con los yacimientos pleistocenos que contiene*, Tesis Doctoral, Universidad de Burgos, Burgos.
- PINEDA, A. (1997a): *Mapa geológico de España Escala 1:50.000. Hoja de Burgos (200) 19-10*, 2.^a serie (MAGNA), IGME, Madrid.
- PINEDA, A. (1997b): *Mapa geológico de España Escala 1:50.000. Hoja de Montorio (167) 19-9*, 2.^a serie (MAGNA), IGME, Madrid.
- WARREN, J.K. (2006): *Evaporites: Sediments, Resources, and Hydrocarbons*, Springer, Berlin-Heidelberg.



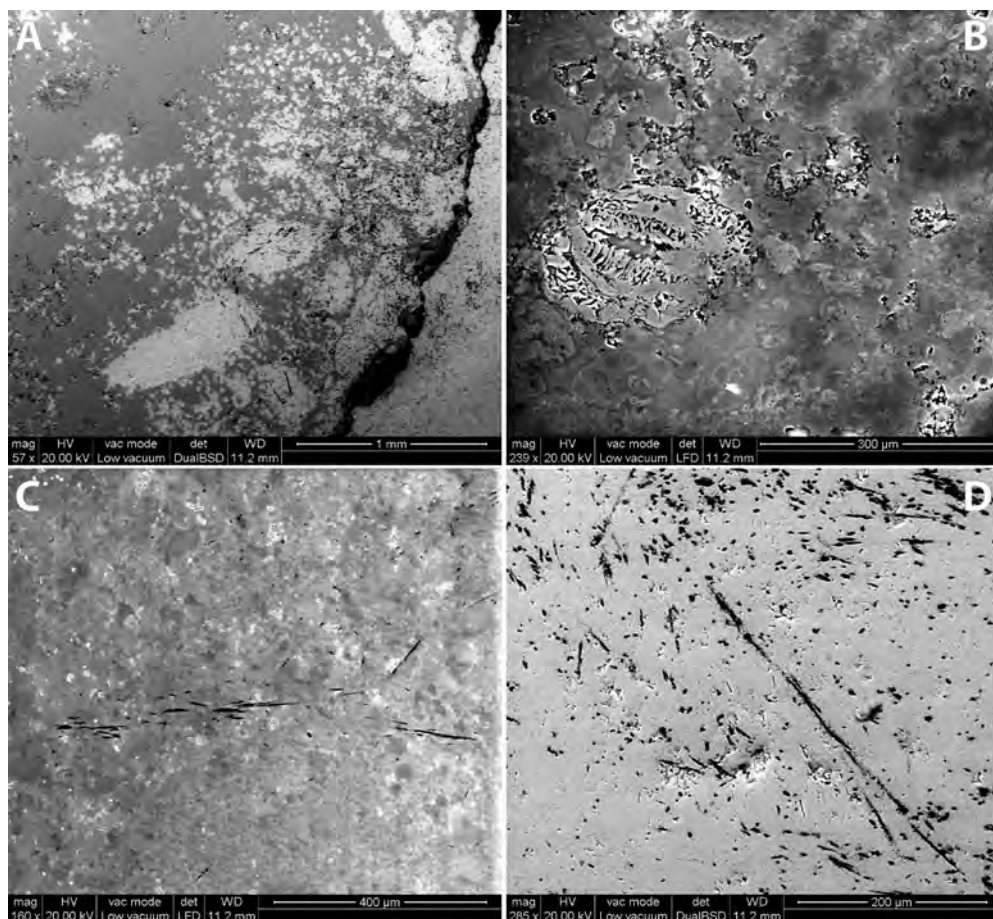
Lám. I.—Afloramiento de sílex Arlanzón y detalle del afloramiento.



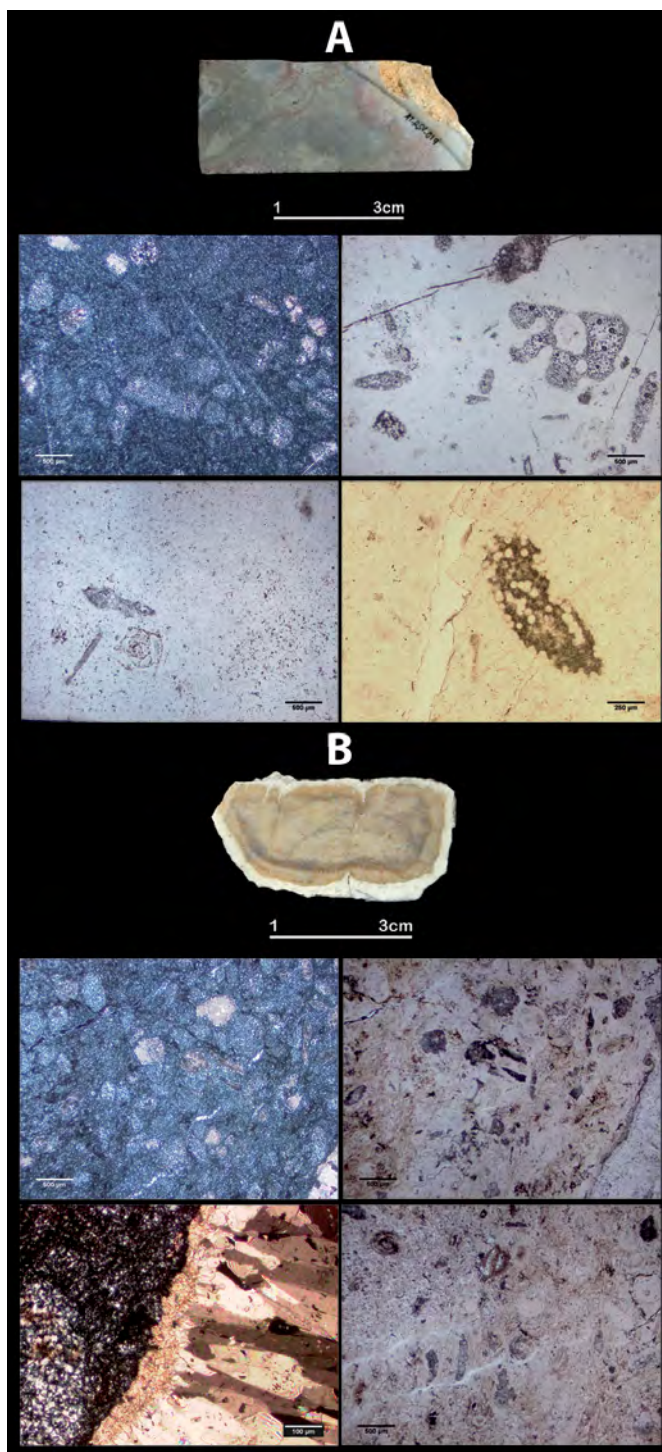
Lám. II.—Análisis de muestras de sílex de Arlanzón mediante uso del MEB: A, Oogonio indeterminado; B, sección de tallo de carácea; C, sección transversal de ostrácodos; D, agregados de Fe; E, fractura postdiagenética; F, fractura diagenética reemplazada por mosaico de cuarzo.



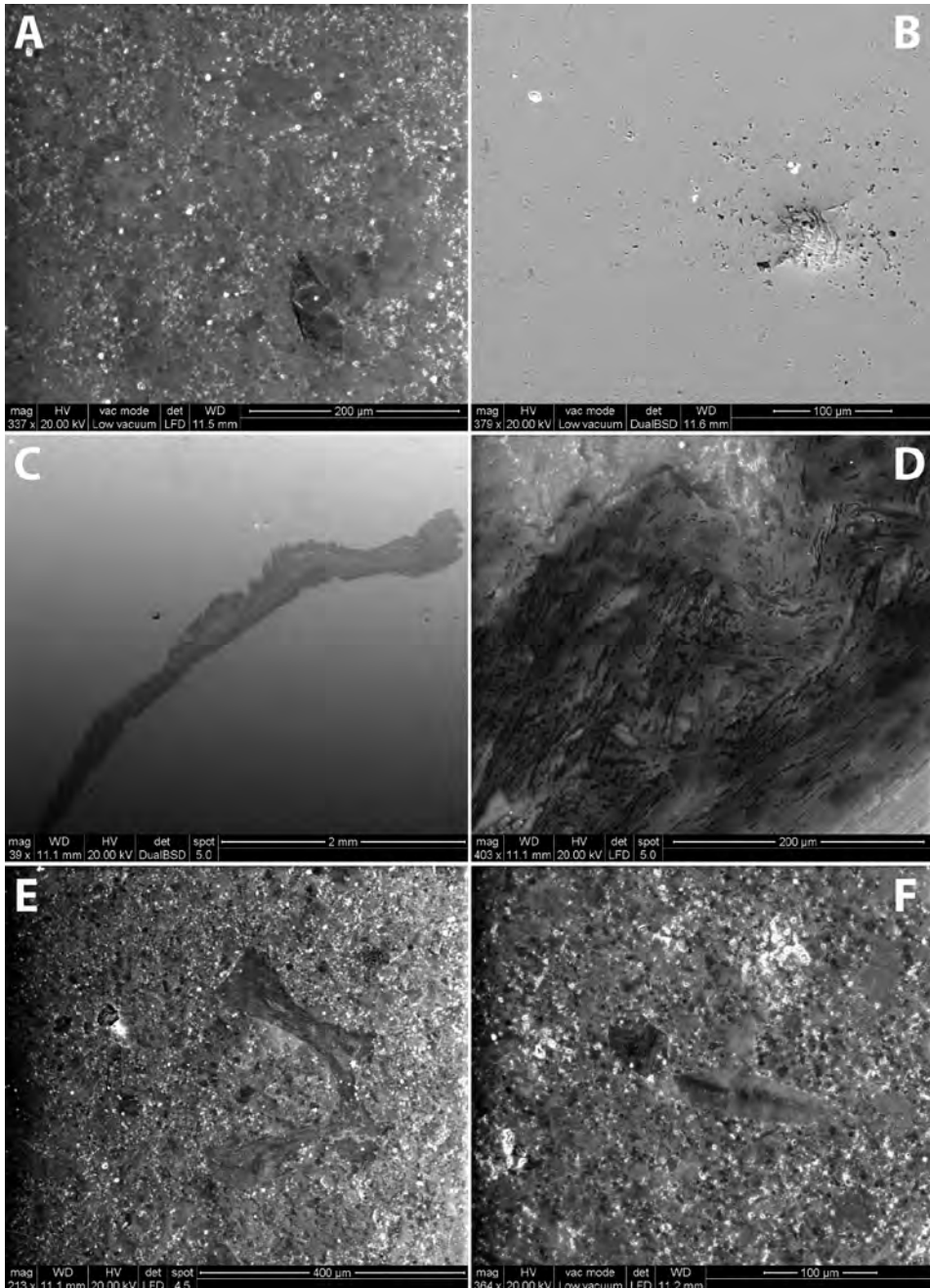
Lám. III.—Localización de los afloramientos del Cretácico superior de la Sierra de Atapuerca RSV, VDC y detalle de los afloramientos: A, afloramiento de Valdecuende; B, afloramiento de Rasa de San Vicente.



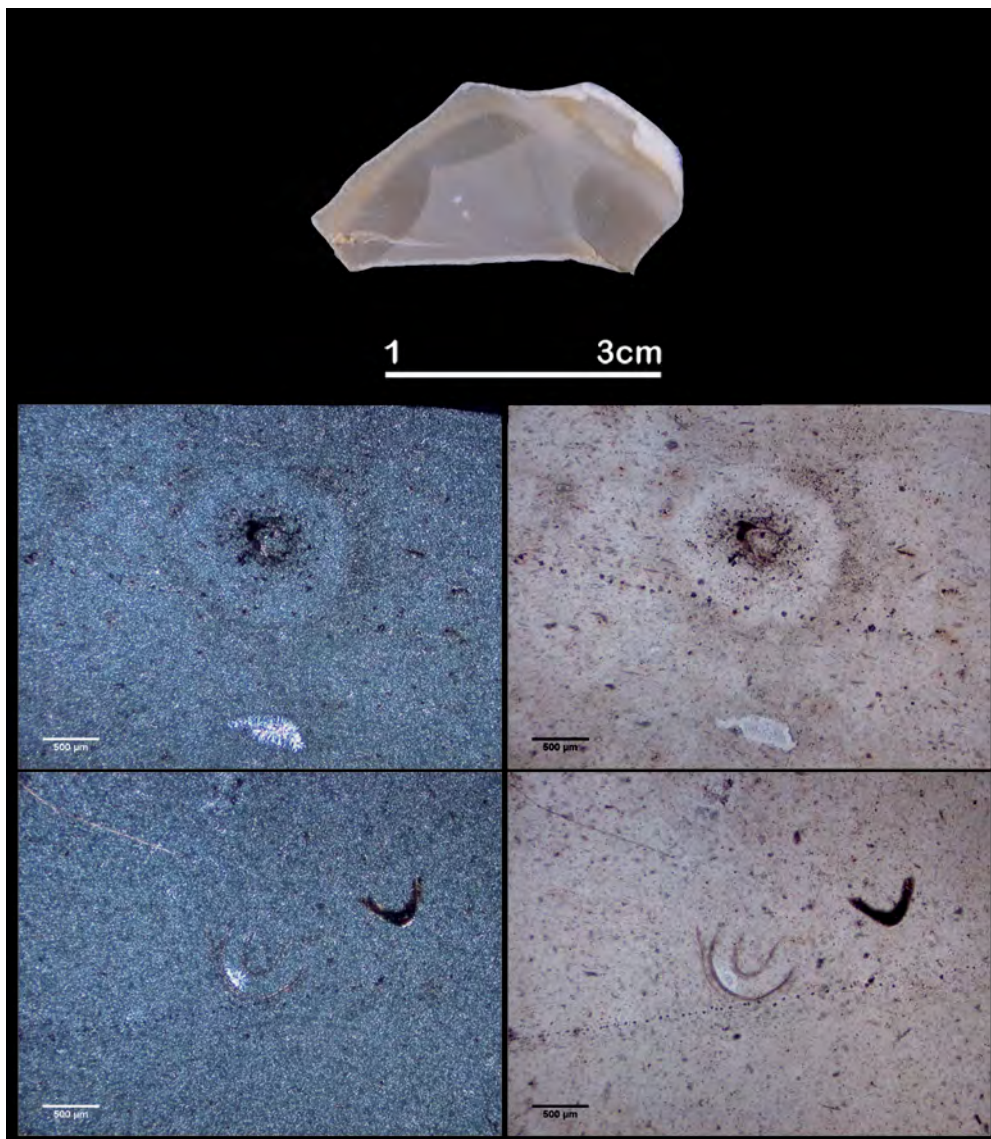
Lám. IV.—Fotos de ESEM de fósiles cretácicos del Turoniense-Santonense identificados en la caliza de RSV: A, área silicificada de la caliza; B, detalle de la esquina superior izquierda, con posible resto de lamelibrancio y con cortes axiales de espículas.



Lám. V.—Muestra de mano y fotos con petrográfico en luz polarizada analizada y sin analizar de sílex de RSV (A) y Galería del Sílex (B), con miliólidos, espículas, fragmentos de briozoarios, y recrecimiento de calcita esparítica en sílex de GS.



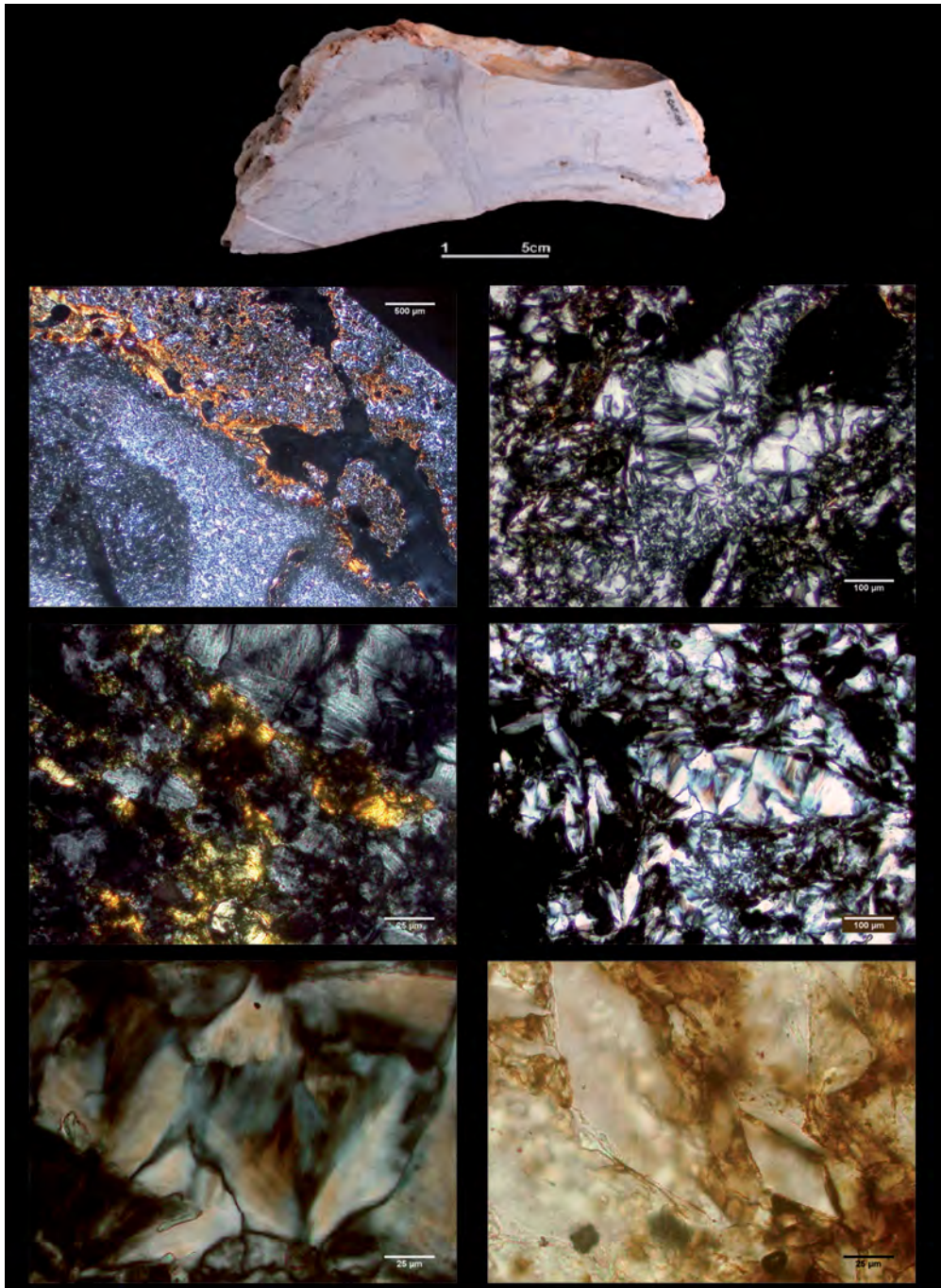
Lám. VI.—Fotos de ESEM de fósiles cretácicos del Turoniense-Santonense identificados en la caliza de VDC: A, placas de crinoide y cristales de ankerita o dolomita; B, tallo de crinoide y miliólido en la esquina superior izquierda; C y D, concha de lamelibranchio y detalle ampliado estructura interna; E, fragmento de tejido de briozoario; F, alveolina en matriz micrítica.



Lám. VII.—Muestra de mano y fotos con petrográfico en luz polarizada analizada y sin analizar del sílex de VDC: espícula, fragmentos de lamelibranquios y textura de microcalcedonita.



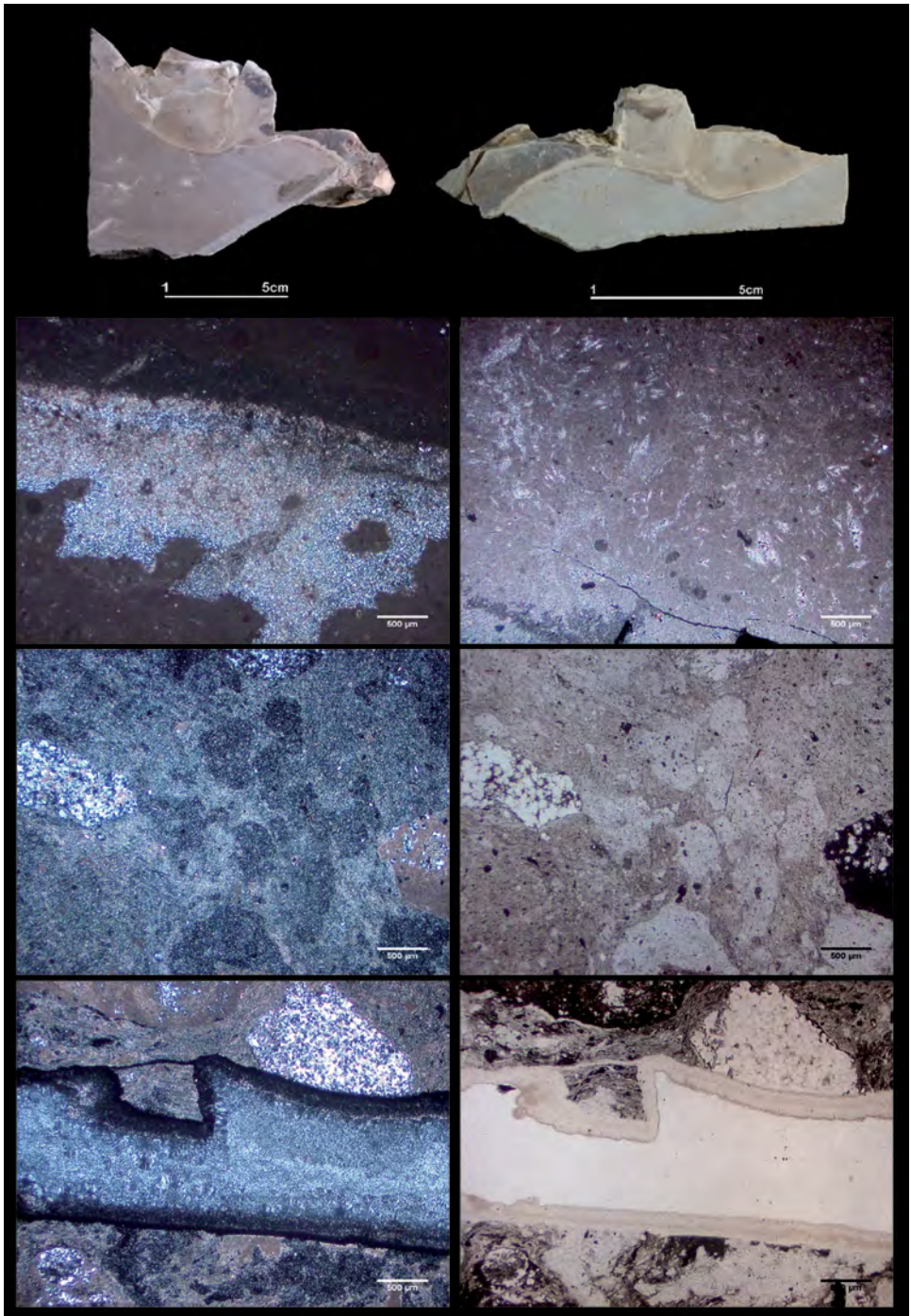
Lám. VIII.—Sílex con resto de caliza encajante del sílex de Juarros. Foto de lámina delgada con luz polarizada y no polarizada, donde se observa la textura micro-esparítica, con recrecimientos esparíticos y oxidaciones intersticiales (fotos petrográficas ©M. Soto).



Lám. IX. Sílex de Juarros y análisis de las láminas delgadas en que se observa la presencia de oxidaciones, la sustitución de lenticulas de yeso, así como la textura de calcedonia y cuarquina.



Lám. X. Fotos de la formación Vallesiense de Villagonzalo-Pedernales: a la izquierda, bloque opalino con cortical de origen margoso; a la derecha, sílex calcedónico con cortical de origen calizo.



Lám. XI. Fotos LD y ESEM del sílex de Villagonzalo-Pedernales.